

RUDARSKI GLASNIK  
YU ISSN 0035 — 9637

4.

BROJ 2  
1979



# 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  
ŠTAMPA: BIRO ZA GRAFIČKU DELATNOST INSTITUTA ZA VODOPRIVREDU »JAROSLAV  
ČERNI« - BEOGRAD

RUDARSKI GLASNIK  
YU ISSN 0035 – 9637

BROJ  
**2**  
1979

# RUDARSKI GLASNIK

BULLETIN OF MINES  
BULLETIN DES MINES  
ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ  
BERGBAUZEITSCHRIFT

**GLAVNI UREDNIK**

**BLAŽEK dipl.ing. ALEKSANDAR, v.savetnik, Beograd**

**ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA**

AHĆAN dr ing. RUDOLF, Fakultet za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana  
CAVIROVSKI dipl.ing. VELJAN, Rudarski institut, Skopje  
ĆURCIĆ dr ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd  
DRAŠKIĆ prof. dr ing. DRAGIŠA, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd  
DUŠI prof. ing. MINIR, Rudarsko-metalurški fakultet, Kosovska Mitrovica  
GLUŠČEVIĆ prof. ing. BRANKO, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd  
JOKANOVIĆ prof.ing. BRANKO, prof. univerziteta, Beograd  
JOŠIĆ dr ing. MILORAD, Rudarski institut, Beograd  
JOVANOVIĆ prof. dr ing. GVOZDEN, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd  
KAPOR dr ing. BRANKO, Rudarski institut, Beograd  
KUN dr ing. JANOŠ, Rudarski institut, Beograd  
MARUNIĆ dr ing. ĐURA, Rudarski institut, Beograd  
MIHAJLOVIĆ dipl.ing. MARIJA, Rudarski institut, Beograd  
NOVAKOVIĆ dr ing. LJUBOMIR, Rudarski institut, Beograd  
PERIŠIĆ dr ing. MIRKO, Rudarski institut, Beograd  
PERKOVIĆ mr ing. BORISLAV, Rudarski institut, Beograd  
RADENKOVIĆ dipl.ing. ČEDOMIR, Rudarski institut, Beograd  
STOJKOVIĆ mr ekon. DUSAN, Rudarski institut, Beograd  
ŠUMARAC dipl.ing. STANIŠA, Rudarski institut, Beograd  
TASEVSKI dipl.ing. APOSTOL, Rudarski institut, Skopje  
TOMAŠIĆ dr ing. STJEPAN, Rudarski institut, Beograd

## SADRŽAJ

### Eksploatacija mineralnih sirovina

Dr inž. JANOŠ KUN – dipl.inž. DRAGICA ILIĆ

Razvoj površinskih otkopa Kosova od 1955. do 1985. godine . . . . .	5
Summary . . . . .	17
Zusammenfassung . . . . .	17
Rezjume . . . . .	17

Dr inž. BRANKO KAPOR – mr inž. JEVTA BRALIĆ

Projektovanje vodonepropusnih baraže kao preventivne mere protiv provale vode ili tekućeg peska u jamske prostorije rudnika — Metod proračuna pravougaone konstrukcije jednosepe klinaste baraže sa niskim lučnim svodom — . . . . .	18
Summary . . . . .	25
Zusammenfassung . . . . .	25
Rezjume . . . . .	25

Dipl.inž. ZORAN ILIĆ

Dobijanje zasipnog materijala samozarušavanjem krovine . . . . .	27
Summary . . . . .	31
Zusammenfassung . . . . .	31
Rezjume . . . . .	31

### Priprema mineralnih sirovina

Dipl.inž. GOJKO HOVANEC – dr biol. DARINKA MARJANOVIĆ

Promene rude ležišta Veliki Krivelj u zavisnosti od lokalnih meteoroloških faktora i autogenih procesa u rudnoj masi — Autogeno zakišeljavanje bakronosne sirovine i njegov značaj u luženju rude . . . . .	33
Summary . . . . .	39
Zusammenfassung . . . . .	39
Rezjume . . . . .	39

Dipl.inž. MIOMIR ČEH – dipl.inž. BRANKO MIHAJOVIĆ – tehnič. SLOBODAN JEREMIĆ

Neka iskustva u koncentraciji mekih fosfata ležišta Esh–Shidiya Jordan . . . . .	41
Summary . . . . .	46
Zusammenfassung . . . . .	46
Rezjume . . . . .	47

### Ventilacija i tehnička zaštita

Dipl.inž. DUŠANKA STOJSAVLJEVIĆ

Zagađenost vazduha u okolini fabrike za proizvodnju kreča i kamena . . . . .	48
Summary . . . . .	53
Zusammenfassung . . . . .	54
Rezjume . . . . .	54

## **Projektovanje i konstruisanje**

Dipl.inž. MILOŠ PRIBIĆEVIĆ – dipl.inž. MIROSLAVA PETROVIĆ	55
Pričaz konstrukcije, proračuna i izvođenja nadzemnih zgušnjivača u flotaciji rudnika Stari Trg – Trepča	60
Summary	60
Zusammenfassung	60
Rezjume	60

## **Dipl. inž. ČEDOMIR STANOJLOVIĆ**

Automatika pripreme hidrozasipa u rudniku Trepča	61
Summary	65
Zusammenfassung	65
Rezjume	65

## **Ekonomika i kibernetika**

Prof. dr inž. MIRKO PERIŠIĆ	66
Doprinos preventivnom održavanju mašina u rudarskoj tehnologiji I deo – Osnovna postavka matematičkog modela	71
Summary	71
Zusammenfassung	71
Rezjume	71

## **Domaća i strana iskustva**

Dipl.inž. ZORAN ILIĆ – dipl. inž. LJUBOMIR SPASOJEVIĆ	72
Primena komorno-stubne metode otkopavanja u nekim rudnicima	77
Francuske	77
Summary	77
Zusammenfassung	77
Rezjume	78

## **Istorijski radarstvo**

Dr VASILije SIMIĆ	
Proizvodnja gvožđa iz magnetskog peska između Južne Morave i reke Maste u Bugarskoj	
V – Vlasina. Ostaci nekadašnjih radova na proizvodnji gvožđa	79

Nova oprema i nova tehnička dostignuća	88
--	----

Prikazi iz literature	92
-----------------------	----

Bibliografija	95
---------------	----

Mrekon. MILAN ŽILIĆ	
Pričaz cena	103

## Eksplotacija mineralnih sirovina

### RAZVOJ POVRŠINSKIH OTKOPOVA KOSOVA OD 1955. DO 1985. GODINE

(sa 10 slika)

Dr inž. J a n o š K u n — dipl. inž. D r a g i c a I l i ċ

#### Ležište lignita Kosovo

Ležište lignita Kosovo leži na visoravni koja se proteže od Uroševca do Kosovske Mitrovice u dužini od 90 km i širini oko 16 km (Belačevac – Sušica). Na severoistočnom delu basena nalazi se grad Priština, administrativni i kulturno–prosvetni centar pokrajine, čijem brzom razvoju je umnogome doprineo „kosovski lignit”.

Eksplotacija uglja u ležištu Kosovo vrši se od 1922. god. Prvi početak eksplotacije predstavlja jamska eksplotacija lignita za potrebe industrije u Skoplju sa godišnjom proizvodnjom u periodu 1921–28: oko 6000 t. U godinama 1928–30. proizvodnja je dostigla 23.000 t, a u 1950. god. 108.000 t pretežno za potrebe TE Trepča u Zvečanu. Tek šezdesetih godina ležište lignita Kosovo dobija svoj veći značaj. Otvaraju se površinski otkopi Dobro Selo i Belačevac, gradi se TE kapaciteta 65 i 125 MW, a već 1977. god. se proizvodi 7.697.000 tona uglja za potrebe TE kapaciteta 790 MW, sušare kapaciteta 610.000 t/god., gasifikacije kapaciteta  $480 \times 10^6$  m<sup>3</sup> gasa godišnje i toplane kapacitet 260 t pare/h.

Slika 1 prikazuje preglednu kartu kosovskog ugljenog basena, u kojem danas rade dva aktivna površinska otkopa, a u fazi projektovanja se nalazi novi površinski otkop Sibovac.

Geološki i morfološki se područje pomenutih površinskih otkopa sastoji od gline, laporovite gline, nešto šljunkovitog peska i lignita.

Ukupne površine aktivnih i projektovanih

površinskih otkopa obuhvataju u km<sup>2</sup>:

Tablica 1

	Površine otkaza	Odlaga- lišta	Ukupno
PO Dobro Selo	1,15	2,06	3,21
PO Belačevac	4,28	4,28	8,56
Aktivni PO	5,43	6,34	11,77
PO Sibovac	5,87	2,92	8,79
Ukupno PO Kosovo	11,30	9,27	20,57

Sve površine čine 7,32% ukupne površine istraženog ležišta, što ukazuje na tek započeti razvoj eksplotacije u ovom basenu.

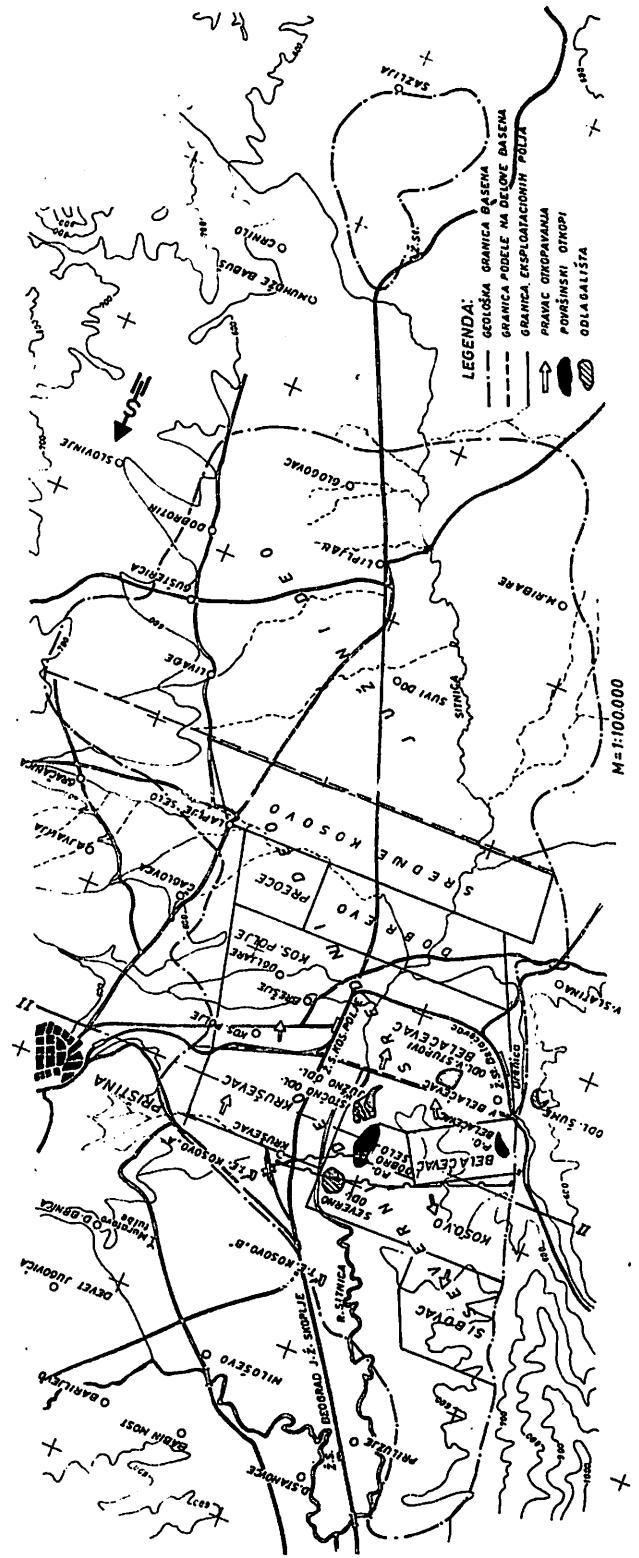
Ako se ima u vidu, da utvrđene rezerve za površinsku eksplotaciju obuhvataju 6.376\* miliona tona (1), i da je do ove godine otkopano 57,5 miliona tona (2) ili svega 0,90 %, tada se mora konstatovati da će se kosovski ugljeni basen razviti tek sredinom osme decenije našeg veka.

Nadmorska visina terena površinskih otkopa i celog ležišta kreće se između 530 m i 580 m (max 663 m). Klimatske prilike se karakterišu velikom promenom dnevne i noćne temperature, koja leti varira između 17,8 i 31,8°C. Prosečna temperatura zimi se kreće oko 0,2°C, a leti oko 19,6°C, dok su

\* ) severno područje  
srednje područje  
južni deo

$1600 \times 10^6$  t  
 $3496 \times 10^6$  t  
 $1280 \times 10^6$  t

Ukupno:  $6376 \times 10^6$



S1. 1 - Preagledana karta Kosovoog tujjeneong basean

maksimalne temperature zabeležene u mesecu avgustu 1952. god. sa  $37,7^{\circ}\text{C}$ , a minimalne u mesecu februaru 1950. god. sa  $-25,2^{\circ}\text{C}$ . Prosečne padavine u godini iznose 567 mm, ali dnevne dostižu i 157,1 mm (maj 1961.), što znatno utiče na dimenzionisanje pumpi u površinskom otkopu.

Ukupne istražene rezerve uglja na površini od oko  $154,32 \text{ km}^2$  iznose oko 6.376 miliona tona lignita, sa otkrivkom od oko 11.732 miliona  $\text{m}^3$ . Ove količine daju prosečan koeficijent otkrivke od  $1,84 : 1 \text{ m}^3/\text{t}$ .

Raspored ovih količina uglja prema rastu koeficijenta otkrivke dat je u tablici 2.

Tablica 2

Područje – polje	ha	t	$\text{m}^3$	$\text{m}^3/\text{t}$
1. Kruševac	7,05	404	283	0,7:1
2. Sibovac	5,87	295	236	0,8:1
3. Dobro Selo	1,15	52	52	1:1
4. Belačevac	4,28	220	264	1,2:1
5. Srednje Kosovo	21,47	868	1971	2,3:1
6. Kosovo-jug	53,00	1280	4610	3,6:1

Ograničenje pojedinih područja dato je u slici 1 i u karakterističnom profilu ležišta u slici 2.

Najniža kota terena koja dolazi u obzir za eksploataciju nalazi se na 527 m (Kruševac), a najviša na 660 m (severo-zapadni deo Sibovca).

1700\*) kcal/kg, koji obiluje rasedima dinarskog pravca (SZ-JI) i rasedima upravno na ovaj pravac (SI-JZ). Na taj način stvorena je tzv. parketna struktura ležišta, što kod eksploatacije stvara određene poteškoće zbog nagle promene nivelete krovine i podine.

Dosad su izvršena ograničenja površinskih otkopa Dobro Selo i Belačevac, koji se nalaze u eksploataciji, kao i PO Sibovac za koji su izrađeni projekti (tablica 3).

Ugljeni slojevi u ovim otkopima imaju blag pad u pravcu napredovanja otkopnog fronta od oko  $50^{\circ}$ . Dok je gornji deo sloja relativno čist i čvrst lignit sa čvrstoćom na pritisak od  $32,76 \text{ kp/cm}^2$  i otporom na rezanje od  $38-59 \text{ kp/cm}$ , max 80, prema podini lignit ima sve više jalovih uložaka, kvalitet zbog toga opada, a čvrstoća na pritisak iznosi  $32 \text{ kp/cm}^2$  sa otporom na rezanje ispod  $44 \text{ kp/cm}^2$ .

Dosadašnja iskustva u eksploataciji ukazuju da se frontovi otkopavanja moraju postaviti paralelno ili upravno na rasedne linije i da se kod dobivanja uglja uspešno mogu primeniti bageri glodari.

Krovina uglja čini vrlo čvrsta laporovita siva glina sa čvrstoćom na pritisak od  $6$  do  $26 \text{ kp/cm}^2$ .

Tablica 3

	Eksploatabilan ugalj, t	Otkivka $\text{m}^3$	Odnos $\text{m}^3/\text{t}$	Moćnost u m	
				uglja	otkrivke
Dobro Selo	102.113.000	10.324.700	1,01:1	41,59	18,25
Belačevac	147.604.178	242.800.000	1,65:1	66,38	68,7
Sibovac	375.303.000	316.530.000	0,843:1	57	45,6

U periodu od 1953. do 1975. godine izvršeno je, zbog otvaranja površinskih otkopa, istraživanje i izbušeno je ukupno 99.200 m u 1079 bušotina.

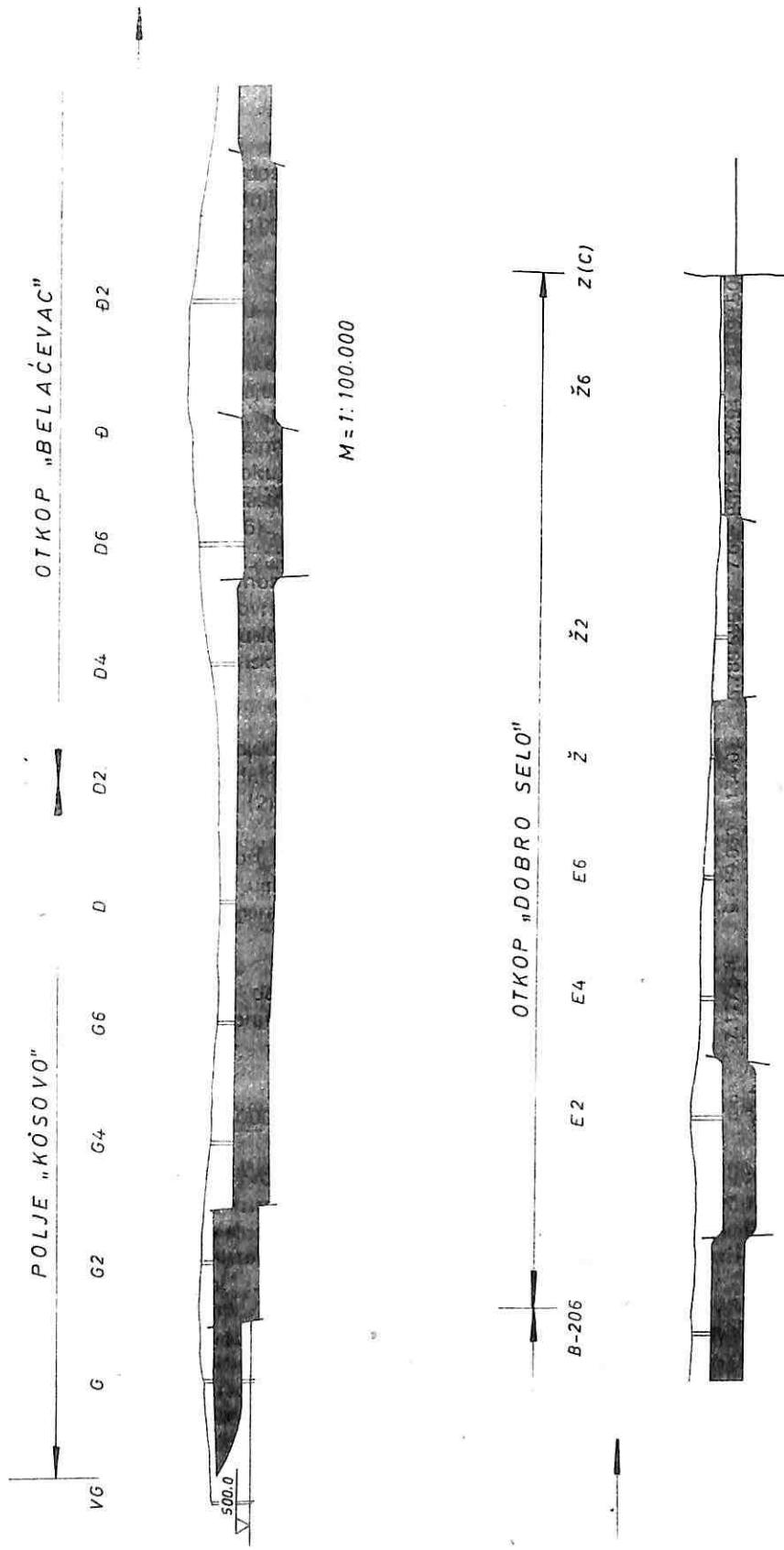
Prosečna dubina bušotina iznosila je 91,94 metara. Zajedno sa istražnim bušenjem izvršeno je 5400 hemijskih analiza uglja, geomehanička i fizičko-mehanička ispitivanja na 285 uzoraka.

Istražnim radovima je utvrđeno, da ležište kosovskog basena čini jedan moćan ugljeni sloj – lignit prosečne donje kalorične vrednosti od

Ova glina čini oko 90 % ukupne otkrivke, dok ostalih 10 % predstavljaju žute gline i humus.

Stabilnost ugljenog sloja, u delovima gde je prošaran proslojcima, znatno opada, pa se pri strmijem uglu nagiba kosine odvajaju blokovi. Na osnovu ispitivanja dosadašnjeg stanja na terenu i proverene stabilnosti može se reći da je ugljeni sloj stabilan do visine 15 m sa nagibom kosine pod uglom od  $68^{\circ}$ , a preko te visine do 25 m se može računati sa nagibom kosine pod uglom od  $45^{\circ}$ .

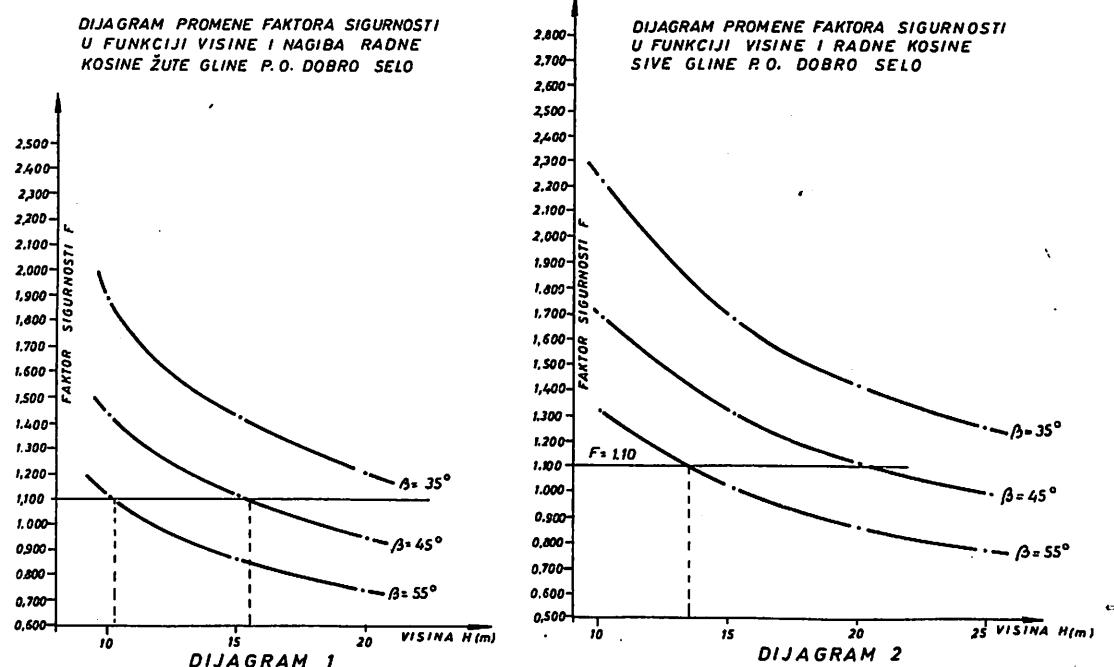
\*) u masovnoj eksploataciji



Sl. 2 – Poprečni profil kosovskog ugljenog basena

Stabilnost kosina na etažama otkrivke zavisi od visine etaža i promene glinovite komponente u materijalu; na osnovu dosadašnjih rezultata ispitivanja kreće se prema dijagramima datim na sl. 3.

vodnje, ali snižava otpornost radne sredine u pogledu stabilnosti. Nedovoljno odvodnjavanje prouzrokovalo je u više navrata klizanje završnih kosina površinskog otkopa Belačevac, o čemu je



Sl. 3 – Dijagrami promene faktora sigurnosti

Dijagram 1 – Dijagram promene faktora sigurnosti u funkciji visine i nagiba radne kosine žute gline PO Dobro Selo  
Dijagram 2 – Dijagram promene faktora sigurnosti u funkciji visine i radne kosine sive gline PO Dobro Selo

Primena bagera glodara je efikasna samo do visine od 25 m. Pri otkopavanju bagerima glodarima siva gлина se lomi i izdvaja iz etaže u većim komadima. Ovo je posledica sistema prslina i pukotina u masivu. Prilagođavanjem reznih elemenata bagera i geometrije rezanja može se nešto smanjiti komadnost, ali na uštrb kapaciteta bagera.

Deo ležišta kosovskog ugljenog basena, koji se nalazi u eksploataciji ili je predviđen za eksploataciju u narednoj deceniji, ima neznatne količine podzemne vode koja se, uglavnom, kroz linije raseda i pukotina u uglju infiltrira u otvorene delove otkopa. Količine u sadašnjem PO Dobro Selo iznose oko  $3,0 \text{ m}^3/\text{min}$ <sup>\*)</sup>, a PO Belačevac do  $10 \text{ m}^3/\text{min}$ . Ovako mali priliv ne predstavlja problem u pogledu povećanja troškova proiz-

već ranije dosta pisano (3), (4) i (5).

Kvalitet uglja u celom ležištu je dosta ujednačen i kreće se u sledećim granicama:

	od	do	prosečno
Vлага u %	45	50	48
Pepeo u %	12	21	17
Donja kalorična vrednost u kcal/kg	1200	2200	1700

Prema ostvarenom kvalitetu u ranijih 5 godina postoje određene rezerve koje iznose:

	1973.	1974.	1975.	1976.	1977.
Donja kalorična vrednost u kcal/kg	1958	2018	1872	1684	1601

Treba napomenuti da do razlike dolazi zbog

<sup>\*)</sup> bez sitničkog revira

otkopavanja gornjih ili donjih etaža u većem procentu. Naime, donje etaže koje se nalaze u otvaranju i imaju slabiji kvalitet uglja, učestvuju poslednjih godina sa većim delom u proizvodnji.

#### Projekti razvoja površinske eksploatacije

Eksploracija uglja u kosovskom ugljenom basenu počela je 1921. godine jamskim radom, a 1957. godine je bilo otvaranje prvog površinskog otkopa Dobro Selo, u kome je eksploracija uglja počela 1958. godine. Kretanje proizvodnje po godinama prikazuje dijagram na slici 4.

Prvi projekat površinskog otkopa Dobro Selo (1955. god.) predviđao je proizvodnju od 1,2 miliona tona uglja godišnje; međutim, zbog naglog razvoja potrošača, ubrzo posle početka proizvodnje uglja, kapacitet je povećan na 3,2 miliona tona godišnje (1967. god.), da bi se u 1973. god. izvršila rekonstrukcija površinskog otkopa na kapacitet od 4 miliona tona uglja godišnje, koliko ovaj otkop danas i ostvaruje.

Drugi površinski otkop—Belačevec projektovan je za kapacitet od 3,5 miliona tona (1964. god.), da bi se još u toku otvaranja proširio na

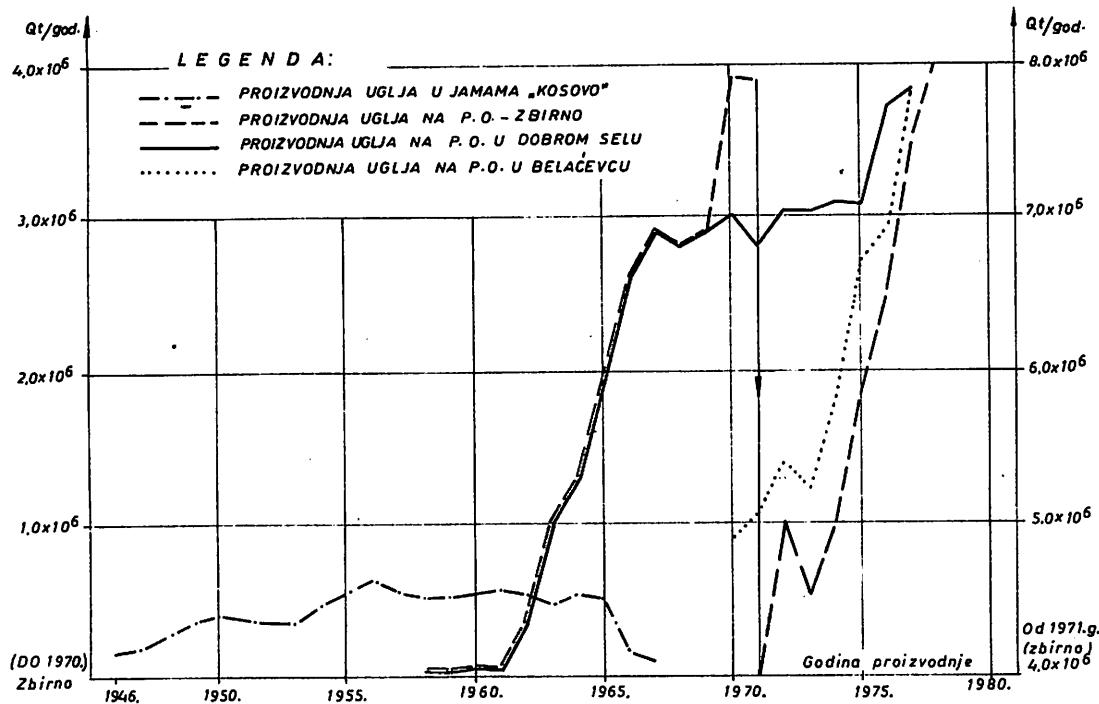
kapacitet od 5,5 miliona tona (1965. god.) i već 1973. godine pre postizanja projektovanog kapaciteta rekonstruisao na kapacitet od 10,5 miliona tona uglja godišnje, koliko treba da ostvari pre 1985. godine.

U narednom periodu do 1985. godine predviđa se još otvaranje I faze površinskog otkopa Sibovac, čiji ukupni kapacitet na kraju II faze treba da iznosi 18,0 miliona tona godišnje.

Osim otvaranja površinskog otkopa Sibovac istraživaće se mogućnost projektovanja jednog vele-otkopa sa kapacitetom oko 40 miliona tona lignita godišnje, čiji bi odnos otkrivke prema uglju bio samo nešto iznad sadašnjeg i ne bi prelazio  $2 \text{ m}^3/\text{t}$ .

Postojeći i projektovani površinski otkopi imaju maksimalnu visinu etaža do 25 m, što je uslovljeno geomehaničkim osobinama radne sredine, prvenstveno otkrivke. Ovoj visini su prilagođeni i bageri.

Odlagališta, formirana od sive gline, zahtevaju stepenasto građenje u etažama između 10 i 15 m, a ukupna visina zavisi od vlažnosti materijala koji se odlaže, karakteristike podloge i eventualno



Sl. 4 – Dijagram kretanja proizvodnje od 1946. do 1977. god.

ranje poremećanih nižih etaža odlagališta. Dosađenje iskustvo i poнашање već formiranih odlagališta ukazuje na to, da je ukupna visina odlagališta posle visine od 60 m već kritična.

U budućem razvoju će se zadržati postignuta visina etaža na otkrivci, dok će se na ugljenim etažama verovatno povećati na 30 m. Odlagališta će, takođe, zadržati optimalnu visinu od 60 m, što će, međutim, zahtevati velike površine i dalje odlaganje na spolja odlagališta.

#### Primjena osnovna oprema

Ne uzimajući u obzir početak rada na površinskom otkopu Dobro Selo, kada je otvaranje i početna proizvodnja vršena bagerima kašikarima, a odvoz jalovine i uglja željezničkom vučom, za uvođenje kontinualne tehnike otkopavanja i transporta može se uzeti 1964. god.

Za otkopavanje jalovine i uglja korišćeni su bageri glodari tipa SRs-315 i SRs-470, koji se razlikuju samo po zapremini vedrica na radnom točku i visini otkopavanja.

Na površinskom otkopu Dobro Selo rade dva bagera SRs-315 na otkopavanju uglja i dva bagera SRs-470 na otkrivci sa sledećim karakteristikama:

	SRs-315	SRs-470	
teoretski kapacitet	1350–1630	1690	m <sup>3</sup> /h
ostvareni efektivni kapacitet*)	364 m <sup>3</sup> /h (459 t)	390	m <sup>3</sup> /h
visina otkopavanja	15	20	m
Širina radnog bloka	25	30	m

Bageri na otkrivci radili su nekoliko godina u sistemu sa jednim zajedničkim odlagačem tip ARsB-2500.50 i postigli oko  $1,010 \times 10^6$  m<sup>3</sup> godišnje po bageru. Od 1975. godine svaki bager ima svoj odlagač istog tipa i uodvojenom BTO sistemu postiže po  $1,650 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/godinu.

Na površinskom otkopu Belačevac radi ukupno 7 bagera glodara čije se karakteristike neznatno razlikuju i to:

	SRs-315	SRs-470.20	SRs-470.17
Točni kapacitet	1350–1630 m <sup>3</sup> /h	1690 m <sup>3</sup> /h	1690 m <sup>3</sup> /h
Motor na radnom točku	250 kW	250 kW	400 kW
Visina otkopavanja	15 m	20 m	17 m
Širina radnog bloka	25 m	30 m	25 m
Ostvareni efektivni kapacitet	326 m <sup>3</sup> /h	370 m <sup>3</sup> /h	340 m <sup>3</sup> /h

\*) Prosek ukupnog rada bagera sa jednim i dva odlagača

Na otkrivci rade bageri tipa SRs-470 u sistemu dve etaže na jedan zbirni transporter i odlagač ARsB-2500.50, odnosno ARsB-3000.50.

Na proizvodnji uglja rade bageri tipa SRs-315, koji etažnim transporterom i zbirnim trakama odvoze ugalj do magistralnih transportera. Sve širine transportera su 1200 mm.

Šema pojedinih sistema data je u slici 5.

Od sadašnjeg stanja koje je projektovano sa 5,5 miliona tona godišnje, uvođenjem novih većih bagera tipa SRs-1300 proizvodnja se povećava na 10,5 miliona tona.

Od 1979. svake se godine uvodi u rad po jedan novi BTO sistem koji se sastoji od bagera tipa SRs-1300, transportnih traka širine 1600 mm i odlagača tipa A<sub>2</sub> RsB-4400.60.

Posle uvođenja tri nova sistema šema rekonstruisanog površinskog otkopa će izgledati, kao što je prikazano na slici 6.

Na otkrivci će raditi dva bagera tipa SRs-470 i tri bagera tipa SRs-1300, a na uglju 5 bagera SRs-315 i dreglajni tipa EŠ-6/45.

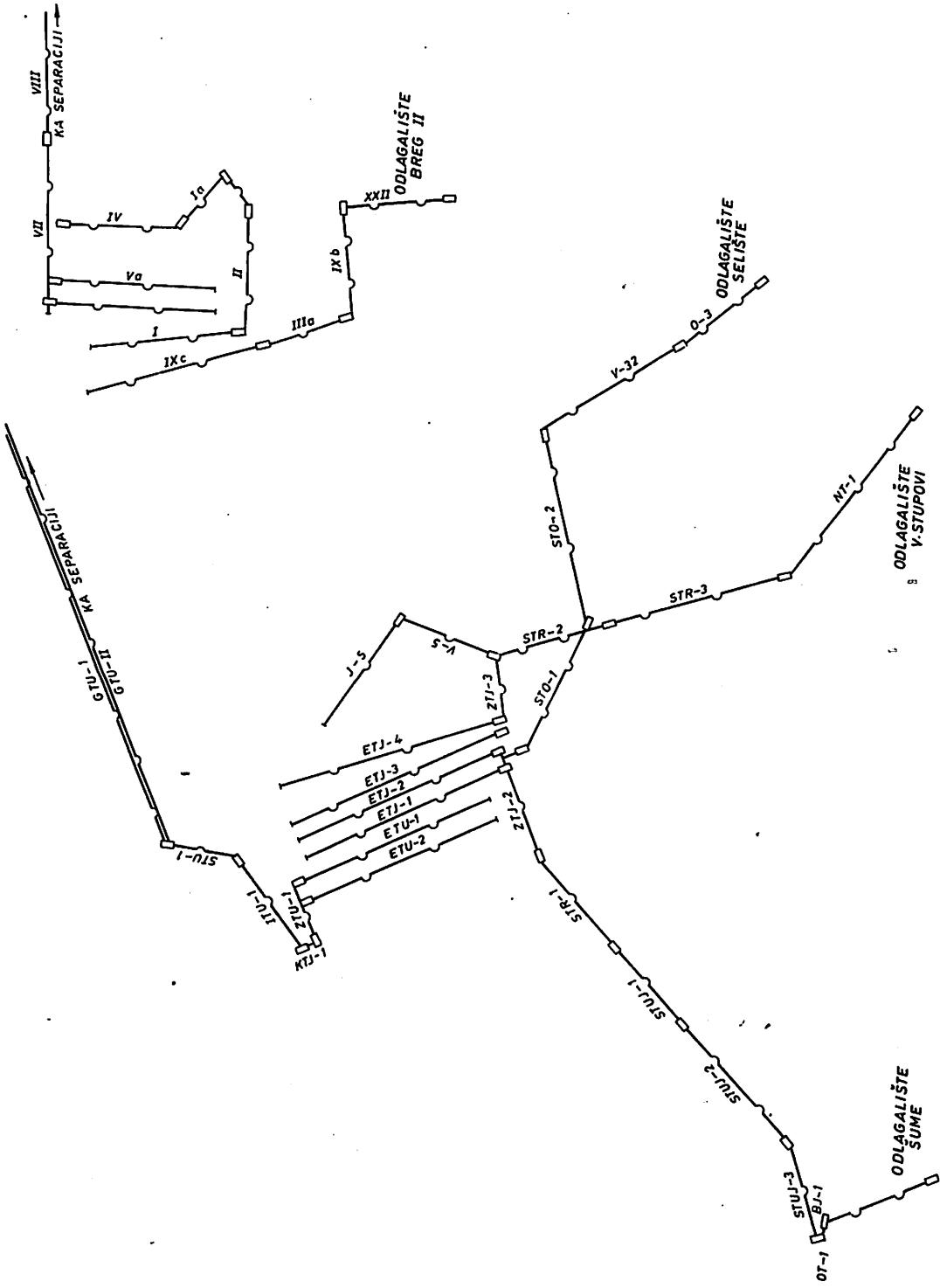
Kod daljnijeg razvoja površinske eksploatacije lignita u kosovskom basenu predviđaju se bageri za časovni kapacitet od oko 5000 m<sup>3</sup>/h i visinom otkopavanja 25 m.

S obzirom na moćnost ugljenog sloja od oko 60 m, treba ubuduće istraživanja usmeriti u pravcu mogućnosti primene bagera sa visinom otkopavanja od 30 m i časovnim kapacitetom od blizu 10.000 m<sup>3</sup>/h. Za površinski otkop Sibovac, s obzirom na razvijenu parketu strukturu raseda, predviđeni su bageri sa kapacitetom do 5000 m<sup>3</sup>/h, a kao prva primena bagera još većeg kapaciteta mogla bi se računati oko 1990. godina, kada se predviđa otvaranje vele-otkopa kapaciteta oko 40 miliona tona godišnje.

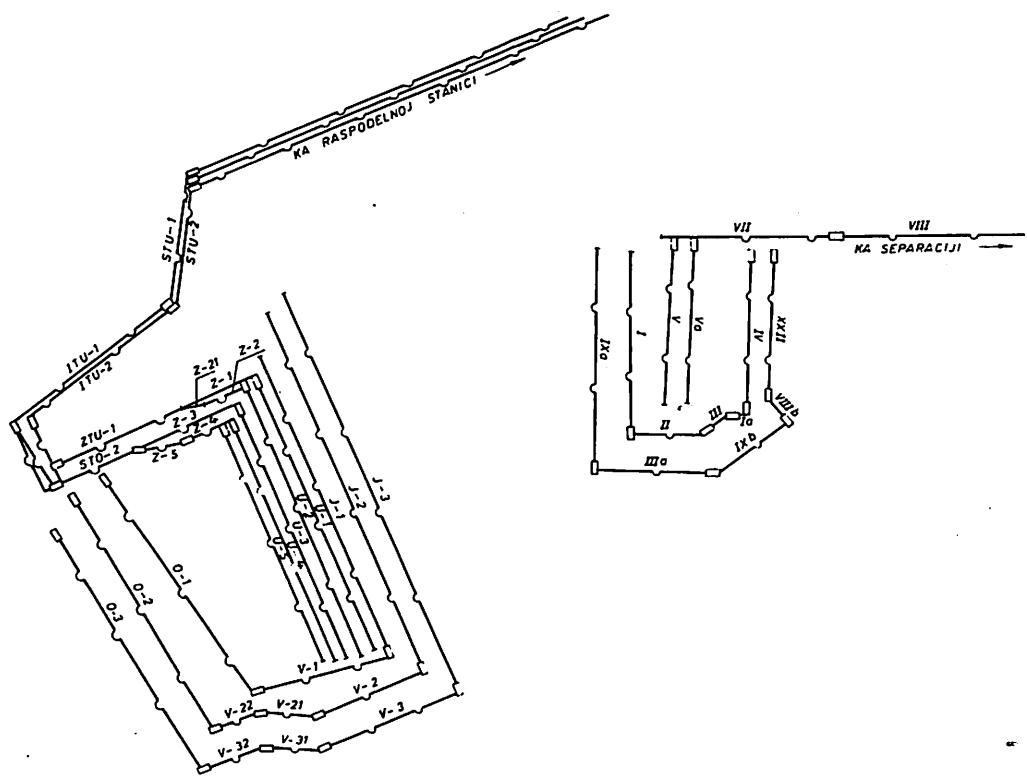
Dosadašnji i budući razvoj primene osnovne opreme (bagera) prikazuje dijagram na slici 7.

#### Razvoj kapaciteta

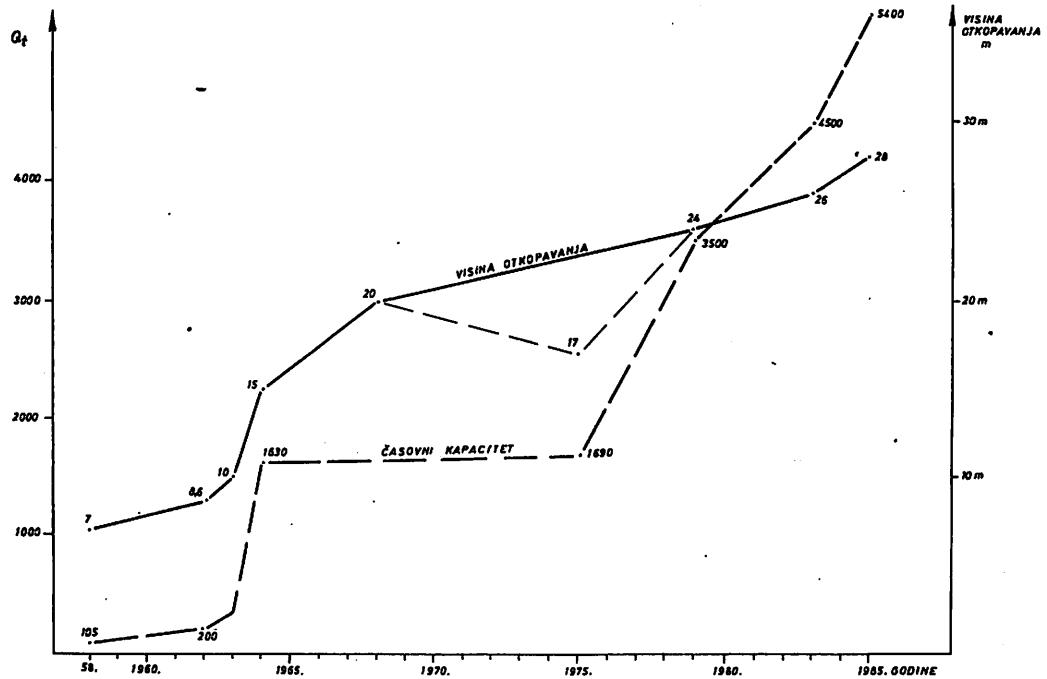
Ako se ne uzmu u obzir prvi počeci



Sl. 5 — Šema postojećih sistema traka



Sl. 6 – Šema transportnih traka posle rekonstrukcije PO u Belačevcu



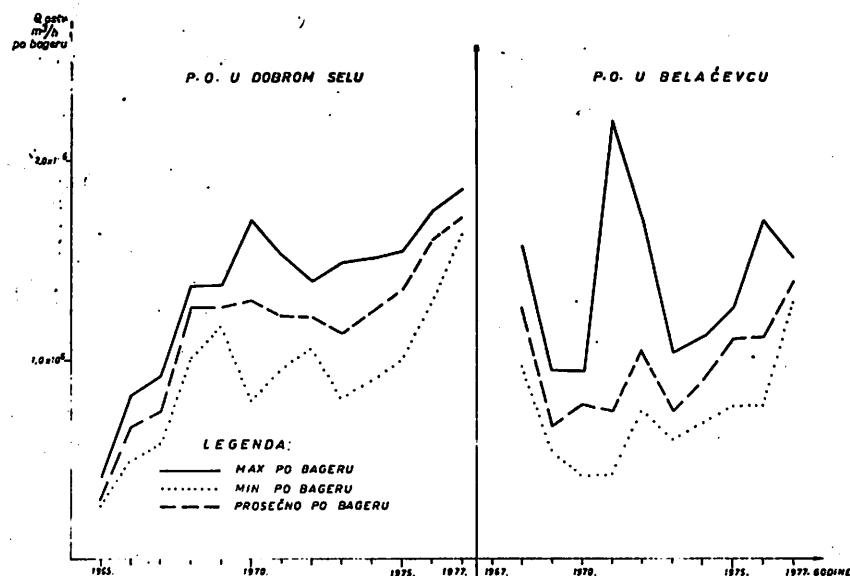
Sl. 7 – Dosadašnji i budući razvoj osnovne opreme

površinske eksploatacije, kada su primjenjeni samo diskontinualni bageri i adheziona vuča, može se zaključiti da se kapacitet rotornih bagera, gledano kroz čas i godišnje, stalno povećava.

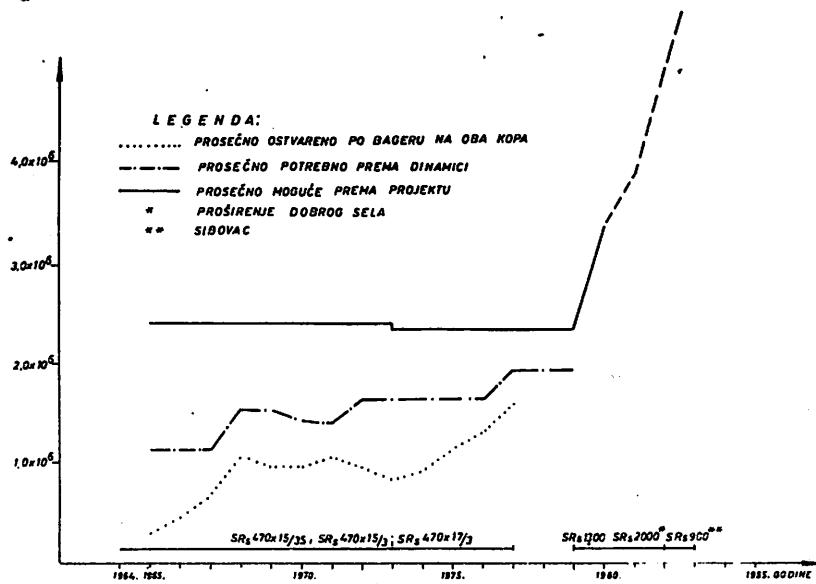
Kretanje minimalnog, prosečnog i maksimalnog godišnjeg kapaciteta prikazano je dijagramom

na slici 8.

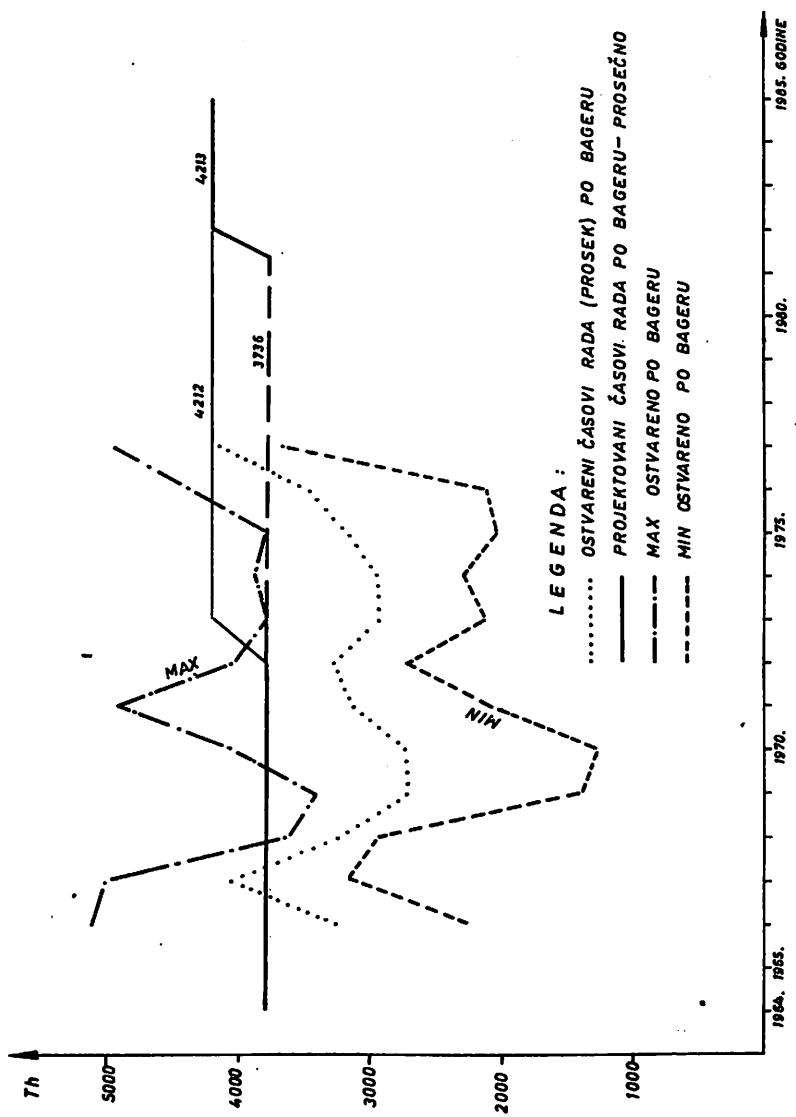
Uvođenjem novih većih bagera treba očekivati, naročito na otkrivci, veći godišnji kapacitet koji je dvostruko do trostruko veći od sadašnjeg. Uvođenjem bagera sa kapacitetom 5000 do 10.000 m<sup>3</sup>/h godišnji prosečni kapacitet porašće znatnije, kao što je to prikazano na slici 9.



Sl. 8 – Dijagram kretanja minimalnog, prosečnog i maksimalnog godišnjeg kapaciteta



Sl. 9 – Dijagram kretanja kapaciteta po jednom bageru



Sl. 10 – Dijagram iskoristanja bagera po vremenu

Iskorišćenje bagera po vremenu prikazuje dijagram na slici 10.

Iz dijagrama proizlazi, da se vremensko iskorišćenje još uvek nalazi dosta nisko, ali se prema trendu porasta u poslednjih 4 godine, može očekivati da će se već u 1980. god. postići optimalno iskorišćenje vremena.

Znatnije odstupanje od kapacitativnog i vremenskog iskorišćenja istih i sličnih bagera od ostvarenih na površinskim otkopima u Kosovu izazvano je većim delom uticajem radne sredine. Naime, vrlo tvrda laporovita glina pruža veliki otpor kopanju, a pored toga se pri kopanju lomi u velikim komadima, što prouzrokuje slabo punjenje kofica radnog točka i česte zastoje na presipnim mestima i transportnom putu (6).

Posmatra li se produktivnost mehanizacije u poređenju sa sada najvećim površinskim otkopom (Kolubara) (7), koji ima lakše uslove rada, dobijaju se pokazatelji opremljenosti i iskorišćenja opreme koji su dati u tablici 4.

U tablici su pojedini pokazatelji izvedeni iz podataka ostvarene proizvodnje uglja i opremljenosti u 1975. i 1977. godini (2) i to:

- specifična opremljenost iskazana je odnosom ostvarene proizvodnje uglja prema zbiru teoretskih kapaciteta svih bagera na otkopavanju uglja i otkrivke ( $Q_{th}$ )
- korišćenje opreme dato je odnosom ostvarene proizvodnje uglja prema rezultatima iz obrasca

$$\frac{0,5 \cdot Q_{th} \cdot t_{god}}{K_0} = \frac{0,5 \cdot Q_{th} \cdot 4000}{K_0} = 2000 \cdot \frac{Q_{th}}{K_0}$$

gde je:

$t_{god}$  — usvojeni broj časova rada bagera u godini

$K_0$  — koeficijent otkrivke u  $m^3/t$

dok je uticaj radne sredine na korišćenje opreme uzet pomoću koeficijenta radne sredine i to za pesak, glinoviti pesak i peskovitu glinu, koja se dobro bageruje (Kolubara)  $K_r = 1,0$ , a za čvrstu glinu, koja se pri bagerovanju lomi u veće komade (Kosovo)  $K_p = 0,7$ .

Tablica 4

Red. broj	Naziv	Kolubara			Kosovo			Ukupno PO Jugoslavije		
		Jed. mere	1975.	1977.	77/75.	1975.	1977.	77/75.	1975.	1977.
1.	Proizvodnja uglja	tona	7.177,570	9.619,000	134,01	5.789,599	7.696,900	132,94	18.489,505	23.419,588
		$m^3/h$	18,025	18,025*	100,00	22,190	22,730	102,4	63,265	63,805
2.	Teoretski kapacitet bagera	$t/m^3 h$	398,2	533,65	134,01	260,9	338,62	129,79	292,4	367,05
3.	Specifična opremljenost	$t/t$	0,597	0,800	134,01	0,196	0,254	129,59	0,439	0,555
4.	Korišćenje opreme									
5.	Unicaj radne sredine na korišćenje opreme (bager)	$t/t$	0,597	0,800	134,01	0,280	0,363	129,64	0,549	0,654
6.	Mogući kapacitet bagera	$t/god.$	36.050.000	36.050.000	100,00	44.380.000	45.460.000	102,4	126.530.000	127.610.000

\* ) Bez novih bagera za Tamnavu

Kako se prosečan koeficijent otkrivke vremenom menja, a mehanizacija je dimenzionisana za savladavanje nešto većeg od prosečnog za

projektovane otkope, to je prosečan koeficijent usvojen za Kolubaru  $K_O = 3 \text{ m}^3/\text{t}$ , a za Kosovo  $K_O = 1,5 \text{ m}^3/\text{t}$ .

#### SUMMARY

#### Kosovo Opencast Mines from 1955 to 1985

The paper supplies a brief review of the development of Kosovo Coal Basin over the period 1955 – 1985. In addition to the presentation of mining-geological deposit conditions, opening of individual opencast mines, the development of exploitation capacities and basic equipment (excavators, conveyors, stackers) is outlined. The increase of output and time utilization of excavators is stressed, as well as that of productivity considered through equipment.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Tagebaugewinnung von Kosovo von 1955. bis 1985. Jahr

In der Arbeit wird eine kurze Darlegung der Entwicklung von Kosovo – Kohlenbassin im Zeitraum vom 1955. bis zum 1985. Jahr gegeben. Neben Darstellung der berg-geologischen Verhältnisse, Aufschluss einzelner Tagebaubetriebe, wurden die Gewinnungskapazitäten und Grundausrüstung (Bagger, Förderbandanlagen, Absetzer) dargelegt. Es wurde die Steigerung der Bagger – und Zeitasnutzungskapazität, sowie die Produktivität auf Grund der Ausrüstung, gezeigt.

#### РЕЗЮМЕ

#### Открытые разработки Косова от 1955. до 1985. года

В статье дан краткий обзор развития Косовского угольного бассейна в периоде от 1955 до 1985 года. Кроме обзора горногеологических условий месторождения, открытия отдельных карьеров, описывается развитие производительности разработки и основного оборудования (экскаваторов, конвейеров, отвалообразователей). Приведены данные о повышении использования экскаваторских производительностей и рабочего времени машин, а также рассматривается производительность с точки зрения степени оборудованности.

#### Literatura

1. Studija mogućnosti perspektivnog razvoja proizvodnje uglja u velikim lignitskim basenima SR Srbije – knjiga 4.
2. Godišnjaci o radu rudnika uglja od 1961. do 1978. god.
3. Obradović, R., Ilić, D., Dutina, A., Stamatović, A., 1977: Klizište zapadne završne kosine površinskog otkopa „Kosovo“ Belačevac. – Rudarski glasnik 3/77, Beograd.
4. Obradović, R., Ilić, D., Stamatović, A., 1977: Rezultati praćenja i osmatranja klizišta završne kosine površinskog otkopa „Kosovo“ u Belačevcu. – Rudarski glasnik 4/77, Beograd.
5. Ilić, Lj., Jatićević, S., Mitrović, S., 1978: Eksploatacija uglja iz aktivnog klizišta na površinskom kopu Belačevac. – III jugoslovenski simpozijum za eksploataciju mineralnih sirovina površinskim kopovima, Varaždin.
6. Antanasković, H., Rizvanolić, F., Mitrović, S., 1977: Analiza korišćenja rotornih bagera na raskrivicu i uzroci neostvarenja garantovanog kapaciteta na kosovskim površinskim kopovima. – REMH br. 3/77.
7. Kun, J., 1976: Produktivnost rada kod površinskog načina eksploatacije. – Zbornik

---

Autori: dr inž. Janoš Kun i dipl.inž. Dragica Ilić, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzenti: dipl.inž. D.Trajković i dipl.inž. E.Mazrek, REHK „Kosovo“, Priština

## PROJEKTOVANJE VODONEPROPUSNIH BARAŽA KAO PREVENTIVNE MERE PROTIV PROVALE VODE I LI TEKUĆEG PESKA U JAMSKE PROSTORIJE RUDNIKA

— Metod proračuna pravougaone konstrukcije jednosečene klinaste  
baraže sa niskim lučnim svodom —

(sa 10 slika)

Dr inž. Branko Kapor – mr inž. Jevta Bralić

### Uvod

Sprečavanje prodora vode u jamske prostorije rudnika izgradnjom vodonepropusnih baraža od betona i ispumpavanjem vode iz potopljenih prostorija iza baraže, po pravilu, vrši se kada je dotok vode iz prodora, uvećan za normalan dotok pre prodora, jednak ili veći od ukupnog kapaciteta glavnog pumpnog postrojenja.

Počevši od odredbi čl. 355 Propisa o tehničkim merama i zaštiti na radu u rudarstvu, uslovi za izgradnju baraže nastupiće kada očekivani dotok vode iz prodora, uvećan za normalni dotok, prevaziđe dvostruki kapacitet pumpnog postrojenja. Ovde treba imati u vidu odredbe čl. 341 po kojima je kapacitet pumpnog postrojenja uslovno dimenzionisan na „dvostruki normalan dotok vode u jamu”.

Ako su podzemni rudarski radovi, s obzirom na odredbe čl. 357, već obezbeđeni odgovarajućim baražnim objektima, problem saniranja prodora vode, razume se u zavisnosti od lokacije prodora, svodi se na uobičajene i propisane mere.

Za slučaj kada ispod nivoa prodora vode, odnosno ispod nivoa izgradnje baražnog objekta, postoje rudarski radovi dovoljne zapremine, koji mogu da se potope do momenta izgradnje baražnog objekta, tada je moguće izvršiti sanaciju

prodora vode čiji je dotok znatno veći od postojećeg kapaciteta pumpnog postrojenja.

Za ovaj uslov vreme potapanja rudarskih prostorija koje se nalaze ispod nivoa prodora vode određeno je izrazom:

$$t_{pot} = \frac{Vh}{q_0 + q_{pr} - N_p q_p} \quad | \text{čas} | \quad (a)$$

gde su:

$Vh$  – zapremina jamskih hodnika ispod nivoa prodora, odnosno ispod nivoa izgradnje baražnog objekta  $\text{m}^3$

$q_0$  – normalan (statički) prliv vode u jamu  $\text{m}^3 / \text{čas}$

$q_{pr}$  – prliv vode iz prodora  $\text{m}^3 / \text{čas}$

$N_p$  – broj pumpi u pogonu

$q_p$  – kapacitet pumpnog agregata  $\text{m}^3 / \text{čas}$ .

Vreme potrebno za potapanje rudarskih prostorija koje se nalaze ispod nivoa na kome je moguće izgraditi baražu je ograničeno uslovom da je:

$$t_{pot} \geq t_i + t_b \quad | \text{čas} | \quad (b)$$

gde su:

$t_i$  – vreme potrebno za izgradnju baraže lčasi  
 $t_b$  – vreme vezivanja betona koje zavisi od različitih uslova, a kreće se od  $1 \div 28$  dana.

Iz obrasca (a) i (b) proizlazi uslovno vreme za koje je potrebno izgraditi baražni objekat:

$$t_i \leq \frac{Vh}{q_0 + q_{pr} - N_p q_p} - t_b \quad | \text{čas} | \quad (c)$$

Kada je uslov koji proizlazi iz obrasca (c) inverzan, odnosno ako je:

$$t_i > \frac{Vh}{q_0 + q_{pr} - Nq_p} - t_b \quad | \text{čas} | \quad (d)$$

nastupili su uslovi kada je sanaciju prodora vode potrebno izvršiti izgradnjom baražnog objekta u rudarskom hodniku u koji je voda prodrla ili na drugom najpogodnijem mestu.

#### Konstrukcija podzemnih vodonepropusnih baražnih objekata

Za sprečavanje iznenadnih prodora vode, kao i za osiguranje rudarskih radova od potapanja, primenjuju se vodonepropusni baražni objekti („čepovi“) sagrađeni od monolitnog betona ili sa hermetičkim čeličnim vratima.

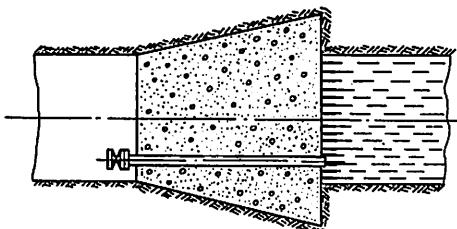
Konstrukcija podzemnih baražnih objekata može biti različito izvedena, što zavisi od različitih tehničkih i hidrotehničkih uslova. Ove konstrukcije mogu biti različite:

- jednostepena klinasta vodonepropusna baraža sa usecanjem u bokove rudarske prostorije
- višestepena klinasta vodonepropusna baraža sa usecanjem u bokove rudarske prostorije
- prizmatična vodonepropusna baraža bez usecanja u bokove rudarske prostorije
- lučne vodonepropusne baraže
- „nazubljene“ baraže.

Stabilnost konstrukcija klinastih vodonepropusnih baraža zasniva se na njihovom oslanjanju na stenski masiv zbog čega su ovakve konstrukcije izložene naprezanju na pritisak i smicanje.

Konstrukcija prizmatičnih baraža bez usecanja u bokove rudarske prostorije pruža otpor hidrostatickom pritisku vode otporom trenja koje se javlja na kontaktnoj površini između baraže i okolnog stenskog masiva u kome je baražni objekat sagrađen. Konstrukcija lučne baraže, u zavisnosti od oblika, izložena je čistom naprezanju na pritisak ili kombinovanim naprezanjima.

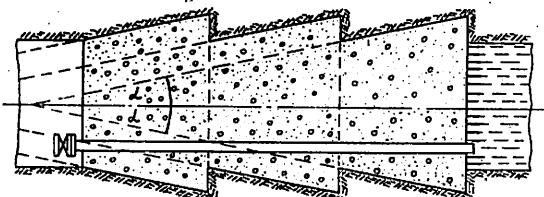
Podzemne vodonepropusne baraže izgrađene od monolitnog betona ili sa ugrađenim hermetičkim vratima opremanju se i drugim neophodnim organima kao što su vodopropusne cevi i cevi sa instruméntima za merenje hidrostatickog pritiska.



Sl. 1 – Jednostepena klinasta vodonepropusna baraža sa usecanjem u bokove rudarske prostorije.

Konstrukcija jednostepenih klinastih baraža, koje su prikazane na slikama 1 i 4, primenjuje se kod relativno niskih i srednjih hidrostatickih pritisaka vode. Konstrukcija na slici 1 primenjuje se u slučajevima, kada izračunate deblijine pregrade  $B$ , za uslov opterećenja na pritisak i smicanje, međusobno znatno ne odstupaju po veličini (uvek se usvaja veća vrednost).

Konstrukcija na slici 4 primenjuje se kada je izračunata debljina pregrade za uslov opterećenja na smicanje  $B_s$  znatno veća od proračunate debljine za uslov opterećenja na pritisak  $B$ . U ovom slučaju konstrukcija na slici 4 je znatno racionalnija od konstrukcije na slici 1.



Sl. 2 – Višestepena klinasta vodonepropusna baraža sa usecanjem u bokove rudarske prostorije.

Prema dosadašnjim teoretskim i praktičnim iskustvima smatra se kao tehnički i ekonomski celishodna solucija da u slučajevima kada debljina jednostepene klinaste baraže pređe veličinu od 1,5 – 3,0 m treba primeniti višestepenu klinastu baražu (sl. 2). Ova konstrukcija naročito se primenjuje kod visokih hidrostatičkih pritisaka vode i u uslovima nepovoljnih mehaničkih osobina stenskog masiva gde je potrebna veća površina oslanjanja baraže.

Debljina klinastih baraža, pored ostalih parametara, javlja se i kao funkcija ugla ukljinjenja i može se uslovno izraziti jednačinom:

$$B = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} K_i \quad |m|$$

Očigledno je da sa povećanjem ugla ukljinjenja  $\alpha$ , pri  $K_i = \text{const}$ , dolazi do smanjenja debljine  $B$ , kada se smanjuje i površina oslanjanja baraže na stenski masiv. Isto tako, sa povećanjem ugla  $\alpha$  povećava se dubina ukljinjenja  $e = B \operatorname{tg} \alpha$  zbog čega se, pored ostalih faktora, debljina jednostepene klinaste baraže ograničava na  $1,5 \div 3,0$  m.

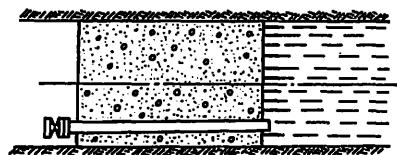
Ugao ukljinjenja baraže  $\alpha$  obično se nalazi u granicama od  $5^\circ \div 20^\circ$ , što zavisi od fizičko-mehaničkih osobina stenskog masiva i rezultata provere konstrukcije baraže na dozvoljeno opterećenje na smicanje. Najpovoljniji ugao ukljinjenja kreće se u granicama  $10^\circ \div 15^\circ$ , kada se debljina baraže računata na pritisak i debljina baraže računata na smicanje, po veličini, približavaju (sl. 10).

#### Metod pročačuna jednostepene klinaste baraže sa niskim lučnim svodom na pritisak

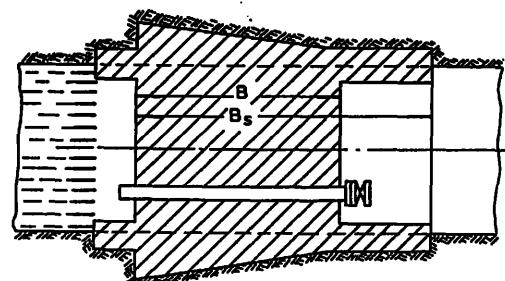
Sve podzemne vodonepropusne baraže, koje se izgrađuju u postupku sprečavanja prodora vode ili kao prevencija iznenadnom prodoru vode u jamu, moraju imati potrebnu čvrstoću i stabilnost u odnosu na opterećenje.

Kriterijum dimenzionisanja vodonepropusnih klinastih baraža (sl. 1, 3, 4, 5, 6, 7) zasniva se na principu određivanja geometrije baraže koja odgovara geometriji rovnog poprečnog profila hodnika i proračunu betonske konstrukcije za dozvoljeni napon betona na pritisak  $\sigma_b$  i smicanje  $\tau_b$ , kao i na proveri baraže na vodopropustljivost,

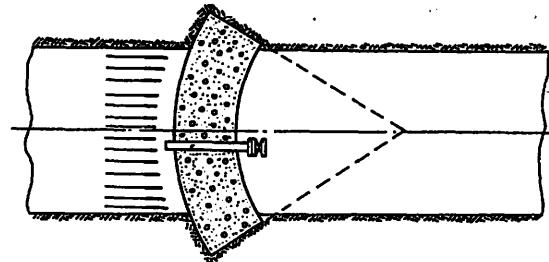
dok se proračun prizmatičnih baraža (bez usecanja) zasniva na principu određivanja sile trenja, koja se javlja između tela baraže i okolnih stena i koja se suprotstavlja sili hidrostatitčkog pritiska.



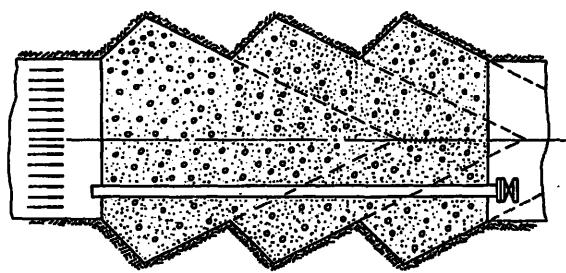
Sl. 3 – Prizmatična vodonepropusna baraža bez usecanja u bokove rudarske prostorije.



Sl. 4 – Jednostepena klinasta vodonepropusna baraža sa produžnim usecanjem u bokove rudarske prostorije.

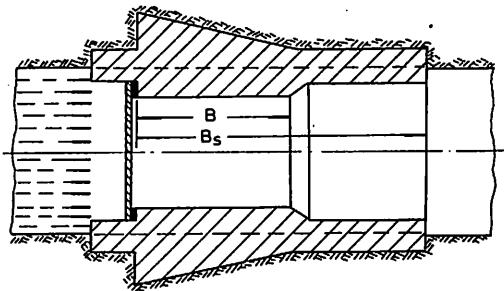


Sl. 5 – Lučna baraža.



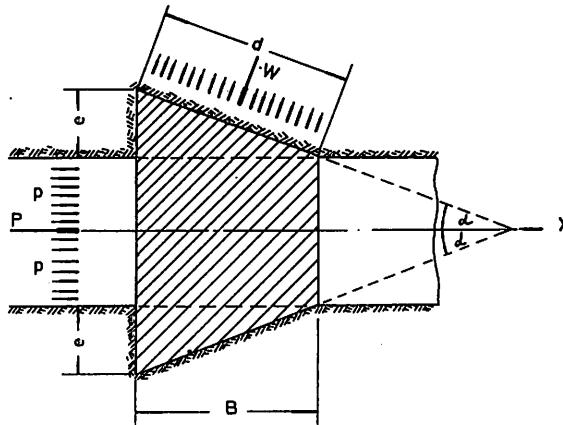
Sl. 6 – „Nazubljena“ baraža.

Pod uticajem sile hidrostatickog pritiska  $P$ , koja deluje na jednostepenu klinastu baražu, ova teži da se pokrene duž ose jamskog hodnika. Ovom kretanjem suprotstavlja se otpor oslonca baraže  $W$  u bočnim stenama na koje se baraža oslanja. S obzirom na relativno neznatnu težinu baraže, u odnosu na spoljne sile koje se javljaju; težinu baraže ne treba uzimati u obzir. Ova pretpostavka ide u korist sigurnosti baražnog objekta.



Sl. 7 – Jednostepena klinasta vodonepropusna baraža sa čeličnim hermetičkim vratima.

Pod uticajem sila koje deluju na baražu, za uslov tražene stabilnosti, konstrukcija baraže mora da se nalazi u ravnoteži. Uslov ravnoteže po horizontalnoj osi simetrije hodnika  $x$  može se definisati kao postavka da je suma sila po  $x$  osovini ravna nuli (sl. 8).



• Sl. 8 – Šema sistema sila jednostepene klinaste baraže.

$$\Sigma X = P - W \sin \alpha = 0 \quad (1)$$

gde je:

$\alpha$  – ugao ukljinjenja baraže |—o|

Iz jednačine (1) može se odrediti reakcija oslonca klinaste baraže:

$$W = \frac{P}{\sin \alpha} \quad (2)$$

gde su:

$P = p \cdot S$  – sila hidrostatickog pritiska

$p = \gamma \cdot H$  – hidrostaticki pritisak

Jednačina stabilnosti jednostepene klinaste baraže na pritisak, na mestu oslanjanja, ima oblik:

$$\lambda W \leq m \sigma_b F \quad (3)$$

gde su:

$\lambda$  – koeficijent preopterećenja koji za jamske uslove iznosi  $1,1 \div 1,3$

$m$  – koeficijent uslova izrade baraže koji za jamske uslove iznosi  $0,5 \div 0,7$

$\sigma_b$  – dozvoljeno naprezanje betona na pritisak  $|KN/m^2|$

$F$  – površina oslonca baraže u bočnim stenama  $|m^2|$

$S$  – površina čela baraže  $|m^2|$

$p$  – specifični hidrostaticki pritisak  $|KN/m^2|$

$\gamma$  – specifična težina fluida koji vrši pritisak  $|KN/m^3|$

$H$  – visina stuba fluida koji vrši pritisak  $|m|$

Geometrija poprečnog preseka baraže, pa prema tome i bočne površine oslanjanja, može biti različita što zavisi od oblika poprečnog preseka jamskog hodnika u kome se baraža izgrađuje.

Kako metod konstruisanja i proces proračuna zavise od geometrijskog oblika baraže i površine oslanjanja, to zbog praktičnih razloga, vodonepropusne baraže, po geometriji poprečnog preseka, treba podeliti u sledeće osnovne oblike:

- a. pravougaona baraža sa niskim lučnim svodom
- b. pravougaona baraža sa polukružnim svodom
- c. baraža u obliku kruga
- d. baraža u obliku elipse
- e. baraža u obliku pravougaonika
- f. baraža u obliku kvadrata
- g. lučna baraža
- h. „nazubljena“ baraža

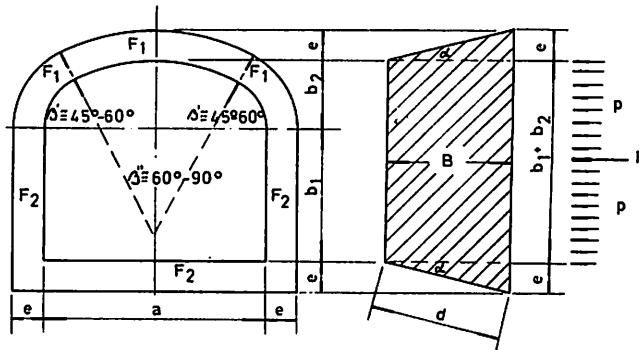
U ovom članku će biti razmatran metod proračuna jednostepene klinaste baraže pravougaonog oblika sa niskim lučnim svodom u krovu hodnika (sl. 9).

Za slučaj jednostepene klinaste baraže sa niskim lučnim svodom površina oslanjanja može se izraziti kao:

$$F = \sum F_1 + \sum F_2 \text{ [m}^2\text{]} \quad (4)$$

$$\sum F_2 = d(a + 2b_1 + 2e) \text{ [m}^2\text{]} \quad (7)^{2)}$$

Ako se u jednačini (4) zamene vrednosti za  $(\sum F_1)$  i  $(\sum F_2)$ , obrazac za izračunavanje površine oslanjanja jednostepene klinaste pravougaone bara-



Sl. 9 – Šema jedno-stepene pravougaone klinaste baraže sa lučnim svodom.

gde su:

$\sum F_1$  – ukupna površina segmentnih delova lučne površine u stropu hodnika  $\text{[m}^2\text{]}$

$\sum F_2$  – ukupna površina konusnog dela površine u boku i podu baraže  $\text{[m}^2\text{]}$

Lučna površina oslanjanja baraže u svodu hodnika može se odrediti pomoću izraza:

$$\sum F_1 = \frac{\pi \beta'}{180^\circ} (2b_2 + e) d + \frac{\pi \beta''}{180^\circ} (a + e) d \quad (5)$$

Kako se konstrukcije klinastih baraža u jamskom hodniku pravougaonog oblika sa niskim lučnim svodom izvode sa  $\beta' = 45^\circ - 60^\circ$  i  $\beta'' = 60^\circ - 90^\circ$ , za uopštavanje metode proračuna najnepovoljniji slučaj javlja se pri  $\beta' \cong 45^\circ$  i  $\beta'' \cong 90^\circ$ , to će obrazac (5) imati sledeći uprošćeni oblik:

$$\sum F_1 = \frac{d\pi}{4} (a + 2b_2 + 2e) \text{ [m}^2\text{]} \quad (6)^{1)}$$

Površina oslanjanja baraže u boku i podu baraže iznosi:

že sa niskim lučnim svodom, uz uslov da je

$$d = \frac{B}{\cos \alpha} \quad i \quad e = B \tan \alpha,$$

ima oblik:

$$\begin{aligned} F = & \frac{B}{\cos \alpha} \left[ \left( \frac{\pi}{4} + 1 \right) a + \left( \frac{\pi}{2} + 2 \right) B \tan \alpha + \right. \\ & \left. + \frac{\pi}{2} b_2 + 2b_1 \right] \text{ [m}^2\text{]} \end{aligned} \quad (8)$$

Opterećenje baraže silom hidrostatičkog pritiska ( $P$ ), koja deluje na jednostepenu klinastu baražu pravougaonog oblika sa niskim lučnim svodom, površine preseka ( $S$ ), je određeno izrazom:

$$P = p \cdot S = p \left( b_1 + \frac{\pi}{4} b_2 \right) a \text{ [kN]} \quad (9)$$

Uvršćujući u jednačinu (3) vrednosti za ( $W$ ), ( $F$ ) i ( $P$ ) iz jednačina (2), (8) i (9) i nakon odgovarajuće algebarske transformacije dobija se jednačina oblika:

$$B^2 + \frac{\left( \frac{\pi}{4} + 1 \right) a + 2 \left( b_1 + \frac{\pi}{4} b_2 \right)}{\left( \frac{\pi}{2} + 2 \right) \tan \alpha} \cdot B -$$

1) Maksimalna greška koja se javlja primenom obrascra (6) nalazi se u granicama od 2 – 4%

2) Površina oslanjanja baraže računata po obrascu (7) nosi grešku ne veću od 1,5%

$$-\frac{\lambda p (b_1 + \frac{\pi}{4} b_2) a}{m \sigma_b (\frac{\pi}{2} + 2) \tan^2 \alpha} = 0 \quad (10)$$

Rešenjem prethodne jednačine po  $B$  dobija se obrazac za određivanje debljine jednostepene klinaste baraže pravougaonog preseka sa niskim lučnim svodom za uslov opterećenja na pritisak kod dozvoljenog naprezanja betona:

$$B = \frac{(\frac{\pi}{4} + 1) a + 2(b_1 + \frac{\pi}{4} b_2)}{2(\frac{\pi}{2} + 2) \tan \alpha} \left| \sqrt{\frac{4p\lambda a (\frac{\pi}{2} + 2) (b_1 + \frac{\pi}{4} b_2)}{m \sigma_b [(\frac{\pi}{4} + 1) a + 2(b_1 + \frac{\pi}{4} b_2)]^2}} + 1 - 1 \right| \text{m} \quad (11)$$

Pojednostavljeni izraz (11) za praktičnu primenu ima oblik:

$$B = \frac{0,25 a + 0,28 b_1 + 0,22 b_2}{\tan \alpha} \left| \sqrt{\frac{p\lambda a (14,28 b_1 + 11,22 b_2)}{m \sigma_b [1,79 a + 2b_1 + 1,57 b_2]^2}} + 1 - 1 \right| \text{m} \quad (12)$$

gde su:

$\alpha$  – ugao uklinjenja baraže  $|-\alpha|$

$p$  – hidrostatički pritisak  $|\text{KN/m}^2|$

$\lambda$  – koeficijent preopterećenja  $|1,1 \div 1,3|$ . Za posebne uslove, ako se očekuju dinamička opterećenja baraže  $|\lambda| = 1,3 \div 1,5|$

$m$  – koeficijent uslova izrade baraže  $|0,5 \div 0,7|$

$\sigma_b$  – dozvoljeno naprezanje betona na pritisak  $|\text{KN/m}^2|$  (dozvoljeno naprezanje betona na pritisak usvaja se u zavisnosti od starosti betona u momentu opterećenja baraže)

$B$  – debljina baraže  $|\text{m}|$

**Proračun (provera) jednostepene klinaste baraže sa niskim lučnim svodom na smicanje**

Jednačina stabilnosti jednostepene klinaste baraže sa niskim lučnim svodom, računata na smicanje betonske konstrukcije, može se izraziti u obliku:

$$\lambda P \leq m \tau_b F_s \quad (13)$$

gde su:

$\lambda$  – koeficijent preopterećenja  $|1,1 \div 1,3|$ . Za posebne uslove ako se očekuju dinamička opterećenja baraže  $|\lambda| = 1,3 \div 1,5|$

$\tau_b$  –  $|\text{IRN/m}^2|$  dozvoljeno naprezanje betona na smicanje

$m$  – koeficijent uslova izrade baraže  $|0,5 \div 0,7|$

$F_s$  – površina po kojoj je konstrukcija baraže napregnuta na smicanje  $|\text{m}^2|$

$P$  – sila hidrostatičkog pritiska  $|\text{kN}|$

Iz uslova stabilnosti (13) i čvrstoće baraže na smicanje određuje se debljina jednostepene klinaste baraže za najčešće primenjivu konstrukciju u hodnicima sa niskim lučnim svodom koja je data na slici 9.

Površina po kojoj je konstrukcija baraže (sl. 9) napregnuta na smicanje može se izraziti obrazcem:

$$F_s = \frac{1}{4} [4(a + 2b_1) + (a + 3b_2)\pi] B_s \text{ m}^2 \quad (14)$$

Ako se u jednačinu (13) uvrste vrednosti za  $P$  iz jednačine (9), za  $F_s$  iz jednačine (14) i ako se jednačina reši po  $B_s$  dobija se obrazac za dimenzionisanje jednostepene klinaste baraže za uslov dozvoljenog naprezanja na smicanje betonske konstrukcije:

$$B_s = \frac{\lambda p \cdot a (4b_1 + \pi b_2)}{m \tau_b [4(a + 2b_1) + (a + 3b_2)\pi]} \text{ m} \quad (15)$$

### Analiza

Za određeni baražni objekat nepromenljive konstruktivne geometrije debljina baraže kao funkcija dozvoljenog naprezanja betona na pritisak ( $\sigma_b$ ) može se izraziti jednačinom oblika:

$$B_p = f(\alpha, p_i, \sigma_b) = \frac{1,824}{\tan \alpha} \left| \sqrt{1,353 \frac{p_i}{\sigma_b} + 1} - 1 \right| \text{m} \quad (16)$$

Za iste uslove debljina baražnog objekta kao funkcija dozvoljenog naprezanja betona na smicanje  $\tau_b$  može se izraziti jednačinom

$$Bs = f(p_i, \tau_b) = 1,15835 \frac{p_i}{\tau_b} \quad [m] \quad (17)$$

Očigledno je da debljina baraže  $B_p = f(\alpha)$  i u znatnoj meri zavisi od ugla ukljenja  $\alpha$ , dok debljina baraže  $B_s = f(p)$  ne zavisi od ugla ukljenja baražnog objekta. Na ovoj činjenici je zasnovan kriterijum o potrebi računanja baraže na naprezanje betona na pritisak i na smicanje. Kao merodavna veličina usvaja se veća vrednost.

Na slici (10) data je analiza ponašanja parametra debljine baraže  $B_p = f(\alpha, p_i, \sigma_b)$  i parametra  $B_s = f(p; \tau_b)$ . Očigledno je da sa povećanjem ugla ukljenja  $\alpha$  debljina baraže  $B_p = f(\alpha, p_i, \sigma_b)$  hiperbolično opada.

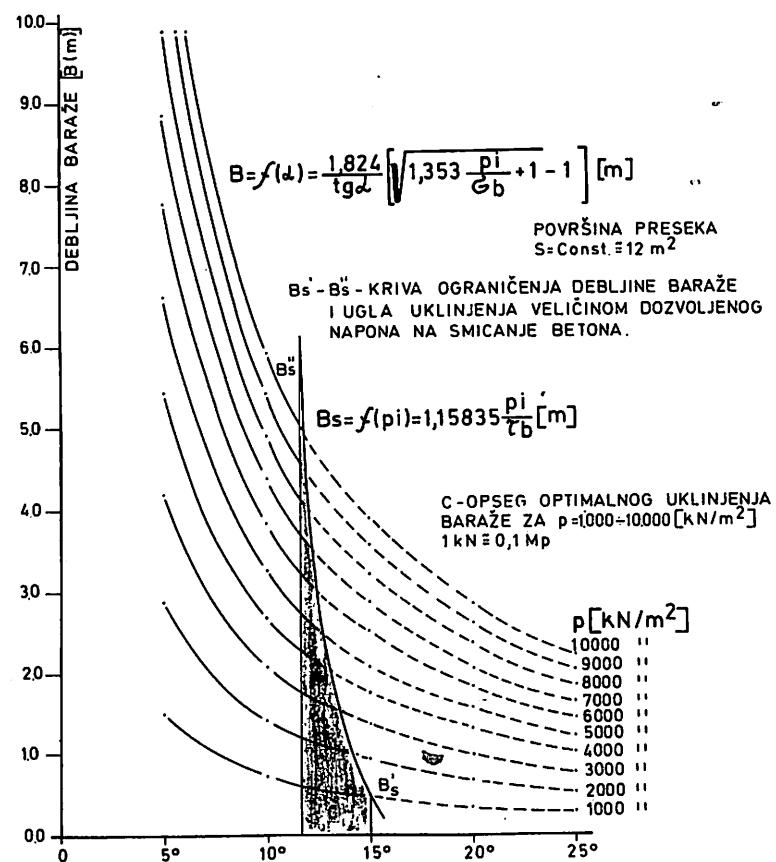
Kriva  $B_s - B_s'$ , koja je određena funkcijom  $B_s = f(p; \tau_b)$  predstavlja geometrijsko mesto

tačaka u kojima je debljina baraže računata na pritisak  $B_p$  jednaka debljini na smicanje  $B_s$ , i kao takva kriva  $B_s - B_s'$ , za određene uslove, definiše optimalni ugao ukljenja ( $\alpha$ ) u opsegu od približno  $10^\circ \div 15^\circ$ .

Iz jednakosti jednačina (16) i (17) i rešenjem po ( $\tan \alpha$ ) proizlazi obrazac za određivanje najpovoljnijeg ugla ukljenja za istu geometriju baraže:

$$\tan \alpha = \frac{\tau_b \left( \sqrt{4,501 \frac{p_i}{\sigma_b} + 3,327} - 1,824 \right)}{1,15835 p_i} \quad (18)$$

Iz jednačine (18) vidi se da ugao ukljenja  $\alpha$  za istu geometriju baražnog objekta zavisi od hidrostatskog pritiska  $p$ , dozvoljenog naprezanja



Sl. 10 – Debljina baraže za dozvoljeno naprezanje betonske konstrukcije na pritisak u zavisnosti od ugla ukljenja ( $\alpha$ ) i ograničenje debljine  $B$  dozvoljenim naponom na smicanje za klinastu baražu pravougaonog oblika sa niskim lučnim svodom.

betona na pritisak  $\sigma_b$  i dozvoljenog naprezanja betona na smicanje ( $\tau_b$ ). Sa povećanjem hidrostatickog pritiska, za ista dozvoljena naprezanja ugao ukljenja  $\alpha$  opada, što znači da baraže za visoka hidrostaticka opterećenja treba projektovati sa uglom ukljenja  $\alpha \approx 80 - 120$ . Sa povećanjem dozvoljenih naprezanja (marka betona), za isto hidrostaticko opterećenje ugao ukljenja ( $\alpha$ ) raste. Iz ranijih izlaganja je vidljivo da sa povećanjem ugla  $\alpha$  dolazi do smanjenja debeljine baraže, a time i do

smanjenja površine oslanjanja baraže o bočne stene.

Zbog toga je kod projektovanja baraže potrebno proveriti ugao ukljenja  $\alpha$ , s obzirom na njegov uticaj na površinu oslanjanja, a time i na kontaktna naprezanja, i sa stanovišta fizičko-mehaničkih karakteristika stenske sredine u kojoj se baražni objekat izgrađuje po uslovu da je dozvoljeno naprezanje betona na pritisak manje od dozvoljenih naprezanja stene  $|\sigma'_b| < \sigma_s|$ .

## SUMMARY

### Design of Water Impermeable Barriers as Preventive Measures Against Water or Flowing Sand Inrush into Underground Mine Rooms

The paper deals with the problem and method of calculation of a single-stage, wedge shaped barrier with a low arched vault as one of the most frequent constructions of water impermeable barrier against water inrush into underground mine rooms. An analysis is given for the system of influential forces, conditions of barrier structure equilibrium and stability, as well as the method for deriving equations for barrier structure thickness calculations within the limits of allowed concrete pressure and shear stresses. Specific consideration is given to the angle of barrier structure wedging into the surrounding rock massif, including an analysis of the factors influencing the magnitude of angle ( $\alpha$ ), as an important matter and problem encountered during the design of barrier structures.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Projektierung von wasserundurchlässigen Absperrdämmen als Vorbeugungsmassnahme gegen Wasser – oder Schwimmsandeinbruch in die Grubenräume

In dem Aufsatz wird das Problem und das Berechnungsverfahren des einstufigen Keilsperrdammes mit niedrigen Gewölbebögen, als eine der am meisten verwendeten Konstruktionen der wasserundurchlässigen Sperrdämme gegen Wassereinbruch in die Grubenräume, behandelt. Es wurde eine Systemanalyse der Einflussfaktoren, der Gleichgewichtsbedingungen und der Standfestigkeit des Sperrdamm – Objekts, sowie die Ableitungsmethode der Grundformeln zur Berechnung des Sperrdams unter Bedingungen der zulässigen Betonbeanspruchung auf Druck, und Schub, gegeben. Ein besonderer Rückblick wurde dem Verkeilungswinkel des Sperrdams im Gebirge, mit der Analyse der Einflussfaktoren ( $\alpha$ ), sowie der wichtigen Frage und dem Problem, das bei der Projektierung von Sperrdamm–Objekten auftaucht, gewidmet.

## РЕЗЮМЕ

### Проектирование водонепроницаемых перегородок являющихся профилактическими мероприятиями против прорыва воды или текучих песков в подземные выработки шахт

В статье разработано проблема и метод расчёта одноступенчатой клиновидной перегородки недопускающей прорыв воды в горные выработки шахт. Приводится анализ системы влияющих сил, условий равновесия и устойчивости перегородки, а также метод вывода формул для расчёта толщины перегородки по условию допускаемых напряжений бетона при сжатии и при сдвиге. Особое внимание уделяется углу заклипания перегородки в городий окружающей массив и анализу факторов влияния на величину угла ( $\alpha$ ), что является очень важной проблемой при проектировании барражных объектов.

#### L i t e r a t u r a

- K a l m y k o v, E. P., 1973: Bor'ba s vnezapnymi proryvami vody v gornye vyrabotki. — Izd. Nedra.
- F ö r s t e r, W., Sitz, P., 1971: Untersuchungen zur beanspruchung und gestaltung von untertägigen Propten und Dämmen. — Neue Bergbautechnik I.
- F ö r s t e r, W., Walde, M., Zwingemann, A., 1973: Geomechanische Probleme der Bemessung von Dämmen für die Abriegelegung Wasserführender Strec-
- ken im Braunkohlientagebau. — Neue Bergbautechnik 3.
- L a n c a s t e r, F. H., 1967: Eine südafrikanische Untersuchung über Wasserdämme unter Tage. — Glückauf 103 (1967) 18.
- K a l m y k o v, E. P., 1973: Raschet tamponaznyh peryćek sooruzhaemyh pri prohodke horizontal'nyh i naklononyh vyrabotok sposobom tamponirovaniya. — Šahtnoe stroitel'stvo no. 7.

Autori: dr inž. Branko Kapor, Zavod za projektovanje i konstruisanje i mr inž. Jevta Bralić, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.

Recenzent: dr inž. Đ. Marunić, Rudarski institut, Beograd

## DOBIJANJE ZASIPNOG MATERIJALA SAMOZARUŠAVANJEM KROVINE

(sa 6 slika)

Dipl.inž. Zoran Ilić

### Uvod

Metode otkopavanja sa zasipavanjem otkopanih prostora i dalje imaju dosta široku primenu u savremenoj rudarskoj praksi.

U principu, zapunjavanje otkopanih prostora može da bude dvojako: sa suvim zasipom i sa hidrozasipavanjem uz primenu flotacijske jalovine. Hidrozasip ima ograničenu primenu zbog posebnih uslova koje zahteva flotacijska prerada rude, blizina objekta flotacije u odnosu na rudnik, način i položaj objekata otvaranja rudnika i dr. Zapunjavanje otkopanih prostora suvim zasipom, kao metoda rada, i pored niza nedostataka, ne može da se izbegne. Dosta veliki broj rudnika u nas upotrebljava ovaj način otkopavanja.

Troškovi zapunjavanja otkopanih prostora sastoje se, uglavnom, iz troškova dobijanja i troškova ugradnje zasipa u otkopani prostor. Ovi troškovi su, svaki za sebe, tehnički i ekonomski problem i mogu da se posebno rešavaju. Znatan deo troškova zapunjavanja otkopanih prostora čini dobijanje zasipnog materijala. Zbog toga, izbor postupka dobijanja je veoma značajno pitanje i mora mu se posvetiti posebna pažnja.

U ovom članku obrađuje se primena podetaljne metode otkopavanja sa otvorenim otkopima kod otkopa za podzemno dobijanje zasipnog materijala.

### Opis metode otkopavanja

Primena ove metode otkopavanja bazira na

sledećim osnovnim principima:

— prvo se stvara otvoreni prostor — komora otkopa

— u povoljno odabranoj radnoj sredini, stvaranjem većih komora, dolazi do samozarušavanja krova otkopa

— zasipni materijal, dobijen obaranjem i samozarušavanjem, pada na nivo utovarnih hodnika, gde se utovaruje utovarnom lopatom u vagone.

Suština ovog načina dobijanja zasipnog materijala je u tome, da se otkopavanjem u određenoj radnoj sredini stvore uslovi za samozarušavanje krova otkopa. Zasipni materijal dobijen iz zarušavanja smanjuje ukupne troškove dobijanja zasipa.

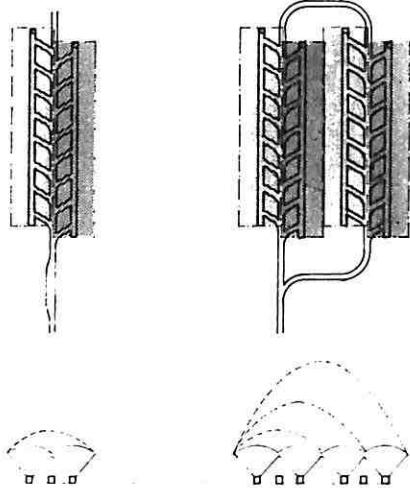
Otkop za zasip može da ima jednu ili više otkopnih komora. Najčešće ima dve, a retko četiri ili više komora.

Najbitniji faktor za uspeh metode je, svakako, izbor lokacije otkopa za zasip. Kod ovoga mora da se vodi računa o fizičko-mehaničkim osobinama radne sredine, udaljenosti od otkopa koji se snabdevaju zasipnim materijalom i o rudarskim i drugim objektima koji ne sme da se ugroze zarušavanjem. Radna sredina mora da ispunjava sledeće osnovne uslove:

— da omogući izradu pripremnih objekata bez potrebe većih podgrađivanja

– da omogući stvaranje otvorenih otkopa i ne dozvoli da dođe do samozarušavanja otkopa odmah nakon stvaranja otvorenog prostora

– stena u kojoj je lociran otkop treba da daje povoljnu granulaciju zarušenog materijala.

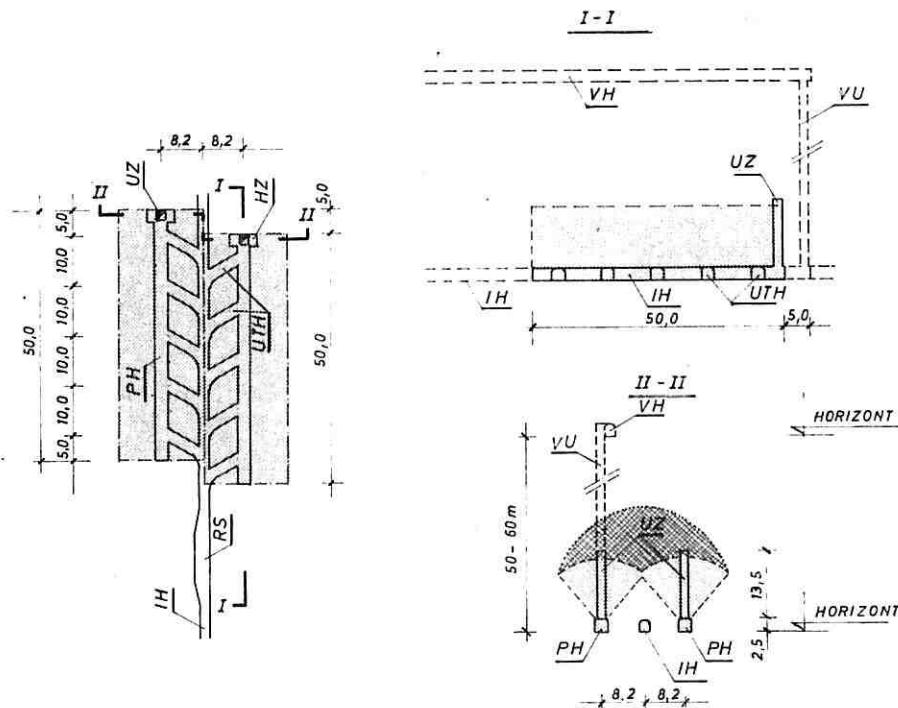


Sl. 1 – Šema otkopa za zasip sa dve i četiri komore.

Procenjuje se, da radna sredina treba da ima čvrstoću na pritisak koja se kreće u granicama 600–800 kg/cm<sup>2</sup> i veličinu elementarnih tektonskih blokova ne veću od 1,0 m.

Na slici 2 vide se pripremni radovi za otkop sa dve komore. To su pripremni objekti za utovar i izvoz (UTH i IH), bušenje (PH, HZ i UZ), i ventilaciju (VU i VH). Pripremni objekti su tako odabrani da omogućuju obaranje zasipnog materijala dubokim minskim buštinama uz primenu opreme za njihovo radikalno bušenje i utovar na nivou horizonta i to šinskom utovarnom lopatom. Po pravilu, pripremni objekti se ne podgrađuju. Vremenom, zbog velikog broja utovarnih hodnika, može da se ukaže potreba da se podgradi izvozni hodnik i to čeličnom podgradom ili betonom, a retko drvetom. Objekti za ventilaciju na višem horizontu mogu da se izbegnu intenzivnom separatnom ventilacijom.

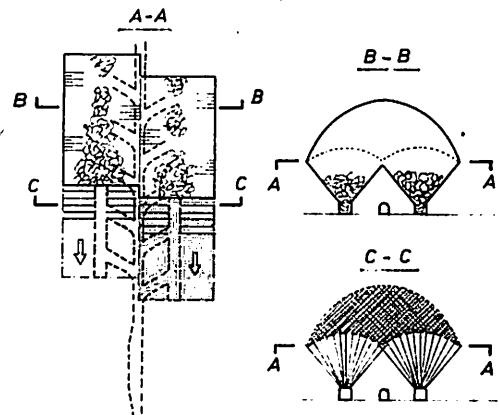
Na slici 3 data je šema otkopavanja na otkopu sa dve komore. Poprečni presek jedne komore otkopa ima oblik kružnog isečka. Ovaj oblik je odabran zbog lepezastog bušenja minskih



Sl. 2 – Šema pripremnih radova

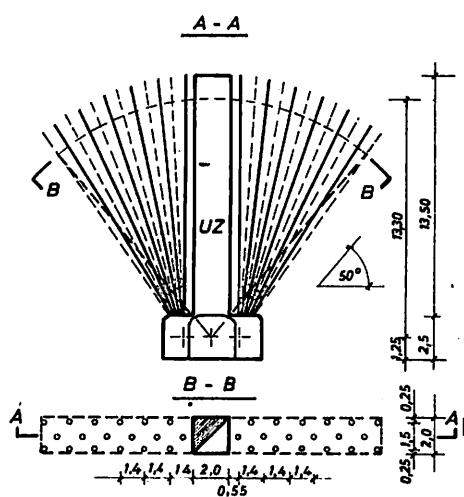
Legenda: IH – izvozni hodnik; RS – ranžirna stanica; UZ – uskop za zasip; HZ – hodnik za zasip; PH – podetažni hodnik; UTH – utovarni hodnik; VU – ventilacioni uskop; VH – ventilacioni hodnik.

bušotina i stvaranja kosih ravni koje dovode oborenju jalovinu na utovarni hodnik.



Sl. 3 – Šema otkopavanja

Otkopavanje počinje izradom zaseka na čelu svake komore. Raspored minskih bušotina kod izrade zaseka vidi se na sl. 4.

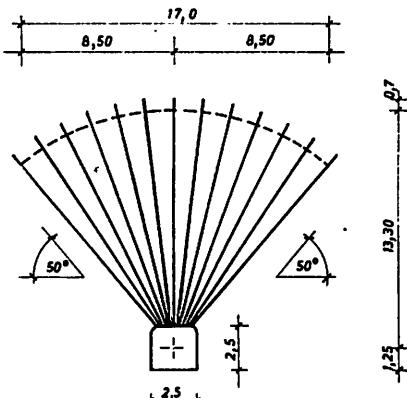


Sl. 4 – Raspored minskih bušotina kod izrade zaseka.

Za zasek se, na jednu i drugu stranu od uskopa, buše tri reda minskih bušotina. Istovremenim miniranjem svih minskih bušotina stvara se slobodan prostor širine 1,5 m.

Nakon izrade zaseka počinje faza obaranja zasipnog materijala lepezama. Raspored minskih bušotina na obaranju prikazan je na slici 5.

Ravni lepeza minskih bušotina su međusobno paralelne i stoje upravno na osu otkopa. Međusobni razmak lepeza ( $w$ ) i rastojanje minskih bušotina u vrhu (a) zavise od fizičko-mehaničkih



Sl. 5 – Primer rasporeda minskih bušotina u obliku lepeze.

osobina radne sredine i kreću se u granicama 1,2 do 1,6 m, kod prečnika minskih bušotina od 51 mm. Front obaranja u obe komore otkopa treba da je približno u istoj ravni.

Kada se obaranjem u obe komore stvari određena slobodna površina krova otkopa, počinje samozarušavanje krova. Po pravilu, zarušavanje je postepeno, traje znatno duže od obaranja miniranjem u obe komore otkopa. Punjenje i miniranje vrši se patroniranim eksplozivom u neprekinutom stubu punjenja.

Utovar oborenog zasipnog materijala vrši se šinskim utovarnim lopatama u odgovarajuće vagonete. U zavisnosti od željenog kapaciteta, na otkopu može da radi jedna ili dve utovarne lopate. Utovar može da se organizuje utovaračima na dizel pogon s tim što mu se moraju prilagoditi poprečni profili prostorija.

#### Količina zasipnog materijala iz otkopa

Zarušavanje krova otkopa vrši se do visine svoda prirodne ravnoteže.

Visina svoda prirodne ravnoteže može da se

izračuna iz obrasca

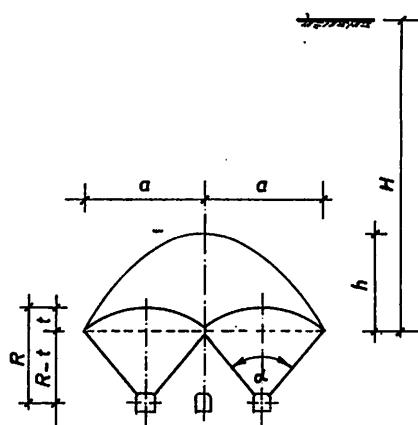
$$h = a \cdot \frac{(a + d_1) \cdot H \cdot \gamma}{20 \cdot d_2 \cdot R_p''} \text{ (m)}$$

gde je:

$a$  — poluraspon svoda — širina otkopa (m)  
 $H$  — dubina od površine na kojoj se nalazi svod (m)  
 $\gamma$  — zapreminska težina materijala ( $t/m^3$ )  
 $d_1$  i  $d_2$  — horizontalna i vertikalna dimenzija zaklinjenih elementarnih blokova stvorenih tekskim pukotinama  
 $R_p''$  — čvrstoća na pritisak stene u pravcu raspona svoda ( $kg/cm^2$ )

Ako se uzme da je  $a = 17,0$  m;  $H = 250$  m;  $\gamma = 2,6$  t/ $m^3$ ;  $d_1 = d_2 = 1,0$  m i  $R_p'' = 700$  kg/ $cm^2$ , visina svoda prirodne ravnoteže biće:

$$h = 17,0 \cdot \frac{17,0 + 1,0) \cdot 250,0 \cdot 26}{20 \cdot 1,0 \cdot 700} = 14,0 \text{ m}$$



Sl. 6 — Elementi za izračunavanje količine zasipnog materijala.

Ukupna količina zasipnog materijala koja se dobija iz jednog otkopa za zasip može da se izračuna po obrascu:

$$Q_U = k_r \cdot L \cdot K \cdot \left( \frac{4}{3} a h + R^2 \sin \alpha \right) \text{ (m}^3 \text{ RM)}$$

gde je:

$Q_U$  — ukupna količina zasipnog materijala u rastresitom stanju ( $m^3$ )

$L$  — dužina otkopa (m)

$K$  — koeficijent koji obuhvata smanjenje količine zasipnog materijala zbog nepotpunog zarušavanja u zoni čeonih strana otkopa i zbog umrtvljenog zasipa između dva utovarna hodnika. Ovaj koeficijent uzima se u granicama 0,85 — 0,95

$k_r$  — koeficijent rastresitosti

$R$  — poluprečnik svoda otkopa koji se formira bušenjem (m)

$\alpha$  — ugao između krajnjih manskih bušotina u lepezi.

Količina zasipnog materijala, koja se dobija direktnim obaranjem (bušenjem i miniranjem) izračunava se po obrascu

$$Q_m = 0,01746 \cdot R^2 \cdot \sin \alpha \cdot k_r \text{ (m}^3 \text{ RM.)}$$

Količina zasipnog materijala koja se dobija iz samozarušavanja krova kreće se u granicama od 30 — 60 % od ukupne količine zasipnog materijala koja se dobija iz otkopa.

#### Tehnički parametri otkopa za zasip

Na primenu otkopa za zasip sa dve komore čija je dužina  $L = 50,0$  m i za već izračunate elemente svoda ( $a$  i  $h$ ), mogu da se očekuju sledeći tehnički parametri:

#### a Količina zasipnog materijala

- ukupna  $Q_U = 33.150 \text{ m}^3 \text{ RM}$
- miniranjem  $Q_m = 18.525 \text{ m}^3 (56\%)$
- samozarušavanjem  $Q_2 = 14.625 \text{ m}^3 (44\%)$

#### b Karakteristike minskih bušotina

- prosečna dužina  $l = 12,70 \text{ m}$
- prosečna korisna dužina  $l_k = 12,0 \text{ m}$
- prečnik min. bušotina  $d = 51 \text{ mm}$

#### c Parametri obaranja

- koeficijent punjenja  $k_p = 0,7$
- koeficijent obaranja za deo zasipa koji se minira  $K_{om} = 1,60 \text{ m}^3 \text{ RM/m'}$
- koeficijent obaranja za ukupnu količinu zasipa  $K_o = 2,60 \text{ m}^3 \text{ RM/m'}$

#### d Kapacitet otkopa

(za utovar sa jednom lopatom tipa LM 56)

$$P = 40,0 \text{ m}^3 \text{ RM/smrena}$$

#### e Utrošak glavnih normativnih materijala (na m<sup>3</sup> RM)

– eksploziv	0,490 kg/m <sup>3</sup>
– električni upaljači	0,042 kom/m <sup>3</sup>
– krune za bušenje	0,0015 komUm <sup>3</sup>
– šipke	0,0011 kom/m <sup>3</sup>
– spojnice	0,0019 kom/m <sup>3</sup>
– usadnici	0,0013 kom/m <sup>3</sup>
– električna energija	10,0 kWh/m <sup>3</sup>

$$f Otkopni učinak U_0 = 11,0 \text{ m}^3 \text{ RM/nad.}$$

#### Zaključak

Količinom zasipnog materijala koja se dobija

samozarušavanjem znatno se povećavaju učinci, a smanjuju troškovi dobijanja, čime se bitno utiče na ukupne troškove zasipavanja u rudniku.

Sama metoda je dosta jednostavna, angažuje relativno jeftinu opremu, ima jleksibilan i dosta visok kapacitet i pruža zadovoljavajuću sigurnost pri radu.

Kao nedostatak metode može da se navede nepovoljna granulacija zasipnog materijala, zbog toga i relativno veliko sekundarno miniranje. Metoda je dosta osetljiva na promenu fizičko-mehaničkih osobina stene, što može bitno da utiče kako na opšti uspeh metode, tako i na njene pojedine parametre.

Uopšte gledano, ovaj način dobijanja zasipnog materijala pruža realne mogućnosti da se racionalnije koristi podzemno dobijanje zasipnog materijala.

#### SUMMARY

#### Stow Material Supply by Hanging-Wall Self Caving

The paper deals with underground supply of wtow material by the sub-level mining method with hanging-wall self caving.

The advantages of the method include increased outputs and reduced winning costs due to the amount of wtow material supplied by self caving.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Gewinnung des Versatzmaterials durch Verbruch des Hangenden

In dem Beitrag wird das Verfahren der Untertage-Gewinnung des Versatzmaterials beim Zwischenohlenbruchbau besprochen.

Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass durch Verbruch des Hangenden bedeutendes Versatzmaterial, unter Herabsetzung der Gewinnungskosten und Leistungsvergrößerung gewonnen wird.

#### РЕЗЮМЕ

#### Получение закладочного материала самообрушением кровли

В статье разработан метод подземной добычи закладочного материала подэтажной системой разработки с самообрушением кровли в лаве.

Преимуществом системы является то, что значительным количеством закладочного материала добывого самообрушением в значительной мере снижаются расходы производства и повышается производительность труда.

#### L i t e r a t u r a

1. V e t r o v S. V., 1975: Dopustimie razmery obnaženij gornyh porod pri podzemnoj razraborke rud, Moskva.
2. Dopunski rudarski projekat za podzemno dobijanje zasipa u rudniku „Crnac”, 1971. god.
3. Dopunski rudarski projekat za podzemno dobijanje zasipa u rudniku „Belo Brdo”, 1970. god.

Autor: dipl.inž. Zoran Ilić, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.

Recenzent: dr inž. Đ. Marunić, Rudarski institut, Beograd.

## Priprema mineralnih sirovina

### PROMENE RUDE LEŽIŠTA VELIKI KRIVELJ U ZAVISNOSTI OD LOKALNIH METEOROLOŠKIH FAKTORA I AUTOGENIH PROCESA U RUDNOJ MASI

#### — Autogeno zakišeljavanje bakronosne sirovine i njegov značaj u luženju rude —

(sa 2 slike)

Dipl. inž. Gojko Hovanec — dr biol. Darinka Marjanović

#### Uvod

U procesu luženja minerala bakra, kiselost sredine je važan tehnološki parametar, koji neposredno utiče na kinetiku odvijanja procesa. Poznato je, da se bez odgovarajuće koncentracije sumporne kiseline ne može inicirati rastvaranje minerala bakra. S druge strane, potrošnja kiseline je često okosnica ekonomike procesa luženja. Ispitivanja pokazuju (1, 2, 3, 4) da u troškovima proizvodnje bakra nekih sistema luženja bakronosnih sirovina, potrošnja kiseline učestvuje sa preko 30% (tablica 1) i da zajedno sa energijom čini dominantnu stavku proizvodnih troškova. Zbog toga se pri luženju domaćih sirovina bakra posebna pažnja posvećuje izučavanju mogućnosti optimalnog sniženja utroška kiseline.

Učešće troškova sumporne kiseline u nekim sistemima luženja

Tablica 1

Sistem luženja	Učešće potrošnje $H_2SO_4$ u strukturi troškova (%)
Luženje raskrivke otkopa u Boru	(1) 31,98
Miami mine (SAD)	(2) 36,30
Luženje starih otkopa u Boru	(3) bez potrošnje
Luženje niskoprocentne rude ležišta „Veliki Krivelj”	(4) 29,6

Iz tablice 1 se vidi, da je procentualno učešće troškova kiseline za različite bakronosne sirovine uglavnom visoko. Međutim, pri luženju „starih otkopa” jame u Boru izdaci za kiselinu su potpuno izostali. Ovde su tokom vremena ascedantne vode aktivirale procese oksidacije, na prvom mestu pirita, pa je došlo do prirodnog i istovremeno intenzivnog zakišeljavanja sredine. Ova pojava, kao i činjenica da jama „Bor” raspolaže dovoljnim količinama jamske vode ukazuje na veoma ekonomičnu proizvodnju bakra iz njenih „starih otkopa”.

Struktura specifične potrošnje kiseline pri luženju rude „Veliki Krivelj” ( $\text{kg } H_2SO_4/\text{kg izluženog metalra}$ )

Tablica 2

Faza procesa	Specifična potrošnja ( $\text{kg } H_2SO_4/\text{kg bakra}$ )	Distribucija potrošnje kiseline, (%)
Neutralizacija sredine	6,25	23,45
I godina luženja	3,90	14,63
II godina luženja	3,75	14,07
III godina luženja	2,40	9,00
IV godina luženja	2,50	9,57
V godina luženja	2,55	9,75
VI godina luženja	2,60	10,13
VII godina luženja	2,70	9,40
Ukupno:	26,65	100,00

Međutim, laboratorijska ispitivanja mogućnosti izluživanja bakra iz minerala sveže halkopirite rude ležišta „Veliki Krivelj” (5) pokazuju da luženje datog uzorka zahteva određenu potrošnju kiseline kako je prikazano u tablici 2.

Iz tablice 2 se vidi, da se kod ovog uzorka rude od ukupne količine kiseline u fazi neutralizacije utroši više od 23%, a zatim se tokom luženja specifična potrošnja kiseline smanjuje. Zbog toga smo pri koncipiranju tehnologije luženja rude ležišta „Veliki Krivelj” posebnu pažnju posvetili suočenju potrošnje kiseline na minimum. U tom smislu su vršena i ova ispitivanja intenziteta i prirode fizičko-hemijskih promena rude ležišta „Veliki Krivelj” pod uticajem lokalnih klimatskih faktora, na bazi čijih rezultata se može izvršiti određena korekcija i kontrola potrošnje kiseline i drugih parametara luženja u budućem industrijskom sistemu eksploatacije ove bakronosne sировине.

#### Materijal, metodika i obim ispitivanja

Smeštena u specijalne posude i postavljena na terenu ležišta „Veliki Krivelj” ruda je bila izložena delovanju niza faktora spoljne sredine, među kojima su temperature i atmosferske padavine od posebnog značaja.

Posmatranđ je nekoliko različitih uzoraka rude, a ovde se analiziraju rezultati 2 uzorka, u nekom smislu reprezentativna. Princip formiranja uzorka bazira na količinskom odnosu sirovina iz pojedinih delova ležišta, kako se i očekuje u budućoj industrijskoj proizvodnji.

**Uzorak br. 1** predstavlja mešavinu rude izuzetih iz kaolinisanih partija rudišta, silifikovanog tipa rude sa sitnom impregnacijom halkopirita i iz lokaliteta u kome je orudnjene obavljeno u svežoj andezitskoj steni u vidu sitnih impregnacija čestica pirita i halkopirita.

**Uzorak br. 2** se razlikuje od uzorka 1 samo po tome, što kod njega nije zastupljena ruda iz kaolinisanog dela rudišta. Tako su, pored određenih razlika, po svom hemijskom sastavu ispitivani uzorci vrlo slični, što se vidi iz tablice 3.

Hemijski sastav ispitivanih uzoraka rude

Tablica 3

Elementi analize (%)	Uzorak broj	
	1	2
$SiO_2$	60,31	60,12
$Al_2O_3$	15,64	15,92
S	4,80	4,40
$CaCO_3$	4,10	5,14
$MgCO_3$	5,37	1,82
$CaCO_3 + MgCO_3$	9,47	6,96
Fe	3,94	6,72
Cu	0,315	0,184

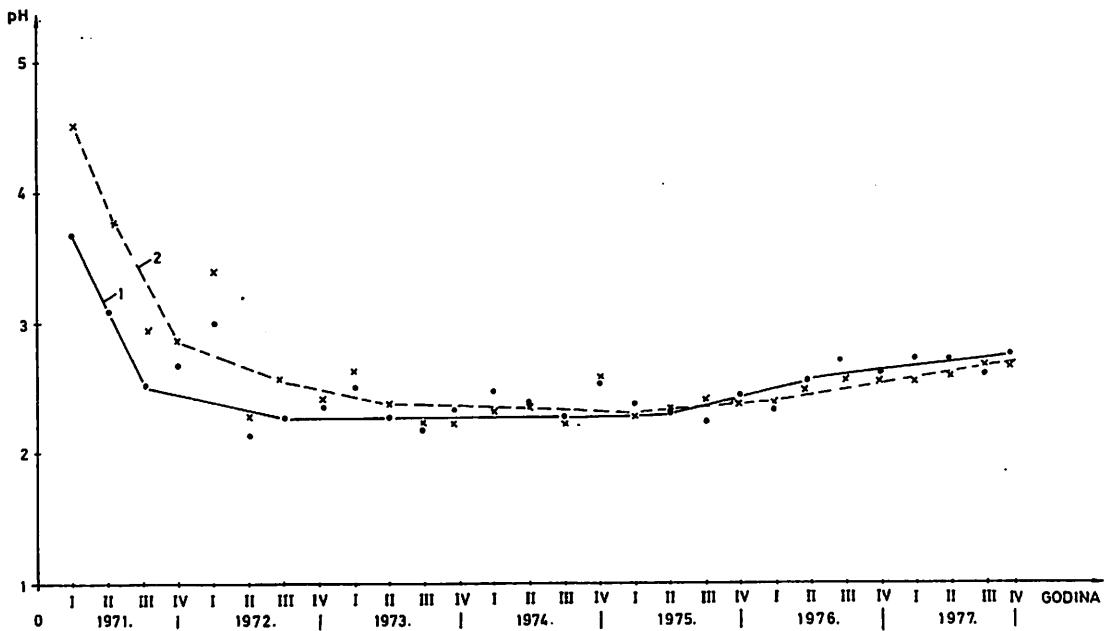
Supstancijalna analiza oblika zastupljenosti bakra u ispitivanim uzorcima je prikazana u tablici 4.

Iz tablice 4 se vidi, da je u pogledu sadržaja ukupnog bakra uzorak 1 dvostruko bogatiji od uzorka 2. Međutim, oblik zastupljenosti bakra pokazuje da je uzorak 2 pogodniji za luženje, s obzirom na veće učešće oksidnih (najverovatnije

Racionalna analiza bakra ispitivanih uzoraka rude

Tablica 4

Uzorak	Oksidni bakar		Sulfidni bakar		Ukupni bakar	
	U vidu kove lina, halko- zina i bor- nita		u vidu hal- kopirita			
	sadr- žaj %	učešće %	sadr- žaj (%)	učešće (%)	sadr- žaj (%)	učeš- će (%)
1	0,018	5,71	0,032	10,16	0,265	84,13
2	0,021	11,80	0,042	22,92	0,121	65,28
					0,315	100,00
					0,184	100,00



Sl. 1 – Dinamika promene kiselosti (pH) drenažnih rastvora u funkciji vremena (1 – uzorak 1; 2 – uzorak 2).

sulfatnih) oblika, kao i sulfidnog bakra u vidu lakše luživih sekundarnih minerala – kovelina i halkozina.

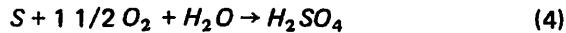
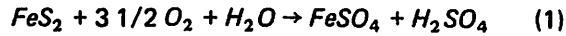
Oba uzorka hemijski slabo reaguju sa destilovanom vodom pokazujući prirodni pH 7,2–7,7.

Analizom drenažnih rastvora, formiranih prolaskom atmosferskih voda kroz masu rude, saznaje se mnogo o prirodi hemijskih promena, koje su se odigravale tokom godina, kao rezultata međusobnog reagovanja mineralne čvrste supstance i vode kao tečne faze – rastvarača. Među brojnim veličinama posebna je pažnja posvećena praćenju sadržaja gvožđa u rastvoru, sadržaju kiseline, pH vrednosti i redoks potencijala.

#### Rezultati ispitivanja i komentar

Rezultati su dati na sl. 1 i u tablicama 5 i 6. Na sl. 1 je prikazana dinamika promene kiselosti drenažnih rastvora po kvartalima u toku sedam godina ispitivanja. Postignuti rezultati pokazuju da se kiselost drenažnih rastvora vremenom povećava. Posle dve godine ispitivanja, kod oba uzorka aciditet drenažnih rastvora dostiže vrednost pH 2,2–2,3 i održava se naredne tri godine. Tokom pete i sledeće dve godine zapaža se blago opadanje

kiselosti, što je posledica usporavanja procesa oksidacije (tablica 5). Intenzitet autogenog zakišljavanja datih uzoraka rude ležišta „Veliki Krivelj“ određivan je interpretacijom prirode hemijskih reakcija koje se odvijaju u procesu oksidacije i rastvaranja minerala gvožđa i bakra unutar ispitivane rude. Jonski sastav rastvora, mineraloški sastav uzorka rude, priroda i gustina njihove autohtone bakterioflore poslužili su kao osnova numeričkoj interpretaciji efekta autogenog procesa oksidacije i rastvaranja sulfida. Efekat tog procesa – zakišljavanje rude, izluživanje metala i dr. (sl. 1, tablice 5 i 6) je rezultat prirode dejstva sirovine sa tečnom fazom. Mineraloški sastav rude ističe neizbežnost odvijanja sledećih reakcija:



Činjenica da se kiselost drenažnih rastvora tokom vremena povećavala (sl. 1, tablice 5 i 6)

Autogeneza sumptorne kiseline i rastvaranje gvožđa (obračun izveden po t rude)

Tablica 5

Godina osmat- ranja	Koli- čina dren- rastvora l/god.	Uzorak 1				Uzorak 2							
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> g/l	Ukupno stvorena g/god.	Utroše- na g/god.	Preo- stała g/god.	pH drena- žnog rast- wora	Količina drena- žnog rast- wora 1/god.	U rast- vor pre- vedeno g/god.	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> g/l	Ukupno stvore- na g/god.	Utro- šena, g/god.	Preo- stała, g/god.	pH drena- žnog ras- tvara
1971.	470,35	360,70	0,67	316,34	269,85	46,48	2,70	484,50	74,00	0,134	64,90	43,43	21,47
1972.	754,70	1905,81	2,20	1664,37	1468,42	195,85	2,28	792,00	1147,81	1,27	1066,63	866,40	140,23
1973.	343,70	1723,22	4,39	1511,08	1381,08	130,00	2,11	344,80	1796,29	4,56	1575,35	1452,42	122,93
1974.	578,40	1851,57	2,81	1623,68	1464,57	159,11	2,29	586,70	2126,00	3,03	1776,81	1639,51	147,30
1975.	596,00	1065,46	1,57	934,41	785,41	149,00	2,30	596,50	1473,30	2,17	1292,00	1125,00	167,00
1976.	564,00	683,00	1,06	599,00	520,00	79,00	2,54	605,00	1101,50	1,60	966,00	881,00	85,00
1977.	377,80	338,00	0,78	296,4	258,60	37,80	2,65	400,00	536,70	1,18	470,70	426,70	44,00
													2,62
1971.	3684,95	7927,76	1,88	6944,92	6147,93	797,14	2,40	3800,50	8255,60	1,88	7142,39	6414,46	687,83
Σ 1977.	3684,95	7927,76	1,88	6944,92	6147,93	797,14	2,40	3800,50	8255,60	1,88	7142,39	6414,46	687,83
													2,47

Osnovni pokazateli autogenog rastvaranja minerala bakra

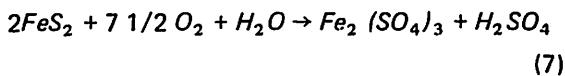
Tablica 6

Godina	Uzorak br. 1			Uzorak br. 2				
	pH dne- nažnog rastvora	Fe* g/l	Cu g/l	% izlu- ženja bakra	pH dne- nažnog rastvora	Fe* g/l	Cu g/l	% izluženja bakra
1971.	2,70	0,767	0,31	4,64	3,00	0,126	0,118	3,11
1972.	2,28	2,52	0,265	6,34	2,45	1,59	0,276	11,91
1973.	2,11	5,01	0,255	2,79	2,15	5,19	0,315	5,91
1974.	2,29	3,20	0,201	3,70	2,30	3,45	0,241	7,68
1975.	2,30	1,79	0,146	3,39	2,26	2,47	0,146	3,20
1976.	2,54	1,21	0,109	2,16	2,49	1,82	0,100	3,64
1977.	2,65	0,89	0,088	2,66	2,62	1,40	0,082	2,68
1971.								
Σ	1977.	2,40	2,15	0,22	25,68	2,47	2,17	0,184
								38,13

\* ugleavnom u Fe<sup>3+</sup> obliku.

upućuje na zaključak, da kinetika i intenzitet odvijanja reakcije 1–4 obezbeđuju dovoljne količine slobodne kiseline i ferisulfata kao oksidansa sulfida unutar rudne mase. Sa svoje strane, geneza i regeneracija ovih hemijski aktivnih agenasa omogućuju i odvijanje reakcija 5 i 6, kao i pojavu viška kiseline i ferisulfata, čime se postiže ubrzavanje procesa rastvaranja minerala bakra, prvenstveno oksidnih, a zatim i sekundarnih sulfida.

Analizom oblika zastupljenosti gvožđa u drenažnim rastvorima konstatuje se da je gvožđe, uglavnom u troivalentnom—feri obliku, što je omogućilo dalje da se zbirom reakcija 1–4 dobije krajnja rezultujuća reakcija (7) koja se odvija unutar ispitivane rude pri rastvaranju pirita:

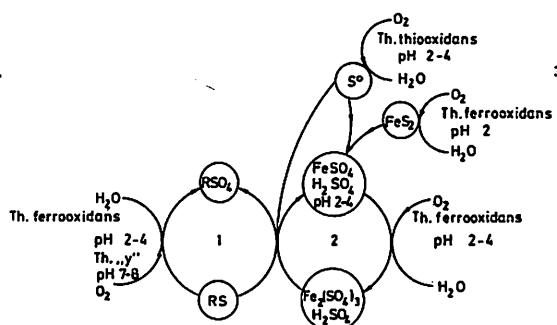


U slučaju osmatrane rudne sirovine, a prema jednačini (7), autogeneza sumporne kiseline stoji u određenoj stehiometrijskoj zavisnosti od količine feri—gvožđa u rastvoru, pa se obračunom dolazi od toga, da je na svaki gram gvožđa u rastvoru stvoreno 0,877 g sumporne kiseline. Kod uzorka 1, po svakoj toni rude je u toku sedam godina stvoreno 7,93 kg sumporne kiseline, a da je u drenažnom rastvoru preostalo ukupno 0,80 kg kiseline ili nešto više od 10% od ukupno stvorene kiseline. Ostatak kiseline je utrošen na neutralizaciju sredine (reakcije 5 i 6), rastvaranje minerala bakra i pirita. Ispitivanja pokazuju da se kod uzorka 1 intenzitet procesa autogenog nastajanja sumporne kiseline povećava posle prve godine, a zatim se u naredne tri godine održava približno na istom nivou. U poslednje tri godine intenzitet stvaranja kiseline se snižava kao posledica usporavanja procesa oksidacije pirita. Kod uzorka 2, proces zakišljavanja sredine se odvija nešto sporije tokom prve dve godine, a zatim dostiže intenzitet zakišljavanja uzorka 1 (tablica 5). Ova konstatacija istovremeno govori o neposrednoj zavisnosti intenziteta zakišljavanja sirovine od njenog sastava i drugih karakteristika i da je krajnja kiselost drenažnih rastvora u funkciji brzine odvijanja reakcije 1–6. I kod uzorka 2 se, od pete godine pa nadalje, uočava usporavanje procesa oksidacije, iako je on nešto intenzivniji od onog kod uzorka 1.

Bilans autogeno nastale sumporne kiseline i rastvorenog gvožđa pokazuje da se reakcije 1–4

odvijaju znatno brže unutar ispitivane rude i njenih rastvora nego u odgovarajućim hemijskim rastvorma gde im se vreme odvijanja meri mesecima i godinama. Ubrzanje navedenih hemijskih reakcija unutar rude „Veliki Krivelj” ima teoretski, a posebno praktični značaj, a rezultat je katalitičkog delovanja određenih faktora i mehanizama. Mikrobiološka ispitivanja ove rude bakra pokazuju da je u njoj prirodno zastupljena autotrofna bakterioflora predstavljena tionskim bakterijama iz roda *Thiobacillus*. Radovima mnogih istraživača je dokazano da pojава kiseline i metala u rudničkim vodama nije rezultat čisto hemijskog procesa oksidacije, već i životne delatnosti određenih vrsta bakterija (6, 7, 8). Tako je otkrićem ovih mikroorganizama u rudnim ležištima (9) pokazana i nova mogućnost oksidacije gvožđa, sulfida, sumpora u kiseloj sredini, a fenomen visokog intenziteta oksidacionih procesa u mnogim rudnim ležištima, čije su rudničke vode sadržavale visoke koncentracije sumporne kiseline, našao svoje potpuno objašnjenje u katalitičkoj oksidaciji pirita, ferosulfata, sulfida, elementarnog sumpora od strane specifičnih vrsta autotrofinih, litotrofnih, tionskih bakterija, u prvom redu *Thiobacillus ferrooxidans* (Co Imer et Hinkle, 1947) i *Th. thiooxidans* (Waksman et Joffe, 1922). Laboratorijska i poluindustrijska izučavanja brzine hemijske oksidacije gvožđa, sumpora i sulfidnih minerala bakra i brzine oksidacije u prisustvu ovih bakterija, pokazuju da brzina bakterijske oksidacije znatno prevazilazi brzinu hemijske oksidacije (10, 11, 12, 13) dok su neki autori konstatovali da odgovarajući oksidacioni proces bakterije ubrzavaju za oko  $2,0 \cdot 10^5$  puta (14). Kako su za životnu aktivnost ovih mikroorganizama osnovni izvori energije: ferosulfat, pirit, elementarni sumpor, sulfidi, to je kvalitativni sastav i odgovarajuća gustina bakterija jedan od važnih pokazatelja njihove geochemijske uloge u prirodnim uslovima — u rudnim ležištima (15) tj. u ispitivanoj rudi ležišta „Veliki Krivelj”. Učešće tionskih bakterija *Th. ferrooxidans* i *Th. thiooxidans*, kao i nekih drugih vrsta ovog visokog specijalizovanog roda u redu *Pseudomonadales*, u oksidativnim procesima rudnih ležišta je predstavljeno na sl. 2 (16).

Kako se sa sl. 2 vidi, delatnost bakterija je višestruka. Bakterije učestvuju u različitim fazama oksidacionog procesa bilo direktnom oksidacijom sulfidnih minerala (sl. 2–1), oksidacijom ferosulfata, odnosno regeneracijom ferisulfata (sl. 2–2), oksidacijom pirita i produkata njegove oksidacije (sl. 2–3–2), oksidacijom elementarnog sumpora



Sl. 2 – Šema oksidacije sulfida (16) 1 – neposredna oksidacija sulfida; 2 – regeneracija kiselog ferisulfata; 3 – oksidacija pirita i sumpora.

(sl. 2–3), koji se oslobađa pri oksidaciji pirita. Istovremeno, aktivnost bakterija je izražena i jednačinama 1–4, čije su reakcije katalisane metabolizmom *Th. ferrooxidans* i *Th. thiooxidans*, koje su izdvojene iz ispitivane rude ležišta „Veliki Krivelj“ (8, 13). Svakako da pored *Th. ferrooxidans* i *Th. thiooxidans* u oksidativnim procesima rudnih ležišta učestvuju i druge vrste bakterija i da se životna aktivnost jednih i drugih odvija u širim granicama pH, nego što je pokazano na sl. 2, što potvrđuju ova i neka druga ispitivanja (17). Isto tako, dokazano je i novo svojstvo *Th. thiooxidans* da oksidše sulfide (18, 8), pa se aktivnost bakterija u rudnom ležištu može šire razmatrati. Biohemiske karakteristike drenažnih rastvora – određena koncentracija sumporne kiseline, gvožđa, koje je isključivo u oksidnoj formi, koncentracija bakra i bakterija (tablice 5, 6), oksidno-reduktionski potencijal sredine i drugo, su pokazatelji oksidacionog procesa unutar ispitivane sirovine, kao i pokazatelji životne aktivnosti autohtone bakterioflore rude, koja pomoću složenih fermentativnih sistema svojih ćelija, doprinosi katalizi autogenog, spontanog procesa oksidacije redukovanih jedinjenja gvožđa i sumpora rude, povećavajući oksidativnost sredine.

Analizom autohtonog razvića bakterioflore ležišta „Veliki Krivelj“ i njene aktivnosti u spontanim procesima oksidacije unutar rudne mase ispitivanih uzoraka rude ovog ležišta, može se konstatovati da je pored atmosferilija, temperature i drugih meteoroloških faktora, određenih fizičko–hemiskih, elektrohemiskih, mineraloških i drugih faktora, ovaj proces stimulisan i metabolismom bakterija prirodno zastupljen u rudi.

Oksidacijom odgovarajućih supstrata kao izvora energije za svoje životne funkcije, ove bakterije dovode do geneze i regeneracije hemijski aktivnih agenasa sumporne kiseline i ferisulfata, do nastajanja zone oksidacije i zone luženja, čiji je efekat prikazan u tablicama 5 i 6.

Pored neposrednog i katalitičkog delovanja bakterija, oksidacioni procesi unutar ispitivanih uzoraka rude su katalisani i geochemijskim delovanjem sredine. Pod ovim podrazumevamo elektrolitičke procese koji se razvijaju na kontaktu sulfida kao posledica razlike potencijala njihovih površina. Prema ispitivanjima nekih autora dokazana je brža oksidacija sulfida sa nižim potencijalom površine na kontaktu sa mineralom koji poseduje viši potencijal površine. Osim toga, površinski elektrolitički procesi ubrzavaju redukciju (jonizaciju) molekularnog kiseonika iz rastvora i ionizacijom dipola vode neposredno uključuju kiseonik u procese oksidacije i rastvaranja sulfida. Elektrolitički procesi, koji u rastvoru (elektrolitu) deluju neposredno uz površinu rastvaranih minerala doprinose ubrzavanju kretanja jona i elektrona, a time i bržem odvijanju hemijskih reakcija kako unutar rastvora tako i na granici tečno–čvrsto. Zbog toga je za napred opisane katalize procesa oksidacije i rastvaranja sulfida s jedne strane i oksidacije unutar rastvora s druge strane, termin „bio–geohemisko delovanje“ odgovarajući.

Kao posledica autogenih procesa oksidacije i zakišljavanja rude konstatovano je i izluživanje bakra iz rude (tablica 6). Stepen izluženja ovog metala je različit, za pojedine uzorce rude i primarno je funkcija mineraloškog sastava, oblika zastupljenosti i sadržaja bakra u sirovini. Tako je kod uzorka 2 rastvaranje bakra intenzivnije, s obzirom da je ovde 34,7% bakra zastupljeno u vidu lako rastvornih oksida i sekundarnih sulfida, za razliku od uzorka 1, u kome je u ovim oblicima zastupljeno svega oko 16% bakra (tablica 4). Za period od sedam godina, delovanjem atmosferskih padavina i drugih faktora spoljne sredine i rude, iz uzorka 1 je izluženo 25,68% bakra, što prema rezultatima racionalne analize, pokazuje da je iz lakovastvornih mineralnih spojeva izlužen sav bakar. Za isto vreme, iz uzorka 2, ukupno je izluženo 38,13% bakra, što u odnosu na zastupljenost oksida i sekundarnih sulfida predstavlja 82,4 % bakra. Pored osnovnih karakteristika rude, stepen izluženja bakra je istovremeno i funkcija kiselosti tečne faze, sadržaja gvožđa u rastvoru i aktivnosti odgovarajuće litotrofne bakterioflore.

## Zaključak

Lokalni klimatski faktori, kao i bio-geohemski faktori rude ležišta „Veliki Krivelj”, doprinose odvijanju autogenih procesa zakišljavanja sirovine i rastvaranju sulfida gvožđa i bakra.

Kiselost rude – njenih drenažnih rastvora – se povećava tokom vremena i uglavnom je posledica intenzivne oksidacije i rastvaranja pirita. Autogeno nastajanje sumporne kiseline je takvog intenziteta da obezbeđuje neutralizaciju alkaličnosti sirovine i rastvaranje minerala bakra, što ima teoretskog i praktičnog značaja za ekonomiku

budućeg sistema luženja ove sirovine u industrijskom obimu.

Autogene procese oksidacije, rastvaranje pirita i zakišljavanje rude prati i rastvaranje minerala bakra, prvenstveno oksida i sekundarnih sulfida. Zavisno od karakteristika rude, stepen autogenog rastvaranja bakra je različit i može da bude relativno visok.

Izučavanje procesa autogenog zakišljavanja rude ležišta „Veliki Krivelj” doprinosi optimalnom koncipiranju šeme industrijskog luženja ove sirovine i smanjenju potrošnje sumporne kiseline i drugih agenasa luženja.

## SUMMARY

### **Changes in Veliki Krivelj Deposit Ore due to Local Meteorological Factors and Autogene Processes in Ore Mass**

#### **– Autogenous Acidification of Copper-Bearing Mineral Material and Its Importance in Ore Leaching –**

In the process of copper-bearing mineral materials leaching, medium acidity and acid consumption are highly important parameters.

Study of autogenous oxidation processes within the „Veliki Krivelj” Deposit ore indicated that, under natural conditions, the ore is subjected to different physico-chemical and microbiological effects resulting in significant changes thereof. The achieved results prove the development of spontaneous, autogenous formation of sulphuric acid and metal extraction, lending the possibility of balancing the produced acid and dissolved metal in appropriate systems for Deposit ore leaching, contributing to process economy.

### **ZUSAMMENFASSUNG** **Veränderungen der Lagerstättenerze Veliki Krivelj in Abhängigkeit von lokalen meteorologischen Faktoren und autogener Prozesse in der Erzmasse** **– Autogene Versäuerung des kupferhaltigen Rohstoffs und deren Bedeutung in der Erzlaugung –**

Im Prozess der Laugung von kupferhaltigen Rohstoffen stellen der Säuregehalt der Umgebung und der Säureverbrauch sehr bedeutende Parameter dar.

Das Studium der autogenen Oxidationsprozesse in der Erzlagerstätte „Veliki Krivelj“ weist darauf hin, dass unter Naturbedingungen das Erz verschiedenen physikalisch-chemisch-mikrobiologischen Einflüssen unterliegt, welche zu seinen bedeutenden Veränderungen führen. Die erzielten Ergebnisse sprechen über den Durchfluss der spontanen, autogenen entstandenen Schwefelsäure und der Metallaugung und ermöglichen, dass die gebildete Säure und die aufgelösten Metalle in entsprechenden Laugesystemen dieses Lagerstättenerzes bilanziert werden, womit sie der Prozesswirtschaftlichkeit beitragen.

### **РЕЗЮМЕ** **Изменения качества руды месторождения велики кривель в зависимости от ме- теорологических факторов и автогенных процессов в рудной массе** **Автогенное повышение кислотности медьсодержащего сырья и его значение для процесса выщелачивания руды**

В процессе выщелачивания медьсодержащего сырья кислотность среды и расход кислоты являются весьма значительным параметром.

Изучение автогенных процессов окисления в руде месторождения „Велики Кривель” указывает на то, что в естественных условиях руда подвергается разнообразным физико-химическим-микробиологическим воздействиям, приводящих к значительным изменениям её качества. Полученные результаты указывают на протекание спонтанного, автогенного формирования серной кислоты и на выщелачивание металла, и предоставляют возможность формирований кислоте и растворённым металлом участвовать в балансе и в соответственных системах выщелачивания руды этого месторождения, способствуя таким образом экономике процесса.

#### L iteratura

1. H o v a n e c G. M.: Review on Basic Economic Aspects of Acid Leaching of Copper-Bearing ores. — Simpozijum rудarstva, Příbram, ČSSR, knjiga U<sub>1</sub>, 243—265.
2. H o v a n e c G. M., 1969: Tehnološko-tehničke karakteristike kiselinskog luženja bakronosnih jedinjenja iz niskoprocentnih ruda. — Zbornik radova RMF-Bor, posebno izdanje.
3. H o v a n e c G. M., 1966: Iskorišćenje bakra iz starih jamskih radova u Boru postupkom luženja. — Zbornik radova RMF i Instituta za bakar, Bor.
4. H o v a n e c G. M. S t o j k o vić D. 1974: Tehno-ekonomska studija luženja bakra iz niskoprocentne rude ležišta „Veliki Krivelj”. — Izveštaj RI, Beograd.
5. H o v a n e c G. M. M a r j a n ović J. D. 1975: Laboratorijska ispitivanja mogućnosti luženja bakra iz vanbilansne rude ležišta „Veliki Krivelj”. — Izveštaj RI, Beograd.
6. A s h m e e d D., 1955: The Influence of Bacteria in the Formation of Acid Mine Waters. — Colliery Guardian, 190, 694.
7. I v a n o v M. V. L j a l i k o v a N. N. i K u z n e c o v, S. I., 1958: Roli tonovih bakterij v vyvetrivanii gornyh porod i sul'fidnyh rud. — Izvest. AN SSSR, ser. biolog., 2, 183.
8. M a r j a n ović D. J., 1973: Bakterioflora domaćih ležišta bakra i njena uloga u luženju bakronosnih sirovina. — Doktorska disertacija PMF, Beograd.
9. C o l m e r A. R., H i n k l e M. E., 1947: The Role of Microorganisms in Acid Mine Drainage. — Science, 106, 253.
10. L e a t h e n W. W. 1953: Bacteriologic Aspects of Bituminous Coal Mine Effluents. — Proc. Penns. Ass. Sci., 27, 37.
11. M a r j a n ović D. J., B a r b ić F., 1970: Oksidativno dejstvo bakterija u sistemu luženja raskrivke u Boru. — Zbornik radova Rud. metal. fak., 10, Bor.
12. M a r j a n ović D. J. 1972: Continuous Bacterial Oxidation of Ferro sulphates and its Importance During Ore Leaching. — Mikrobiologija, 9, (1), 33—42, b.
13. H o v a n e c G. M. M a r j a n ović D. J., L j u b ičić D. i K a l a j džić Lj. 1974: Laboratorijska ispitivanja mogućnosti izluživanja bakra iz vanbilansne rude ležišta „Veliki Krivelj” kota 320. — Izveštaj RI, Beograd.
14. L a c e y D. T., L a w s o n F., 1970: Kinetics of the Liquid-Phase Oxidation of Acid Ferrous Sulfate by the Bacterium Thiobacillus ferrooxidans. — Biotechnol. a Bioengineering, 12, (1), 29.
15. M a r j a n ović D. J., 1971: Bakterioflora naših rudnih ležišta i njena geochemijska delatnost. — Rudarski glasnik, 1, 69—77.
16. K a r a v a j k o G. I., 1968: Rol'tionovih bakterij v gidrometallurgičeskikh processah vyščelačivanija cvetnyh metallov iz rud. — Sb. Primenenie bakterial'nogo metoda vyščelačivanija cvetnyh metallov iz zabolansovyh rud. Izd-vo Ministerstvo cvetnoj metallurgii SSSR, Moskva.
17. M a r j a n ović D. J., 1973: Mikrobiološka ispitivanja rudnih ležišta i bakterijsko izluživanje bakra iz njegovih sirovina. — Mikrobiologija 10, (2), 249—262.
18. T e m p l e K., D e l c h a m p s, E., 1955: Autotrophic Bacteria and the Formation of Acid in Bituminous Coal Mine. — App. Microbiol., 1, (5), 255.

Autori: dipl.inž. Gojko Hovanec i dr.biol. Darinka Marjanović, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž., M. Jošić, Rudarski institut, Beograd

## NEKA ISKUSTVA U KONCENTRACIJI MEKIH FOSFATA LEŽIŠTA ESH-SHIDIYA JÓRDAN

(sa 1 slikom)

Dipl.inž. Miomir Čeh – dipl.inž. Branko Mihailović –  
tehn. Slobodan Jeremić

### Uvod

Pod pojmom „meki fosfati” podrazumevaju se one vrste fosfatnih ruda koje se, za razliku od „tvrdih fosfata”, odlikuju sledećim karakteristikama:

– povećanim sadržajem korisne komponente trikalcijum fosfata (TCP) koji ponekad dostiže do 65%

– relativno malom tvrdoćom rude  
– znatnim učešćem najfinijih klasa krupnoće  
– monomineralnim karakterom prisutne štećne komponente, odnosno jalovine koja je u većini slučajeva u obliku silicijске, ponekad karbonatne, ili u obliku glinovito–gvožđevite komponente  
– relativno jednostavnim postupkom koncentracije, što se ponekad već ostvaruje samo pranjem sirovine i odbacivanjem finog mulja.

U tehnološkom procesu oplemenjivanja mekih fosfata najveći gubici korisne komponente javljaju se u najfinijim klasama krupnoće koje se odbacuju procesom pranja.

Ovaj rad predstavlja deo istraživanja u oblasti koncentracije mekih fosfata uopšte.

Iz ležišta Esh–Shidiya ispitivano je više uzoraka rude fosfata uzetih iz različitih slojeva u ležištu. Ovde se prikazuju rezultati ispitivanja jednog uzorka (mekih fosfata), koji je označen kao uzorak S<sub>1</sub>.

Pre laboratorijskih opita koncentracije izvršena su ispitivanja rovne sirovine, kao što je određivanje:

- hemijskog sastava
- fizičkih karakteristika
- granulometrijskog sastava
- mineralnog sastava.

### Hemijski sastav

Na reprezentativnom uzorku rude izvršena je kompletna hemijska analiza.

Rezultati ove analize daju se u tablici 1.

Tablica 1

Element	%	Element	%
$P_2O_5$	21,76	$Na_2O$	0,45
$CaO$	32,99	$F$	2,40
$SiO_2$	39,91	$SO_3$	1,06
$MgO$	0,20	$Cl$	0,014
$Al_2O_3$	0,64	$H_2O$	0,85
$Fe_2O_3$	0,17	Gubitak na 600°C	1,12
$R_2O_3$	0,81	Gubitak na 800°C	2,08
$K_2O$	0,018	Nerastvorni os-tatak u kiseli-nama	39,67
		$CO_2$	2,44

Vлага ispitivanog uzorka bila je 1,71%, dok je nasipna težina iznosila 1,535 t/m<sup>3</sup>.

### Granulometrijski sastav

Granulometrijski sastav rovnog uzorka utvrđen je mokrim prosejavanjem na standardnoj seriji sita „Tyler“.

Zatim su sve dobijene klase krupnoće hemijski analizirane na sadržaj TCP, gubitak žarenjem i na nerastvorni ostatak u kiselinama.

Rezultati ovih analiza prikazani su u tablici 2.

Na osnovu iznetih rezultata u tablici 2 može se konstatovati sledeće.

Veličina ovih zrnaca varira od 60 mikrona do 1 mm. Oblik im je različit, ali pokazuju tendenciju blagog zaobljenja, mada se ovo gubi kod agregata manjih od 0,2 mm.

Obradivani uzorak sadrži minerale kao što su: fosforit, kvarc i kalcit.

Kvarc je predstavljen monomineralnim česticama većim od 0,2 mm. Udeo zrna kvarca manjih od 0,2 mm je zanemarljivo mali.

Fosforit se, takođe, nalazi u monomineralnim zrnima različite veličine. Krupnije čestice su zaobljene, imaju tamnosmeđu boju,

Tablica 2

Otvor sita u mesh.	T %	TCP	Sadržaj, %		Raspodela, %		
			Nerastv. ostatak u kise- linama	Gubitak žare- njem	TCP	Nerast. ostatak u kise- linama	Gubitak žare- njem
+ 6	1,11	49,16	27,44	4,60	1,22	0,76	1,27
- 6 + 10	3,56	67,74	12,73	5,71	5,39	1,13	5,05
- 10 + 20	8,92	66,10	13,48	5,52	13,17	3,00	12,24
- 20 + 35	26,92	43,42	41,66	3,74	26,11	28,00	25,02
- 35 + 65	41,40	30,04	58,73	2,85	27,78	60,71	29,33
- 65 + 100	9,34	61,73	18,18	5,34	12,88	4,24	12,40
-100 + 150	3,51	71,78	7,20	6,42	5,63	0,63	5,60
-150 + 200	1,95	69,37	12,02	6,51	3,02	0,59	3,15
-200 + 270	1,00	67,74	10,04	6,54	1,51	0,25	1,63
-270 + 400	0,50	69,34	7,33	6,92	0,77	0,10	0,86
-400	1,79	62,82	13,24	7,77	2,52	0,59	3,45
Ukupno*	100,00	44,77	40,05	4,02	100,0	100,0	100,0

\*Sadržaj je dobijen računskim putem

Mokrim prosejavanjem ustanovljeno je da preko 68% celokupne sirovine ima krupnoću – 20 + 65 mesh. Ova klasa ima najniži sadržaj TCP, ali i najveći sadržaj nerastvornog ostatka u kiselinama.

Grublje i finije klase krupnoće imaju veći sadržaj TCP, a istovremeno niži sadržaj nerastvornog ostatka u kiselinama.

Takođe je karakteristično i to, da ovaj uzorak sadrži minimalni težinski udeo mulja (–400 mesh).

### Mineraloški sastav

Ovaj uzorak je po svojoj prirodi peskoviti materijal, većinom različite veličine zrnaca.

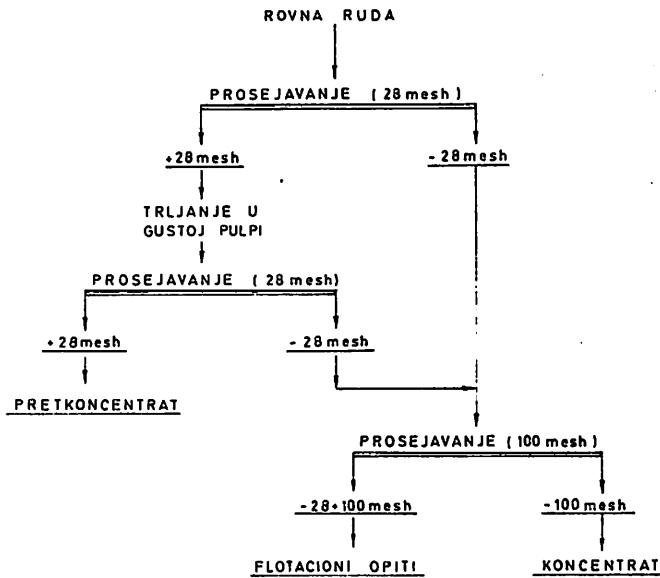
neprovidne su i ponašaju se kao izotropni medijum. Zrnca manja od 0,2 mm su većinom nepravilnog oblika (verovatno su fosilnog porekla), jer su manje neprovidni, ali u većini slučajeva sa jasnjom anizotropijom.

Kalcit se nalazi u tragovima i to u vrlo finim česticama.

Mikroskopskim putem je utvrđeno da uzorak sadrži 70% fosforita i 30% kvarca.

Laboratorijska ispitivanja mogućnosti koncentracije

Ispitivanja pripreme i koncentracije vršena su u dva osnovna pravca:



Sl. 1 — Način pripremanja uzorka.

- flotacijska koncentracija
- gravitacijska koncentracija.

#### Flotacijska koncentracija

Na osnovu rezultata granulometrijske i hemijske analize na klasama krupnoće i mikroskopskog posmatranja uzorka odlučeno je da se pre opita flotiranja uzorak prosejava i trlja u gustoj pulpi. U smislu toga uzorak je prosejan na situ otvora 28 mesh. Nadrešetni proizvod je trljen i ponovo prosejan na istom situ i situ 100 mesha.

Klasa krupnoće — 28 + 100 mesha, koja je dobijena ovim prosejavanjem, poslužila je za opite flotiranja.

Način pripremanja ovoga uzorka prikazan je na šemci sl. 1.

U tablici 3 prikazan je bilans pripreme uzorka za opite flotiranja.

Tokom tehnoloških istraživanja ispitivani su uticaj nekih parametara u procesu flotiranja na kvalitet i iskorišćenje fosforitnog koncentrata, kao što su:

- način trljanja
- vreme kondicioniranja
- količina regulatora u kondicioniranju
- količina kolektora
- uticaj pH vrednosti sredine
- vreme flotiranja

Tablica 3

Otvor sita mesh.	T%	Sad rž a j , %			R a s p o d e l a , %		
		TCP	Neras- tvorni ostatak u kis.	Gubitak žarenj- jem	TCP	Neras- tvorni osta- tak u kis.	Gubitak žare- njem
+28	16,03	65,55	16,13	4,98	22,11	6,44	11,75
-28 + 100	72,37	39,70	50,90	3,45	60,43	91,98	61,73
-100	11,60	71,55	5,44	6,45	17,46	1,58	18,52
Ukupno	100,00	47,54	40,05	4,05	100,00	100,00	100,00

- broj prečišćavanja grubog koncentrata
- količina deprimatora u prečišćavanju.

Pregled tehnoloških rezultata koncentracije fosforita dobijenih pri laboratorijskim opitim flotiranja primenom mešavine kolektora PAMAK 4A i kerozina (u zapreminskom odnosu 1:1) prikazan je u tablici 4.

U opitima flotiranja upotrebљeni su reagensi:

- $Na_2SiO_3$  kao deprimator

- $Na_2CO_3$  kao modifikator.

Uticaji pojedinih reagenasa na rezultate procesa flotiranja prikazani su u tablicama 5,6 i 7.

Tablica 4

Broj opita	Težina koncen- trata %	Sadražaj, %			Raspodela, %		
		TCP	Neras- tvorni ostatak u kise- nima	Gubi- tak žare- njem	TCP	Neras- tvorni ostatak u kise- linama	Gubi- tak žare- njem
1.	32,07	66,64	14,58	5,30	55,61	9,43	52,31
2.	33,36	74,83	2,20	6,06	64,86	1,51	62,53
3.	42,88	73,96	4,06	6,05	80,79	3,40	76,41
4.	43,04	73,53	8,24	5,68	80,63	6,98	77,42
5.	56,47	68,28	12,01	5,60	96,78	14,06	94,90
6.	24,14	76,50	2,43	6,25	51,68	1,19	45,85
7.	27,24	74,83	2,54	6,05	52,98	1,38	52,72
8.	26,97	73,96	4,53	6,21	50,46	2,52	50,78
9.	15,00	76,47	2,32	5,73	30,24	0,70	27,30
10.	18,03	75,16	2,66	6,20	35,53	0,96	34,44
11.	28,82	73,96	2,63	6,13	57,35	1,51	56,07
12.	23,22	73,96	4,47	6,07	44,04	2,11	43,81

Uticaj potrošnje kolektora

Tablica 5

Broj opita	Koncentrat			Potrošnja kg/t			Broj prečišćanja
	T%	%	Isko- riš- čenje TCP,%	Kolek- tor	Depri- mator	Modi- fika- tor	
1	32,07	66,64	55,61	1,00	0,5	—	7,4
2	33,36	74,83	64,86	1,50	0,5	—	7,5
3	42,88	73,96	80,79	1,75	0,5	—	7,5
4	43,04	73,53	80,63	2,00	0,5	—	7,4
5	56,47	68,28	96,78	2,50	0,5	—	7,5

Uticaj potrošnje deprimatora  $Na_2SiO_3$

Tablica 6

Broj opita	Koncentrat			Potrošnja kg/t			Broj prečišćanja
	T%	%	Isko- riš- čenje TCP,%	Kolek- tor	Depri- mator	Modi- fika- tor	
6	24,14	76,50	51,68	1,75	0,75	—	7,5
7	27,24	74,83	52,98	1,75	1,00	—	7,6
8	26,97	73,96	50,46	1,75	1,40	—	7,8
9	15,00	76,47	30,24	1,75	2,00	—	7,9

**Uticaj pH vrednosti ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  kao modifikator)**

**Tablica 7**

Broj opita	Koncentrat				Potrošnja kg/t			Broj prečišćavanja
	T %	TCP %	Iskorišćenje TCP, %	Kolektor	Deprimator	Modifikator	pH	
10	18,03	75,16	35,53	1,75	0,75	1,00	7,7	2
11	28,82	73,96	57,35	2,00	1,00	1,50	8,5	1
12	23,22	73,96	44,04	2,00	1,00	2,00	9,3	1

**Tablica 8**

Proizvod	T %	Sadržaj, %			Raspodela, %			
		TCP	Neras-tvor-ni os-tatak u ki-selini	Gubi-tak žare-njem	TCP	Neras-tvorni ostatak u kiše-lini	Gubitak žarenjem	
Koncentrat	24,33	49,69	36,84	4,03	26,60	22,19	24,99	
Medupro-izvod	39,28	44,22	42,76	3,54	38,21	41,57	35,44	
Jalovina	26,50	38,19	50,56	3,30	22,27	33,16	22,28	
Mulj	9,89	59,39	12,58	6,86	12,92	3,08	17,29	
Ukupno	100,00	45,45	40,40	3,92	100,00	100,00	100,00	

**Gravitacijska koncentracija**

Ispitivanja mogućnosti gravitacijske koncentracije vršena su na klatnom stolu „Wilfley“. Uzorak je prvo usitnjen do ggK 100% – 20 mesh.

Tom prilikom su dobijena četiri proizvoda na radnoj površini stola. U tablici 8 prikazani su rezultati gravitacijske koncentracije.

Rezultati dobijeni postupkom gravitacijske koncentracije na klatnom stolu ne zadovoljavaju. Ovim postupkom nije postignuto oštro odvajanje fosforita od silikatne jalovine, iako je grubi koncentrat jedanput prečišćen.

S obzirom na ovakve rezultate nisu ni primjenjeni postupci gravitacijske koncentracije (na drugim uređajima).

**Zaključak**

Tokom ispitivanja uzorka mekih fosfata ležišta Esh-Shidiya izvršeni su hemijska i mineraloška analiza i ispitivanja mogućnosti koncentracije fosforita u cilju dobijanja tržišnog proizvoda.

Ispitivani uzorak, pored ostalog, sadržao je:

$P_2O_5$	21,76 %
$CaO$	32,99 %
$SiO_2$	39,91 %

Postupkom gravitacijske koncentracije na klatnom stolu nisu dobijeni zadovoljavajući rezultati.

Glavna pažnja je posvećena procesu flotiranja, koje je obavljeno posle kombinovanog postupka mokrog sejanja i trljanja u gustoj pulpi, u cilju oslobođanja fosforita.

Na ovaj način je dobijen koncentrat sledećeg kvaliteta:

TCP	73,96%
Nerastvorni ostatak	4,06 %
Gubitak žarenjem	6,05 %

Iskorišćenje TCP u koncentratu je iznosilo 80,79 %.

Težinsko iskorišćenje sirovine u koncentratu iznosilo je 42,88%. Navedeni rezultati postignuti su pri potrošnji

kolektora od 1,75 kg/t i deprimatora od 0,5 kg/t, za vreme flotiranja od 2 min. i dvostrukog prečišćavanja od 2 i 1 min.

#### SUMMARY

#### Some Experiences in Concentration of Soft Phosphates from Deposit Esh-Shidiya – Jordan

A sample of soft phosphates from Deposit Esh-Shidiya – Jordan was tested containing:

$P_2O_5$	21.76 per cent
$CaO$	32.99 per cent
$SiO_2$	39.91 per cent

The applied concentration processes included gravity concentration on a shaking table and flotation. The shaking table did not yield satisfactory results.

The flotation process with preliminary attrition in dense pulp and wet screening yielded a following grade concentrate:

TCP	73.96 per cent
Unsoluble residue	4.06 per cent
Annealing loss	6.05 per cent

Mineral weight recovery in the concentrate was 42.88 per cent and that of TCP 80.79 per cent.

Collector consumption (PAMK 4A and kerosene in an 1 : 1 volumetric ratio) was 1.75 kg/t and that of  $Na_2SiO_3$  as the depressing agent 0.50 kg/t.

#### Z USAMMENFASSUNG

#### Einige Erfahrungen bei der Konzentration der Weich–Phosphate der Lagerstätte Esh–Shidiya, Jordan

Untersucht wurde die Probe von Weich–Phosphaten aus der Lagerstätte Esh–Shidiya aus Jordan mit dem Gehalt:

$F_2O_5$	21,76%
$CaO$	32,99%
$SiO_2$	39,91%

Von den Konzentrationsverfahren wurde Gravitationskonzentration auf dem Schwingherd und die Flotation angewandt. Auf dem Schwingherd wurden keine befriedigenden Ergebnisse erhalten.

Das Flotationsverfahren mit vorhergehender Reibung in der dickflüssigen Trübe und Nass–Siebung ergab ein Konzentrat folgender Qualität:

TCP	73,96%
unlöslicher Rest	4,06%
Glühverluste	6,05%

Gewichtsausbringen des Rohstoffs im Konzentrat war 42,88% und TCP–Ausbringen 80,75%.

Sammlerverbrauch (PAMAK 4A und Kerosin im Volumenverhältnis 1:1) betrug 1,75 kg/t, und  $Na_2SiO_3$  als Drücker 0,50 kg/t.

## РЕЗЮМЕ

### Опыт при обогащении мягких фосфатов месторождения Эсх-Схида, Иордан.

Исследована проба мягких фосфатов месторождения Эсх-Схида из Иордана, которая содержала:

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	21,76%
CaO	32,99%
SiO <sub>2</sub>	39,91%

При обогащении применен метод гравитационного обогащения на качающемся столе и флотирование. На качающемся столе не получены удовлетворительные результаты.

Процесс обогащения с предварительным применением протирания в плотной пульпе и мокрого грохочения, дал концентрат следующего качества:

ТЦП	73,96%
Нерастворимый остаток	4,06%
Потери при отжиге	6,05%

Весовое извлечение сырья в концентрате составляло 42,88%, а использование ТЦП 80,79%.

Расход коллектора (ПАМАК 4А и керосин в объёмном размере 1:1) составляла 1,75 кг/т, а Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> в роли подавителя 0,50 кг/т.

Autori: dipl.inž. Miomir Čeh, dipl.inž. Branko Mihailović i tehn. Slobodan Jerević, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.

Recenzent: dr inž. M.Jošić, Rudarski institut, Beograd.

## Ventilacija i tehnička zaštita

### ZAGAĐENOST VAZDUHA U OKOLINI FABRIKE ZA PROIZVODNju KREĆA I KAMENA

(sa 5 slika)

Dipl.inž. Dušanka Stojasavljević

#### UVOD

Emitujući znatne količine otpadnih gasova višekomponentnih materija, veoma štetnih za čoveka i njegovu okolinu, industrija opasno ugrožava naselja u čijoj blizini je locirana. Ove ekshalacije su, uglavnom, produkti procesa koji se odvijaju u toj industriji – najčešće sagorevanja.

Veliki uticaj na zagađenost vazduha, pored industrijskih procesa, imaju intenzivan saobraćaj, koji je u sve većoj ekspanziji, i postojanje individualnih ložišta.

Osnovni cilj merenja stepena imisije su mere za zaštitu vazduha od daljeg zagađivanja, koje se sastoje od ugradnje odgovarajućih uređaja za prečišćavanje otpadnih gasova i odgovarajućih korekcija tehnološkog procesa.

Kod sprovođenja kontrole stepena imisije, osnovni problemi koje treba rešiti pre početka rada su:

- određivanje vrsta štetnih materija koje se mogu očekivati na ispitivanom području
- određivanje gustine i lokacije mernih mesta i
- organizovanje praćenja meteoroloških parametara.

Osnovne materije koje emituju u vazduh industrija i drugi izvori, a koje su predmet ovog

rada, su: sumpordioksid, ugljenmonoksid, azotni oksidi, sumporvodonik, lebdeće i aerosedimentne materije.

Osnova za postavljanje odgovarajućeg broja mernih mesta i programa merenja je emisija koja potiče, uglavnom, iz procesa proizvodnje kreća. Broj mernih mesta i njihove lokacije određeni su putem slobodnog izbora, a na osnovu pretpostavke o mogućnosti pojave maksimalne zagađenosti. S obzirom da cilj ispitivanja nije bio određivanje prostornog rasporeda zagađenosti, već informacija o stanju na ispitivanim mestima i u ispitivanom vremenskom periodu, izvršen je i ovakav izbor broja i rasporeda mernih tačaka.

Uticaj meteoroloških faktora na stanje zagađenosti vazduha je veoma velik. Osnovni parametri ovog uticaja su pravac i brzina vetra, temperatura i relativna vlažnost vazduha, padavine, zračenje sunca i oblačnost.

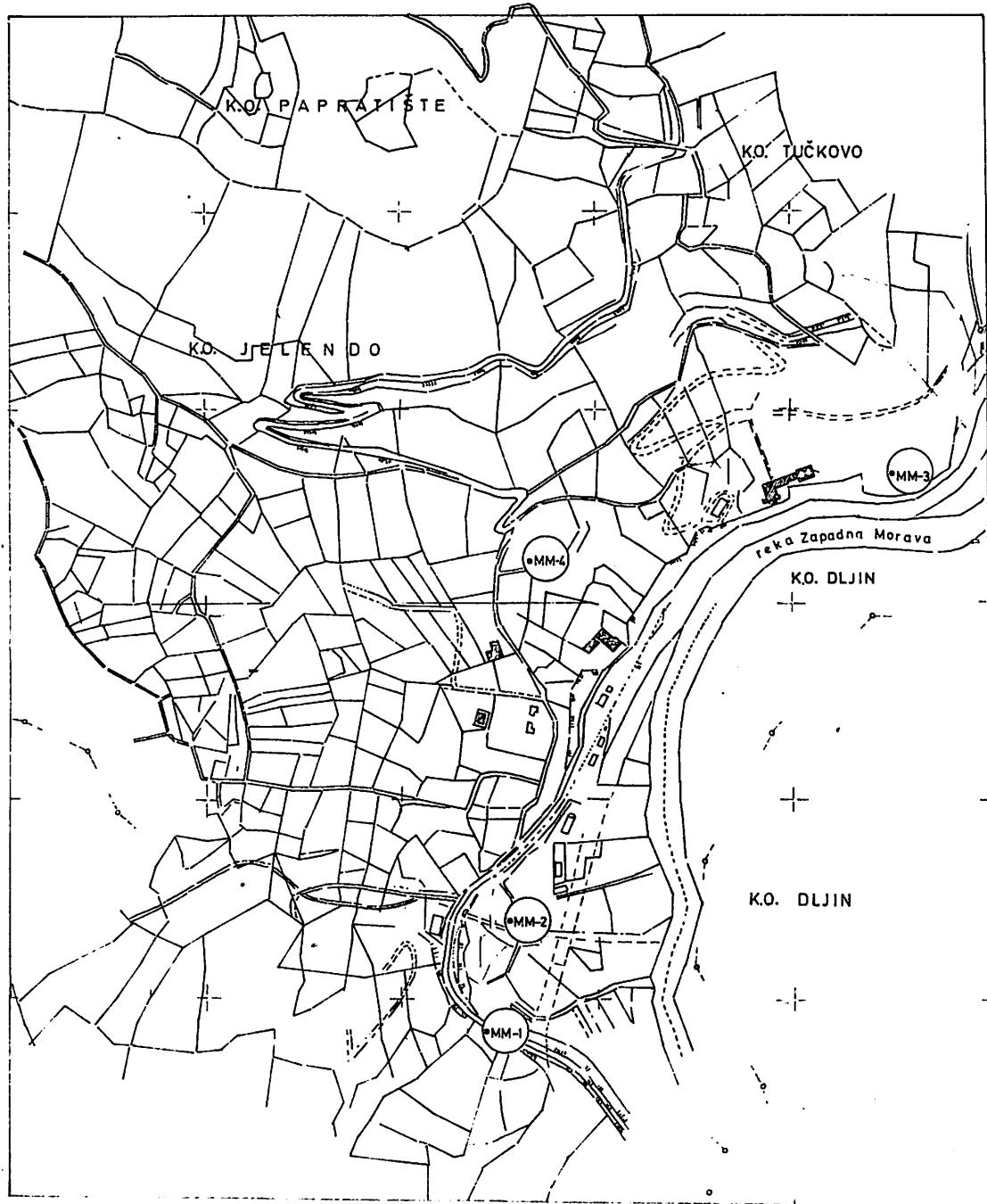
Poznato je, da opšti meteorološki uslovi, koji povoljno utiču na povećanje koncentracije štetnih materija u vazduhu, javljaju u anticiklonskim vremenskim situacijama koje karakteriše izrazito stabilna stratifikacija u prizemnom sloju i slab veter. Međutim, što je veća turbulencija u atmosferi, to je veće raznošenje zagađivača vazduha. Prema tome, veličina koncentracija štetnih materija u vazduhu je funkcija horizontalne i vertikalne disperzije, koja zavisi od brzine i pravca vetra.

Meteorološki uslovi koji pogoduju stvaranju

visokih koncentracija zagađivača vazduha prisutni su u našoj zemlji tokom cele godine u ranim jutarnjim časovima, a skoro su svakodnevna pojava od septembra do marta ili aprila. To važi naročito

za kotline i rečne doline, tj. za lokaciju na kojoj su vršena ova merenja.

Merenja meteoroloških parametara za potre-



Sl. 1 — Plan K.O. Jelen Do.

be ovih ispitivanja nisu posebno organizovana, već su korišćeni podaci klimatoloških osmatranja stanice Republičkog hidrometeorološkog zavoda SRS u Požegi.

### Merenja zagađenosti vazduha

Merenje stanja zagađenosti vazduha vršeno je u naselju, u neposrednoj okolini industrije za proizvodnju kreča i kamena, na četiri merna mesta, čiji je položaj dat na situaciji (sl. 1). Izbor mernih mesta i lokacija izvršen je, kako je već ranije navedeno. Merenja se odnose na određivanje sumpordioksida i lebdećih materija i čadi, kontinualno u toku dvadeset četiri časa, vršena u toku jednog meseca sa učestalošću jedanput u toku sedmice. Pored toga, vršeno je i određivanje sedimentnih materija, kontinualno u toku trideset dana.

Korišćene metode pri ovim merenjima su one, koje se danas kod nas i u svetu najčešće primenjuju za ovakvu vrstu ispitivanja, što omogućava poređenje rezultata dobijenih na raznim područjima. Pored toga u jednom periodu merenja sumpordioksida od mesec dana, primenjene su dve različite metodologije, acidimetrijska i metoda merenja elektroprovodljivosti, i ostvarena mogućnost upoređivanja nađenih vrednosti.

### Rezultati merenja

#### Sedimentne materije

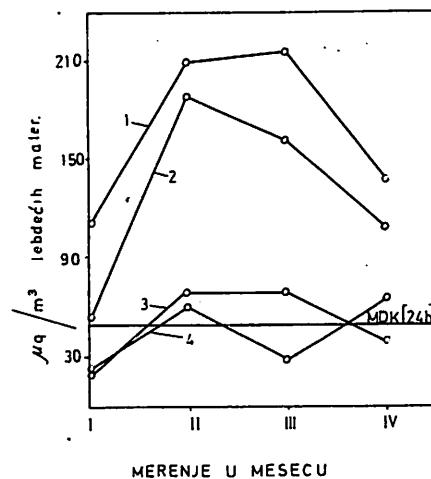
Merenja sedimentnih materija izvršena su na četiri merna mesta u kontinualnom trajanju dva puta po trideset dana u junu 1977. god. i martu 1978. god. Rezultati merenja prikazani su u tablici 1.

#### Sadržaj sedimentnih materija

Tablica 1

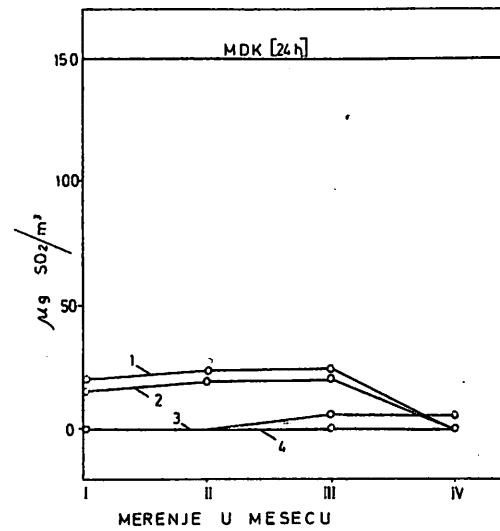
Merno mesto br.	Sedimentne materije, juni 1977.god.	mg/m <sup>2</sup> /dan mart 1978.god.
MM-1	835	688
MM-2	556	757
MM-3	487	443
MM-4	556	367

Količine sedimentnih materija koje su prikazane u tablici 1 veće su od maksimalno dopuštenih, propisanih zakonom o zaštiti vazduha od zagađivanja, koje iznose 300 mg/m<sup>2</sup>/dan.



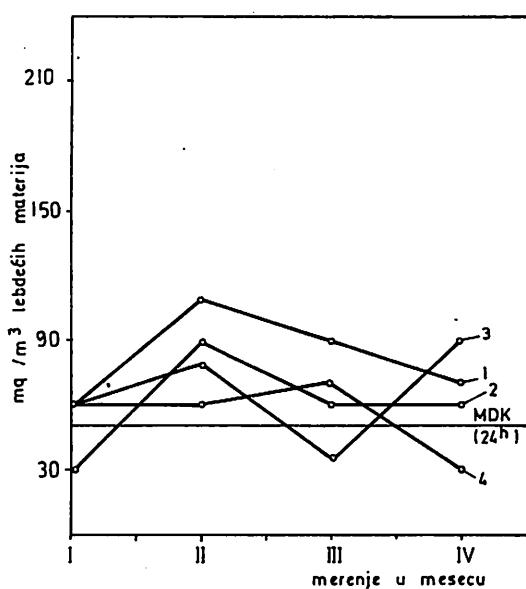
Sl. 2 – Kretanje srednjih dnevnih koncentracija lebdećih materija u toku meseca po mernim mestima

- Kriva 1 – merno mesto br. 1
- Kriva 2 – merno mesto br. 2
- Kriva 3 – merno mesto br. 3
- Kriva 4 – merno mesto br. 4.



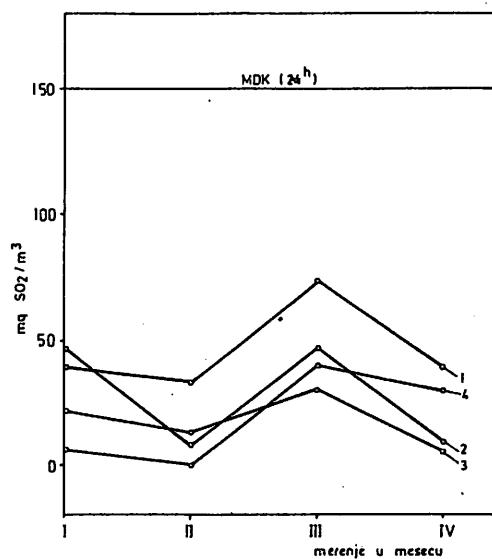
Sl. 3 – Kretanje srednjih dnevnih koncentracija sumpordioksida u toku meseca po mernim mestima

- Kriva 1 – merno mesto br. 1
- Kriva 2 – merno mesto br. 2
- Kriva 3 – merno mesto br. 3
- Kriva 4 – merno mesto br. 4



Sl. 4 – Kretanje srednjih dnevnih koncentracija lebdećih materija u toku meseca po mernim mestima

- Kriva 1 – merno mesto br. 1
- Kriva 2 – merno mesto br. 2
- Kriva 3 – merno mesto br. 3
- Kriva 4 – merno mesto br. 4



Sl. 5 – Kretanje srednjih dnevnih koncentracija sumpordioksida u toku meseca po mernim mestima

- Kriva 1 – merno mesto br. 1
- Kriva 2 – merno mesto br. 2
- Kriva 3 – merno mesto br. 3
- Kriva 4 – merno mesto br. 4

### Lebdeće materije i čad

Ispitivanje lebdećih materija vršeno je, takođe, na četiri merna mesta u naznačenim vremenskim periodima – dva puta po jedan mesec, jedanput nedeljno, kontinualno u toku dvadeset četiri časa. Nađene vrednosti za sadržaj lebdećih materija i čadi prikazane su za oba ispitivana vremenska perioda u tablici 2.

Na osnovu vrednosti za sadržaj lebdećih materija, iznetih u tablici 2, na dijagramima sl. 2 i 4 prikazano je krštanje njihovih sadržaja u toku ispitivanog perioda – dva puta po mesec dana.

### Sadržaj lebdećih materija i čadi

Tablica 2

Merno mesto br.	Nedelja ispitivanja u mesecu	Srednje dnevne koncentracije mg/m <sup>3</sup>	
		juni 1977.god.	mart 1978. god.
MM-1	prva	0,11	0,06
	druga	0,20	0,11
	treća	0,21	0,09
	četvrta	0,14	0,07
MM-2	prva	0,05	0,03
	druga	0,10	0,09
	treća	0,16	0,06
	četvrta	0,11	0,06
MM-3	prva	0,02	0,06
	druga	0,06	0,08
	treća	0,07	0,04
	četvrta	0,07	0,09
MM-4	prva	0,02	0,06
	druga	0,07	0,06
	treća	0,03	0,07
	četvrta	0,07	0,03

Podaci za nađene koncentracije lebdećih materija, prikazani u tablici 2, pokazuju, da količine lebdećih materija u toku ispitivanog perioda na sva četiri merna mesta stalno ili povremeno prelaze maksimalno dopuštene koncentracije od  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  propisane Zakonom o zaštiti od zagađivanja vazduha.

### Sumpordioksid

Praćenje sadržaja sumpordioksida u atmosferskom vazduhu vršeno je uzimanjem dvadeset-

četvoročasovnih uzoraka u toku ispitivanog perioda na četiri merna mesta, a jedanput u toku nedelje. Primjenjena acidimetrijska metoda povremeno je poređena u toku zimskog perioda ispitivanja sa rezultatima dobijenim na osnovu merenja elektroprovodljivosti.

Nađene vrednosti za sadržaj sumpordioksida na ispitivanim mernim mestima u ispitivanom vremenskom periodu od dva puta po jedan mesec, date su u tablici 3, a na osnovu njih je na slikama 3 i 5 grafički prikazano kretanje koncentracije sumpordioksida u toku ispitivanog perioda na svakom mernom mestu.

Dobijeni rezultati određivanja sadržaja sumpordioksida, koji su dati u tablici 3 i grafički prikazani na dijagramima (slike 3 i 5) pokazuju da su sve vrednosti ispod maksimalno dopuštenih od  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### Meteorološki uslovi

Za dane u kojima su izvršena kontinualna dvadesetčetvoročasovna merenja koncentracija lebdećih materija i čađi, sumpordioksida, prema

Sadržaj sumpordioksida

Tablica 3

Merno mesto br.ispit.	Nedelja u mesecu	Srednje dnevne koncentracije, mg/m <sup>3</sup>	
		juni 1977.god.	mart 1978.god.
MM-1	prva	0,02	0,04
	druga	0,02	0,03
	treća	0,02	0,07
	četvrta	0,00	0,05
MM-2	prva	0,01	0,05
	druga	0,02	0,08
	treća	0,02	0,05
	četvrta	0,00	0,01
MM-3	prva	0,00	0,02
	druga	0,00	0,02
	treća	0,01	0,03
	četvrta	0,01	0,01
MM-4	prva	0,00	0,01
	druga	0,00	0,00
	treća	0,00	0,04
	četvrta	0,00	0,03

klimatološkim osmatranjima stanice Republičkog hidrometeorološkog zavoda u Užičkoj Požegi, podaci o temperaturi i pritisku vazduha, kao i

Tablica 4

Dan ispitivanja	Srednji vazdušni pritisak mm Hg	Srednja temperatura vazduha <sup>o</sup> C	V e t a r časovne vrednosti					
			7	14	21	7	14	21
24.V– 25.V 1977.	738,7– 735,9	13,2– 13,8	SW– NE	SW– NNW	N– N	2– 1	2– 1	1– 1
31.V– 1.VI 1977.	733,4– 738,3	15,1– 10,7	NW– N	SE– NW	N– WSW	1– 4	7– 2	1– 2
7.VI– 8.VI 1977.	734,1– 736,6	16,5– 17,4	W– S	NNE– N	NNW– W	1– 1	2– 1	2– 1
12.VI– 13.VI 1977.	732,6– 732,7	19,2– 20,9	SE– –	NW– NE	NW– NNW	1– 0	1– 2	1– 2
8.III– 9.III 1978.	735,9– 734,8	4,7– 4,9	NW– NNW	SSE– SSW	WNW– SSW	2– N	2– 1	1– 2
14.III– 15.III 1978.	736,8– 733,3	6,0– 9,2	– ESE	S– SSE	WNW– WNW	0– 1	2– 2	1– 2
23.III– 24.III 1978.	734,1– 725,6	2,9– 4,1	NW– WSW	NNE– E	NW– W	1– 2	4– 2	1– 2
30.III– 31.III 1978.	733,9– 731,4	10,0– 10,9	WNW– NW	E– ENE	NW– ESE	1– 2	2– 2	2– 1

pravcu i brzini vетра, prikazani su u tablici 4, а rezultati merenja se odnose na date meteorološke uslove.

#### Zaključak

Na osnovu poređenja vrednosti sadržaja sedimentnih materija, lebdećih materija i sumpordioksida sa maksimalno dopuštenim, nađen je procenat vrednosti koje prelaze maksimalno dopuštene, što je prikazano u tablici 5. Pored toga, u tablici su date i maksimalno dobijene vrednosti za pojedine štetne materije u oba ispitivana vremenska perioda.

ne vrednosti u svim slučajevima ispitivanja, dok kod lebdećih materija od svih dobijenih vrednosti u junu 1977. god. 75% su iznad maksimalno dopuštenih, a u martu 1978. god. 81%. Sve vrednosti dobijene prilikom merenja sumpordioksida nalaze se u oblasti maksimalno dopuštenih koncentracija.

Utvrđene koncentracije ispitivanih zagađivača vazduha u okolnom naselju fabrike kreča i kamena ne potiču samo iz tehnološkog procesa fabrike. Uticaj intenzivnog međugradskog i lokalnog saobraćaja veoma je znatan. Ispitivanja koja se odnose na određivanje veličine udela pojedinih izvora zagađivača vazduha, na stepen zagađenosti, kao i uticaj meteoroloških uslova, a u odnosu na

Tablica 5

Ispitivana materija	Period ispitivanja	% vrednosti iznad MDK	Maksimalne vrednosti	Maksimalno dopuštene vrednosti (MDK)
Sedimentne materije, mg/m <sup>2</sup> /dan	juni 1977.god. mart 1978. god.	100 100	835 757	300
Lebdeće materije i čad, mg/m <sup>3</sup>	juni 1977.god. mart 1978.god.	75 81	0,21 0,11	0,05
Sumpordioksid, mg/m <sup>3</sup>	juni 1977.god. mart 1978.god.	φ φ	0,02 0,07	0,15

Podaci iz tablice 5 pokazuju da koncentracije sedimentnih materija prelaze maksimalno dopušte-

dući vremenski period merenja imisije, biće predmet naših budućih ispitivanja.

#### SUMMARY

##### Air Pollution in the Surrounding of Lime and Stone Plants

Results are presented for the control of air pollution in the immediate surroundings of a lime and stone plant. Tests were completed over two one month periods in June 1977 and March 1978.

The tests included determinations of sediment materials, soot and suspended – flying particulates and sulphur dioxide. Sediment materials were determined continuously over a month period, and sulphur dioxide and flying particulates and soot from 24 hour continuous samples.

Standard British methods were used for testing sediment materials, soot and fly particulates, while the sulphur dioxide was determined by electrical conductivity measurements.

Data is also given for meteorological conditions during the investigations, covering wind speed and direction, air temperature and barometric pressure.

The obtained results of stated pollutants determinations were evaluated on the basis of the Act for protection against air pollution.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Die Luftverschmutzung in der Umgebung der Fabrik zur Erzeugung von Kalkstein und Branntkalk

Es wurden die Kontrollergebnisse der Luftverschmutzung in der unmittelbaren Nähe der Fabrik zur Branntkalkerzeugung und Kalksteingewinnung dargelegt. Die Untersuchungen wurden in zwei Perioden von je einem Monat, im Juni 1977 und März 1978, durchgeführt.

Die Untersuchungen wurden durch Bestimmung der Feststoffablagerung der Russmengen und der Flugstäube und des Schwefeldioxids ausgeführt. Die Ablagerungsstoffe wurden kontinuierlich während Zeitdauer von einem Monat und Schwefeldioxid und Flugstoffe und Russ aus kontinuierlichen 24-stündigen Proben bestimmt.

Zur Bestimmung wurden englische Standardmethoden für Ablagerungsstoffe, Russ und Flugstoffe eingesetzt, während Schwefeldioxid durch elektrische Leitfähigkeit gemessen wurde. Es wurden Daten über meteorologische Verhältnisse während der Untersuchung, die Windgeschwindigkeit und -richtung erfasst haben, Lufttemperatur und Barometerstand, angegeben.

Die Einschätzung der erhaltenen Ergebnisse zur Bestimmung der angeführten Luftverunreiniger wurde auf Grund des Gesetzes zum Schutz gegen Luftverschmutzung gebracht.

## РЕЗЮМЕ

### Загрязненность воздуха в окрестностях фабрики для производства извести и камня

Излагаются результаты контроля загрязненности воздуха в непосредственных окрестностях фабрики для производства извести и камня. Исследования проводились два раза длительностью одного месяца для каждого раза, первый раз в июне 1977 г. и второй в марте 1978 г.

Исследования проводились при помощи определения осадочных веществ, сажи, взвешенных веществ и двуокиси серы. Осадочные вещества измерялись непрерывно в течение одного месяца, а двуокись серы, взвешенные вещества и сажа определялись при помощи непрерывного суточного отбора проб.

При исследовании были использованы английские стандартные методы для определения осадочных веществ, сажи и взвешенных веществ, а двуокись серы определялась измерением электрической проводимости.

Приводятся данные о метеорологических условиях, сопровождающих исследования, охватывающие скорость и направление ветра, температуру воздуха и барометрическое давление. Оценка результатов определения элементов загрязнения воздуха проведена на основании закона о защите воздуха от загрязнения.

## Literatura

1. Zakon o izmenama i dopunama zakona o zaštiti od zagađivanja vazduha. — „Sl. glasnik SRS”, br. 31/77.
2. Elaborat o merenju nekih zagađivača vazduha u okolini Fabrike za proizvodnju kreča i kamena, Jelen Do, 1977.
3. Elaborat o merenju nekih zagađivača vazduha u okolini Fabrike za proizvodnju kreča i kamena, Jelen Do, 1978.
4. Đorđević N. 1974: Meteorološki uslovi važni za uzimanje uzorka zagađenog vazduha. — Zbornik referata savetovanja „Metode i metodologija ispitivanja zagađenosti vazduha”, 35—42.

Autor: dipl.inž. Dušanka Stojavljević, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. A. Ćurčić, Rudarski institut, Beograd

# Projektovanje i konstruisanje

## PRIKAZ KONSTRUKCIJE, PRORAČUNA I IZVOĐENJA NADZEMNIH ZGUŠNJIVAČA U FLOTACIJI RUDNIKA STARI TRG – „TREPČA”

(sa 8 slika)

Dipl.inž. Miloš Pribičević – dipl.inž. Miroslava Petrović

### Uvod

U tehnologiji prerađe mineralnih sirovina (fotacijama) redovno, kao proces koji prethodi filtriranju, postoji zgušnjivanje koncentrata. U tu svrhu, za smeštaj pripadajuće opreme i samog koncentrata, projektuju se i grade zgušnjivači čija konstrukcija u principu može biti armirano-betonska ili čelična.

Ako se radi o betonskim zgušnjivačima, onda su oni u celosti betonski, a ako su čelični, onda je to najčešće kombinacija gde je postolje betonsko, a sam cilindar zgušnjivača čelični.

Bez obzira na vrstu konstrukcije, svi su kružnog oblika, što je posledica zahtevanog tehnološkog procesa u samom zgušnjivaču, odnosno posledica kružnog kretanja opreme (grabulja) u zgušnjivaču, kao i međusobnog odnosa opreme i zidova zgušnjivača.

Takođe, kada je reč o konstrukciji zgušnjivača, oni mogu biti ukopani, ležeći i nadzemni. Najčešće se primenjuju ležeći zgušnjivači, gde god je to tehnološki moguće, jer su oni najpraktičniji i najekonomičniji. Međutim, često su tehnološki i terenski uslovi takvi da je potrebno raditi nadzemne zgušnjivače, što je i ovde bio slučaj. U nastavku se daje kraći prikaz projektovanja i građenja nadzemnih zgušnjivača u Starom Trgu.

### Opis konstrukcije

Kod nadzemnih zgušnjivača do sada su se najčešće primenjivale konstrukcije koje leže na sistemu stubova i greda (roštilju). Zbog velikih opterećenja ovaj roštilj je gust sa mnogo stubova, što čini konstrukciju neprikladnom i uprošćenom.

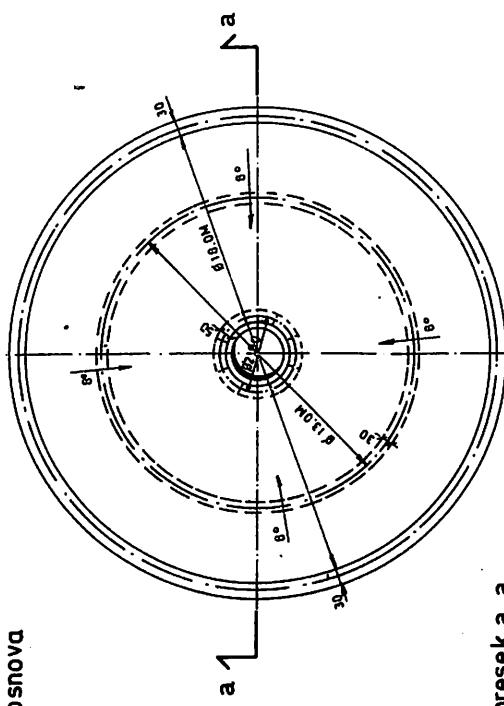
Zgušnjivači u Starom Trgu spadaju u red ređe primenjivanih, kada je reč o njihovoj građevinskoj konstrukciji. S obzirom na relativno veliku visinu iznad zemlje, pomenuti sistemi roštilja i stubova nisu bili pogodni i konstruisani su zgušnjivači u obliku „čaše“ (sl. 1). Gornji, tehnološki deo, u kome stoje „grabulje“, je diktiran i izведен tačno prema tehnološkim zahtevima. Donji deo konstruisan je u vidu dva oslonička prstena, od kojih je spoljni – zid, a unutrašnji gredni prsten na zidovima. Spoljni, zidni prsten ujedno ograničava prostor i formira halu za smeštaj pripadajuće opreme ispod zgušnjivača.

Fundiranje je na kružnoj ploči ispod koje je rađena stabilizacija tla i tampon od šljunka, što je bio zahtev geomehanike, s obzirom na relativno loše osobine tla za fundiranje.

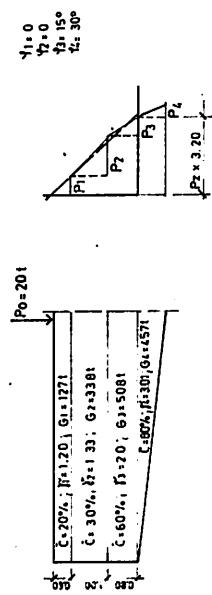
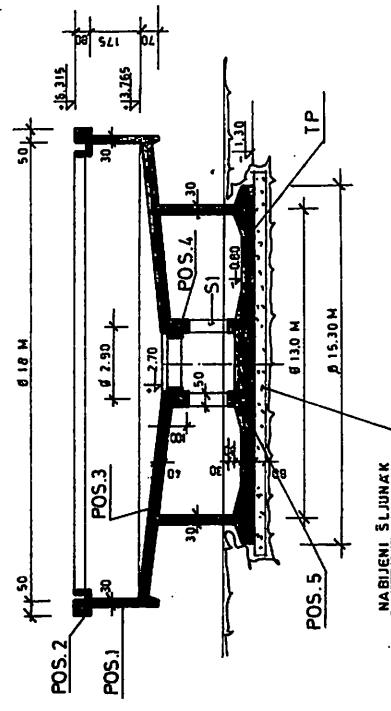
### Način proračuna

Proračun konstrukcije je, takođe, speci-

**osnova**

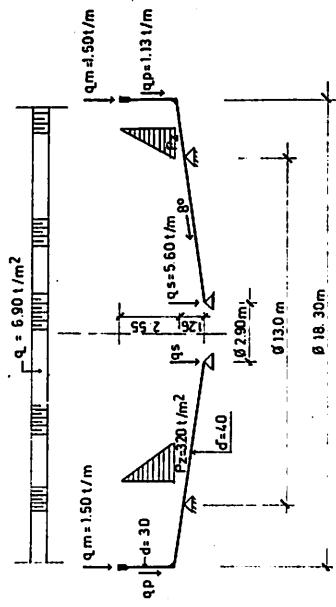


**presek a-a**



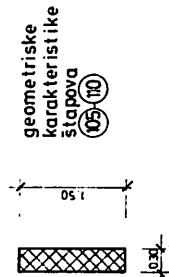
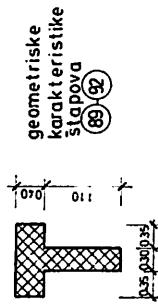
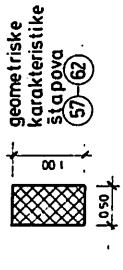
**Sl. 2 – Uvođenje stvarnog opterećenja**

**statička šema nosača i konačnog opterećenja**

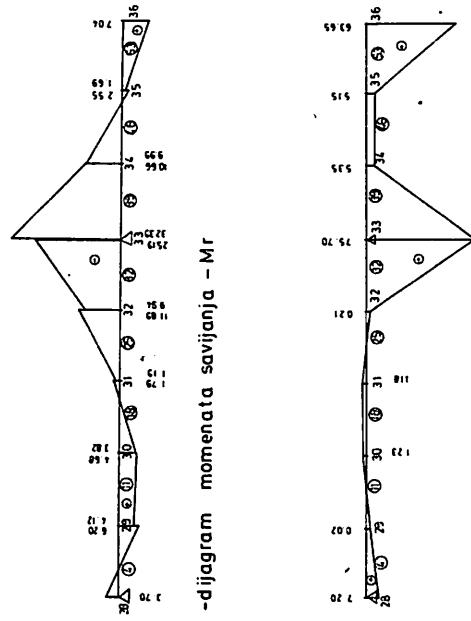


**Sl. 1 – Konstrukcija zgušnjivača**

**Sl. 3 – Ukupno opterećenje**

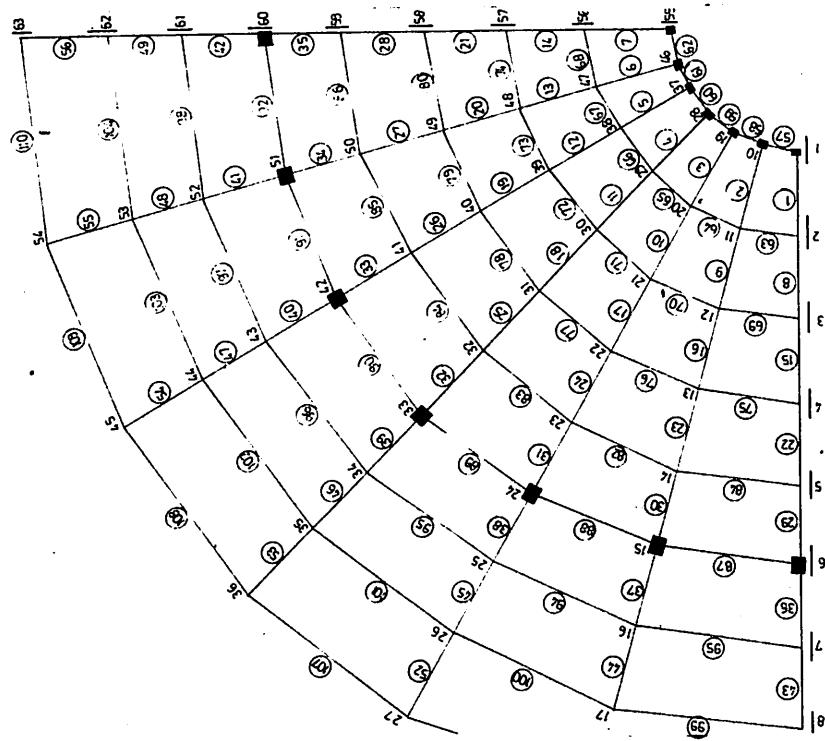


Sl. 5 – Karakteristike štapova



- dijagram momenata savijanja -  $M_r$

Sl. 6 – Dijagrami momenta

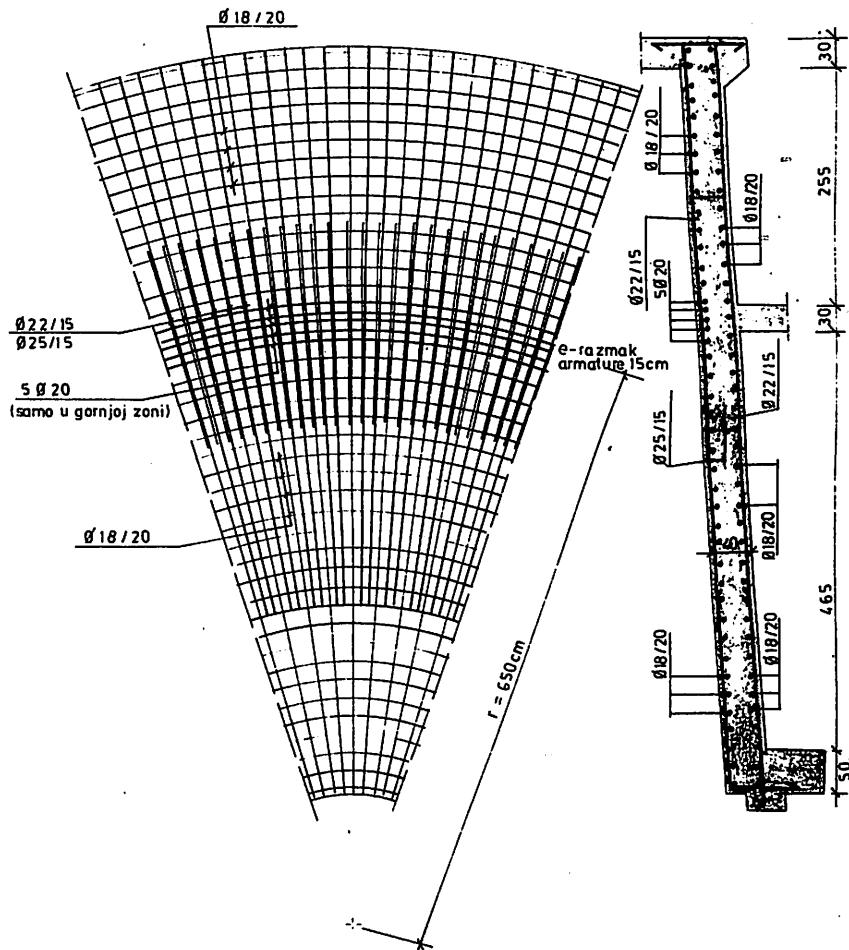


fičan za ovakve objekte. Primenom odgovarajućih računara većeg kapaciteta bilo je moguće usvojiti i primeniti metode proračuna koje su znatno komplikovanije, ali tačnije od uobičajenih, a ređe su se do sada primenjivale, jer je svako drugo računanje, osim računarima, vrlo teško i sporo. Takođe, ubrzanjem računa računarom, bilo je moguće da se i opterećenja uvode tačno onako kako deluju, bez većih uprošćenja, što je inače slučaj (sl. 2 i 3).

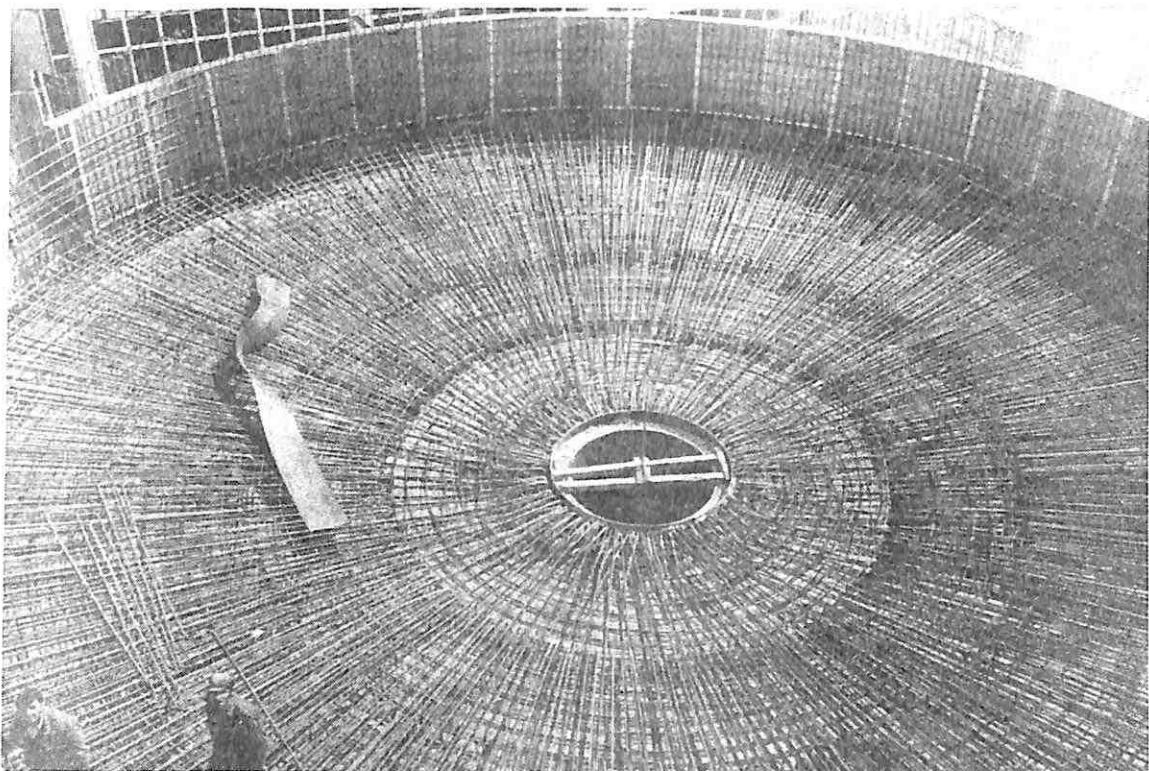
Ceo gornji deo računat je zajedno (bez razlaganja elemenata), uključujući međusobne uticaje prstena i ploče, kao elastično spojenih

elemenata, uzimajući u račun i sve uslove deformacije. Usvojena metoda je — metoda konačnih razlika (ovde treba razlikovati pomenutu metodu od metode konačnih elemenata, koja je sasvim drukčija), gde je cela površina podeljena na sistem štapova (delova konstrukcije) sa svojim karakteristikama (sl. 4). Tako su npr. štapovi u ploči sasvim različiti od štapova na delu prstenova i cilindra. Geometrijske karakteristike pojedinih tipova konstrukcije prikazane su na sl. 5.

S obzirom na način usvajanja elemenata dolazi do izvesnih razlika u veličinama statičkih uticaja za istu tačku kod pripadajućih štapova (sl.



Sl. 7 – Prikaz armiranja (armiranje kružne ploče)



Sl. 8 – Fotografija postavljene armature ploče.

6). Ovo je neminovno, jer bi za eliminaciju tih razlika i dobijanje kontinualnih linija dijagrama trebalo uzeti beskonačno mnogo tačaka što je, naravno, nemoguće. Gustina mreže usvaja se prema željenoj tačnosti dovoljnoj za praksu. Inače, u praksi, vrednosti uticaja u pojedinim tačkama uzimaju se ili veće ili srednje vrednosti.

Prema dijagramima momenata (sl. 6) sračunata je armatura, koja je u principu radikalna i prstenasta u obe zone (sl. 7 i 8)

Donja, temeljna ploča računata je, takođe, po istom principu s tim što je tu uveden i uticaj elastičnih osobina podlove (dat kroz koeficijent ravnomernog elastičnog sabijanja podlove).

#### Način izvođenja

Izvođenje je nešto komplikovanije od uobičajenog. Deo konstrukcije do gornjeg rezervoara je normalan rad bez posebnih teškoća, osim što se radi o kružnim elementima.

Veća pažnja poklonjena je izvođenju gornjeg rezervoara (ploče i cilindra). Usvojen je sistem neprekidnog rada, s tim što je stvarni prekid samo na spoju između ploče i cilindra. S obzirom da je zahtevana izuzetna tačnost i istovremena obrada (glazura) pri betoniranju, spravljan je beton sa dodacima za usporavanje stvrđivanja betona. Beton je inače vodonepropusn. Zbog prekida rada na spoju između ploče i cilindra postojala je opasnost pojave finih prslina i prodora vode. Zbog toga je na spajnom delu ugrađen tanak čelični lim koji se zavlači u ploču i zid, čime se pomenuti ugao obezbeđuje od prodora vode.

Recepturu za vodonepropusni beton daje posebna institucija za ispitivanje materijala (kao alternativa dato je i rešenje primenom „EPOXY” smola što je takođe efikasno).

Cela konstrukcija rađena je u kliznoj metalnoj oplati sa ubacivanjem rebara radi razbijanja velikih ravnih površina, tako da je postignut i solidan estetski efekat.

## SUMMARY

### **Outline of the Construction, Calculation and Erection of Surface Thickeners in Mine Stari Trg Flotation Plant – Trepča**

Construction of surface thickeners are frequently adapted to calculation on possibilities and subsequently simplified for the purpose of easier computation.

Application of computers with ever increasing capacities lends the possibility of using modern constructions with complex calculations.

The paper presents a less frequently applied construction of this kind and a modern computer aided calculation of the construction.

## ZUSAMMENFASSUNG

### **Darstellung der Konstruktion, Berechnung und der Ausführung des Übertage-Flotationseindickers der Grube Stari Trg – Trepča**

Die Konstruktion der Übertage – Eindicker werden oft den Berechnungsmöglichkeiten angepasst und erst zwecks leichterer Berechnung vereinfacht.

Durch den Einsatz von Rechenanlagen immer grösserer Leistungsfähigkeit, können zeitgemässere Konstruktionen mit komplexen Berechnungen verwendet werden.

Hier wurde die Darstellung einer solchen seltener angewendeten Konstruktion, sowie zeitgemässer Berechnungsweise derselben, unter maximaler Rechnerverwendung, gegeben.

## РЕЗЮМЕ

### **Описание конструкции, расчёта и сооружения надземных сгустителей в обогатительной фабрике рудника Стари-Трг — Трепча**

Конструкции надземных сгустителей часто приспособляются возможностям расчёта, а затем упрощаются в целях облегчения расчёта.

Применяя ЭВМ обладающие широкими возможностями, можно пользоваться более современные конструкции требующие сложных расчётов.

В статье дано описание одной такой, реже употребляемой конструкции, а также современный способ её расчёта при максимальном использовании ЭВМ.

## Literatura

1. Materijali Rudarskog instituta—Beograd
2. Materijali Računskog centra Građevinskog fakulteta—Beograd
3. Materijali i isporučioča opreme (SSSR)

Autori: dipl.inž. Miloš Pribičević i dipl.inž. Miroslava Petrović, Zavod za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu, Beograd.

Recenzent: dr inž. B.Kapor, Rudarski institut, Beograd.

## AUTOMATIKA PRIPREME HIDROZASIPA U RUDNIKU TREPČA

(sa 4 slike)

Dipl.inž. Čedomir Stanojlović

### Uvod

Da bi se omogućio transport flotacijske jalovine i njeno korišćenje za zapunjavanje otkopa predviđeno je u rudniku Stari Trg (Trepča) posebno postrojenje koje se (slika 1) sastoji iz sledećih osnovnih elemenata:

— Rezervoari za zasip (pesak) u kojima se obezbeđuje veća gustoća peska pogodnog za repulpiranje i regulacija gustoće po želji i omogućava uskladištenje zasipa dvodnevног rada flotacije. Rezervoari su prečnika 10 m, a visine 15 m uključiv visinu sferičnog dna. Zapremina dva rezervoara iznosi  $2114,8 \text{ m}^3$ , a u njima će se nalaziti, posle ocedivanja, pesak koeficijenta koncentracije  $C_t = 0,7$ , odnosno u sadržaju rezervoara biće čvrste frakcije 70% (težinski), a vode 30% (težinski).

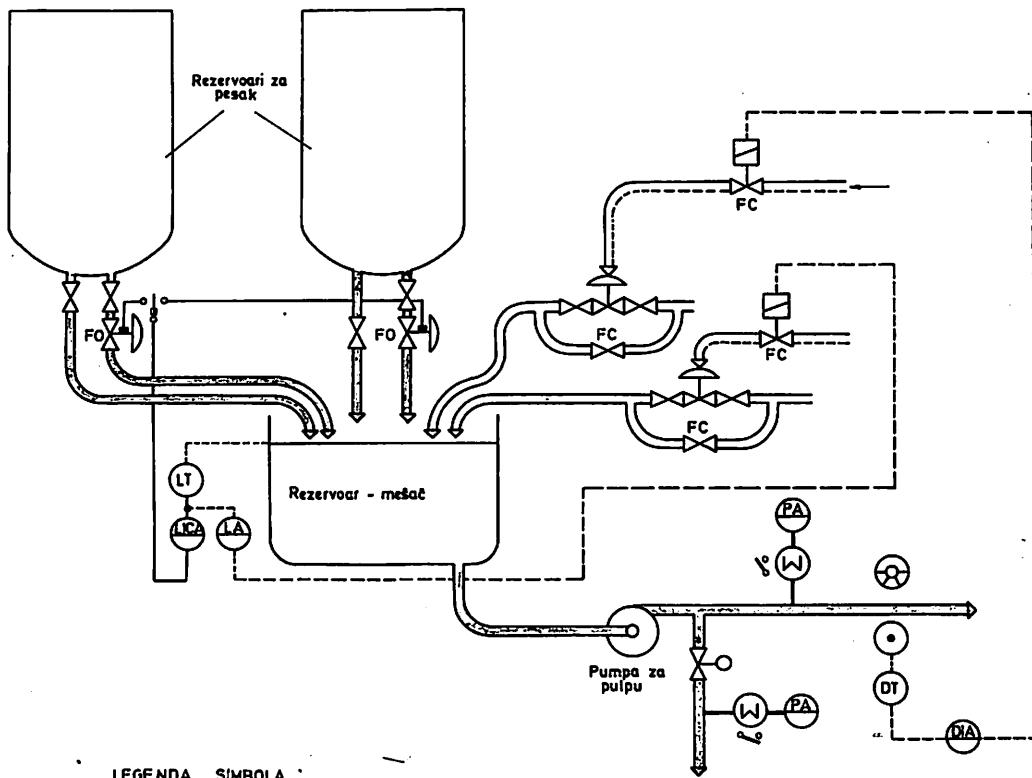
Kako usled nedovoljnog pranja peska pri cikloniraju zaostaje izvesna količina fine frakcije (mulja) u pesku, to pri pražnjenju može doći do lepljenja čestica i zaglavljivanja, pa se zato pre ispuštanja peska iz rezervoara dodaje voda u sferično dno rezervoara. Pri tom pritisak vode, koja se ubacuje u rezervoar, mora da bude viši od hidrostatičkog stuba u rezervoaru kako pesak ne bi probio u dovodne cevi za vodu. Uzima se da pritisak vode bude za oko 30% viši od hidrostatičkog pritiska u rezervoaru, a treba dodati još i pritisak potreban za savladavanje razlike visine između tačke u kojoj se voda ubacuje u rezervoar i mesta na kome se nalazi pumpa za vodu. Cevovodi kroz koje se ubacuje voda na dno rezervoara nisu prikazani na sl. 1, jer nisu obuhvaćeni automatskom.

Posle dodavanja vode na dno rezervoara za pesak (repulpiranja), koncentracija mešavine biće 0,6, pri čemu će u  $1 \text{ m}^3$  mešavine biti čvrste materije 1040 kp, a vode 694 kp. Specifična težina mešavine biće, pri tom,  $1734 \text{ kp/m}^3$ . Proračunom se dobija da je za ostvarenje navedenog odnosa čvrsto/tečno posle repulpiranja, potrebno dodavati 1158 l/min vode, ali je ostavljena mogućnost naknadnog dodavanja vode i u rezervoar-mešać, te je zato usvojeno da se u rezervoar sa peskom dodaje oko 900 l/min vode.

— Rezervoar — mešać ima male dimenzije ( $\phi 3 \times 3 \text{ m}$ ) i u njemu se mešavina homogenizuje i priprema za transport, pri čemu gustoća na ulazu u pumpu za mešavinu (pulpu) treba da bude približno konstantna. Da bi se ovo ostvarilo, meri se gustoća iz pumpe za pulpu, pa se po potrebi dodaje još vode u rezervoar — mešać.

U ovom rezervoaru se automatski održava određeni nivo (količina) pulpe i vrši intenzivno mešanje, jer je kapacitet pumpe za pulpu toliki, da ona može da isprazni rezervoar-mešać za oko 4 minuta. Za isplakivanje cevovoda i pumpe za pulpu, kao i kod startovanja procesa zasipanja, u mešać se posebno dodaje voda, pri čemu kapacitet ovog dodavanja treba da bude jednak zapreminskoj količini transportovanje mešavine.

— Pumpa za mešavinu (pulpu) specijalne je izvedbe (klipno-membranska) i na svom izlazu daje pritisak od  $40 \text{ kp/cm}^2$  i nominalni protok:  $Q = 5,40 \text{ m}^3/\text{min}$ . Svojim pritiskom omogućava protok pulpe na usponskom delu transportnog cevovoda.



LEGENDA SIMBOLA :

(LT)	- Merni pretvarač nivoa	(LA)	- Signalizator nivoa	(FC)	- Regulacioni ventil	(FO)	- Sigurnosni ventil
(ICA)	- Indikator + regulator + signalizator nivoa	(DT)	- Merni pretvarač gustine		- Normalno zatvoren		- Normalno otvoren
(DA)	- Indikator + signalizator gustine	(PA)	- Signalizator pritiska				
(W)	- Membranski kontaktni manometar	(R)	- Radioaktivni izvor		Cevovod sa pulpom		Električni signalni vod
(D)	- Detektor zračenja	(ZV)	- Zaustavni ventil		Cevovod sa vodom		Pneumatski signalni vod
(RV)	- Regulacioni ventil sa pozicionerom	(SV)	- Solenoidni ventil		Vazdušni cevovod		

Sl. 1 — Automatika pripreme pulpe za transport — principijelna šema.

Iza ove pumpe u smeru proticanja postavljen je poseban odvod sa sigurnosnim ventilom radi zaštite pumpe i cevovoda (u slučaju začepljivanja), kroz koji pulpa odlazi u taložnik, a može se i pumpati nazad u rezervoar za pesak. Pumpa i cevovod mogu kratkotrajno da izdrže i pritisak od cca 80 kp/cm<sup>2</sup>, te će sigurnosti ventil biti podešen odnosno predviđen za taj pritisak.

#### Opis rešenja automatike

Iz principijelne šeme automatike, date na sl.

1, može se izvući zaključak kako su rešavani tehnički zahtevi pomenuti u uvodu. Kako se iz te šeme ne mogu sagledati svi detalji rešenja, sledeće objašnjenje poslužiće kao kraći opis rešenja i postignutih rezultata.

U rezervoaru-mešaću pulpe vrši se kontinualno merenje nivoa sa očitavanjem na daljinskom indikatoru ugrađenom u komandnu tablu. Na osnovu zadatog željenog nivoa u tom rezervoaru, automatski se doda manja ili veća količina pulpe iz rezervoara za pesak u cilju održavanja zadatog nivoa.

U principu bi bilo dovoljno da se vrši P(proporcionalno) — regulisanje, ali je usvojena primena PI (proporcionalno-integralnog) regulatora, jer je uobičajeno da se regulatori u toj kombinaciji izrađuju, a ostvaruje se i bolji kvalitet regulisanja.

Regulacioni ventil za pulpu, kao i zaustavni ventili ispred regulacionog ventila i ventili u „by-pass” cevovodu posebne su izvedbe kao tzv. *“pinch-ventili”*. Iz šeme na sl. 1 vidi se da su predviđena dva regulaciona i ukupno četiri zaustavna pinch —ventila, jer se predviđa da se pražnjenje rezervoara za pesak vrši naizmenično, odnosno da se uvek prazni jedan od rezervoara pri čemu se za to vreme vrši punjenje drugog rezervoara za pesak iz procesa flotiranja.

Predviđeno je da se automatski signaliziraju gornji i donji dozvoljeni nivo u rezervoaru—mešaču, koji predstavljaju granične radne vrednosti nivoa. Posebno se signalizira minimalni nivo u ovom rezervoaru koji se smatra kritičnim. Istovremeno sa signalizacijom minimalnog nivoa, automatski se aktivira posebno „on—off” regulaciono kolo i dodaje se voda u rezervoar—mešač kako pumpa za pulpu ne bi počela da radi na suvo. Do ove situacije dolaziće uvek na kraju ciklusa pražnjenja jednog od rezervoara za pesak, odnosno jednom u svakoj smeni. Izuzetno, do toga može doći u slučaju odsustva dotoka pulpe iz rezervoara za pesak koji se prazni usled začepljenja. Navedena signalizacija minimalnog nivoa služi manipulantu kao znak, da je počelo ispiranje pumpe za pulpu i cevovoda, ili da je nužna intervencija na dovodu pulpe iz rezervoara za pesak. Količina vode, koja se dodaje kada dođe do minimalnog nivoa u rezervoaru—mešaču, usaglašena je sa nominalnim kapacitetom pumpe za pulpu. Na izlazu iz pumpe za pulpu, odnosno na početku potisnog cevovoda, meri se gustina pulpe i signalizira gornja dozvoljena granica gustine. U slučaju dostizanja te granične vrednosti gustine pulpe automatski se aktivira drugo „on—off” regulaciono kolo za korekciju gustine i u rezervoar—mešač se doda izvesna količina vode, dovoljna da se izvrši korekcija gustine pulpe u smislu smanjenja gustine. Do ove signalizacije i automatske korekcije normalno dolazi, ako se na dnu rezervoara za pesak ne nalazi dovoljno vode i to je znak manipulantu da treba da poveća količinu vode za repulpiranje.

Do navedenog automatskog dodavanja vode u rezervoar—mešač u cilju korekcije gustine dolazi

pri normalnom radu pumpe za pulpu i otuda ovo dodavanje vode predstavlja poremećaj za već opisano regulaciono kolo nivoa u rezervoaru—mešaču i automatski dolazi do smanjivanja dotoka pulpe iz rezervoara za pesak, odnosno do ubrzanja procesa snižavanja gustine pulpe.

Na izlazu iz pumpe za pulpu meri se pritisak pulpe u cevovodu i signalizira se gornja dozvoljena granica pritiska. Sigurnosni ventil postavljen iza pumpe za pulpu omogućava oticanje pulpe u taložnik u slučaju začepljenja potisnog cevovoda. Pritom se pojavi pritisak (odnosno protok) iza sigurnosnog ventila, u smeru ka taložniku, posebno signalizira.

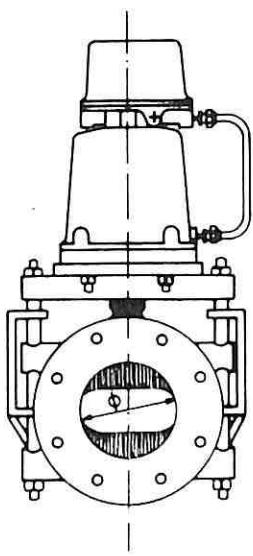
Sve već navedene signalizacije su optičke, ali je moguće da se u slučaju potrebe neke od njih ili sve izvedu i kao zvučne. Rečeno je već da se uvek vrši pražnjenje jednog od rezervoara za pesak, te je dužnost manipulanta da prebacivačem uključi odgovarajući regulacioni ventil za pulpu u regulaciono kolo za nivo u rezervoaru—mešaču, i da otvori potpuno zaustavni pinch—ventil ispred tog regulacionog ventila.

Pokazivači nivoa i gustine, zatim svi elementi za regulisanje (izuzev izvršnih organa) i signalizaciju biće ugrađeni u posebnu kontrolno—komandnu tablu.

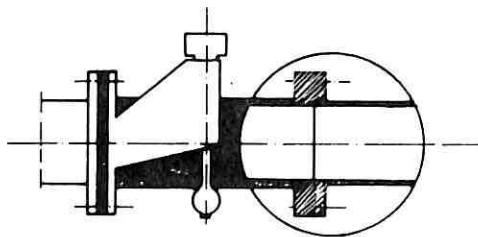
Merenje i signalizacija nivoa u rezervoarima za pesak nisu predviđeni ovim rešenjem, ali je pomenutim automatskim radom vezanim za minimalni nivo u rezervoaru — mešaču obezbeđeno da manipulant bude informisan kada je rezervoar za pesak, čije je pražnjenje u toku, pri kraju pražnjenja. S, druge strane, uočljivi preliv pri punjenju nekog od rezervoara za pesak omogućava manipulantu da pravovremeno prestane sa punjenjem tog rezervoara.

#### Tehničke osobine primjenjenog rešenja

Izbor opreme, sa uticajem na celo tehničko rešenje, bio je uslovjen činjenicom da se radi o pripremi i transportu posebne vrste fluida, mešavine vode i peska (srednji prečnik zrna  $d_n = 2,1 \times 10^{-4}$  m) sa zapreminskom koncentracijom 0,265. Sem cevovoda, koji su posebne vrste, to je zahtevalo i primenu zaustavnih i regulacionih ventila u tzv. pinch—izvedbi.



Sl. 2 – Regulacioni pinch–ventil.



Sl. 3 – Elastični deo pinch–ventila.

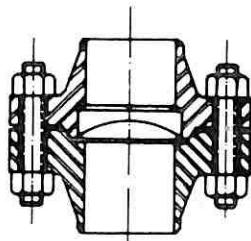
Na sl. 2 prikazan je izgled regulacionog pinch–ventila sa pneumatičkim servo–motorom i pozicionerom, a na sl. 3 elastični deo tog ventila od prirodne gume. Elastični deo, karakterističan za ovu vrstu ventila, nalik je na komad gumenog creva, unutrašnjeg prečnika jednakog prečniku cevovoda, ali se na oba svoja kraja završava prstenovima koji dolaze među prirubnice i služe kao zaptivke. Ovaj elastični deo spojen je na jednom kraju slobodno sa cevovodom, te prima na sebe manje promene dužine cevovoda u koji je ventil ugrađen kao i eventualne vibracije. Pneumatički servo–motor sa pozicioniranjem stepena otvorenosti, odnosno prigušivanja ventila omogućava dobro i jednostavno regulisanje (kontinualno) protoka pulpe.

Pneumatički pogon regulacionog ventila ukazao je na mogućnost da i automatski regulator bude pneumatički, te je takav i izabran i to PI–dejstva, kako je već naglašeno. Za merenje

nivoa u rezervoaru–mešaču izabran je kapacitivni merač sa daljinskim pokazivačem na transmitemer–normalizatoru signala. Bilo je potrebno da se samo izvrši i/p–pretvaranje kako bi se merni signal za regulisanje dobio u obliku standardnog pneumatičkog signala ( $0,2 – 1 \text{ kp/cm}^2$ ).

Merni i regulacioni deo kola zajednički su za oba rezervoara za pesak, a samo su izvršni organi (regulacioni ventili) posebni za svaki od rezervoara. Kako su pinch–regulacioni ventili zbog svoje maloserijske proizvodnje i relativno retke primene srazmerno skupi, to je navedeni izbor ostale opreme za regulaciono kolo nivoa omogućio da ukupna cena bude niža.

Osobine fluida koji se transportuje uslovile su i to, da sigurnosni ventil na izlazu iz pumpe za pulpu mora da bude posebne vrste. Na sl. 4



Sl. 4 – Sigurnosni ventil za pulpu.

prikazan je primenjeni sigurnosni ventil u preseku iz koga se vidi da se zapravo radi o jednoj kalibriranoj kaloti, smeštenoj u posebno kućište, koja se rasprskava pri određenom pritisku i omogućava protok u željenom smeru. Posle svakog rasprskavanja stavlja se nova kalota –sigurnosni ventil u kućište.

Membranski kontaktne manometri, postavljeni na početku potisnog cevovoda i iza sigurnosnog ventila prema taložniku, takođe moraju biti takvi da ne dođe do prodiranja pulpe u mehanizam manometra i začepljivanja. Otuda kontakt ovih manometara sa fluidom preko posebne membrane i sistema punjenog tečnošću za prenos pritiska. Regulacioni ventili za dodavanje vode u rezervoar–mešač normalne su izvedbe, sa membranskim pneumatičkim servo–motorom. Aktiviraju se pomoću malih elektromagnetskih razvodnika.

Merjenje gustine pulpe na početku potisnog

cevovoda vršiće se pomoću radio –izotopskog merača na bazi  $Cs^{137}$  sa primenom poznatog principa merenja preostalog zračenja. Merni pretvarač daje normalizovani strujni signal proporcionalan gustini pulpe. Ovaj se signal indicira na posebnom pokazivaču.

#### SUMMARY

#### Automatic Preparation of Hydrostow in Mine Trepča

For the first time in our country hydrostowing of stopes will be applied in Mine Trepča – Stari Trg. The mixture of water and sand to be used for stowing must have a specific density over the entire period of stowing, i.e. operation of the pump supplying the mixture (pulp) into the pipeline. The paper deals with the measures to be undertaken and briefly describes the method and equipment to be used of maintain the pulp in a state suitable for transport over the entire stowing period.

#### ZUSAMMENFASSUNG Automatik der Aufbereitung des hydraulischen Versatzes in der Grube Trepča

In der Grube Trepča Stari Trg wird bei uns zum ersten Mal der hydraulische Abbauversatz angewandt. Die Wasser – und Sandmischung, mit welcher der Versatz eine bestimmte Dichte während der ganzen Periode des Versetzens haben, muss bzw. des Pumpenbetriebs mit welcher die Trübe in die Druckleitung gepresst wird, besprochen. Im Beitrag werden die Massnahmen behandelt, die zu treffen und kurz das Verfahren beschrieben wird, damit die Trübe in dem Zustand zu erhalten ist, welcher für den Trübetransport während der ganzen Periode des Versetzens entsprechend ist.

#### РЕЗЮМЕ

#### Автоматическая заготовка гидро-закладочного материала в руднике Трепча

В руднике Трепча — Стари Трг будет, впервые у нас, применяться гидравлическая закладка выработанного пространства. Смесь воды и песка, которой будет производиться закладка, должна иметь определенную плотность в течение всего периода закладочных работ, точнее в течение работы насоса для отправки (пульпы) смеси в нагнетательный трубопровод. В статье описаны мероприятия которые будут предприняты и вкратце дано описание метода и оборудования которое будет применяться для поддерживания пульпы в состоянии благоприятствующем для транспортирования в течение всего периода закладочных работ.

#### Literatura

1. Marunić, Đ., Spasojević, Lj., Blažević, Lj., Šumarač, S., 1978: Priprema i transport hidrozasipa i njegova ugradnja u otkope rudnika Trepča. — Rudarski glasnik br. 4/78, Beograd.
2. Stanojlović, Č., 1967: Realizacija integralnog dejstva kod pneumatskih regulatora membranskog tipa. — Hidraulika i pneumatika br. 1/67, Beograd.
3. Mihajlović, M., Stanojlović, Č., 1977: Primena radioizotopskih merača gustine flotacijske pulpe i nivoa rude u bunkerima. — Rudarski glasnik br. 3/77, Beograd.

Autor: dipl.inž. Čedomir Stanojlović, Zavod za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu, Beograd.

Recenzent: dr inž. B.Kapor, Rudarski institut, Beograd.

## DOPRINOS PREVENTIVNOM ODRŽAVANJU MAŠINA U RUDARSKOJ TEHNOLOGIJI

### I deo – Osnovna postavka matematičkog modela (sa 4 slike)

Prof.dr inž. Mirko Perišić

Za razliku od rudarenja početkom ovoga veka, danas se rudarska tehnologija ne može zamisliti bez primene mašina u svim fazama rada: otkopavanja, transporta, odvodnjavanja i sl. Za sve te mašine u podzemnoru i površinskom rudarenju zajednička karakteristika je – vrlo teški i promenljivi radni uslovi. Radi toga se u rudarstvu primjenjuju robusne mašine, proračunate na dinamičke sile sa visokim stepenom sigurnosti. Daljnja karakteristika tih mašina je konstruktivno rešenje koje omogućuje transport i montažu u uslovima neuobičajenim u ostaloj industriji (čak ni u građevinarstvu). To vredi osobito u podzemnoj eksploataciji kod koje neki transportni putevi i montažni prostor iziskuju male gabarite montažnih delova.

Na svim tim mašinama ugrađen je ograničen broj signalnih uređaja za praćenje rada i najavu kvara. Većina ugrađenih postrojenja za kontrolu služe za zaštitu od prekoračenja dozvoljene operacije. Osim toga, servisne službe održavanja rade pod vrlo nepovoljnim uslovima, kadrovski i sa gledišta opremljenosti su neadekvatne u odnosu na dostignut stepen mehanizovanosti. Sve to nas upućuje na traženje rešenja u izboru matematičkog modela za koji je potrebno što manje ulaznih podataka i što više jednostavnosti u aktivnostima održavanja baziranim na rešenjima modela.

Programiranje i optimiranje u oblasti preventivnog održavanja obrađuje izbor i materijalizovan dokaz takve akcije koja je najbolja (optimalna) sa aspekta pouzdanosti sistema ili operativnih troškova (ili dohodovanja). U vezi sa tim koristiće se

modeli sistema koji su pripremljeni tako da nam omogućuju stalno proučavanje preventivnog održavanja. Takav model mora da bude dovoljno kompleksan da može da obuhvati esencijalne karakteristike fenomena koji se studiraju, ali da bude i toliko jednostavan da dozvoli formalni matematički opis procesa koji se studira.

Radi razumevanja modela nužno je precizirati sledeće terminološke pojmove i postavke.

Mogu se razlikovati dve kategorije objekata: sistemi i elementi. Sistem je objekt koji se sastoji od sklopova i elemenata.

U sistemu ili elementu postoji stanje koje nosi naziv „u kvaru“.

Ako sistem ili deo ima posebni instrumentarij koji nas upoznaje sa kvarom, onda se to zove „signal kvara“ ili „signalizacioni sistem“.

Postupak popravke dela koji sledi posle utvrđivanja izvora i mesta kvara zove se hitan remont(*HR*). Preventivnim remontom (*PR*) zove se popravka kojom treba da se poboljšaju radne karakteristike sistema ili dela u toj popravci ne prethodi kvar dela. To podrazumeva zamenu dela koji je istrošen, koji je ostario ali nije u kvaru, a podrazumeva i adustaciju, regulaciju i sl.

Mera, koja se sprovodi na sistemu sa zadatkom da se utvrdi stanje sistema ili dela, zove se inspekcija. Inspekcija daje informaciju da li je

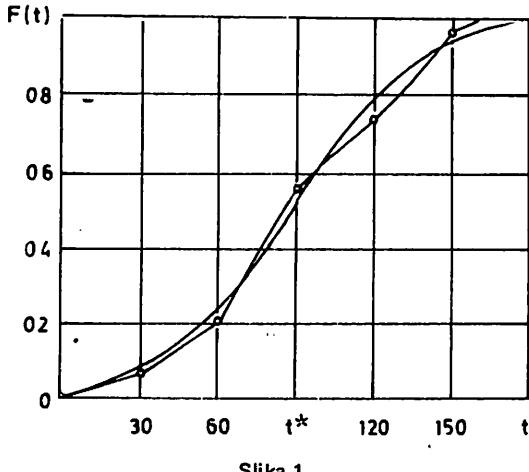
došlo do kvara sistema, kao i proizvodne karakteristike sistema.

Uvek se polazi od toga da se *HR* ili *PR* montira novi deo ili sistem; ako je drukčije, onda to mora da bude naglašeno.

Mere održavanja mogu da budu: prethodno planirane i neplanirane. Neplanirane mere dolaze najčešće posle kvara koji je otkriven instrumentijem za signalizaciju kvara. Poenta je na preventivnom održavanju i to je od najveće važnosti, ali se ne isključuje otkrivanje kvara do kojeg dolazi unutar planskoga remonta. Do toga dolaži, npr., ako se inspekcijom otkrije nesignalizovan kvar u toku planirane akcije.

Mogućnost da se manje plansko vreme akcija ili detalji tih akcija (broj elemenata koji treba zameniti, stepen obnavljanja dela i sl.) osigurava selektivnjem optimalne između više karakteristika.

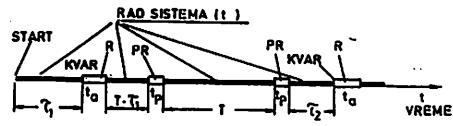
Svaki deo ima svoj vek trajanja koji se naziva radni vek (vreme rada bez zastoja) i prikazuje se funkcijom raspodele radnog veka  $F(t)$  (primer prikazan na sl. 1).



Slika 1

Vreme rada i remonta se deli na operativno vreme ( $t$ ), vreme planskog remonta ( $t_p$ ) i vreme hitnog remonta ( $t_a$ ). Ta vremena sačinjavaju istoriju rada sistema (sl. 2).

Vreme od starta sistema do remonta smatra se periodom zamene ( $T$ ). To vreme se u osnovi menja u cilju da se između više rešenja iznađe ono sa najvećom efikasnošću.

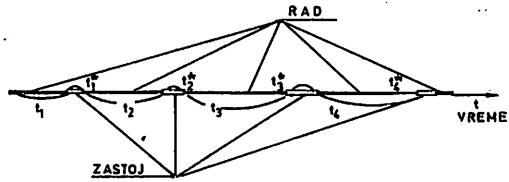


Slika 2

Efikasnost je odnos vremena rada sistema bez kvara te zbira kojeg čini vreme rada sistema i vreme potrebno za izvršenje zamene. Takva efikasnost se zove „koeficijent operativne spremnosti“ (OS)\*.

$$OS = \frac{\text{radno vreme}}{\text{radno vreme} + \text{zastoji (preventivni i bitni)}}$$

U tehničkim sistemima se češće primjenjuju kriterijumi na bazi ekonomskih merila. Polaže se od postavke da za vreme rada bez kvara mašine dolazi do slučajnosnih pojava: *HR*, *PR* i inspekcija, a svaka od tih pojava izaziva gubitke u vremenu ili novcu. Zato se za vreme  $t$  ostvaruje akumuliran slučajnosni gubitak u vremenu ili troškovima  $V_t$ . Radi toga se može postaviti da je *ME* (matematičko očekivanje) vrednosti  $V_t$ ,  $M\{V_t\}$  te da to predstavlja kvantitativnu karakteristiku rada sistema.



Slika 3

Na slici 3 prikazana su vremena rada – bez kvara ( $t_1^*, t_2^* \dots$ ) i vremena zastoja ( $t_1, t_2 \dots$ ) u toku dužeg vremena. Pretpostavimo da imamo dug period „n“ operativnih ciklusa „n“ zastoja, onda je odnos:

$$g_n = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n t_i^*} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i/n}{\sum_{i=1}^n t_i/n + \sum_{i=1}^n t_i^*/n} = \\ = \frac{M\{t_i\}}{M\{t_i\} + M\{t_i^*\}} = OS$$

\*Umesto naziva operativna spremnost (OS) mogla bi se koristiti pogonska spremnost (PS).

Kada je skup  $n \rightarrow 0$  vrednosti u brojitelju i imenitelju teze  $M \{t_i\}$  i  $M \{t_i^*\}$  i  $g_n \rightarrow OS$ , tj. vremenu rada bez kvara.

Prethodna informacija ili ona koja se dobija praćenjem sistema u radu pruža nam mogućnost da poznajemo samo dva stanja: nije u kvaru ili je u kvaru. Tipično za taj oblik preventivnog održavanja je poznavanje funkcije raspodele (*FR*) vremena operativnog rada — bez kvara analiziranog objekta. Preventivno održavanje tog oblika koristi kao ulazne podatke *FR*, kao i vreme koje se utroši za redovni remont.

Često nisu poznati svi podaci funkcije raspodele, već se znaju samo određeni parametri vremena rada — bez kvara kao npr. srednja vrednost i varijacija ili a priori prihvaćena raspodela tog parametra. Kada se znaju samo delimični podaci preporučuju se dva pristupa problemu.

Prvi se zove min i max: najbolje preventivno održavanje podrazumeva preuzimanje „najgoreg“ oblika funkcije raspodele (*FR*) za poznate podatke parametara (srednja vrednost i varijanse) ili momenata.

Drugi pristup nosi naziv *prilagodivi*: kao baza se uzme pretpostavka a priori raspodele vremena parametara i izabere se na osnovu toga inicijalna politika održavanja; vremenom se prikupe podaci za pretpostavljeni parametar, izvrši revizija a priori distribucije i izradi konačna optimalna politika preventivnog održavanja.

Prema mišljenju mnogih autora Semi-Markov proces (*SMP*) se može smatrati za najuspešnije sredstvo primenjivo u svrhu optimalne kontrole nasumičnog procesa. U odnosu na preventivno održavanje korisno je dati detaljnije objašnjenje između konačnog stanja Markovog lanca i *SMP*.

Prepostavimo da imamo događaje koji su međusobno povezani, koje možemo zvati lancem, sa tri stanja. Matrica mogućih promena je

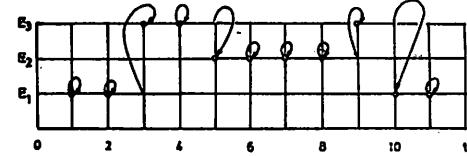
$$\tilde{P} = \begin{vmatrix} \tilde{P}_{11} & \tilde{P}_{12} & \tilde{P}_{13} \\ \tilde{P}_{21} & \tilde{P}_{22} & \tilde{P}_{23} \\ \tilde{P}_{31} & \tilde{P}_{32} & \tilde{P}_{33} \end{vmatrix}$$

Taj lanac može da se smatra kao proces koji se realizuje u toku vremena na sledeći način: pretpostavimo da postoji deo mašine koji u toku vremena može da zauzima tri položaja:  $E_1$ ,  $E_2$  i  $E_3$ . U momentu  $t = \phi$  nalazi se u položaju  $E_1$ . U momentu  $t = 1$  prelazi sa verovatnoćom  $\tilde{P}_{ij}$  u položaj  $E_j$ ; verovatnoća je  $(1 - \tilde{P}_{12} - \tilde{P}_{13})$  da će preći u položaj u kojem je bio  $E_1$ , a to je  $E_{jj} = E_1$ . Analogno tome u vremenu  $t = 2$  pomiciće se sa položaja  $E_j$  u položaj  $E_{j2}$  itd. Kretanje dela prikazano je na slici 3 (a). Kao što se vidi, deo je bio u položaju  $E_1$  tri puta (dva puta je prelazio iz položaja  $E_1$  u  $E_1$ ), dva puta u položaj  $E_3$ , četiri puta u položaju  $E_2$  itd. Pre ili posle deo mašine prelazi iz položaja  $E_i$  u položaj  $E_j$ , kod čega  $j \neq i$  i sa verovatnoćom  $\tilde{P}_{ij}$  i pod pretpostavkom da je  $\tilde{P}_{ij} < 1$ .

Označimo li sa:  $A_{ij} (k)$  sledeći događaj: „Mašinski deo je bio „ $k$ “ vremenskih jedinica u stanju  $E_i$  i onda je prešao u stanje  $E_j, j \neq i$ “.

Onda je verovatnoća toga događaja:

$$P \{ A_{ij} (k) \} = \tilde{P}_{ii}^{k-1} \cdot \tilde{P}_{ij}$$



Slika 3a

Označimo li sa  $A_{ij}$  događaj:

„Mašinski deo prelazi sa stanja  $E_i$  u stanje  $E_j$ “ onda je:

$$A_{ij} = \sum_{k=1}^{\infty} A_{ij} (k) \text{ i verovatnoća događaja:}$$

$$P \{ A_{ij} \} = \sum_{k=1}^{\infty} P \{ A_{ij} (k) \} = \sum_{k=1}^{\infty} \tilde{P}_{ii}^{k-1} \cdot \tilde{P}_{ij}$$

$$\cdot \tilde{P}_{ij} = \frac{\tilde{P}_{ij}}{1 - \tilde{P}_{ii}}$$

Iz formule se vidi da je verovatnoća događaja  $A_{ij}$  jednaka verovatnoći promene jednog koraka izračunata pod uslovom da je isključena promena u početno stanje (množimо sa  $1/(1 - \tilde{P}_{ii})$ ).

Prepostavimo, sada, da je ostvaren događaj  $A_{ij}$  (prelazak iz stanja  $E_i$  u stanje  $E_j$  sa verovatnoćom  $P\{A_{ij}\}$ ). Mašinski deo se zadržao u položaju  $E_1$  slučajnosni broj  $\tau(i,j)$  vremenskih jedinica, a posle toga prelazi na stanje (položaj)  $E_j$ . Sada je od važnosti da se utvrdi raspodela za  $\tau(i,j)$ . U suštini je izračunata verovatnoća događaj  $A_{ij}(k)$  pod uslovom da je došlo do ostvarenja događaj  $A_{ij}$  tako da se može pisati verovatnoća:

$$P\{\tau(i,j) = k\} = P\{A_{ij}(k) | A_{ij}\} = \\ = \frac{P\{A_{ij}(k) \cap A_{ij}\}}{P\{A_{ij}\}} = P\{A_{ij}(k)\} / P\{A_{ij}\}$$

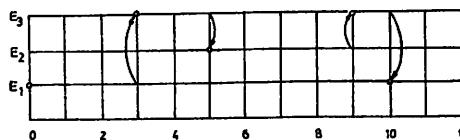
$$P\{\tau(i,j) = k\} = \tilde{p}_{ii}^{k-1} (1 - \tilde{p}_{ii})$$

Na osnovu ovih formula dolazi do druge interpretacije Markovog lanca ako je dat vremenski proces. Prepostavimo da je u momentu  $t = \phi$  mašinski deo bio u stanju  $E_1$ , te da će se primeniti stohastički mehanizam u sprovođenju trajektorije procesa (prelaska sa jednog na drugo stanje).

Kao prvo, buduće stanje  $E_2$  ili  $E_3$  se bira uz pomoć vrednosti verovatnoća:  $P\{A_{ij}\}, i = 2, 3$ .

Dalje, kada je poznato novo stanje  $E_j$ , vreme promene  $\tau(i,j)$  se selektovana u skladu sa verovatnoćama  $P\{\tau(i,j) = k\}$ .

Ako proizade da je  $\tau(i,j) = k_O$ , tada je novo vremensko stanje  $t = k_O$ , a mašinski deo je prešao u stanje  $E_j$ . Sada se ponavlja cela operacija za novo stanje i vreme potrebno za promenu. Na taj način se dobija kretanje dela prikazano na slici 3(b).



Slika 3b

Slučajnosni proces dat na slici 3(b) može da se prikaže uz pomoć dve matrice:

Prva matrica sadrži verovatnoću promene u tom procesu, a to je verovatnoća  $A_{ij}$ :

$$P\{A_{ij}\} = P = \begin{vmatrix} 0 & P_{12} & P_{13} \\ P_{21} & 0 & P_{23} \\ P_{31} & P_{32} & 0 \end{vmatrix}$$

$$p_{ij} = P\{A_{ij}\} = \frac{\tilde{p}_{ii}}{1 - \tilde{p}_{ii}} \quad j \neq i \quad (1)$$

Druga matrica verovatnoće  $FR$  slučajnosne promene za vreme u stanju „ $i$ “ pre prelaska u stanje „ $j$ “, tj.  $\tau(i,j)$  pod uslovom da je došlo do promene položaja ( $j \neq i$ ):

$$F = ||| P\{\tau(i,j) \leq k\} ||| \quad i, j = 1, 2, 3; \\ i \neq j \quad k = 1, 2, \dots$$

$$F = \begin{vmatrix} 0 & f_{12} & f_{13} \\ f_{21} & 0 & f_{23} \\ f_{31} & f_{32} & 0 \end{vmatrix}$$

$$f_{ij} = P\{\tau(i,j) \leq k\} = \tilde{p}_{ii}^{k-1} (1 - \tilde{p}_{ii}) \quad (2)$$

Kao što se vidi  $P_i F$  se izračunava iz matrice verovatnoće promena  $P$  uz pomoć formula (1) i (2):  $P_{ij}$  zavisi od  $\tilde{p}_{ii}$  i  $\tilde{p}_{jj}$ , dok  $f_{ij}$  zavisi samo od  $\tilde{p}_{ii}$  i jedinice vremena „ $k$ “ zadržavanja u stanju  $E_i$  kod prelaska u stanje  $E_j$ .

Sada se može generalizovati proces održavanja mašina koristeći osobine Markovog procesa, zamjenjujući za sada specifični oblik raspodele vremena  $\tau(i,j)$ . Posle promene od stanja  $E_k$  na stanje  $E_l$  novo stanje će odabrati iz skupa verovatnoća svih promena  $\{P_{ij}\}$  u čemu je  $P_{ij} \geq \phi$  i  $\sum P_{ij} = 1$ , nezavisno od ponašanja procesa pre stanja  $E_i$  (tj. od stanja  $E_k$ ). Mašinski deo će ostati u stanju  $E_l$  slučajnosno vreme  $\tau(i,j)$  izvedeno iz proizvoljne funkcije raspodele  $F_{ij}(t)$ .

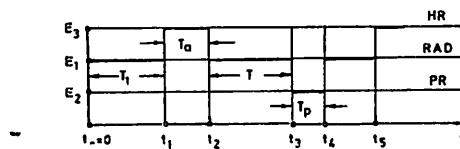
U cilju razjašnjenja daje se primer zamene zbog stareњa.

Sugira se takva vrsta remonta mašinskih delova: u vreme  $t = \phi$  deo počinje da radi. Ako posle vremenskog odseka  $T$  taj mašinski deo treba da se zameni novim, onda tu akciju nazivamo preventivni remont (PR). Nasuprot tome, u mo-

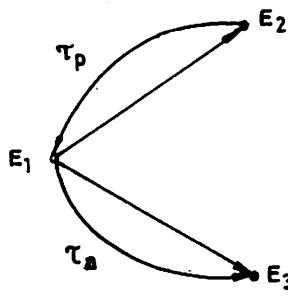
mentu kada se signalizira kvar, vrši se hitna zamena dela, što odgovara stanju nazvanom hitni remont (HR). Oba ova stanja predstavljaju slučajnosna vremena i njihove funkcije raspodele (FR) su  $F_p(t)$  i  $F_a(t)$  ( $p$  – preventivan;  $a$  – hitan). Mašinski deo za vreme rada – bez kvara ima  $FR = F(t)$ .

Svaki remont obnavlja deo i on postaje nov; pretpostavlja se da se u remontu ugrađuje potpuno novi deo (ta je pretpostavka prihvatljiva). Ako je ugrađen novi deo znači da je deo u trenutku vremena  $t_1$  počeo da radi (što odgovara stanju  $E_1$ ) i sledeći PR predviđen je u momentu vremena  $t_1 + T$ . Otuda kako se planska mera (PR) predviđa da se učini samo u slučaju ako se mašinski deo ne pokvari, deo radi do ostvarenja „kritičnog“ vremena  $T$ .

Mašinski deo može da ima tri stanja: rad – bez kvara ( $E_1$ ), preventivni remont ( $E_2$ ) i hitni remont ( $E_3$ ). Pretpostavimo da je došlo do kvara u trenutku vremena  $t_1 < T$ , da se je deo popravljao  $\tau_a$  vremena, da je zatim radio bez kvara vremenski odsek  $T$ , prešao u stanje PR (preventivnog remonta), itd. Opis toga slučajnosnoga procesa dat je na slici 4 (a i b).



Slika 4a



Slika 4b

Sada se može preći na objašnjenje stohastičkog mehanizma procesa kod promene  $E_i \rightarrow E_j$  u ovom procesu. Ako je vreme rada – bez kvara

manje od  $T$ , doći će do promene:  $E_1 \rightarrow E_3$ . Iz stanja  $E_2$  i  $E_3$  je jedino moguće preći u stanje  $E_1$

Pod pretpostavkom da je  $P\{\tau = T\} = \phi$ , onda je  $P\{\tau \leq T\} = P\{\tau < T\} = F(T)$ . Potrebno je ponovo naglasiti da promena u neko stanje ne zavisi od događaja u prošlosti pre vremena  $t$ . Radi toga se pod tim uslovima proces može smatrati SMP. Matrica  $P$  poprima oblik

$$P = \begin{vmatrix} 0 & 1 - F(T) & F(T) \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Kao što se iz prethodnog vidi  $F(T)$  je FR radno vreme – bez kvara za mašinski deo.

Matrica  $F$  se izvodi iz sledećih zaključaka:

kod promene od  $E_1 \rightarrow E_2$  trajanje je uvek  $T$ , tako da je

$$F_{12}(t) = \begin{cases} 0 & -t < T \\ 1 & t \geq T \end{cases}$$

FR  $F_{13}(t)$  eliminiše verovatnoću promene  $E_1 \rightarrow E_3$  koja traje manje od vremena  $T$ . To je kondicionalna verovatnoća pod pretpostavkom da je do te promene ipak došlo, pa zato:

$$F_{13}(t) = \begin{cases} F(t) / F(T) & t < T \\ 1 & t \geq T \end{cases}$$

Jasno je da su:  $F_{31}(t) = F_a(t)$   $F_{21}(t) = F_p(t)$  tako da matrica slučajnosnog trajanja vremena za ovaj proces izgleda:

$t < T$

$$F_{t < T} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & F(t)/F(T) \\ F_p(t) & 0 & 0 \\ F_a(t) & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

$t \geq T$

$$F_{t \geq T} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 \\ F_p(t) & 0 & 0 \\ F_a(t) & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Izloženi primer je vrlo karakterističan, jer predstavlja najjednostavnije preventivno održavanje. Za deo sa poznatom  $PR F(t)$  (slika 1), odredi se vremenski odsek  $T$  posle kojeg se vrši zamena

dela ( $PR$ ). Tom vremenu  $T$  odgovara vrednost  $F(T)$  na slučajnoj funkciji  $F(t)$  i na taj način se određuje verovatnoća  $P_{12}$  i  $P_{13}$ . Nasumično se zatim određe  $t$  i  $F(t)$ , što služi za utvrđivanje matrice  $F$

## SUMMARY

### Contribution to Preventive Maintenance of Machinery in Mining Technology

Preventive maintenance of machinery is a very important factor in current stage of mechanization of mining technological processes. The paper deals with the mathematical formulation for calculation of the most probable time of machine part replacement. The basis consists of the Semi-Markov Process (SMP) of the probability of maintenance in a specific state and transfer into machine second stage. Variation of replacement time lends the possibility of developing variants and optimization:

The paper elaborates the case without an instrument for failure indication ( $\alpha = 0$ ), while the failure may not be discovered by inspection ( $0 > \beta < 1$ ). The time of failureless operation is expressed by gamma distribution which is developed from scarce date and estimation of construction, loading, part approachability, etc. The paper ends with calculations for two excavator parts.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Beitrag zur vorbeugenden Maschineninstandhaltung in der Bergbautechnologie

Die vorbeugende Maschineninstandhaltung stellt einen sehr wichtigen Faktor in der gegenwärtigen Mechanisierungsphase des technologischen Bergbauprozesses dar. Mit dieser Arbeit wird nach der mathematischen Formulation für die Berechnung der wahrscheinlichsten Umtauschzeit der Maschinenteile gesucht. Die Grundlage bildet Semi-Markow-Prozess (SMP) der Verweilwahrscheinlichkeit in einem bestimmten Zustand und des Übergangs in den anderen Zustand der Maschine. Die Änderung der Umtauschzeit bietet Möglichkeit zur Bildung von Varianten und Optimierung.

In dem Beitrag wurde der Fall bearbeitet, wenn kein Instrument zur Störmeldung ( $\alpha = 0$ ) besteht, kontrollmäßig braucht aber der Störfall ( $0 > \beta < 1$ ) nicht entdeckt zu werden. Die Zeit ohne Auftreten des Störfalles ist durch Gamma-Verteilung ausgedrückt, zu der man auf Grund spärlicher Angaben und durch Schätzungen von Konstruktionen, Belastung, Zugänglichkeit zu diesem Maschinenteil u.ä. gelangen kann. Am Ende der Berechnung wurden Berechnungsbeispiele für zwei Bagger gegeben.

## РЕЗЮМЕ

### Вклад в профилактическое поддерживание машин в горных технологических процессах

Профилактическая поправка машин является очень важным фактором в современной степени механизации технологических процессов в горном деле. В этой статье автор ищет математическое оформление для расчёта вероятности времени работы элемента машины после которого его надо заменить. В основе лежит Семи-Марков Процесс (СМП) вероятности пребывания машины в определённом состоянии и её перехода в другое состояние. Изменение времени замены предоставляет возможность осуществления вариантов и оптимизации.

В статье разработан случай, когда не существует устройства для сигнализирования о порче ( $\alpha = 0$ ), и когда дефект не обязан быть обнаруженным при помощи осмотра ( $0 < \beta <$ ). Время бесперебойной работы выражается гамма распределением, которое получено на основании недостаточного числа данных, оценки конструкции, нагрузки, досягаемости элемента и пр... В конце статьи даны расчёты для двух элементов экскаватора.

Autor: prof.dr inž. Mirko Perišić, direktor Rudarskog instituta, Beograd.

## Domaća i strana iskustva

### PRIMENA KOMORNO-STUBNE METODE OTKOPAVANJA U NEKIM RUDNICIMA FRANCUSKE

(sa 5 slika)

Dipl.inž. Zoran Ilić – dipl.inž. Ljubomir Spasojević

#### Uvod

Da bi upoznala najnovija dostignuća u primeni savremenih metoda otkopavanja, grupa jugoslovenskih stručnjaka je posetila nekoliko rudnika u Francuskoj. U članku se daje opis primene komorno-stubne metode sa posebnim osvrtom na primjenju mehanizaciju, ostvarene rezultate i mogućnost korišćenja tih iskustava na rudnicima u našoj zemlji.

#### Rudnik gipsa „Taverni“ (Taverny)

Rudnik se nalazi oko 40 km severno od Pariza.

Ležište ima tri sloja gipsa: najviši (moćnost oko 12 m), drugi (moćnost oko 4,5 m) i treći (moćnost oko 3,5 m). Površina eksploatacionog polja iznosi oko 1500 ha. Ležište je približno horizontalno. Neposredna krovina i podina su laporci, s tim što su u krovini iznad laporca peščari.

Prvi sloj se nalazi na dubini od oko 80 m ispod površine.

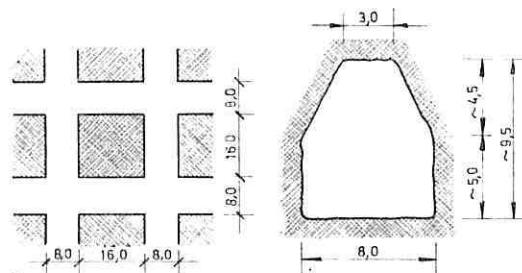
Najviši sloj je najkvalitetniji i sada se eksplatiše. On se sastoji iz dva dela: gornjeg, moćnosti oko 8–8,5 m koji je veoma čist (čistoća oko 97%) i donjeg, moćnosti oko 2,5 – 3,0 m, koji je onečišćen oksidima i koristi se za cementnu industriju.

Ležište je otvoreno potkopom i ventilacionim oknom. Otkopavanje se vrši komorno-stubnom metodom otkopavanja.

Po visini, otkopavanje se vrši u dve faze: I faza je otkopavanje gornjeg dela visine 6 – 6,5 m čistog belog gipsa, a u drugoj fazi otkopava se deo moćnosti od 2,5 – 3,0 m. U krovu otkopa ostaje neotkopano oko 2,0 m kao zaštitna ploča. Ova ploča se samo izuzetno sidri.

Širina otkopnog fronta je približno 100 m, otkopavanje je nastupno (prva faza), a u odstupanju se smanjuje presek stubova (druga faza).

Širina komore je 8,0 m, a visina zavisi od moćnosti i iznosi 7,5 – 9,5 m.



Sl. 1 – Komorno-stubna metoda otkopavanja u rudniku gipsa Taverni.

Između komora otkopa, u primarnoj fazi eksplatacije, ostaje sigurnosni stub dimenzija 16,0 x 16,0 m. U sekundarnoj fazi stubovi će se svesti na veličinu 3,0 x 3,0 do 3,5 x 3,5 m.

Iskorišćenje rudne supstance u primarnoj fazi iznosi oko 48%, a sa sekundarnom fazom biće oko 65%.

Bušenje se vrši SECOMA-jumbo bušilicom sa dve hidraulične grane i jednom spiralom  $\phi$  450 mm za bušenje centralne zalomne bušotine.

Gustina bušenja je 1,0 kom.m.b./m<sup>2</sup>. Na čelu se ukupno buši oko 60 kom minskih bušotina prečnika 38 mm i dužine 5,5 m. Centralna zalomna bušotina ima prečnik 450 mm.

Jedna ovakva bušilica u toku smene izbuši: na pet čela ukupno 1650 m minskih bušotina  $\phi$  38 mm i 27,5 m zalomnih bušotina  $\phi$  450 mm.

Miniranje se vrši ANFO eksplozivom sa pneumatskim punjenjem. Cela mašina za punjenje montirana je na postolju kamiona i ima pokretnu katarku za punjenje visokih bušotina. Za iniciranje se koristi udarna patrona od električnog upaljača i patrone dinamita od 100 g. Eksplozivom se puni bušotina u dužini od 3 do 3,5 m i ne vrši se začepljivanje.

Jednim miniranjem na čelu se dobije 500–600 t rovne rude.

Utovar i odvoz vrši se sa utovaračima Caterpillar 980, zapremine kašike 5,0 yd<sup>3</sup>. Maksimalna dužina transporta je 200 m. U jami rade tri utovarača.

Izvoz rude na površinu vrši se kamionima nosivosti 27 t. Utovar kamiona u jami kod drobiličnog postrojenja vrši se utovaračima, koji utovaraju i na čelu otkopa. Dužina prevoza u jami je oko 4 km.

Godišnja proizvodnja rudnika je oko 800.000 t ili oko 3.500 t na dan. Rad se obavlja u dve produktivne smene.

Ukupan broj zaposlenih u rudniku je 45 uključujući i celokupnu administraciju. U jami, na direktnom otkopavanju radi 15 radnika u dve smene.

Jama se provetraju dijagonalno pomoću glavnog ventilatora, kapaciteta 120 m<sup>3</sup>/s.

#### Rudnici gvožđa Sezre (Saizerais)

Jama Dijoluar (Dieulouard) nalazi se oko 40 km od Meca. Eksplotaciono polje jame je veličine

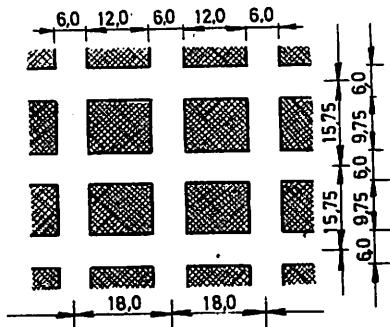
3000 ha. Ležište je u vidu rudnog sloja močnosti 4–6 m. Sloj je približno horizontalan, a sastoji se iz dva dela: gornjeg—karbonatskog, močnosti 3,2 m ( $Fe = 33\%$ ) i donjeg—silicijskog ( $Fe = 33\%$ ), močnosti 0,5–1,2 m.

Sloj se nalazi na dubini od oko 140 m.

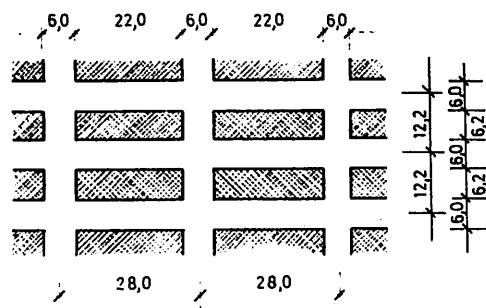
Rudnik se karakteriše velikim pritokom vode (prosečno 8,0 m<sup>3</sup>/min, a maksimalno 40,0 m<sup>3</sup>/min).

Jama je otvorena sa dva niskopa i ventilacionim oknom. Jedan niskop je izvozni, dužine 600 m, i u njemu je instalisana gumeni užetna viseća transportna traka, kojom se vrši izvoz rude. Drugi niskop je servisni, dužine 350 m, sa padom oko 30°. Ventilaciono okno ima prečnik 5,0 m. U servisnom niskopu prevoz ljudi i materijala se vrši platformom.

Ležište je razrađeno po pravcima S—J i I—Z sa po pet paralelnih hodnika, širine po 6,0 m. Visina hodnika je identična močnosti sloja. Nameštena hodnika je: po dva za ulaznu i izlaznu vazdušnu strugu i jedan za transport.



Sl. 2 – Raspored stubova i komora pri utovaru sa utovaračima na dizel pogon.



Sl. 3 – Raspored stubova i komora pri utovaru sa utovaračima na elektro pogon.

Metoda otkopavanja je komorno-stubna, a primenjuje se u dve varijante. Na slici 2 prikazana je varijanta kod koje se za utovar koriste utovarači na dizel-pogon (Eimco), a na slici 3 varijanta sa utovaračima na elektro pogon (Joy).

Iskorišćenje rudne supstance kod prve varijane je oko 55%, a kod druge oko 60%.

Za bušenje se koristi SECOMA-jumbo bušilica sa dve bušaće grane. Pogon je elektro-hidraulički. Dubina bušotina je 3,4 m, a prečnik 44 mm. Brzina bušenja je oko 6 m/min.

Miniranje se vrši ANFO eksplozivom sa udarnom patronom koju čini električni detonator u patroni dinamita. Miniranjem se dobija veoma sitna ruda (preko 40% – 20 mm).

Ruda se utovaruje utovaračima na dizel pogon (Eimco 915, 920 i 921), koji transportuju rudu do mesta utovara u vagone. Drugi način utovara je pomoću utovarača na elektro pogon (Joy). Utovarači utovaraju rudu u kamione, koji ma se ona prevozi do mesta utovara u vagone.

Podgrađivanje se vrši isključivo sidrenjem. Sidra su  $\phi$  18 mm, dužine 1,75 m sa epoksidnom smolom. Gustina sidrenja je 5 kom. na širini hodnika od 6,0 m i na dužini od 1,30 m, odnosno 0,64 kom/ $m^2$ .

Vreme ugrađivanja jednog sidra je prosečno 2 min. (bušenje i ugradnja sidra).

Sidrenje se vrši mašinom firme SECOMA sa jednom granom.

Godišnja proizvodnja rudnika je 700.000 t.

Rudnik ima ukupno zaposlenih 111 radnika.

Opšti rudnički učinak je 41,0 t/nadn.

Ventilacija jame se vrši pomoću ventilatora kapaciteta 300  $m^3/sec$ .

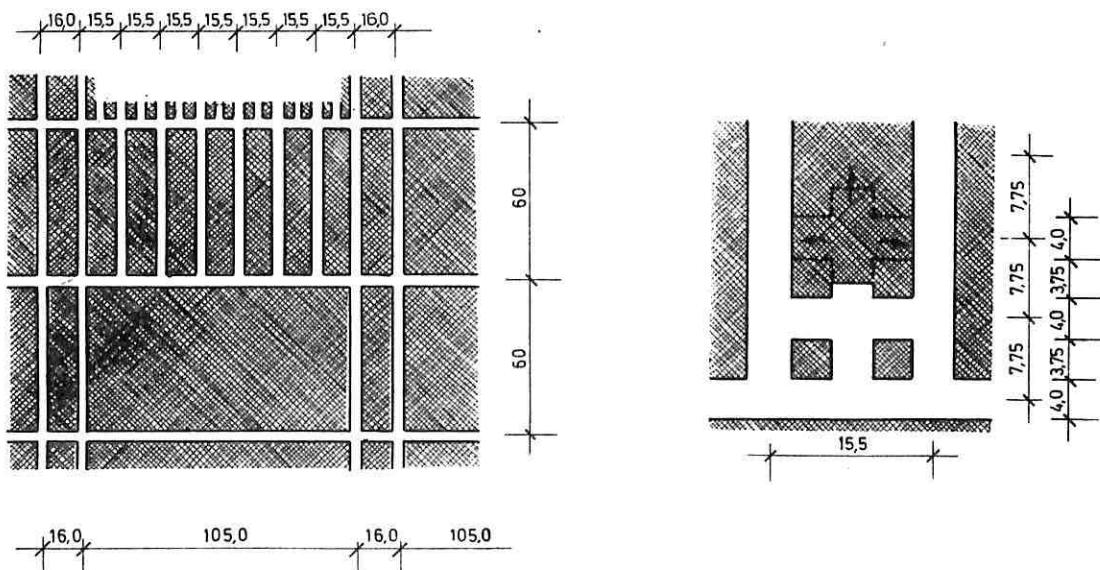
#### Rudnik boksita Ruket (Rouquette)

Rudnik se nalazi oko 10 km jugozapadno od grada Meze, u bazenu Viljevrak.

Ležište je moćnosti 3 – 20 m, najčešće oko 5–6 m. Pad ležišta je 10% – 35%. Boksit nije kompaktan. Neposredna krovina je laporac.

Ležište je otvoreno oknom dubine oko 130 m, niskopom nagiba oko  $18^\circ$  i dužine 2 km i ventilacionim oknom. Dubina ležišta ispod površine je 120–275 m.

Za otvaranje pojedinih revira koristi se sistem od dva niskopa i to jedan za prolaz i servisiranje, a



Sl. 4 – Razrada i otkopavanje komorno-stubnom metodom u rudniku Ruket.

drugi za izvoz boksita pomoću gumene transportne trake. Ležište ima dosta vode — dotok je prosečno  $120 \text{ m}^3/\text{čas}$ .

#### Metoda otkopavanja je komorno—stubna.

Ležište se po padu deli na otkopna polja širine po 100 m i dužine do granice ležišta. Ova podela se izvodi izradom po dva smerna hodnika na međusobnom rastojanju od 16,0 m.

Svako otkopno polje deli se po pružanju na otkopne blokove dimenzija  $100 \times 60 \text{ m}$  (slika 4).

Otkopni blok se otkopava izradom smernih otkopnih hodnika na osnovu rastojanju od 15,5 m. Kada se izrade svi smerni otkopni hodnici (6 kom), otkopavanje se vrši otkopnim hodnicima na način kako je to prikazano na slici 4.

Poslednja faza otkopavanja u otkopnom bloku sastoji se u smanjenju dimenzija stubova na veličinu  $3,0 \times 3,0 \text{ m}$ .

Otkopni hodnici su širine 3,5 — 4,5 m (najčešće 4,0 m), a visina odgovara moćnosti ležišta. Kod izrade hodnika ne otkopava se 1,0 m boksita u krovini (ostaje kao zaštitna ploča).

Najveća visina otkopa je do 12,0 m. Ukoliko je ležište veće moćnosti od 12,0 m, podinski deo ostaje neotkopan. Kod otkopavanja, po visini, najpre se otkopa deo uz krovinu visine oko 4,0 m, a zatim se pouzima podinski deo. Ukoliko je visina otkopa veća od 4,0 m, dimenzije sigurnosnih stubova se povećavaju sa  $3 \times 3 \text{ m}$  na  $4 \times 4 \text{ m}$ .

Iskorишćenje rudne supstance je oko 65%, sa napomenom da se pri povlačenju često koristi i ploča boksita u krovu otkopa.

Bušenje minskih bušotina vrši se jumbo bušaćim mašinama SECOMA PEC-22 sa dve bušaće grane. Prečnik minskih bušotina je 35 mm, a bušenje je rotaciono hidrauličkim bušaćim čekićima. Dubina bušotina je 2,5 m. Na čelu se izbuši 20 — 23 min. bušotine. Brzina bušenja je 2,0 m/min.

Za miniranje se koristi ANFO eksploziv sa električnim detonatorom umetnutim u patronu plastičnog eksploziva.

Rudnik raspolaže i sa jednom kombinovanom jumbo bušilicom. Ova mašina u jed-

nom slučaju buši minske bušotine  $\phi 40 \text{ mm}$  sa spiralnim svrdlom, a u drugom bušotine za sidrenje  $\phi 22 \text{ mm}$  sa šipkom i bušaćom krunom.

Utovar i odvoz rude vrši se dizel utovaračima tipa Wagner. Dužina transporta je do 200 m.

Transport rude u otkopnom polju vrši se sistemom gumenih transportnih traka dužine po 60 m, koje se u nastupnoj fazi produžavaju, a u odstupnoj fazi otkopavanja skraćuju. Ove trake prebacuju rudu na glavnu izvoznu traku u izvoznom niskopu sa kojom se ista prevozi do površine.

Podgrađivanje je isključivo sidrenjem sidrima dužine 1,80 m i prečnika 18 mm. Sidrenje se vrši epoksidnom smolom, koja je u vidu patrona prečnika 19 mm i dužine 980 mm. Sidra se postavlja u redove sa međusobnim rastojanjem od 0,90 m. Razmak sidra u redu je od 0,80 m. Prema tome, gustina sidra je  $1,38 \text{ kom/m}^2$ .

Sidrenje se vrši mašinom tipa SECOMA.

Sidrenje se izvodi uz upotrebu žičanog pletiva  $40 \times 40 \times 2,5 \text{ mm}$ , a ređe i sa perforiranim pločama lima.

Brzina ugrađivanja sidara (bušenje, postavljanje smole, ugradnja sidra i žičane mreže) je 100—120 sidara u smeni.

Godišnja proizvodnja rudnika je 200.000 t sa radom u tri smene.

Na radu u jami ima ukupno 110 ljudi.

Ventilacija jame se vrši mehaničkim putem pomoću aksijalnog ventilatora kapaciteta  $120 \text{ m}^3/\text{sec}$  ugrađenog u jamu.

#### Rudnik boksita Mazož (Mazaugues)

Rudnik se nalazi 25 km severno od Tulona, odnosno oko 10 km jugozapadno od Brinjola.

Boksit se pojavljuje u sočivastim rudnim telima. Na ovom lokalitetu nalaze se četiri ležišta, ukupnih rezervi oko 5 miliona tona. Dva ležišta su već otkopana, na jednom je eksploatacija u toku, a četvrto će se tek narednih godina otkopavati.

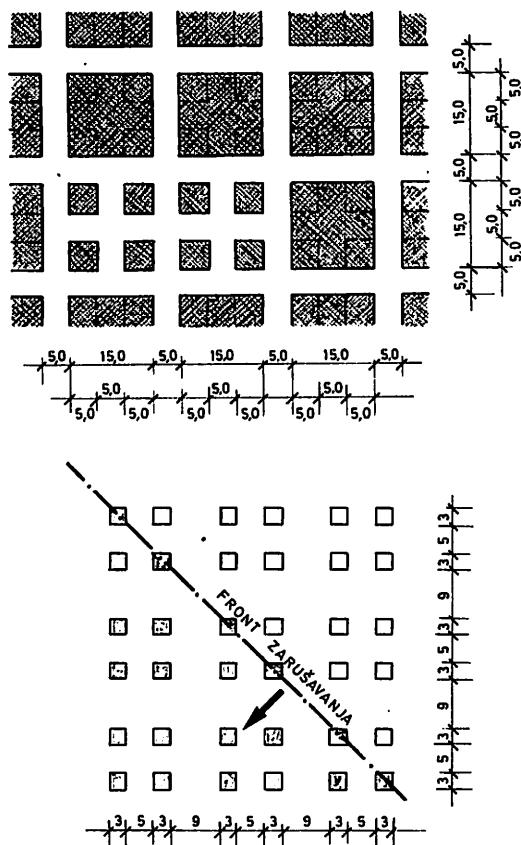
Ležište je moćnosti oko 3,0 m, sa padom 10—20%.

U krovini rudnog tela je krečnjak, ali se u neposrednoj krovini nalazi sloj krečnjaka moćnosti 10–15 cm u kome ima dosta prosljaka uglja i sulfida, sklonih oksidaciji i samoupali.

Ležište ima dosta vode — dotok je  $1000\text{--}1500 \text{ m}^3/\text{čas}$ .

Rudnik je otvoren niskopom nagiba 30% ( $16,7^\circ$ ) u podini ležišta, dužine oko 1200 m. U niskopu je instalisana gumeni transportni traka širine 1,0 m kapaciteta 400 t/čas., zatim kolosek sa platformom za servisiranje, a u krovu je gornje noseće uže za žičaru za prevoz ljudi (ski-lift).

Razrada ležišta je izvršena sistemom paralelnih niskopa, iz kojih se ograničavaju otkopna polja širine po 100 m po padu ležišta, a dužinu čini rastojanje do granice ležišta po pružanju. Jedan niskop je za prolaz i servisiranje, a drugi za transport gumenim transportnim trakama.



Sl. 5 — Raspored stubova i komora kod komorno-stubne metode u rudniku Mazoš.

Metoda otkopavanja je komorno-stubna. Od uskopa se izrađuju smerni hodnici (komore) širine 5 m i visine 2,80 — 3,00 m, između kojih ostaje stub širine 15 m. Ovi stubovi se u nastupnoj fazi otkopavanja presecaju hodnicima  $5 \times 2,8 \text{ m}$ , tako da stubovi ostaju sa dimenzijama  $15 \times 15 \text{ m}$ . Tako se vrši otkopavanje do granice i u toj fazi se otkopava oko 44% rezervi. U drugoj fazi se vrši odstupanje od granice i otkopavaju stubovi na taj način što se isti presecaju uzdužno i poprečno, tako da od jednog stuba  $15 \times 15 \text{ m}$  ostaju 4 stuba dimenzija  $3 \times 3 \text{ m}$ . Iskorišćenje u ovoj fazi je 46%, tako da je ukupno iskorišćenje 90%.

Bušenje se vrši jumbo bušilicama tipa SE-COMA sa 2 grane. Dubina bušenja je 3,0 m, korisno napredovanje oko 2,80 m, prečnik bušotina je  $\phi 42 \text{ mm}$ . Bušači čekići su hidraulični. Na jednom čelu dimenzija  $5 \times 2,8 \text{ m} = 14 \text{ m}^2$  izbuši se 40 komada minskih bušotina, koje se punе sa po 1 kg patroniranog eksploziva. Punjenje bušotina je ručno.

Utovar i odvoz rude vrši se dizel utovaračima tipa Wagner G-ST-5 (3 kom). Najveća dužina prevoza ovim utovaračima je do 200 m.

Podgrađivanje je isključivo sidrenje. Koriste se dve vrste sidara: sa čaurom — mehanički i sa epoksidnom smolom. Gustina podgrađivanja je  $1,0 \text{ kom/m}^2$ . Mestimično se za sidrenje koristi i žičano pletivo.

Nakon otkopavanja jednog otkopnog polja, vrši se postupno zarušavanje u povlačenju. Front zarušavanja je pod uglom od  $45^\circ$  u odnosu na front otkopavanja. Zarušavanje se vrši miniranjem ostavljenih stubova ( $3 \times 3 \text{ m}$ ). Miniranje se vrši u grupama od 8—12 stubova jednovremeno.

Kapacitet rudnika je  $600.000 \text{ t/god}$ .

U jami je zaposleno do 60 radnika. Opšti rudnički učinak iznosi oko  $13,0 \text{ t/nadn}$ .

Jama se provetraju pomoću ventilatora kapaciteta  $90 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

#### Zaključak

Komorno-stubna metoda otkopavanja ima veoma široku primenu u rudnicima Francuske. Preovlađuje razrada ležišta na otkopne blokove po padu, a priprema i otkopavanje komora i stubova

je po pružanju ležišta. Ostavljeni sigurnosni stubovi najčešće imaju kvadratni presek. Sigurnosni stubovi se svode na konačne dimenzije u odstupnoj fazi otkopavanja.

Iskorišćenje rudne supstance u primarnoj fazi eksploatacije je relativno malo — 50 do 60%. Otkopavanje sigurnosnih stubova između komora ostavlja se, po pravilu, za kasniji period, kada će iskorišćenje dostići 70–80%. Kod izuzetno povoljnih prirodnih uslova (rudnik Mazož) u obe faze eksploatacije postiže se iskorišćenje rudne supstance oko 90%.

Osiromašenja rudne supstance su minimalna i ne prelaze 5%.

Komorno-stubna metoda otkopavanja u ovakvim ili sličnim varijantama može da se primeni i na nekim našim ležištima (prvenstveno ležištima boksa).

Za bušenje minskih bušotina koriste se isključivo hidraulički bušači čekići i to rotacioni ili udarno-rotacioni. Komprimirani vazduh kao energija za bušenje se koristi samo izuzetno.

Punjene minskih bušotina je potpuno mehanizovano uz korišćenje ANFO eksploziva.

Za utovar i odvoz koriste se samohodne utovarno-transportne mašine sa dizel pogonom. Dužina odvoza je do 200 m. Za transport se koriste ređe kamioni, a češće gumene transportne trake — uključivo i izvoz rude na površinu.

Veoma pozitivni zaključci se mogu dati u vezi sa osiguranjem otkopnih prostorija sistemom sidrenja. Ovde se moraju naglasiti dve činjenice:

— vrlo široka (čak univerzalna) primena podgrađivanja sidrenjem i to bez mreže i sa mrežom, kako krova otkopa ili hodnika, tako i bokova — posebno kravnog. Ovakvo podgrađivanje je jefitno, brzo, ne zauzima prostor potreban za manevriranje krupnom mehanizacijom. Proces podgrađivanja sidrenjem je potpuno mehanizovan.

— Primena epoksidnih smola za sidrenje umesto mehaničkih ukljinjenja znatno pojednostavljuje rad, povećava nosivost zidova, a time i sigurnost otkopne prostorije.

Ovakav način podgrađivanja može da se primeni kod svih naših rudnika.

Svi prikazani rudnici imaju visok stepen mehanizovanosti, pa su i ostvareni učinci vrlo visoki.

#### SUMMARY

##### **Application of the Room-and-Pillar Mining Method in Some French Mines**

The paper describes the application of the room-and-pillar mining method in some French Mines.

The mines are characterized by a high degree of mechanization including self-powered Diesel machines.

In the mines anchors with epoxy resins are used for supporting, and installation is fully mechanized.

#### ZUSAMMENFASSUNG

##### **Anwendung des Kammer-Pfeiler-Abbauverfahrens in einigen Gruben Frankreichs**

In diesem Beitrag wird die Anwendung des Kammer-Pfeiler-Abbauverfahrens in einigen Gruben Frankreichs beschrieben.

Für diese Gruben ist der hohe Mechanisierungsgrad bei Anwendung beweglicher Diesel-mechanisierung charakteristisch.

In diesen Gruben wird Ausbau mit Epoxid-Harz-Ankern verwendet, der Einbau ist vollkommen mechanisiert.

## РЕЗЮМЕ

### Применение камерно-столбовой системы разработки в некоторых шахтах Франции

В статье описывается применение камерно-столбовой системы разработки в некоторых шахтах во Франции.

Характерным для этих шахт является: высокая степень механизации и применение самоходного дизель-оборудования.

Во всех шахтах для крепления употребляется анкерная крепь с эпоксидными смолами, а процесс крепления полностью механизирован.

**Autori:** dipl.inž. Zoran Ilić i dipl.inž. Ljubomir Spasojević, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.

**Recenzent:** dr inž. Đ. Marunić, Rudarski institut, Beograd.

### PROIZVODNJA GVOŽĐA IZ MAGNETITSKOG PESKA IZMEĐU JUŽNE MORAVE I REKE MESTE U BUGARSKOJ

V – Vlasina. Ostaci nekadašnjih radova na proizvodnji

(sa 1 slikom)

Dr Vasilije Simić

Gvozdene rude u vlasinskom kraju prepirane su i topljene, a njihovo gvožđe prerađivano je na mnogo mesta. O tome, još i sada, svedoče napušteni rudarski radovi, vade kojima je dovođena voda bilo na ispirališta magnetitskog peska, ili na topionice i samokove, troskišta na mestima nekadašnjih topionica i samokova. Ranije je ovih ostataka bilo ne samo mnogo više, već i druge vrste. Posle srpsko-turskog rata od 1878. godine, kad je rudarska komisija iz Beograda posetila ovaj kraj, zatekla je peći za topljenje ruda i samokove, neke u ispravnom stanju, neke manje ili više oštećene, a neke u ruševinama. Rudarska komisija registrovala je ova postrojenja za proizvodnju i preradu gvožđa:

– Vrlorečka Vignja nalazila se je u dolini reke Vrle, udaljena oko 10 km od Surdulice. Vignja je bila u dobrom stanju i mogla je da topi rudu. U njoj je S. Mašin 16. septembra 1878. godine obavio probno topljenje rude.

– Rupljanski samokov i vignja nalazili su se oko 3 km nizvodno od crkve u selu Ruplju u polusrušenom stanju.

– Samokov i vignja u Mrkovoj poljani bili su „srazmerno u dobrom stanju“. Na skladištu je bilo rude za topljenje, ugljena i rasovača za preradu.

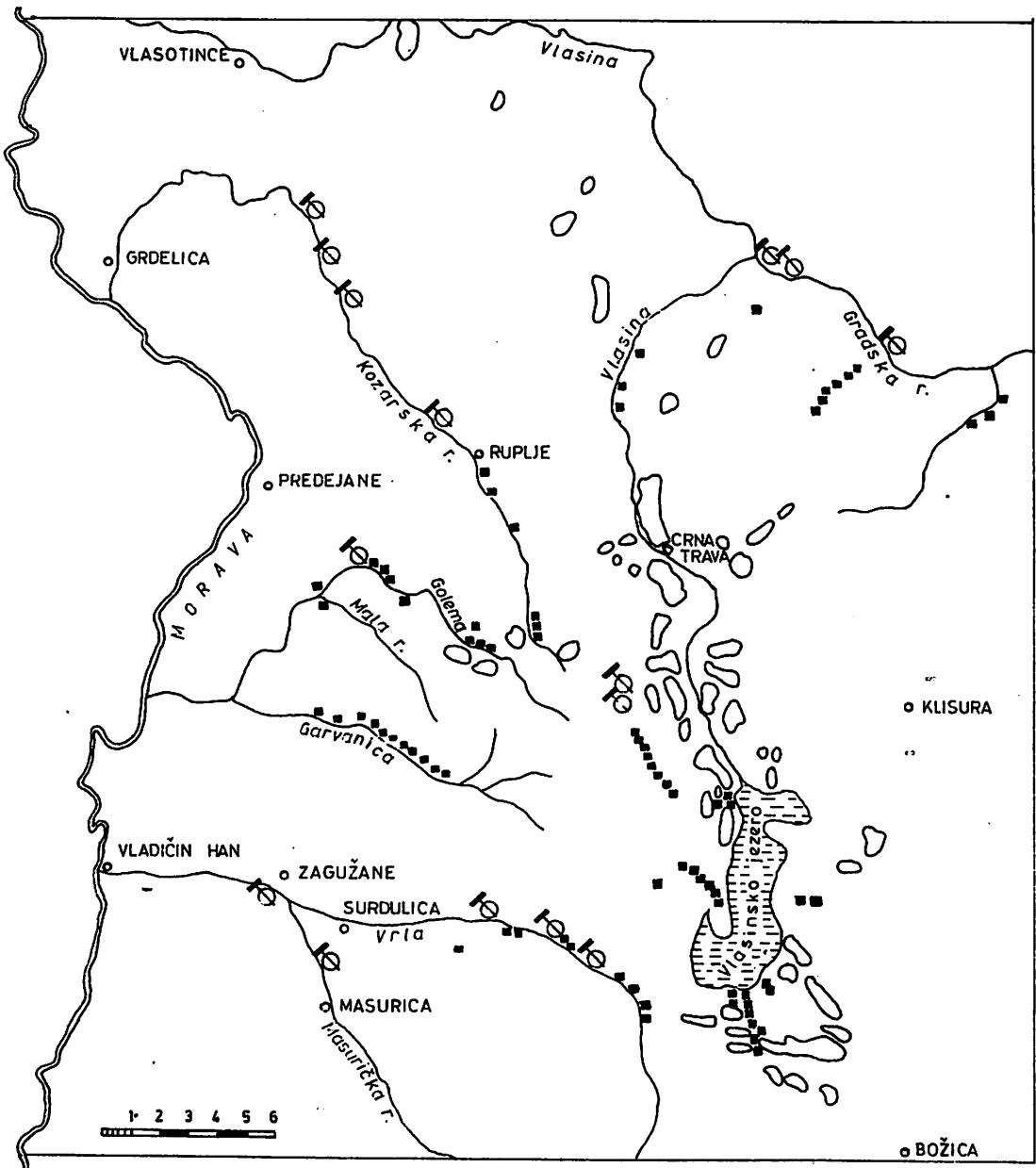
– Vignja u Lebedskoj reci, ispod sela Lebeda. Pripadala je samokovu u Mrkovoj poljani. Bila je u dobrom stanju, uz to snabdevena rudom i ugljenom, pa se brzo mogla pustiti u rad.

– Dve vignje u reci Garvanići „od kojih jedna beše porušena a druga u dosta lošem stanju“.

– Zagubanski samokov na reci Vrli, u selu Alakincu, 5 km ispod Surdulice. „I ovaj je samokov u dosta dobrom stanju nađen“, kako je svojevremeno zabeležio S. Mašin.

Vade. – Bile su osnovni i veoma skupoceni radovi na proizvodnji vlasinskog gvožđa, odnosno ruda gvožđa. Po značaju mogu se skoro uporediti sa savremenim dalekovodima električne energije. Vadama je dovođena voda na rudišta, da bi se iz razmekšanog ili rastresitog stanja odvojila magnetitska zrnca, transportovala dalje i odložila na određenim mestima zbog koncentracije. Vadama je isto tako dovođena voda na topionice i samokove, za pokretanje mehova pri pećima za topljenje ruda i ognjištima za varenje gvožđa. Vodom iz vada pokretani su i teški mlatovi na samokovima. Ostaci vada vide se po celoj Vlasini, Masurici i Krajištu. U selu Preslapu, polovinom ovog veka, starom samokovskom vadom vođena je voda na strugaru. Vade su najverovatnije bile družinske (Rudarska vada), a samo izuzetno pojedinaca (Antina vada). Prokopavanje vada bio je dug i naporan posao, pa pojedinci to nisu mogli sami da urade. Posredno, preko vada, družina ili pojedinci, postajali su vlasnici rudišta. Opširnije o vadama u odeljku o toponimima.

Rovine. – Način dobijanja rude uslovio je poseban oblik rudarskih radova. Rudu su iz eluvija ili ljudskom rukom isitnjenih škriljaca ispirale jake i brze vode. Tekući niz padine one su



Slika 1

kopale korita, jaruge ili rovove. Takvi oblici nekadašnjeg rada zvali su se opštim imenom rovine. On je svojstven za ovaj tip rada na dobijanju gvozdenih ruda. Termin rovine je sigurno srednjovekovni.

Na istoj rovini proizvodnja ruda obnavljana je više puta. Dok je Husejin paša upravljao vran-

skim krajem (1826–1842) aktivirao je sve stare i otvarao nove rovine, da bi povećao proizvodnju gvožđa. To se verovatno radilo i ranije, kad je trebalo proizvesti dosta gvožđa. Kad je M.Đ.Milićević krajem prošlog veka promatrao rovine oko Vlasinskog jezera, zabeležio je: „nad ovim Gorkim vadama pada u oči, što je zemlja tako izdrobljena i

oburvana, kao da je preko nje drla Drina ili Timok".

Pojas orudnjenih hloritsko-epidotsko-aktinolitskih škriljaca sa rovinama proteže se od SSZ ka JJI na dužini od oko 40 km, od Vlasinskog jezera do sela Ramnog Dela, u donjem toku Vlasine. Stari radovi, rovine, najmnogobrojniji su između Crne Trave i jugoistočnog oboda Vlasinskog jezera. Tu se vide dve grupe rovina, crnotravška sa 28 i božička sa 15 rovina. Izvan njih je još 15 rovina, tako da ih je ukupno 58. Prema ispitivanjima Ž.Đorđevića pojedine rovine su prostirene od 2 do 3 pa sve do 100 ha. Mestimično su duboke i do 20 m. Prema proračunima J. Draškocija, stare rovine duge su ukupno 58 km, a široke prosečno 30 m. Dubina im iznosi do 25 m. Pri dubini od samo 4 m, stari su za celo vreme rada prerili površinu od  $1,740.000 \text{ m}^2$ . Preradili su 7 mil.kubika stenovite mase i iz nje dobili 225.072 t magnetitskog peska. U kubnom metru materijala bilo je prosečno 36 kg magnetita.

Škriljci, dobro impregnisani magnetitom, najobimnije su preriveni oko Vlasinskog jezera. Ovim prerivanjima su, prema Cvijiću, „izmenjene strane ove tresave, potpomognut proces zasipanja, a u nekoliko je taj rad uticao i na hidrografske prilike Vlasinskog blata“. U 19. veku najviše rude bilo je proizvedeno na rudištu Gorke vade, koja se nalazi oko 10 km severoistočno od crkve u selu Vlasini. Oko Vlasinskog jezera radilo se najviše zbog obilja vode i pogodnog dovođenja do rudovitih škriljaca.

Troskišta. — Gvozdene rude u ovom predelu topljene su na mnogo mesta. Sudeći prema prostranstvu i dubini rovina, kao i hidrografiji rudonosnih reka, iz kojih je povremeno ispiran magnetitski pesak, ovde je moglo, u vreme najintenzivnije proizvodnje gvožđa, topiti rudu jednovremeno i do 200 peći. Možda čak i više, s obzirom da su još u 19. veku peći bile niske (2 m visoke).

Pa i pored toga što je bilo vrlo mnogo peći, njihovi ostaci, troskišta, u ovom bujičarskom kraju brzo su uništavani, jer su se nalazili na obalama reka. Ostao ih je još znatan broj. J. Drašković je 1909. god. bio u stanju da rekognoscira 111 lokalnosti sa troskama topionica i samokova, i to samo na delu Vlasine, koji je u ono vreme pripadao Srbiji. Posle ratova sa Bugarima, granica je pomerenata prema istoku, pa sada vlasinskoj oblasti pripadaju još dva središta proizvodnje gvožđa, u

Božici i Klisuri. Samo 15 godina pre Draškocijevih promatranja, troskišta je na Vlasini bilo znatno više. Devedesetih godina prošloga veka u Jarčevoj reci J. Cvijić je nabrojao 24 troskišta. Draškoci je našao samo polovinu. Ostala troskišta odnела je voda.

Zahvaljujući Draškocijevim ispitivanjima saznalo se o rasporedu topionica, odnosno troskišta u većem delu vlasinskoga kraja. Takav razmeštaj imale su topionice od vajkada, jer se do njega došlo posle dugog iskustva. Topionice su bile razmeštene po rekama:

Jarčevoj	12
Garvanici	11
Čemerštici	10
Golemoj reci	8
Vrloj reci	8
Vidnjičkoj reci	6

Ostala su troskišta po manjim rekama i potocima. Skoro trećina troskišta bila je oko Vlasinskog jezera.

Troskišta su obično bila mala. Dve trećine imalo je samo do  $200 \text{ m}^3$  troske. Najveće i najmanje troskište bilo je u Jarčevoj reci. Prvo je imalo  $3000 \text{ m}^3$  troske a drugo samo jedan metar. Količina troske po pojedinim troskištima iznosiše su:

Do $100 \text{ m}^3$ troske bilo je 32 troskišta
Do $200 \text{ m}^3$ troske bilo je 27 troskišta
Do $400 \text{ m}^3$ troske bilo je 12 troskišta
Do $1000 \text{ m}^3$ troske bilo je 10 troskišta
Do $3000 \text{ m}^3$ troske bilo je 4 troskišta

Iz ovog pregleda najbolje se vidi, da su ovo samo ostaci nekadašnjih troskišta, čak neznatni. Pre dve decenije ekipa Geološkog zavoda u Beogradu nije na tim terenima zabeležila ni četvrtinu troskišta, koje je svojevremeno promatrao Draškoci. I to u celom vlasinskom kraju, sve do bugarske granice, koja je posle prvog svetskog rata pomaknuta prema istoku. U prvoj deceniji našeg veka na vlasinskim troskištima bilo je ukupno  $44.375 \text{ m}^3$  ili 133.535 tona troske sa prosečno 55,87 % Fe.

Samokovišta. — Još početkom našeg veka mnoga mesta u vlasinskom kraju zvala su se Samokovima i Samokovištima. Za neke od samokova znalo se čak kome su pripadali. O tome piše

K.Kostić: „U ataru novoselskom, na utoku Železničke u Rupsku reku, nalaze se velika kupišta zgurije, a niže od tih gomila bio je novoselski ili Sušin Samokov: još se lepo poznaje vada kojom je sprovođena voda iz Rupske reke za samokov. Na samokovištu nalaze se na dva krupna kama nekakvi natpisi (rekao bih latinski), koji su toliko istrveni i nejasni, da ih je teško raspoznati i pročitati. Ispod ovog samokova nalazio se Durićev samokov. Ispod Ruplja, odmah do sela, na levoj obali reke, bio je Abdulov Samokov. Iznad Crne Trave, na Čemerštici, levoj pritoci Vlasine, poznaju se tragovi jednog samokova, koji se zvao Sinadinov Samokov, a ispod Crne Trave nalazio se Obradov Samokov. Blizu Crne Trave bili su Čaušev Samokov i samokov pomenutog popa Stevana, Stari ili Damnjanov Samokov. U selu Brodu bio je Bakalski Samokov“. „Ž u j o v i Ć pominje i selo Samokov u slivu Kozarske reke. Na karti nema toga sela. Osamdesetih godina prošloga veka Džepska reka zvala se Samokovska, pa je i po njoj bilo samokova.

Samokovi su podizani na rekama sa dosta vode preko cele godine i na mestima sa velikim padom. Mesta gde su nekada bili samokovi nije više moguće prepoznati, pogotovo ako nije bio uz topionicu. Samokovi su bili znatno složenija, veća i značajnija postrojenja od topionica. Bilo ih je većih i manjih. Kao da su se klasirali prema težini mleta. Č v i j i Ć je zabeležio, da su u Jarčevoj reci kovala dva manja samokova, dok je u Vrloj kovalo gvožđe veliki samokov od 400 oka (verovatno je mislio na težinu mleta). U ovom kraju smatralo se, da tri vignje svojom proizvodnjom zadovoljavaju potrebe jednog samokova. Po kazivanju, zabeleženom 1878. godine, između tridesetih i četrdesetih godina prošloga veka u ovome kraju gvožđe je kovalo 25 samokova, što znači da je topilo rudu 75 peći.

D r a š k o c i je zabeležio, da je u ovom kraju kovalo gvožđe 17 samokova, ali je nabrojao samo 15 u rekama: Vrloj i Kozaračkoj po četiri Gredskoj tri, Vidniškoj i Čemerštici po dva i Masuričkoj i Golemoj reci po jedan. Zna se, međutim, da je bilo samokova u Jarčevoj reci (2), Darkovcu, Božici, a svakako i negde oko Klisure. Kraj nekih samokova bile su i topionice gvožđa. Najveće troskište od  $4230 \text{ m}^3$  troske nalazilo se kraj samokova u Mrkovoju Poljani, na Golemoj reci. I samokov na Vrli, kod Zagubža, koji je poslednji koval gvožđe, bio je uz topionicu. Kraj njega je ostalo oko  $3000 \text{ m}^3$  troske. I ostali samokovi na Vrli bili su uz topionice, kao i samokov na Masuričkoj reci sa troskištem od  $2860 \text{ m}^3$  troske.

Vlasnici vignji i samokova u vlasinskom kraju bili su, uglavnom, imućniji Turci, no bilo je i Srba. Vidnja i samokov u Darkovcima pripadali su nekom Turčinu iz Skoplja. Božičke vignje posedovali su Turci iz Ćustendila i drugih mesta. U Novom Selu bila su dva samokova i vlasnici su im bili Osman i Selim Durić. Jedan lokalitet narod naziva Durićev Samokov. U sećanju naroda zadržala su se imena nekoliko vlasnika samokova u Gradištu. To su bili leskovački Turci Ajdar, Jumer, Pajazit i drugi. Turski samokovi bili su u selima Troskaču, Manjaku, Džepu. I Srbi su imali svoje topionice i samokove. To su bili viđeniji i imućniji ljudi, kao trgovac Ilija Strelja iz Gradišta, sveštenik Stevan Popović iz Crne Trave. Ranije su pomenuti samokovi sa srpskim imenima. Oko Samokova u Bugarskoj, za turskog vremena, najveći broj topionica i samokova bio je u turskim rukama, a manji deo u rukama Jevreja. Samo jedan je bio bugarski. To je pouzdan znak da su samokovi donosili dobre zarade vlasnicima.

Polovinom našega veka u narodu je još bilo sačuvano sećanje na ljude, koji su vodili topionice i samokove ili u njima radili kao radnici. Tako je u Mrkovoju Poljani (Mrkovići), po Trifunskom pred kraj turske vladavine bio glavni majstor topionice Vojin. U mahali Dranje sala Lebeda, samokovski majstor zvao se Lazar iz naselja Ljutež. Na samokovu u Gradištu majstor je bio iz roda Đurića, a jedan kovač zvao se Stanko. U Toplom dolu samokovski kovači bili su Mitar i Nikola, iz roda Vodeničarci, a u samokovu na Vrli iz Sela Vučidelaca, Petar je bio majstor, a Momčilo i drugi seljani kovači.

Proizvodnju gvožđa na Vlasini za turskog vremena, ako ne i ranije, obezbeđivale su kule. U božičkoj kuli boravile su krdžalije još u prošлом veku. U Rupskoj reci, neposredno uz samokov, bila je takođe podignuta kula. Ko je sačinjavao njenu posadu nije poznato. Kula je moralno biti i kraj drugih samokova, ali su ostale nezabeležene.

Odeljak o nekadašnjim samokovima završiće se sa pričom o Iliju Strelji, nekadašnjem samokovliji ili samokovaru, istorijskoj ličnosti prvog srpskog ustanka. Strelja je bio rodom iz sela Gradišta, a u Kozaračkoj reci imao je samokov. Inače je bio seoski trgovac. Samokov je dao u zakup Turcima iz Skoplja. Kad je trebalo da mu platе zakup, Turci su pokušali da ga ubiju. Strelja prebegne u Srbiju i priključi se ustanicima. Sa četom bećara boravio je u Deligradu, čuvajući šanac. Bio je imenovan leskovačkim vojvodom.

**O staci starog alata na samokovištima.** Na mestima gde su se nekada nalazile vignje, nije ostalo ništa drugo do gomila troske, ukoliko i njih nije odnela voda. Alat korишћen oko peći, bio je lakši i sastojao se uglavnom od velikih klješta i poluga za vađenje nade iz peći. Takav alat raznelo je okolno stanovništvo. Drukčije je bilo na samokovištima. Tamo je bilo znatno više alata, a što je najvažnije, sastojao se od krupnih, teških komada pa se nije mogao lako odneti. To su na prvom mestu bili teški mlatovi, čak do 500 oka, zatim nakovnji i škripe, kojima je bila obuhvaćena drška mlatova. Takav alat nije se mogao tovariti na konja, pa je zbog toga na samokovskim ruševinama ostajao po 100 i više godina. Poslednje škripe iz samokovske reke na Kopaoniku prenete su sa ruševina samokova tek polovinom našega veka. Još i sada se zna, gde se u reci Studenici, zatrpani nanosom, nalaze nakovnji i mlatovi nekadašnjih samokova.

U vlasinskom kraju moralo je ostati staroga alata valjda na svakom samokovištu. Nešto je pomenuto i u literaturi. Tako se osamdesetih godina prošloga veka u Đeđskoj reci nalazio „stari, veliki nakovanj” (S. Popović). R. Nikolić piše da je na samokovištu u Gradsкој reci „zaostalo u velikoj količini (na 500 kgr.) čistog gvožđa, koje stanovnici ne mogu pokrenuti ni pomoću konja”. U Vidnjiškoj reci, pritoci gradske, nalazila su se tri mleta. „Na nekim od samokovišta, piše K. Kostić, još stoje teški mlatovi, kojima je rasovač raskivan i tanjen i koje seljani još nisu stigli da raznesu (inače su iz samokova i vignji odneli sve što se moglo poneti)”. Još 1954. godine u selu Gradištu nalazili su se nakovanji i mlat, teški navodno po 300 oka. Čuo sam da su kasnije preneti u leskovački muzej. Interesantno je da se nigde ne pominju škripe, koje inače pre svakog drugog alata treba tražiti na samokovištima: Verovatno da ih posetioci nisu prepoznali.

Nešto starog alata sa donjeg i gornjeg samokova u Masuričkoj reci, kao i samokova u Alakiniku, poneli su Turci, kad su 1878. godine napuštali Masuricu. Pomenuti samokovi bili su u ruševinama, valjda od početka 19. veka. Njihovi vlasnici, pri iseljavanju, ponudili su na prodaju alat se sva tri samokova za 3000 groša. Opština u Masurici nije ga htela otkupiti, jer za nju nije imao nikakve vrednosti. Zbog toga im je odobrila da ga odnesu. U tri navrata preneta je konjima sva gvoždurija sa pomenutih samokova. Od alata se pominju nako-

vnji, i čekići. Poslednji su bili teški 45–55 kg iz čega se vidi, da je reč o kovačkom alatu za izradu krupnije gvozdene robe u samokovu. Ove je čekiće, kao i mlatove, pokretala voda. Izgleda da je i u ovom kraju, kao u okolini Vareša, bilo „starih rudarskih kovačnica” kako je M. Žulić nazvao kovačnice, naslednice nekadašnjih samokova.

#### Proizvodnja magnetitskog peska

Rude iz kojih je nekada topljeno gvožđe sastojale su se isključivo od magnetita, na prvom mestu magnetita u sitnim zrncima, dobijenog prepiranjem. Ne treba, međutim, isključiti ni korишћenje magnetitske rude u komadima, čije se valutice nalaze u rečnom nanosu. Ležišta magnetitskog peska su dvojaka. Prvobitno, kad je u ovom kraju počela proizvodnja gvožđa, pesak sa zrncima magnetita otkopavan je na povoljnim mestima iz korita reka i potoka ili u aluvijalnim ravnima. Prepiranjem na licu mesta je koncentrisan. Kad su ovakva ležišta bila iscrpna, prešlo se na dobijanje rude iz eluvija i stena koje leže ispod njega pomoću dovedene vode. U prošlom veku magnetit je još samo u selu Brodu dobijen iz rečnog nanosa. Sva ostala ruda proizvedena je iz eluvija.

Magnetitski kristalići uprskani su u raznovrsnim škriljcima i platonitima Rodopske mase. Najviše ih je bilo u amfibolitima i zelenim stenama uopšte. Samo mestimično u liskunskim škriljcima. Ispitujući 1911. godine vlasinski predeo J. Draško i oči je, prema količini uprskanog magnetita razlikovalo tri vrste škriljaca, koje je nazvao žutim, hloritskim i muskovitskim gnajsom. Žuti gnajs je najbogatiji rudom i na njemu se zasnivala nekadašnja proizvodnja magnetitskih zrnaca. Pored toga on je na površini trošen. Najbolje orudnjeni žuti gnajs imao je prema jednoj bušotini skoro 94 kg magnetita u kubnom metru stene. Najmanje je bilo 19,5 kg. Znatno slabije su orudnjeni hloritski i muskovitski gnajs (ispod 2 kg magnetita). Koncentracija magnetita u Vlasinskom blatu nije velika. Izbušeno je 1911. godine 30 bušotina i nađeno je prosečno nešto preko 6 kg magnetita u kubnom metru nanosa. Savremenim ispitivanjima utvrđeno je, da škriljci najbolje orudnjeni imaju 2–4% magnetita.

Način proizvodnje magnetitskog peska menjao se u toku njegove dugovremene upotrebe. U antičko doba, dok je između Južne Morave i Strume trajala proizvodnja zlata, magnetitski pesak

dobijao se uzgred kao poslednja frakcija teških minerala, zaostalih posle prepiranja. Nakon amalgamacije zlata iz šilja, ostao je koncentrisan magnetit. S obzirom da su Rimljani, koristeći robovsku snagu, preprali ogromne količine deluvijalnog, terasnog i aluvijalnog materijala, oni su proizvodili veoma mnogo magnetitskog peska, pa su njime uglavnom podmirivali potrebe za gvožđenom rudom i gvožđem. Nije islučeno da su na izuzetno obogaćenim mestima proizvodili magnetit zbog dobijanja gvožđa.

U srednjem veku, kad u proizvodnji zlata nije bilo masovnog prepiranja, počela je proizvodnja magnetitskog peska zbog dobijanja gvožđa. Korišćena su magnetitska zrnca odložena po koritima reka i potoka, kao i po aluvijalnim ravnima. Na pogodnim mestima u rečnom koritu (iza pragova čvrstih stena, na okukama, po jamama, loncima i trapovima) magnetitska zrnca su se, teža od ostalog peska, taložila i prirodnim putem koncentrisala. Sa takvih mesta, pesak znatno bolje obogaćen magnetitom, povremeno je otkopavan, prepiranjem koncentrisan i na taj način dobijena je bogata ruda gvožđa. Posle topljenja snegova i plahib kiša, voda je ponovo snosila i deponovala magnetit na ista mesta. U okolini Samokova na taj način neprestano je proizvođen magnetitski pesak. U prošlom veku, a svakako i ranije, na Pirinu stanovnici nekih selo bavili su se skoro isključivo proizvodnjom magnetitskog peska iz rečnih nanosa i od toga živeli.

Sve što je do sada rečeno o proizvodnji magnetitskog peska uopšte, odnosi se doslovno i na predele oko Vlasine. Kad su potrebe za gvožđem porasle, to je verovatno bilo početkom 16. veka, u rekama i rečicama vlasinskog područja počelo je ponestajati pesak, obogaćenog magnetitskim zrcnicima. Inspirači magnetitskog peska znali su njegovo poreklo, pa su počeli otvarati nova rudišta na dotle neuobičajenim mestima. Tamo gde su škriljci bili najgušće impregnirani magnetitom, a uz to trošni, počeo se primenjivati nov način proizvodnje. Magnetitska zrnca trebalo je pomoći vode odvojiti od stenovitog materijala i koncentrisati ih na pogodnim mestima, kako to prirodno čine tekuće vode. U toku vremena ovaj je način proizvodnje usavršen do te mere, da je vlasinski kraj bio u stanju da proizvede magnetitskog peska za istovremen rad i po 100 topionca, a možda i više.

U Poreču, na izvoru Vardara i oko Kičeva,

magnetitski pesak dobijen je iz jezerskih naslaga, nataloženih za vreme pliocena. Na mestima obogaćenim magnetitom, otkopavane su peskovite gline i iz njih su, prepiranjem u koritima, odvajana magnetitska zrnca.

S. Han je zaista bio u pravu kad je tvrdio, da u proizvodnji magnetitskog peska nema ničega rudarskog. Pogotovo ne za ono vreme. Ovaj originalan način proizvodnje gvoždenih ruda promatrao je i opisao rudarski inženjer Svetozar Mašin. Autentičnijeg svedočanstva zaista i ne može biti. Mašin je jedno vreme vodio radove na dobijanju magnetitskog peska i njegovom topljenju. Posle uspešno završenog srpsko-turskog rata 1877. godine, srpska vlada odlučila je, da u novooslobodene krajeve uputi rudarsku „komisiju za studiju rudarskih objekata u oslobođenim krajevima“. Kako su jedini rudarski objekti bili rudnici i topionice gvožđa na desnoj strani Južne Morave, između Vranja i Vlasotinaca, to je komisija u prvom redu putovala zbog njih. Posle državnog neuspeha u Majdanpeku, ovo je bila još jedna prilika, da se u zemlji počne sa proizvodnjom gvožđa. Jednovremeno, rudarska komisija trebalo je da ispita mogućnost povlačenja železničke trase kroz dolinu Južne Morave. Predsednik komisije bio je Jevrem Gudović, načelnik rudarskog odeljenja a njeni članovi Ljubomir Klerić, Feliks Hofmann i Svetozar Mašin inženjeri u rudarskom odeljenju. Iz Beograda su pošli na put 28. avgusta 1878. godine. Posle šestodnevног putovanja prispeli su u Niš, da odmah produže put kroz dolinu Južne Morave. Na terenu su provele mesec dana.

Rezultate svojih promatranih srpski rudari izložili su u spisu „Izveštaj Gospodinu ministru finansije o Rudarstvu u oslobođenim predelima“. Podneli su ga 15. septembra 1879. godine, a stampali 1883. godine u „Glasniku ministarstva finansija“ publikaciji kratkoga veka i nezapaženog u rudarsko-geološkim krugovima onoga vremena. Godinu dana docnije J. Živoić je objavio svoju „Gradić za geologiju jugoistočne Srbije“, ali ni jednom reći ne pominje putovanje rudarske komisije. Kad je D. Antula 1900. god. objavio svoje poznato delo „Pregled rudišta u Kraljevini Srbiji za parisku izložbu 1900“, nije znao da je izveštaj rudarske komisije iz 1879. godine štampan, pa je pišući o proizvodnji gvožđa na Vlasini koristio rukopis iz arhive rudarskog odeljenja.

U izveštaju rudarske komisije način proiz-

vodnje ruda i gvožđa obradio je S. Mašin. Njegove podatke koristili su docnije D. Antula, J. Drašković, a posredno i K. Kostić. Poslednji je, istina, i sam putovao po Vlasini 1905. godine, dok su tragovi rudarskog rada bili svežiji i dok je još bilo ljudi, koji su bili svedoci proizvodnje gvožđa. Kostić je pribeležio nekoliko dragocenih podataka.

Proizvodnja magnetitskog peska, prema Mašinovim u drugim zapažanjima tekla je ovako. Na svakom radilištu (rovini ili vadi) bilo je zaposleno 10–15 radnika. Pre nego što počne otkopavanje rudovite stene izvrše se pripreme za skupljanje vode u basenu i prirodno koncentrisanje rude. Najpre se 2–3 km nizvodno od mesta, gde će se kopati rudonosni škriljac i „gde nastupi malo blažiji teren u koji sve jaruge uviru”, iskopa se veći rov, zvani glavni handak. Ispod njega, na rastojanju od pola do tri kilometra iskopa se još 3–5 rovova, handaka, kraj kojih se postave korube „duguljasta korita u kojima se ruda potpuno koncentriše i prepira”. Kad je sve to završeno, zagati se vada, i dok se ustava (jezava, piščanica) puni vodom „radenici nakopaju od rastvorene stene u vidu zemlje i kamenja, koliko nakopati mogu, dok se ustava ne napuni. Kad je ova puna, onda se voda pusti preko nakopane mase i ona u svojoj bujnosti ponese ovu zakopanu masu i lupi je o bokove jaruge, i slaže je u izvesnim mestima po specifičnoj težini. Zatim se voda zaustavi i rad produži na isti način. Prema kišovitoj godini, dnevno se vada pušta 10–15 pa i 20 puta” piše S. Mašin.

Kad se handaci napune, radnici sa motikama i grebačama „zađu u jaruge i gone masu naslaganu naniže pomoću vode, koja se opet na ustave pušta. Ovaj se posao zove gonjenje rude”. Radnici na takvom poslu zvali su se *nagondžije* ili *piordžije*. Ovakvo ispiranje zvalo se „ispiranje na pajove”. Prilikom gonjenja rude, koje obično traje 2–3 dana, radnici razbijaju mekše stene, da iz njih ispadne ruda, a čvrste komade izbacuju napolje. U handacima je magnetit prilično koncentrisan, jer je oslobođen krupnog kamena i mulja. Tek posle toga „nastupa pravo prepiranje rude u koritima, u kojima se partija po partija od nagomilane u ustavi mase prepira. Ovo poslednje prepiranje sasvim je slično prepiranju olovne rude ceruzita u Podrinju. Pošto se ovako prepere sva masa iz prve ustave, onda se ruda, koja je korube promakla, goni u handak do druge ustave, gde se druga partija rude dobija, i tako sve do kraja handaka i do poslednje korube. Ovakvo jedno gonjenje rude može da dade 50–60 i više voza rude tj. 25.000–30.000

oka, a na korubama dobija se od priliike na svakoj nižoj u pola manje, no na prethodnoj, višoj.”

„Rudišta sva ne daju godišnje podjednako rude. U glavnom može se spomenuti Gorka Vada u Vlasini koja je davala sa svoje dve grane prosečno godišnje oko 400 voza rude, i kozlička vada sa svojim ogrankom Antina Vada u Crnoj Travi koje su davale prosečno 800–1000 voza rude (voz 500 oka), dakle 400.000–500.000 oka rude. Ostale vade, kako koja, davale su 30–200 voza rude. U Husejin pašino vreme vele da je godišnje sa sviju rudišta dobijeno preko 14–20.000 voza rude. Ovo bi se dakle moglo smatrati kao maksimalna producija koja se uopšte postići mogla” (S. Mašin).

Po nekim podacima, sakupljenim od naroda ovoga kraja, oko 1875. godine 10 radnika proizvodilo je dnevno 500 oka magnetita, a za taj posao plaćalo se samo 7 groša. Nagrada je zatim povećana na 14 groša, ali se pod tim uslovima rad nije isplaćivao, pa je bio na najvećem broju rudišta obustavljen, osim na onim najbogatijim.

Stanovnici Masurice, Vlasine i Krajišta bili su „madendžije madenci, majdandžije”. Njihova sela zvala su se madenska. Ona su bila oslobođena „većine carskih dažbina” ali su bila obavezna da rade na proizvodnji gvožđa. „Madenci su se delili na nekoliko grupa: *rupnici* su kopali rude po jamama (*rupama*), *ugljari* su spremali ugalj, *drvari* su spremali drva, *pepeljari* su spremali pepeo, *konjari* su terali konje sa tovarima, *užari* su izrađivali užad” (K. Kostić). Kad je potreba za gvožđem bila velika, u vlasinski kraj dovođeni su prinudno ljudi iz drugih srpskih oblasti: sa Kosova, Kopaonika, Šumadije. Prema predanju kopaonički rudari, posle Plikolominijevih ratova (1689/90) pobegli su na Vlasinu, jer su sarađivali sa Austrijancima. S druge strane, opet, stanovnici Vlasine kao madenci, odlazili su na red u Samokov. Za vreme Turaka seljaci su rudovali na silu, dobijajući za svoj rad simbolične nadnice. Zbog toga je muško stanovništvo pošlo u pečalbu. Odlazio se početkom februara, dok još nije počeo rad na proizvodnji gvožđa, a vraćalo se u poznu jesen, polovinom decembra, kad je rad na proizvodnji gvožđa bio prestao.

Rudarstvo gvožđa ostavilo je u narodu teške uspomene. Kad je S. Popović posle oslobođenja južne Srbije bio u selu Zlatokopu i raspitivao se o rudama, meštani mu „ne hteloše pozitivno odgovoriti, da li imaju kakve kopove ili majdane;

šta više, neki mu kazivaše, da oni naročito kriju i zabašuruju trag njihovim majdanima, i to iz bojazni, da se ne teraju na iskopavanje ruda, jer su negde, štono reč, majčino mleko propištali njihovi stari, radeći po tim majdanima; pa je i kod sadašnjeg naraštaja ostala strava i odvratnost, i neće i da spomene imena o kakvima majdanima". Da je srpski narod nerado pokazivao mesta gde se nalazi ruda, ima više svedočanstava naših i inostranih putnika. O teškom radu na proizvodnji gvožđa sačuvano je jedno predanje u Božići, prema kome su i žene kulučile, čak i one sa dojančadima. Žene su kopale vade pa su na radilišta dolazile sa kolevkama na leđima. Neka baba brinula se o kolevkama sa decom, ljaljajući ih „na čekrk". Po predanju, sačuvanom u susednoj Poljanici, stanovnici sela Ruplja, zbog teškog rada na proizvodnji gvožđa, napuštali su svoja ognjišta i sklanjali se po susednim krajevima. Neki su se i naselili u Poljanici (K.Kostić).

### Topljenje rude

Sa rudišta ili bolje reći ispirališta, ruda je prenošena u topionice tovarnim konjima ili prevožena kolima i tamo deponovana. Magnetitski pesak kupljen je u vreće i prema Draškoviću prevožen kolima sa četiri ili šest volova. To je verovatno bio voz rude (500 oka). Oko Samokova na kola se tovarilo 350–400 oka rude. Kod topionice rude su još jedanput preprane „tako da su se mogle sasvim čiste smatrati", veli Mašin. Prepiranjem se nije mogao sasvim odstraniti kvarc" unekoliko pomešan sa jedinjenjima aluminije i drugih alkalija". Ovde se radilo svakako o sitnim komadićima škriljca, zaostalog u koncentratu. Kako je u troskama bilo oko 25 %  $\text{SiO}_2$ , ne bi se reklo da je ruda bila baš najbolje preprana, ukoliko silicija u trosku nije dospela od gline iz zidova peći.

Iako je po užoj struci bio topionički inženjer, Mašin je propustio da kaže kako je izgledala topionica gvožđa sa svima spoljnim i unutrašnjim uređajima. Ne zna se ni veličina zgrade u kojoj je bila peć ni unutrašnji raspored. Ruda je topljena u pećima visokim dva metra. Usta peći imala su oblik trapeza, čije su strane iznosile dva puta po 31 i dva puta po 21 cm. Peć je iznutra bila ovalna, sa najvećom širinom od 80 cm. „Okna ova veli Mašin za peć, ili kao što se tamo nazivaju stubovi, nabijena su od u vatri postojane gline, koja je vađena u selu Banjici, Klisuri i Pećini, sniže Crne Trave, i potom izrezivana su u istoj, na šta je

osobita pažnja obraćena. Okolina zida je od običnog kamena koji se zajedno sa stubom zvao *gromada*. Ispod peći proveden je obuge kamen, nazvan handak. Ovaj handak pokriven je velikom kamenom pločom. Iznad nje, za jedno 0,20 m nabija se opet u vatri i postojanom glinom".

Opis peći je, kao što se vidi dosta nejasan. U pećima slične veličine topljeno je gvožđe u okolini Samokova i one su nam dobro poznate. Ozidane su bile od kamena, slično krečanama, samo mnogo uže: pri dnu 50 cm, a pri vrhu 25–30 cm prečnika. Iznutra su bile izmazane glinom. Takve su bile i vlasniške peći. One su najpre ozidane, a zatim je unutrašnjost nabijena glinom, pa je posle izrezana potrebna šupljina peći. Ovaj unutrašnji glineni omotač zvao se stub. U Samokovu, međutim, stup se zvala rešetkasta gvozdena ploča na dnu peći, na njoj se skupljao rasovač. Ispod stupa tekao je potočić i hladio ploču da se ne rastopi. Mašin dalje piše:

„Ovako izrezan stub napred na prsima, kao što ih oni zovu, ima otvor ovalan od 0,75 m visine i 0,35 m širine ispod koga se namesti gvozdeni prag, preko koga se i naboj iznad ploče udešava. Pošto se ovako stub izreže, ostavi se jedan dan te se presuši a zatim se meče ugljena žar te se jače suši za 1 dan. Ako su se za to vreme pojavile pukotine, one su ispunjavaju i zamenjuju glinom. Pošto je ovo sušenje dovršeno, otpočinje se šarža i to ovim načinom. Najpre se izgradi gnezdo za rasovač, a to je nabijanjem štiba iznad gline. Štib ovaj sitan je ugalj, u zrnima 2–4 mm velikim, koji je koliko je nužno običnom vodom ovlažen. Iznad praga uglavi se sapac (dize) koji je oko 0,30 m dugačak i koga je otvor 5 sm u prečniku i koji je načinjen od trahitnog peska, mešanog sa glinom i potom ispečenog na vatri. Za tim se naloži vatra, mehovi kojih duge ulaze u sapac puste se i tada se stub zatvori sa običnom glinom. Čim je stub zatvoren, nastupa šaržiranje sa čumurom, kojim se ceo stub napuni. Posle nekog vremena, topač zapali gasove na gihti izlazeće, tako da iznad stuba uvek gore modrikastim plamenom gasovi ugljovodonični. Pošto se je ugalj za nekoliko desimetara spustio u stubu, šaržira se opet ugljenom, dok se stub ne napuni vrškom, onda se metnu na ugljen sirove oblutice grančica od 2–3 sm u prečniku, a iznad njih 3–4 lopatice rude, 5–6 kgr. Svakih 5–10 minuta ovo se šaržiranje ponavlja".

Pritisak vetra i njegova količina reguliše se obrtajem „mešnog kola", na koja se manje ili više

vode pušta, tako da se ono lakše ili brže okreće, a time i palci češće ili ređe na mahove pritiskuju. Duvanje je kontinuirano poštoto rade dva meha, od kojih se uvek jedan puni vazduhom a drugi ispražnjuje. U samom stubu ruda sukcesivno spuštajući se sa ugljenom, uplivom gasova i direktnim dodirom sa ugljenom reducira se postupno, prelažeći u mešu oksid oksidića, prevladavajući docnije oksidić, i najzad ugljenišući se u gvožđe, po sadržaju na ugljenu najbliže čeliku, tamo bliznica nazvanom. Silicijum jedineći se sa nešto malo alkalija, poglavito sa oksid oksidićima gvožđa obrazuje gvožđem vrlo bogatu šlaku, podobno friššlakama pri modernim radnjama, koja kaplje kroz ugljen i pribira se u gnezdu stuba čuvajući šlakom rasovač od direktnog upliva veta ili upravo kiseonika, koji bi već redukovano gvožđa jako oksidisao. Redukovana ruda „padajući u gnezdo u njenom usijanom stanju obmotana šlakom slepljuje se i obrazuje tako jednu sunđerastu masu – rasovač – lupe – koji postepeno raste. Kad šlaka naraste do sapca, onda se otače. Po njenoj konzistenciji reguliše se šaržiranje t.j. meće se više ili manje rude. Rasovač vadi se kad se sapac do boka stuba stopi. Pre no što se rasovač izvadi, pusti se da se masa u stubu spusti t.j. da sagore ugalj, potom se razvale prsi, mehovi zaustave i rasovač se čuskijama i velikim klještima izvadi. Osim ovog rasovača dobija se nekoliko manjih komada sunđeraste mase, zgurija nazvane, koja sadrži obično manje ugljenisano gvožđe i više šlake i oksid oksidića gvožđa”.

Iz ovog veoma interesantnog opisa topljenja gvozdene rude na srednjovekovni način, jedinstvenog kod nas, vidi se, da je u peći sipana čista ruda, bez ikakvih topitelja. U Samokovu od mešavine magnetitskog peska sa pepelom pravljene su grudve i spuštene u peć. Prethodno su u peći preko ugljena stavljena iscepkana bukova i hrastova drva i leskovo pruće, dužine 30 cm. Verovalo se da leskovo pruće povoljno utiče na redukovanje gvožđa. Drva sa leskovim prućem naizmenično su stavljana u peć sa ugljenom i rudom. Tako su verovatno negde šaržirane peći i na Vlasini.

Pre nego što se zaustave mehovi ispitivao se kvalitet gvožđa. Prema Draškociju na ploči, kojom se zatvarala peć, ostavljen je bio otvor, zvani

protikač. Kroz njega se provlačila gvozdena šipka i uvlačila u rasovač. Brzim okretanjem šipke uzimao se komadić gvožđa za probu. Tako isto radilo se i u Samokovu. Kroz otvor, koji se tamo zvao prag, radnici su krišom vadili gvožđe koje se smatralo najboljim i najmekšim. Topljenje ruda u vlasinskim pećima trajalo je 12 časova. Toliko je bilo i radno vreme u topionici. Smena od pet radnika bila je obavezna da „istera“ rasovač. U jednom topljenju bilo je 250 oka rude. Ona je stopljena sa 8 vreća ugljene (360 kg). U Mašinovom izveštaju ne pominje se probanje gvožđa. On je prema konzistenciji troske znao kad je topljenje završeno. Troska se otpuštala kroz poseban otvor, čim bi u peći narasla do visine sapca.

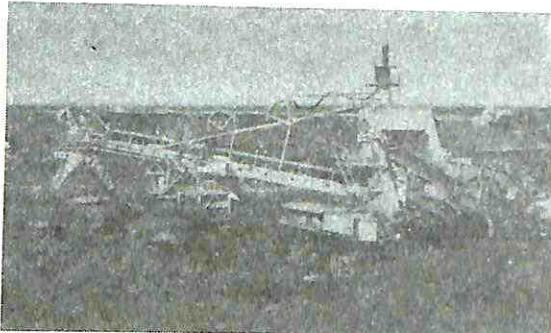
Rasovač na srpskom ili bugarskom jeziku, odnosno čulče na turskom, imao je oblik hleba, ranije zvanog samuna. U vlasinskim topionicama bio je težak 40–100 oka, što je verovatno zavisilo od veličine peći i toka topljenja. „Poštoto se rasovač izvadi piše Mašin, prvi radnik, vastaf, pristupa odmah zatvaranju stuba kao što je napred navezeno, samo s tom razlikom, što čim se stub čumurom napuni, odmah se i ruda šaržira. Pri zatvaranju furune pomaže vastafu najmlađi radnik, subaša nazvan. Ostala t.j. 2 sítora sekuta rasovač na dve pole sa očeličenim uskim sekirama, pri čemu im i peti radnik pomaže. Rasovači ostavljaju se u vignji i od nedelje na nedelju predaju se samakovskom magacinu“. Peć je proizvodila godišnje preko 400 rasovača, što znači da je topionica radila neprekidno sedam meseci.

Vatru u peći raspaljivala su dva meha, duvajući naizmenično. Mašin je samo pomenuo rad mehova i vodenog kola koje ih pokreće. Mehovi su verovatno kao i u samokovu bili dugi od 2,5–4 m. Kako su bili izloženi velikoj topлоти, mazani su svinjskom mašču da duže traju. Vlasinski mehovi bili su nešto manji od samokovskih, jer su dnevno proizvodili dva rasovača, dok su u Samokovu proizvedena tri. Mehove je pokretalo „mešno kolo“, kako se na Vlasini zvalo. U Samokovu ono je imalo 7–8 m u prečniku. Osovina mu je bila duga 10–12 m i nju su bili zabijeni jaki klinci, zvani palci. Za njih su zapinjali mehovi pri duvanju.

## Nova oprema i nova tehnička dostignuća

### Bager vedričar za uljne peskove

Iskorišćenje Atabaska uljnih peskova u Alberti obavlja Great Canadian Oil Sands Ltd. uz pomoć dva bagera vedričara sa kapacitetom od  $64.000 \text{ m}^3/\text{dan}$ . Ranije je pokrívka skidana utovaračima – točkašima, ali je korisno iskustvo sa bagerima vedričarima dovelo do skidanja pokrívke pomoću novog bagera vedričara sa kapacitetom do  $90.000 \text{ m}^3/\text{dan}$ . Mašina je opremljena katarkom od 25 m i dvojnom sipkom tako da se damperi od 150 tona, korišćeni za odvoz pokrívke, mogu utovarati



na kontinualan način. Tokom naredne dve godine još jedno preduzeće, Syncrude, će početi sa radom na uljnim peskovima. Otkopni vedričari će oslobođati i lagerovati pesak koji će utovarati 4 bagera vedričara. Ove mašine, sa ukupnom težinom od 1700 tona, treba da imaju kapacitet od po  $85.000 \text{ m}^3/\text{dan}$  svaka.

*Mining Reporter, 6*

### Ring–system zaštitni lanci za gume

Ovaj lanac štiti na mestima gde agresivna stena ugrožava vek skupocenih guma na površini i u jami. On ima jedinstvenu konstrukciju: svi habajući elementi, svi delovi lančane mreže sastoje se od obrtnih punih prstenova. Na taj način je ceo obim svakog prstena aktiviran protiv napada tvrdih stena. Korist: niži troškovi

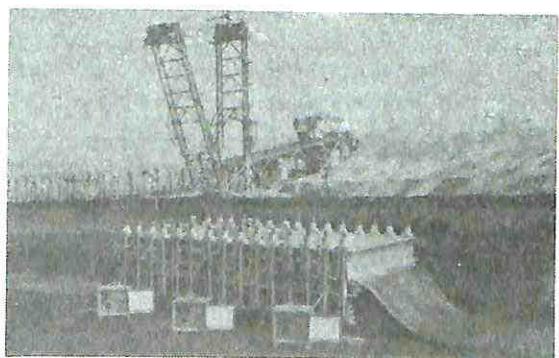


za gume čak i do 70 %. Pogodni su za sve tipove otkopne opreme: čone utovarače ili teške skrepere u jami. To je specijalan lanac za sniženje troškova za gume.

*Mining Reporter, 9*

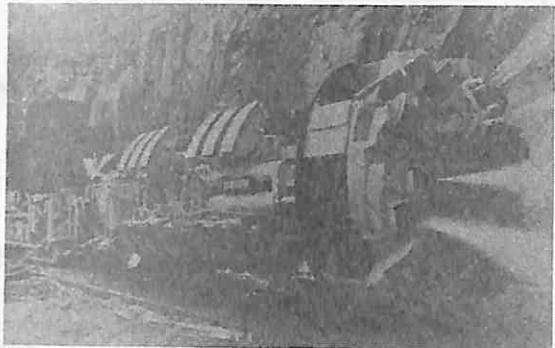
### Prenosne vuklanizacione prese za trake sa širinom do 4,6 m

Ove prese su namenjene za trake sa širinom do 4,6 m i mogu se prenositi za vulkaniziranje na licu mesta kad god je to potrebno, dok istovremeno obezbeđuju



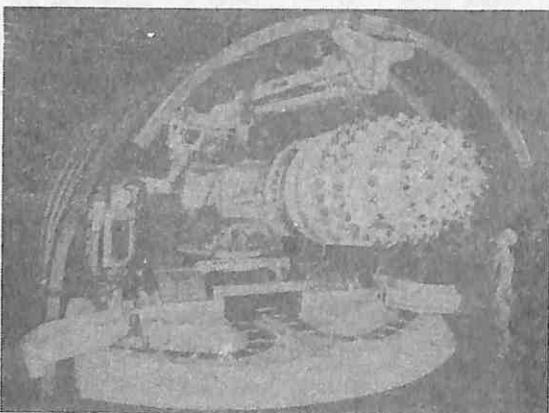
zaštitu u pogledu sila koje nastaju pri radu ove vrste. Presek nosača od legure laktih metala, predviđen za ovaj posao, je u potpunosti u skladu sa opterećenjem koje se javlja kod ove širine trake, a istovremeno se lako prenosi i zaštićen je od korozije. Sistem se sastoji od električno grejanih rombičnih ili pravougaonih ploča i mehaničke ili hidrauličke pritisne opreme i prekidača sa ili bez termostatske kontrole ili sa elektronskim temperaturnim podešavanjem. Proizvodnja obuhvata vulkanizatore sa električnim grejanjem za opravku i spajanje transportnih traka na bazi gume i PVC sa tekstilnim ili čeličnim uložcima. Velika zagrevna površina, potrebna u slučaju širokih traka ili spojeva, može se sastaviti od grejnih ploča iste ili raznih dimenzija. Glavna prednost ovog sistema je prilagodljivost u pogledu sastavnih delova. Upotrebljava se odavno širom sveta i uspešno odupire teškim klimatskim uslovima u severnoj Skandinaviji, Sibiru ili tropskim predelima.

*Mining Reporter, 25*



### Mašina za izradu hodnika VS3

Mašina za izradu hodnika VS3 se dokazala pri izradi hodnika i tunela i u građevinarstvu. Teška oko 65 t, na gušenicama, ova mašina je modularne konstrukcije i može biti opremljena katarkama raznih kapaciteta do 200 kW



sa podužnim ili poprečnim reznim glavama. Primjenjuje se u svim obradivim stenama sa lučnim ili pravougaonim preseцима od 9 do 35 m<sup>2</sup>. Ukupna snaga je 264 kW.

*Mining Reporter, 39*

### Izrada hodnika pomoću vodenih mlazeva visokog pritiska

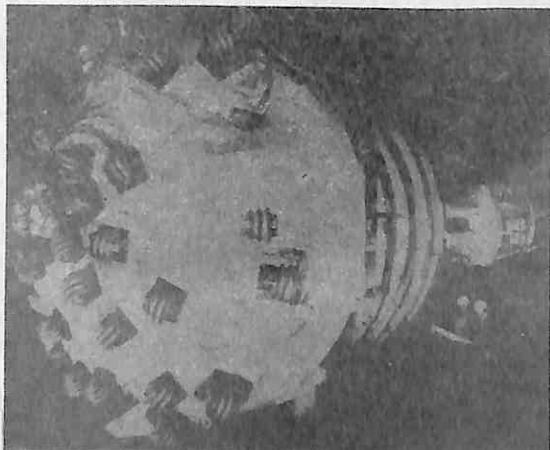
Industrijski opiti za usavršavanje mehanizovane izrade hodnika primenom vodenih mlazeva visokog pritiska vrše se na mašini za izradu tunela TB-I-265, čija je rezna glava od 2,65 m opremljena konvencionalnim valjkastim krunama i sa oko 100 mlaznicama za vodu pod visokim pritiskom. Vodeni mlazevi visokog pritiska režu

koncentrične useke u čelu, a stenu između njih odsecaju valjkaste krune. Mašina za izradu tunela ove vrste bi verovatno mogla da bude lakša i manja, tako da bi se kasnije, u nekim slučajevima, i kraći hodnici (na primer od 1 km) mogli ekonomično da izrađuju mašinama sa punim profilom. Sa kapacitetom od 1.000 kW, četiri kompresora proizvode vodu pod visokim pritiskom (4.000 bara) u količini od 120 l/min. Brojni merni instrumenti stalno prate sve važne opitne parametre. Simens računar 330 registruje, lageruje i obrađuje očitavanja. Tehnički pribor maštine za izradu tunela, a, pre svega, specijalno konstruisana rezna glava, omogućuju promenu opitnih parametara kao što su potisak (do 2.800 kN), brzina rezne glave (do 14,5 o/min), podešavanje reznog alata (50 i 100 mm), prečnik mlaznice (0,25 do 0,65 mm), rastojanje od mlaznice do stene (0,25 do 50 mm), broj i raspored mlaznica i pritisak vode (do 4.000 bara).

*Mining Reporter 37*

### Maštine za izradu hodnika punog profila

Maštine sa punim profilom su uspešno uvedene u rudarstvo i koriste se pri izradi hodnika u steni, kao i pri izradi tunela. Jedna takva mašina sa prečnikom od 6 m je izradila preko 10.000 m hodnika od avgusta 1973. u industriji uglja Zapadne Nemačke, često ostvarujući mesečno preko 450 metara hodnika, ili 12.700 m<sup>3</sup>



iskopa. Druga mašina, sa prečnikom glave od 6,1 m, uspešno radi u rudnicima od maja 1977. Ima postavljač podgrade, koji može da postavlja krutu i pneumatsku podgradu neposredno pored rezne glave. Potrebna snaga za puni profil je 1000 kW.

*Mining Reporter, 46*

#### **Mašina za izradu slepih okana SB VI-500/650 E/SCH**

Nova mašina za izradu slepih okana bez šipki SB VI-500/650 E/SCH je konstruisana za prečnike bušotina od 5 do 6,5 m. Ovom mašinom se mogu izrađivati okna do predbušotina bez šipki za bušenje. Prema tome, njena primena nije više ograničena dubinom okna. Čkopani materijal se odvozi preko predbušotine (maksimalnog prečnika 1,20 m), čija osa može da odstupa od ose okna do 50 % svog prečnika. Važna poboljšanja u odnosu na mašinu za bušenje GSB-450/500, koja je do sada korišćena u nemačkim rudnicima uglja, su: mnogo manja visina mašine, zatezne ravni postavljene u dva nivoa, obrtna i zatezna platforma za oblaganje okna, veća



kognosnost rezne glave (iskošenje 45°), veći učinak usled većeg obrtnog momenta i potiska, kao i mogućnost daljinskog upravljanja sa površine. Važni tehnički podaci mašine, sastavni delovi demontirani za transport sa dimenzijama ispod 3400 mm x 900 x 1800 mm: ukupna instalisana snaga 495 kW, pogonski kapacitet 440 kW, broj obrtaja 5 min<sup>-1</sup>, obrtni moment 760 km, potisak (5500 kN), hod bušenja 800 mm i zatezna sila (11300 kN).

*Mining Reporter, 50*

#### **Potpuno hidraulički džambo za ankerovanje krovine**

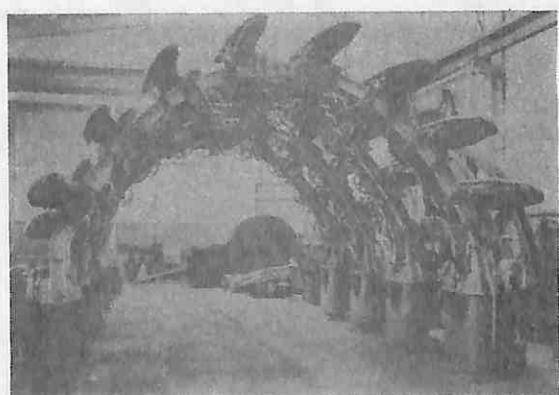
Novi hidraulički džambo Pantofore sa univerzalnom bušačom katarkom i hidrauličkim bušačim čekićem H70 je u stanju da postavlja smolom ankerovanu podgradu i ne

zahteva nikakvu dodatnu opremu. Standardni klinovi imaju prečnik od 25 mm i postavljaju se sa ankerskim pločama. Krajevi imaju navoj za navijanje kontra matica. Proizvođači tvrde da, prema opitima, dobro mešanje smole zahteva dvosmerni obrtni čekić sa brzinom od oko 200 min<sup>-1</sup>. Tvrdi se da je ova mašina sposobna za trenutno suprotno obrtanje brzinom ove veličine bez korišćenja perkusionog uređaja. U ovom cilju je kontrolna tabla opremljena zaustavnim mehanizmom koji omogućuje rukovaoцу da dovede polugu čekića u položaj u kome perkusioni uredaj stupa u dejstvo.

*Mining Reporter, 61*

#### **Samohodna hodnička podgrada za mehanizovani rad**

Ova samohodna hodnička podgrada omogućuje fizičko odvajanje mehanizovane izrade i postavljanja

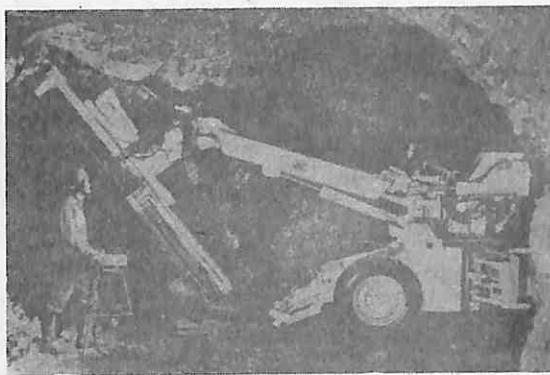


stalne hodničke podgrade u hodnicima sa lučnim presekom, čime se povećava radno vreme mašina za izradu hodnika, a time i brzina izrade. Ovaj sistem samohodne hodničke podgrade se sastoji od samostalnih jedinica od kojih se svaka sastoji od dva profila sa ugrađenim stabilizacionim dizalicama, teleskopskih krutih vodiča, dvostrukih lukova, vešaljki za nosače i krovnih nosača. Ovaj sistem samostalnih jedinica omogućuje prilagođavanje dužine podgrađenog hodnika potrebama, kao i savlađivanje oštreljih krivina i razlika uspona. Promenom lučnih delova i vešaljki nosača samohodna hodnička podgrada se prilagođava raznim presecima hodnika. Sistemom se upravlja daljinski sa table kroz cevni sklop dužine 6 m sa HSA fluidom. Svim funkcijama se može upravljati i ručno preko ventila.

*Mining Reporter, 70*

#### Univerzalni džambo za bušenje sa daljinskim upravljanjem preko električnog kabla

Konstruisan je novi hidraulički univerzalni džambo za bušenje sa dizel i/ili elektro-hidrauličkim pogonom za izradu tunela i otkopavanja. Katarka mu je opremljena obrtnim spojem i preklopnim dodavačem i može da buši minskе bušotine u svakom željenom pravcu. Pogodna je za

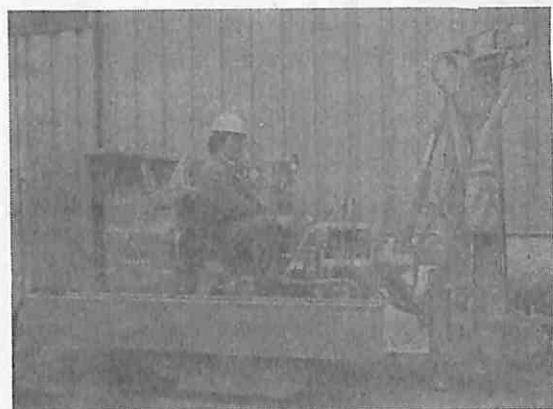


izradu tunela kao i za otkopavanje i bušenje ankerskih rupa. Zajedno sa električnim kablom za daljinsko upravljanje moguće je bušenje svih vrsta bušotina dubokih 20 do 30 m pod kontrolom jednog lica. Rukovalac se nalazi pored dodavača, odakle može da menja šipke i da kontroliše svih 35 funkcija mašine.

*Mining Reporter, 73*

#### Mini džambo za ankerovanje stena

Džambo CTH-10 je konstruisan za ankerovanje u hodnicima sa slojevima male moćnosti i uskim rudarskim otvorima. Mašina je široka samo 1,00 m i može da vrši radikalno ankerovanje na visinama do 3,30 m. Kolica sa posmračnim motorom imaju niski radni profil. Ukupna dužina je samo 30 cm preko efektivne dužine bušenja.



Džambo za ankerovanje stena CTH-10 može da postavlja ekspanzione čaurne i smolne ankere. Pogon je ili elektro-hidraulički ili pneumatsko-hidraulički. Proizvođač ističe da nekoliko ovih mašina uspešno radi u francuskim rudnicima uglja.

*Mining Reporter, 77*

#### Istresač vagona

Čak i kada prevoze slepljujući zasuti teret vagoni se mogu prazniti primenom ovog istresača vagona. Istresač se sastoji od rama koji sadrži vibrator i antivibacionog motora i postavlja se na ivicu vagona koji se istovara.

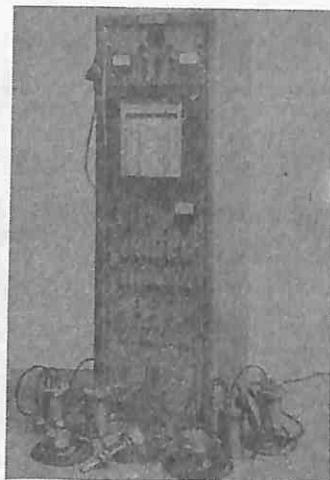


Vibrator stvara naizmeničnu silu pod pravim uglom prema podužnoj osi vagona. Prenošena trenjem na vagon ova sila uslovjava vibraciju zidova vagona i time isticanje materijala. Ceo istresač teži oko 1.700 kg i za pogon zahteva 5,5 kW.

*Mining Reporter, 150*

#### Daljinska stanica za merenje metana CTT 63/40

Ovo je najpreciznije ostvareni bezbednosni instrument u pogledu podzemnog otkrivanja metana. Predviđena da centralizuje informacije dobijene sa čak 40 mesta u poluprečniku od 12 km, centralna stanica CTT 63/40 omogućuje stalno i automatsko praćenje celokupnog rudarskog kompleksa sa površine i neposrednu akciju u slučaju nenormalne koncentracije CH<sub>4</sub> bilo gde u rudniku. Anemometarski senzori se mogu spojiti sa ovim



instrumentom tako da se procenti CH<sub>4</sub> i brzine vazduha mogu meriti zajedno i evidentirati na istom grafikonu.

*Mining Reporter, 269*

### Rano otkrivanje požara uz pomoć računara

Izrađen je modularni programski sistem za računare 300 za praćenje sadržaja CO u ventilacionom vazduhu kao blagovremena opomena u odnosu na rudničke požare. Sistem određuje sadržaj CO upoređenjem niza prosečnih vrednosti. Obrazac koji izdaje računar sadrži dnevni i nedeljni trend za svaku mernu stanicu zajedno sa časovnim prospektem za poslednjih 24 časa uz izdvajanje kratkotrajanog korbantnog perioda. Takođe pokazuje period opomene na kraju koga će se dostići granična ili opasna vrednost pod pretpostavkom da se trend nastavi. Izveštaj o kvaru prikazuje sve poremećaje u aparatu ili prekoračenje graničnih vrednosti. Štampač štampa merenje iz minuta u minut sa svakog aparata, kao i evidenciju za poslednjih 40 minuta iz odabranog aparata uz prikaz izračunatog trenda. Dopunski program prikazuje vremenski razvoj merenja, kao i prostorno širenje CO na radilišta rudnika. Zajedno sa na sličan način evidentiranim vrednostima brzine vazduha sada je moguće izračunati širenje zapaljivih gasova i u slučaju katastrofe odrediti otvorene puteve za izlaz.

*Mining Reporter, 274*

## Prikazi iz literature

Wild, H.W.: **Tehnika miniranja u rudarstvu, tunelogradnji i izradi hodnika** (Sprengtechnik im Bergbau, Tunnel – und Streckenbau). – Verlag Glückauf Essen, 320 str., 244 slike, cena: 68,00 DM.

Tehnika miniranja nije izgubila na značaju i pored šire primene eksploracionih mašina. Kod veće čvrstoće stena eksploracija pomoću eksploziva je, osim luženja, jedina efektivna metoda. Ova knjiga daje ukupan pregled o tehnicu miniranja u podzemnom rudarstvu. Četvrtina knjige je posvećena teoretskim osnovama tehnike miniranja i eksplozivima. Kratko i jasno prikazane su za inženjera u praksi potrebne informacije o teoriji efekta miniranja, o eksplozivima i njihovim parametrima kao i sredstvima za iniciranje. U drugom, većem delu obrađeni su postupci miniranja u hodnicima i tunelima velikih profila, u okнима i uskopima, u otkopnim hodnicima i hodnicima po sloju, kod eksploracije uglja i rude. Na osnovu 100 slika i dijagrama, kao i 16 tablica prikazana je obimna materija vrlo očigledno za praktičnu primenu, kao i razne otkopne metode u rudarstvu. U knjizi se daje potpun pregled raznolikosti postupaka miniranja i egzaktne podloge za projektovanje i izvođenje minerskih radova. Pomoći mnogih dijagrama i tablica, koje sadrže uvek određene zavisnosti u odnosu na prečnik bušotine,

troškove za izradu bušotine, specifičnu potrošnju eksploziva i troškove u DM mogu se projektovati konkretni minerski radovi. U poslednjem delu knjige, pored miniranja u plastičnim stenama posvećuje autor pažnju pitanjima začepljavanja bušotina i pažnju otpuštanju tačnih profila. Isto tako daje interesantne podatke o uticaju prečnika patrona na minerske radove i o mogućnostima za ubrzanje radova na otpuštanju. Na kraju se daje kratak pregled o proračunima punjenja u hodnicima i tunelima.

Vutukuri, Lamia, Saluj: **Priročnik o mehaničkim osobinama stena** (Handbook on Mechanical Properties of Rocks) – knjige I do IV, Clausthal Trans Tech. Publications.

Cilj ovog priročnika je da da pregled svetske literature na temu „Tehnika i rezultati merenja stena“. Prva knjiga je objavljena 1974. godine sa osnovama pripreme tela za ispitivanje, čvrstine na pritisak, čvrstine na izvlačenje, smicanje i čvrstine kod višeosnog naprezanja tela za ispitivanje stena.

**Knjiga II** sadrži postupke za utvrđivanje statičkih i dinamičkih konstanti elastičnosti stena i tablicu od 136 strana sa rezultatima merenja parametara elastičnosti i čvrstine iz cele stručne literature sa preko 2000 vrsta stena i nalazišta.

**Knjiga III** se odnosi na postupke i rezultate merenja „in situ“; to su veliki opiti merenja pritiska, deformacije, pritiska u tunelima, u buštinama raznih vrsta, merenja nosivosti, čvrstine smicanja i izvlačenja kao i triaksijalne opite „in situ“. Dalje su opširno opisane vremenski zavisne osobine stena, a jedno malo poglavlje je posvećeno širenju pukotina u stenama.

Osobine raspucale strukture stena pod raznovrsnim opterećenjima tretiraju se u knjizi IV. Ona sadrži više predloga za klasifikaciju gorskog masiva kao i definicije i izmerene vrednosti nekih drugih osobina stena kao gustinu, poroznost, ponašanje pri bubreženju, tablice sa troječnim definicijama geomehaničkih pojmove Internationalnog društva za mehaniku stena, kao i tablice za preračunavanje internacionalnih jedinica mera.

**Rau, H.: Geotermička energija (Geothermische Energie).** — Pfiemer, München, 1978, 232 str., 79 sl., i 9 tablica, cena: 42 DM.

U ovoj knjizi je obrađena geotermička energija, koja se još nalazi u senci fosilne energije, nuklearne i solarnе energije. U prvom poglavljiju se tretiraju pojedini oblici geotermičke energije, a u daljim poglavljima priprema za korišćenje termičke energije, njeno racionalno korišćenje kao i pravna pitanja u pojedinim zemljama. Poseban interes zaslužuje poglavlje o već postojećim elektranama u svetu na geotermičkoj bazi, koje su za sada dimenzionisane na malu snagu. U celom svetu se radi na tome, da se jače koristi geotermička energija. U SAD je planirano, da se do 1985. godine instalise skoro 20000 MW iz geotermičkih nalazišta. Veće poglavlje daje obaveštenja o geotermičkim potencijalima u svetu.

**Dietze, W., Steinmetz, R., Strzodka, K.: Racionalizacija projektovanja u rudarstvu (Rationalisierung der Projektierung im Bergbau).** — VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 259, sl., 33 str., 19 tablica, cena: 38 DM.

Ova monografija je namenjena inženjerima niskogradnje i površinskog otkopavanja za pripremu investicionih odluka, metode dobijanja informacija i proračunavanje radnih parametara pomoću EOP. Podlogu za ovu monografiju čini Internacionalni kolokvijum o racionalizaciji projektovanja u rudarstvu održan na Rudarskoj akademiji u Frajbergu. Izlaganje materijala počinje principijelnim prikazivanjem mogućnosti racionalizacije, kao i potrebe, nabavke vrste i obima informacija o ležištu, kao i podloge za projektovanje pripremljenim elementima. Povezci od toga objašnjavaju se zadaci i plan za racionalizaciju procesa projektovanja i mogućnosti primene EOP u tom procesu. Teoretski radovi su dopunjeni priložima iz prakse projektovanja rudarskih grana socijalističkih država.

**Ekonomika mineralnih sirovina — Ispitivanja o ponudi i potražnji mineralnih sirovina-X Nikl (Untersuchungen über Angebot und Nachfrage mineralischer Rohstoffe X. Nickel).** — 347 str., 15 sl., 196 tablica, Berlin, Hanover, izdavač: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, cena 83 DM.

Nikel se primenjuje, sada kao i ranije, kao metal za čelične legure, pre svega za dobijanje plemenitih čelika otpornih protiv korozije, kiseline i topote; pored toga, u industriji negvozdenih metala i galvanotehnike. Značaju tog metala odgovara širina ispitivanja ponude i potražnje u ovoj knjizi. Posle ležišta sulfidnih i lateritnih ruda obrađena je najpre proizvodnja rudnika, rezerve ležišta, kao i proizvodnja čistog nikla i feronikla. Udeo lateritnih (silikatni ili oksidni) ruda u svetskoj proizvodnji raste u odnosu prema sulfidnim rudama i sad iznosi 39%. Od navedenih novih rudarskih projekata 80 do 90% odnosi se na laterite, koji takođe sačinjavaju 80% potencijalnih svetskih rezervi. Pri otkopavanju obe vrste ruda dobijaju se kao sporedni proizvodi, bakar, platiniski metali, kobalt i dr. Proizvodnja nikla je (1976) koncentrisana na oko 3/4 na zemlje Kanadu, SSSR, Novu Kaledoniju i Australiju. Početkom proizvodnje u drugim zemljama ta koncentracija opada, na Kanadu otpada sad još samo 33,7% posle 48,8% u 1966. godini. Kod sulfidnih ruda vodi Kanada. Zbog znatne potrošnje energije, ukupni troškovi su znatno veći kod proizvodnje nikla iz laterita; pretpostavlja se da se danas ne pokrivaju troškovi usled niske cene nikla. Poboljšanje cena stvara kod potrošnje nikla povećana supstitucija čistog nikla sa feroniklom. Glavni potrošači su SAD, EZ, SSSR, Japan i Švedska. Za projekciju do 1990. godine uzima se godišnji rast potrošnje od 3,8%.

Vrlo opširna knjiga donosi skoro nepreglednu količinu materijala na temu.

**Udžbenik i priručnik tehnike otpadnih voda (Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik Bd.3).** — Verlag von W. Ernst & Sohn, Berlin, 1978, 863 str., 443 sl., 71 tabl.

Drugo izdanje ove knjige je temeljno prerađeno, shodno tehničkom razvoju, sa udvostrućenim tekstom. U glavnom delu-tretiranju mulja—obrađeni su aktuelni postupci, a između ostalog kondicioniranje mulja, filtriranje pod presama, suzbijanje mirisa, tehnika merenja i regulisanja kao osnova za rukovođenje, primena radioaktivnih indikatora za merenje protoka, postupak u osnovnim bistrilištima, sušenje, sagorevanje, gasifikacija, uklanjanje sa primerima, energetika postrojenja za tretiranje otpadnih voda, troškovi, kontrola i sprečavanje nesreća. Kompletan kompendijum otpadnih voda i mulja.

**Gathwohl: Snabdevanje energijom (Energieversorgung)** Resursi, tehnologije, perspektive. — de Gruyter Verlag Berlin, 1978, 296 str. 42 sl., 40 tabl., cena: 68 DM.

Snabdevanje svetske privrede u budućnosti energijom postalo je najveći problem čovečanstva. O tom problemu objavljene su u poslednje vreme mnogobrojne publikacije. Drastično povećanje cena 1973. godine bio je

bitan faktor. U objavljenim publikacijama obrađeni su većinom delovi, u prvom redu ocene rezervi i raspoloživost pojedinih nosilaca energije.

Ovde se pokušalo, da se u sažetom pregledu prikažu razlozi i razmere te problematike. U uvodnom poglavlju su iznete veze između energetike i svetske privrede uzimajući u obzir potrebne investicije. Potom je opširno opisan potencijal i njegova geografska raspodela po svetu. Drugo poglavlje opisuje sisteme snabdevanja energijom. Prikazane su sve sekundarne forme energije, kao i odgovarajuće tehnologije transformacije. Dalje je opisano opterećenje životne sredine i sigurnosni problemi uzimajući naročito u obzir korišćenje nuklearne energije.

Hüls, W.: *Prilog za proračun naponskih i deformacionih polja za tla sa nelinearnim osobinama materije pomoći metode finitnih elemenata* (Beitrag zur Berechnung von Spannungs – und Verformungsfeldern für Böden mit nichtlinearen Stoffeigenschaften mittels Methode finiter Elemente), Freiberger Forschungshefte A 585.

Sa varijantom metode finitnih elemenata, čiji je glavni deo postupak „varijabilna elastičnost“ izvedena je analiza napona i deformacije struktura za slučaj ravnih menjanja oblika, pri čemu mogu postojati proizvoljna zbijanja opterećenja i rasterećenja. U triaksialnom optitu utvrđeni nelinearni parametri materije pretvaraju se putem oktaedarskog načina pisanja u parametre za ravan slučaj. Predložena metoda je podesna za analizu problema kosina i šupljina za čvrste i rastresite stene. Prednost metode finitnih elemenata leži u njenoj velikoj sposobnosti prilagođavanja na proizvoljne geometrijske strukture i granične uslove, kao i na najdalekosežniju nezavisnost od izbora zakona materije. Dalja bitna prednost tog postupka leži u mogućnostima, koje ne stoje u direktnoj povezanosti sa rešenjem zadatka granične vrednosti, da se uključi organski u algoritam. U ovom radu razvijeni algoritam predstavlja varijantu nelinearne analize metodom finitnih elemenata. Ovaj inkrementni postupak pruža polaznu tačku za dalja ispitivanja. Tako će biti cilj, da se razvije algoritam za izračunavanje procesa, zavisnih od vremena i temperature. Rešenja tog zadatka, po mišljenju autora, zaviseće i od savremenijih kompjutera.

„COAL AGE“ — Radni priručnik za podzemno otkopavanje (Coal Age — Handbook of Underground Mining). — Izdavač: Chironis N.P., New York, 1977, 410 str.

U ovom priručniku su članci iz američkog stručnog časopisa „Coal Age“ od 1972. do 1977. godine. Glavni

urednik je izabrao iz tih godišta oko 120 članaka, koje je napisato oko 50 autora i članova uredništva, da bi se dao potpuno zaokružen pregled stanja tehnike. Članci su poređani u pojedine odseke: kontinualno i konvencionalno otkopavanje, tehnika širokočelnog i uskočelnog otkopavanja, specijalne metode otkopavanja i bušenja, savremeni sistemi podzemnog transporta, usavršavanja metoda ovlađavanja povlatom, usavršeni metodi kontrole prašine i proveravanja, kontrola rada u rudniku i protivpožarna zaštita, novi propisi o sigurnosti na radu u rudnicima i čuvanje zdravlja ljudi u rudnicima uglja, savremeni rudarski sistemi komunikacija i energija, tehnička i rukovodstvena pitanja.

Primenjena statistika (Angewandte Statistik). — Springer Verlag, 552 str., 58 sl., 190 tabl., cena: 59,80 DM.

U knjizi su iznete u celini sve statističke metode, objašnjene mnogim primerima. Pored opštih uvodnih primedaba obrađen je glavni deo — tehnika odlučivanja, primena statističkih postupaka u medicini i tehniči, upoređivanje nezavisnih štih-proba izmerenih vrednosti, dalji postupci ispitivanja, masa zavisnosti, korelacija i regresija, obračunavanje tablice više polja i tvarijanso-analitičke metode. Na kraju je data zbirka primera za vežbanje.

Odsumporavanje uglja pre sagorevanja (Coal desulfurization prior to combustion). — Pollution Technology Review No. 45. + 307 str. — Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jersey, USA, 1978.

Uz državnu pomoć kroz subvencionisane studije, zvanične izveštaje, predavanja, ostale publikacije i američku patentnu literaturu prikazano je najnovije stanje tehnike odsumporavanja uglja pregledno u obliku priručnika. Odsumporavanje goriva ima prednost nad odsumporavanjem dimnih gasova, koje se koristi samo za velike emitente, šireg dejstva na redukciju emisija sumpordioksida. Posle uvođa, koji obuhvata zbog energetske krize povećanu proizvodnju uglja u SAD, ležišta, osobine, zaprijanost i primenu uglja i ukratko postupke odsumporavanja, obrađeni su pojedini procesi sa dubokim temperaturama za odsumporavanje uglja, sadržaj i redukciona mogućnosti američkog uglja, studije Nadleštva za zaštitu okoline kroz kvalitet i mogućnosti čišćenja uglja (hidriranjem, oksidacijom, ekstrakcijom i drugim procesima) i odsumporavanje koksa, fizikalno odsumporavanje — pored ostalih postupaka. Čišćenje uglja pranjem tretirano mnogobrojnim slikama, tablicama i literaturom olakšavaju produbljenje informacije. Dovoljno su razmatrane buduće ekonomiske mogućnosti.

## Bibliografija

### Rudarstvo

Hajdasiński, M.: **Uporedna analiza ocena ekonomicke efektivnosti projekata rudarskih preduzeća** (The comparative analysis of the estimation of the economic effectiveness of mining development projects for the continuous and discrete representation of the value changes in time)  
„Appl. Comput. Meth. Miner. Ind. Proc. 14th Symp. 1976”, New York, N.Y., 1977, str. 964–983, 7 il., 5 bibl.pod., (engl.)

Rudenko, V. i Thomas, E. G.: **Razrada uprošćenog ekonomskog modela za analizu projekta rudarskog preduzeća** (Development of a simplified economic model to allow more flexible and direct analysis in mining feasibility studies)  
„Appl. Comput. Meth. miner. Ind. Proc. 14th Symp. 1976”, New York, N.Y., 1977, str. 98–919, 5 il., 5 bibl.pod., (engl.)

Nikolaevskij, V. N., Livšic, L. D. i Sizov, I. A.: **Mehanička svojstva stena. Deformacije i razaranje** (Mehaničeskie svojstva gornyh porod. Deformacii i razrušenie)  
„Itogi nauki i tehn. VINITI. Ser. Meh. deformiruem. tverd. tela”, 11(1978), str. 123–250, 600 bibl.pod., (rus.)

Bažutin, A. N. i Komrakov, V. V.: **Metodika proučavanja fizičko-mehaničkih osobina stena pri otvaranju ležišta u cilju projektovanja optimalnih tehnoloških parametara režima bušenja** (Metodika izučenja fiziko-mehaničkih svojstv gornih porod pri razvedke mestoroždenij s cilju projektovanja optimalnih tehnologičkih parametara režimov burenja)  
„Soveršen. tehn. i tehnol. burenja skvažin na tverd. polezn. iskopаемых”, (1978)1, str. 115–119, 10 bibl.pod., (rus.)

Gorbačik, V. A.: **O vezi između abrazivnih i fizičko-mehaničkih osobina stena** (O vzaimosvjazi abrazivnih i fiziko-mehaničeskih svojstv gornih porod)  
„Soveršen. tehn. i tehnol. burenja skvažin na tverd. polezn. iskopаемых”, (1978)1, str. 3–6, 1 il., 1 tabl., 8 bibl.pod., (rus.)

Gasanov, A. B.: **Ispitivanje elastičnih osobina stena u složenom naponskom stanju za rešenje nekih zadataka vezanih za jamski pritisak** (K issledovaniju uprugih svojstv gornih porod v složnom naprijäzenom sostojanii dlja rešenija nekotoryh zadač, sviazannyh s gornym davleniem)  
„Tehn. teregti ugrunda, Za tehn. progress”, (1978)6, str. 36–40, 56, 3 il., 7 bibl.pod., (rus.)

Kunysz, N. M. i Wozniak, D. **Brzina rasprostiranja elastičnih talasa u stenama ležišta rude bakra**

(Predkość przewodzenia falsprezystych w skalach zloża miedzi)

„Rudy i metale niezel.”, 23(1978)11, str. 592–595, 5 il., 8 bibl.pod., (polj.)

Piskarev, V. K.: **Interpretacija deformacija jezgra pri merenju napona metodom rasterećenja u raspucalim stenama** (Interpretacija deformacij kerna pri izmerenii naprijaženij metodom razgruzki v treščinovatyh porodah)  
„Metodol. izmerenija naprijaženij v massive gorn. porod”, Novosibirsk, 1978, str. 12–16, 1 il., 3 bibl.pod. (rus.)

Malashija, Z. A.: **Ispitivanja ultrazvukom na modelima od ekvivalentnih materijala** (Ul'trakosmoye issledovaniya na modeljakh iz ekvivalentnyh materialov)  
„Rac. metody dobyči i obogašč. polezn. iskopaemyh Gruzii”, Tbilisi, 1978, str. 78–82, 1 tabl., 2 bibl.pod., (rus.)

Filatov, N. A. i Beljakov, V. D.: **Proučavanje elastično-plastičnih deformacija i razaranja masiva stena u blizini podzemnih jamskih prostorija na modelima** (Izuchenie uprogoplastičeskogo deformirovaniya i razrušenija massivov gornyh porod vblizi podzemnyh vyrabotok na modeljakh)  
„Tr. VNII gorn. geomeh. i markšejd. dela”, (1978)109, str. 57–62, 3 il., 12 bibl.pod., (rus.)

Nikiforovskij, V. S. i Serjakov, V. M.: **Ispitivanje naponskog stanja masiva stena sa sistemom jamskih prostorija** (Issledovanie naprijažennogo sostojanija massiva gornih porod s sistemom vyrabotok)  
„Fiz.-tehn. probhl. razrab. polezn. iskopaemyh”, (1978)6, str. 12–18, 4 il., 9 bibl.pod., (rus.)

Amusin, B. Z. i Morozov, M. P.: **Eksperimentalno-analitička metoda proračuna jamskog pritiska u pripremnim prostorijama koje su zaštićene stubovima** (Eksperimental'no-analitičeskij metod rasčeta projavlenij gornog давленија v podgotovitel'nyh vyrabotkah, ohranjaemyh celikami)  
„Tr. VNII gorn. geomeh. i markšejd. dela”, (1978)109, str. 50–56, 3 il., 10 bibl.pod., (rus.)

Rehvišvili, Ju. S.: **Analiza postojećih hipoteza o gorskim udarima** (Analiz suščestvujućih hipoteza gornih udarova)  
„Rac. metody dobyči i obogašč. polezn. iskopaemyh Gruzii”, Tbilisi, 1978, str. 25–33, 18 bibl.pod., (rus.)

Wierchowska, Z.: **Mikroseizmoloski kriterijumi za ocenu stepena opasnosti od gorskih udara u jamama** (Mikrosejsmologiczne kryteria oceny stanu zagrożenia topianiami w kopalniach)  
„Prz. gorn.”, 34(1978)9, str. 393–397, XLVI, XLVII, XLVIII, XLIX, (polj.)

**Leiteritz, H.**: Značaj geološko-tektonskih elemenata pri gorskim udarima u Rurskom basenu (Die Bedeutung geologisch-tektonischer Elemente bei Gebirgschlägen Ruhrrevier)  
„Glückauf”, 114 (1978) 22, str. 989–994, 1 il., 6 tabl., 27 bibl. pos., (nem.)

**Vilgžanin, V.**: Primena samovazujućeg hidrauličnog zasipa u preduzećima obojene metalurgije SSSR—(Prilagene na vrednjavanje sa hidraulično zaplavljene u predpriatijata na cvevnata metalurgija na SSSR)  
„Rudodobiv”, 33(1978)11, str. 1–3, 31, 32, 3 tabl., (bugar.)

**Budzinski, A., Bukowski, R. i dr.**: Materiały za zaspianie otkopanego przestrzeni (Material do podsadzania, szczególnie pustek poeksploatacyjnych w górnictwie podziemnym)  
(Bioro Studiow i Projektow Energetycznych „Eneroprojekt”) Patent NR Polskie, kl. E 21 F 15/08, Nr. 92605, prij. 2.04.74, Nr. 170526, objav. 30.11.77, (polj.)

**Popov, V. L., Karetikova, T. B. i Klejmnova, E. A.**: Praktični proračun mehanizovanih podgrada na elektronskim računarima iste serije (Praktičeskij rasčet mehanizirovannyh krepej na ECV edinoj serii)  
„Mehaniz. gorn. rabot na ugol'n. šahtah”, Tula, 1978, str. 34–39, (rus.)

**Levašov, V. M., Gridin, A. D. i dr.**: Mehanizovana jamska podgrada (Mehanizirovannaja šahtnaja krep')  
Avt. sv. SSSR, kl. E 21 D 23/00, Nr. 619670, prij. 19.10.73, Nr. 1967704, objav. 5.07.78.

**Mindeli, E. O., Kusov, N. F., Korneev, A. A.**: Kompleksno ispitivanje dejstva eksplozije u stenama (Kompleksne issledovanie dejstva vzryva v gornyh porodah)  
M., „Nedra”, 1978, 253 str., 83 il., 31 tabl., 135 bibl. pos., (knjiga na rus.)

**Petrosjan, M. I. i Gasparjan, T. G.**: O jednoj metodici modeliranja procesa razaranja stena dejstvom eksplozije (Ob odnoj metodike modelirovaniya processa razrúšenija gornyh porod dejstviem vzryva)  
„Nauč. soobšč. N.-i. i proekt. in-t cvet. metallurgii Arnniprocvetmet”, (1978)23, str. 23–24, (rus.)

**Pluznik, V. I., Lysjuk, S. D. i Antonov, A. V.**: Pitanje povećanja stabilnosti eksploziva u odnosu na vodu (K voprosu o povyshenii vodoustojčivosti VV)  
„Ispol'z.vzryva pri razrab. neskal'n. gruntov. Materialy Nauč. seminara Tehnol. ispol'z. vzryva na gorn. i stroit. rabotah v gruntah, Kiev, 1976”, Kiev, str. 74–75, 1 tabl., 2 bibl. pos., (rus.)

**Griffits, M. J., Oates, J. A. H. i Lord, P.**: Rasprostiranje udarnih vazdušnih talasa kod miniranja na površinskim otkopima (The propagation of sound from quarry blasting)  
„J. Sound and Vib.”, 60(1978)3, str. 359–370, 6 il., 2 tabl., 5 bibl. pos., (engl.)

**Benedek, D.**: Uticaj raspucalosti stena na miniranje na površinskim otkopima i merenje raspucalosti (Effets des fissures de la roche sur les tris dans les carrières et la mesure des fissures)

„Explosifs”, 31(1978)3, str. 70–79, 20 il., 1 tabl., 5 bibl. pos., (franc.)

**Iwan, A., Vacha, R. i Szewczyk, S.**: Praksa primene kombajna MR-2a firme Dosco za izradu hodnika u uslovima jame Jaworzno (Rezultaty i doswiadczenia z zastosowania kombajnu chodnikowego MK-2A firmy Dosco do drazenia wyrobisk kamiennowęglowych w KWK Jaworzno)  
„Mech. i automat. gorn.”, 16(1978)9, str. 12–19, 2, (polj.)

**Wang Fun-Den, Miller, R.**: Korišćenje mlaže vode pod visokim pritiskom za probijanje hodnika (High pressure water jet assisted tunneling)  
„Proc. Rapid Excavat. and Tunnel Conf., Las Vegas, Nev., 1976”, New York, N.Y., 1976, str. 649–676, 19 il., 5 tabl., 3 bibl. pos., (engl.)

**King, R. H., Frantz, R. L. i Parkinson, H. L.**: Automatizacija i distaciona kontrola opreme u rudnicima uglja SAD (The advantages and feasibility of automation and remote control in underground coal mines in the U.S.A.)  
„Automat. Mining and Metal Process. Proc. 2nd IFAC Symp., Johannesburg, 1976”, Pretoria, 1977, str. 451–459, diskus. 731–732, 6 il., (engl.)

**Frantz, R. L.**: Automatizovani sistem otkopavanja uglja (The engineering audit of an experimental automated extraction system)  
„Earth and Miner. Sci.”, 48(1978)1, str. 1–4, 3 il., 2 bibl. pos., (engl.)

**Breithaupt, R. L.**: Projektovanje, proizvodnja i opsluživanje opreme za dugacka čela radilišta u SAD (American design, manufacture and service of longwall equipment)  
„73rd Regul. Meet. Rocky Mount. Coal Mining Inst. Lionshead Village, Vali, Colo, 1977”, Denver, Colo, s.a. 78–80, (engl.)

**Zel'vianskij, A. Š., Bahtin, A. F. i dr.**: Postupak otkopavanja blagonagnutih i kosih slojeva uglja (Sposob razrabotki pologih i naklonnyh ugol'nyh plastov)  
Avt. sv. SSSR, kl. E 21 C 41/04, Nr. 629343, prij. 17.05.76, Nr. 236199, objav. 15.09.78, (rus.)

**Harzer, H. May, P. – C.**: Stubni sistem otkopavanja u jami nagnutim i strmim slojevima (Pfeilerbau in stark geneigter und in steiler Lagerung)  
„Glückauf”, 114(1978)22, str. 987–989, 12 bil. pos., (nem.)

**Petrosov, A. A.**: Modeliranje i optimizacija procesa u rudnicima (Modelirovanie i optimizacija processov na rudnikah)  
M., „Nedra”, 1978, 205 str., 37 il., 18 tabl., (knjiga na rus.)

**Avramov, V.**: Optimizacija postojeće tehnologije

- dobijanja ruda** (Optimizacija dejstvujuće tehnologije dobyči rudy)  
 „Fiz.-tehn. probi. razrab. polezn. iskopaemyh”, (1978)6, str. 83–90, 2 il., 3 tabl., 4 bibl.pod., (rus.)
- White, B. i Stocks, J.**: Podzemno rudarstvo (Underground mining)  
 „Mining Annu. Rev.”, 1978, str. 189, 191, 195, 197, 199, 203, 205, 209, 211, 213, 215, 219, 221, 223–224, 227–228; 11 tabl., (engl.)
- Mikadze, L. B.**: Dinamički model otvaranja i pripremanja ležišta mangana (Dinamičeskaja model’ vskrytiya i podgotovki manganovyh mestoroždenij)  
 „Rac. metody dobyči i obogašč. polezn. iskopaemyh Gruzii”, Tbilisi, 1978, str. 55–65, 7 il., 2 tabl., 2 bibl.pod., (rus.)
- Szymanski, J.**: Ekonomска анализа примене коморно-stubnog sistema otkopavanja sa obrušavanjem krovine (Ekonomiczna analiza systemow komorowo-filarowych z zawalem stropu)  
 „Prz. gorn.”, 34(1978)7–8, str. 333–338, 5 il., 3 tabl., 6 bibl.pod., (polj.)
- Moffitt, R. B.**: Pregled razvoja površinskog otkopavanja za 1977. (Open pit mining)  
 „Mining Annu. Rev.”, 1978, str. 169, 171, 173, 175, 179, 181, 183, 185, 10 il., (engl.)
- Whitworth, K.**: Površinsko otkopavanje antracita u Južnom Velsu (Valuable South Wales Antracite mined at Rhigos).  
 „World Coal”, 4(1978)9, str. 30–35, (engl.)
- Gur'evskij, V. A., Evin, V. G. i dr.**: Uticaj odnosa osnovnih tehnoloških kriterijuma na zakonitost formiranja radnog prostora površinskih otkopa (Vlijanie srotnošnija osnovnyh tehnologičeskikh kriteriev na zakonomernost formirovaniya rabočego prostranstva kar’era)  
 „Nov. v-tehn. i tehnol. otkryt. razrab. nedr Kazahstana”, Alma-Ata, 1978, str. 8–16, 4 il., 3 bibl.pod., (rus.)
- Györy, S.**: Razvoj organizacije upravljanja proizvodnjom na površinskom otkopu Thorez (A termelésirányítás szervezetek fejlődése a Matraaljai Szenbányák Thorez bányauzemében)  
 „Banyasz. és kohasz. lapok. Banyasz.”, 111(1978)10, str. 667–672, 6 il., (mađar.)
- Dimitrić, A.**: Ekonomска ocena ležišta s tačke gledišta njihovog otkopavanja površinskim postupkom (Die ekonomische Bewertung von Lagerstätten unter der Voraussetzung ihres Abbaus im Tagebau)  
 „Wiss. Z.E. M. Arndt—Univ. Greifswald. Mathnaturwiss.”, 1977, R., Sonderh., I, str. 56–60, (nem.)
- Jarpa, S. G.**: Ocená investičních výdajania i cene koštania na površinském otkopovaní (Capital investment and operating cost estimation in open pit mining)  
 Appl. Comput. Meth. Miner. Ind. Proc. 14th Symp. 1976, New York, N.Y., 1977, str. 920–931, 3 il., 4 tabl., 14 bibl.pod., (engl.)
- Mutmansky, J. M. i David, B. H.**: Mate-
- matički model za analizu i izbor ekonomske politike pri otkopavanju ležišta uglja površinskim postupkom (An economic model for analyzing surface/punch mining extraction strategies)  
 „Appl. Comput. Meth. Miner. Ind. Proc. 14th Symp. 1976”, New York, N.Y., 1977, str. 808–819, 5 il., 14 bibl.pod., (engl.)
- Walton, G. i Atkinson, T.**: Neka shvatana geotehničkog karaktera pri projektovanju površinskih otkopa uglja (Some geotechnical considerations in the planning of surface coal mines)  
 „Trans. Inst. Mining and Met.”, A87(1978)Oct., str. 147–171, 12 il., 2 tabl., 50 bibl.pod., (engl.)
- Wysocki, W.**: Selektivno otkopavanje i nasipavanje otkrívke uz vođenje računa o procesu rekultivacije (Selektywna gospodarska nadkadem w procesie rekultywacji)  
 „Gorn. odkrywk.”, 20(1978)3–4, str. 18–21, 50, 51, 52, 4 bil. pod., (polj.)
- Niemciewicz, J.**: Otkopavanje ležišta mrkog uglja koja zaležu na teritoriji sa diferenciranim morfološkim lokalitetima (Eksploatacja zlož. węgla furenatnego, zalegających na obszarach o zróżnicowanej morfologii terenu)  
 „Gorn. odkrywk.”, 20(1978)1–2, str. 10–13, 52, 53, 54, 4 il., 5 bibl.pod., (polj.)
- Drofiejczk, A.**: Uloga akumulacionih bünker pri selektivnom otkopavanju na primjeru površinskog otkopa mrkog uglja Turow (Rola zbiornikow akumulacyjnych w warunkach eksploatacji selektywnej na przykładzie KWB Turow)  
 „Gorn. odkrywk.”, 20(1978)3–4, str. 15–17, 50, 51, 52, 2 bibl. pod., (polj.)
- Hodek, O. i Hochmann, F.**: Selektivno otkopavanje i obezbeđivanje kvaliteta uglja na površinskim otkopima (Selektivni težba a kvalitativni uprava proudu teživa na povrhovych dolech)  
 „Uhli”, 26(1978)9, str. 389–396, 13 il., 5 bibl.pod., (češ.)
- Miklos, J.**: Ispitivanje rada tehnoloških kompleksa kontinualnog dejstva na površinskom otkopu Thorex, Visonta (Folyamatosan termelo geplancok uzemenek vizsgalata a visontai Thorez banyauzemben)  
 „Banyasz. és kohasz. lapok. Banyasz.”, 111(1978)8, str. 547–549, 4 il., 4 bibl.pod., (mađ.)
- Gruschka, G.**: O osnovnim zadacima pri mehanizaciji osnovnih i pomoćnih radova na površinskim otkopima mrkog uglja DR Nemačke (Über die Hauptaufgaben bei der Mechanisierung der Hilfs und Nebenarbeiten in den Braunkohlenbergbauwerken der DDR)  
 „Neue Bergbautechnik”, 8(1978)10, str. 584, (nem.)
- Kocheli, M. i Slaski, A.**: Određivanje vršnih opterećenja i raspodele snage u elektroenergetskoj mreži površinskih otkopa (Wyznaczanie obciążen szczytowych oraz rozprawy mocy w sieci elektroenergetycznej kopalni odkrywkowej)  
 „Pr. nauk. Pwarsz. Elek.”, (1978)48, str. 11–25, 3 tabl., 10 bibl.pod., (polj.)

**Džinovski bager za površinske otkope uglja** (Giant excavator designed for surface coal mines)  
„World coal”, 4(1978)9, str. 73, 1 il., (engl.)

**Mason, R. H.: Ekonomičnost primene dreglajna na površinskem otkopu Kaneb** (Dragline makes economic sense at Kaneb mine)  
„Coal Mining and Process”, 15(1978)8, str. 78, 80, 82, (engl.)

**Chatterjee, P.K., Rowlands, D. i Siller, K. C.: Modeliranje rada draglajna** (Simulation of dragline operations)  
„Appl. Comput. Meth. Miner Ind. Proc 14th Symp. 1976”, New York, N.Y., 1977, str. 584–594, 8 il., (engl.)

**Čudkovskij, V. Ju: Kriterijumi sličnosti tla pri modeliranju radnog procesa rotornih bagera** (Kriteriji podobija grunova pri modelovanju rabećeg processa rotornih ekskavatorova)  
„Gorn. stroit. i dor. mašiny”, (Kiev), (1978)26, str. 33–38, 5 il., 1 tabl., 4 bibli.pod., (rus.)

**Kołkiewicz, W.: Deterministički model protoka stenske mase kod rotornog bagera** (Deterministyczny model strumienia urobka koparki kołowej)  
„Gorn. odkrywk.”, 20(1978)1–2, str. 17–27, 52–54, 5 il., 3 tabl., 3 bibli.pod., (polj.)

**Moiseenko, V.G., Florja, V.Ja.: Modeliranje dinamičkih ispitivanja bul'dozera** (Modelirovanie dinamicheskikh ispytanij bul'dozera)  
„Gornstroit. i dor. mašiny”, (Kiev), (1978)26, str. 21–24, 5 bibli.pod., (rus.)

**Šlojdo, G. A., Zaharčuk, B. Z. i dr.: Otkopavanje površinskog otkopa korišćenjem ripera za duboko ripovanje** (Otrabotka kar'era s ispol'zovaniem ryhilitelja grubokogo ryhlenija)  
„Gornyj ž.”, (1978)11, str. 36–39, 1 il., 1 tabl., (rus.)

**Jonet, C.: Ripovanje stena otkrivke pri radovima na otkrivci** (Le defoncage des sols en terrassement)  
„Chant. mag.”, (1978)96, str. 43–47, 9 il., 1 tabl., (franc.)

**Zavališin, V.S., Usenov, S. I. i Kavokina, L. M.: Izbor postupka pretovara stenske mase pri kombinovanom transportu na rudnicima Tugejske rudne uprave za boksit** (Vybor sposoba peregruzki gornoj massy pri kombinirannom transportu na rudnikah Tugejskogo boksitovogo rudo upravlenija)  
„Nov. v tehn. i tehnol. otkryt. razrab. nekr Kazahstana”, Alma-Ata, 1978, str. 137–145, 1 tabl., 2 bibli.pod., (rus.)

**Fedorjakin, N.N., Fedotov, I.P. i Dušanov, B. I.: Uslovi racionalne primene transporta uglja trakama na površinskem otkopu „Severnij”** (Usluvija racional'nogo primenjenija konvejernogo transporta uglja na razreze „Severnyj”)  
„Nov. v tehn. i tehnol. otkryt. razrab. nekr Kazahstana”, Alma-Ata, 1978, str. 146–151, 3 il., 2 tabl., (rus.)

**Naveika, J. i Škarda, B.: Savremeno stanje i**

tendenčije razvoja magistralnih transporterata sa trakama na površinskim otkopima (Současný stav a vývojové tendenze dálkove pasove dopravy na povrchových dolech)

„Uhli”, 26(1978)9, str. 402–407, 9 il., 2 tabl., 6 bibli.pod., (čes.)

**Mustafina, A.M. i Dolgov, Ju. F.: Putevi za povećanje efektivnosti željezničkog transporta na dubokim površinskim otkopima** (Puti povyšenija effektivnosti železnodorozhnoj trasnporta na glubokih kar'erah)

„Nov. v tehn. i tehnol. otkryt. razrab. nekr Kazahstana”, Alma-Ata, 1978, str. 110–123, 4 il., 4 bibli.pod., (rus.)

**Fadeev, B.V. i Medjakova, N.K.: Izbor kompleksa za drobljenje i utovarno–transportne opreme kod kamionskog transporta** (Vybor komplektov drobil'nogo i pogruzočno–transportnogo oborudovaniya pri avtomobil'nom transporte)

„IVUZ Gornyj ž.”, (1978) 12, str. 7–9, 1 il., 3 bibli. pod., (rus.)

**Iljin, A.I. i Žilka, V.A.: Načini za uvođenje sistema upravljanja stabilnošću kosina na površinskim otkopima** (Puti vnedrenija sistemy upravlenija ustojčivosti ju otkosov na kar'erah)

„Sb. nauč. tr. Vses. n.-i. i proekt.–konstruk. in-t po osuš. mestorožd. polezn. iskopaemyh, spec. gorn. rabotam rudnič. geol. i markšejd. delu”, (1977)24, str. 78–82, 5 bil.pod., (rus.)

**Budkov, V.P., Vladimirov, O.A. i dr.: Pitanje korišćenja elektronskih računara pri proračunima stabilnosti kosina** (K voprosu ispol'zovaniya EVM pri rasčetah ustojčivosti otkosov)

„Sb. nauč. te. Vses. n.-i. i proekt.–konstruk. in-t po osuš. mestorožd. polezn. iskopaemyh, spec. gorn. rabotam rudnič. geol. i markšejd. delu”, (1977)24, str. 93–98, 1 il., 1 tabl., (rus.)

**McMahon, B.K. i Leroy, L.W.: Geološki parametri koji su odgovorni za stabilnost stenskih kosina** (Geologic parameters controlling stability of rock slopes)  
„Subsurface Geol. Petrol. Mining Constr.”, Golden, Colo., 1977, str. 661–674, 22 il., 1 tabl., (engl.)

**Gard, O.P. i Dawson, I.W.: Praktična primena nedavno usavršene metode projektovanja kosina površinskih otkopa u Sefervilu** (Practical application of recovery improved pit slope design procedures at Schefferville)

„CIM Bull.”, 71(1978)797, str. 68–72, 7 il., 2 tabl., 3 bibli.pod., (engl.)

**Hohjakov, A.V. i Pavlov, S.A.: Klasifikacija ležišta uglja prema stepenu uticaja na okolnu sredinu pri otkopavanju površinskim postupkom** (Klassifikacija ugoľnyh mestoroždenij po stepeni vlijania na okružujuščiju sredu pri razrabotke otkrytym sposobom)  
„Ugol”, (1978)12, str. 42–44, (rus.)

**Power, J.F., Sandoval, F.M. i Ries, R.E.: Mogućnosti rekultivacije zona posle završenja rudarskih radova u rejonu velikih ravnica – SAD**

- (Mine—Land Reclamation potential in the northern great plains)  
 „73rd Regul. Meet. Rocky Mount. Coal Mining Inst. Lionshead Village, Vail., Colo, 1977”, Denver, Colo, s.a., 92–99, 5 il., 13 bibl.pod., (engl.)
- Wenzel, W., Franke, F.—H. i dr.: Tendencije u oblasti podzemne gasifikacije (Neue Aktivitäten auf dem Gebiet der Unter—TageVergasung)  
 „GWF—Gas/Erdgas”, 119(1978)11, str. 498—506, 14 il., 5 tabl., 14 bibl.pod., (nem.)
- Rauk, J.: Perspektive podzemne gasifikacije kamenog uglja u Poljskoj (Perspektywy podziemnego zgazowania węgla kamiennego w Polsce)  
 „Gosp. paliw. i energ.”, 26(1978)10, str. 1—3, 1 tabl., 12 bibl.pod., (pol.)
- Nuttall, H. E., Walters, E. A. i Niemczyk, T. M.: Ispitivanja na podzemnoj gasifikaciji na univerzitetu države Novi Meksiko — SAD  
 (Underground coal gasification research at the University of New Mexico)  
 „In situ”, 2(1978)3, str. 237—241, 8 bibl.pod., (engl.)
- Ledent, P.: Podzemna gasifikacija uglja na velikoj dubini (Perspectives européennes de gazification du charbon à grande profondeur)  
 „Inform. chim.”, (1978)182, str. 149—156, 159—163, 7, 9 il., 4 tabl., 9 bibl.pod., (franc.)
- Terra, R. C.: Podzemna gasifikacija uglja u cilju dobijanja gasa srednje kalorične vrednosti (Generating medium btu gas from coal in situ)  
 (In Situ Technology, Inc.) Patent SA, kl. 166—261, (E 21 B 42/24, E 21 B 43/26), Nr. 4099567, prij. 27.05.77, Nr. 801223, objav. 11.07.78.
- Priprema mineralnih sirovina**
- Crzelak, E. i Hibner, J.: Selekтивно drobljenje mineralne sirovine u mlinovima sa palicama (Selektivne rozdrobianie skal w kruszarkach młotkowych)  
 „Pr. nauk. Inst. gorn. PWr”, (1978)28, str. 27—32, 3 il., 4 bibl.pod., (pol.)
- Meric, J. P.: Mlevenje (Le broyage)  
 „Ann. mines”, 184(1978)11, str. 19—28, 1 tabl., 5 il., 7 bibl.pod., (franc.)
- Povarov, A. I. i Blehman, L. I.: Metoda proračuna karakteristika krupnoće produkata klasifikacije u hidrociklonima (Metod rasceta harakteristik krupnosti produktov klassifikacii v hidrociklonah)  
 „Obogaćenje rud”, (1978)5, str. 45—47, 4 il., 6 bibl.pod., (rus.)
- Ardouin, M.: Drobjenje u mlinovima čekićarima — Prvi rezultati ispitivanja (Le concassage a percussion. Premiers résultats d'étude)  
 „Rev. gen routes et aerodr.”, 52(1978)546, str. 79—84, 15 il., (franc.)
- Jagupov, A. V.: Novi postupak mlevenja rude u vertikalnom mlinu „Maja” (Novy sposob izmel'čenija rud v vertikal'noj mle'nice „Maja”)  
 „Gornjy ž.”, (1978)11, str. 71—73, (rus.)
- Kelsey, G. D.: Izbor šema mlevenja za nematalične minerale (Selection of comminution systems for non-metallurgical minerals)  
 „Proc. 3rd Ind. Miner. Int. Congr., Paris, 1978”, London, 1978, str. 74—84, diskus. 85—86, 18 il., (engl.)
- Eliseev, N. I., Kirbitova, N. V., i Anurkina, N. V.: Proučavanje dejstva tiosulfata sa hidroksidom bakra pri flotaciji sulfidnih ruda (Izučenie vzaimodejstvija tiosulfata s hidrookis'ju medi pri flotaciji sul'fidnyh rud)  
 „IVUZ. Gornjy ž.”, (1979)1, str. 172—175, 4 il., 9 bibl.pod., (rus.)
- Tihonov, O. N.: Metode eksperimentalnog određivanja raspodele čestica mineralne sirovine prema flotabilnosti (Metody eksperimental'nogo opredelenija raspredelenija častic mineral'nogo syr'ja po flotiruemosti)  
 „IVUZ. Cvet. metallurgija”, (1978)6, str. 3—8, (rus.)
- Sorokin, A. F., Kalakuckij, B. T. i dr.: Primena oksidovanih ugljovodoničnih produkata za flotaciju uglja (Primerenie okislennyh uglevodoronyh produktov dlya flotacii uglej)  
 „Koks i himija”, (1979)1, str. 9—11, 1 il., (rus.)
- Barcal, M. i Derek, F.: Istraživanje novih flotacionih reagenata (Pouziti novych chemickych latek pri flotaci)
- „Acta montana”, 44(1977), str. 5—14, 2 tabl., 4 bibl.pod., (češ.)
- Wang, S. S. i Smith, E. L.: Aktivacioni dodatak masnim kiselinama pri flotaciji nesulfidnih minerala (Effective promoter extender for conventional fatty acids in non-sulfide mineral flotation)  
 (American Cyanamid Co.) Patent SAD, kl. 252—61, (B 03 D 1/00), Nr. 4090972, prij. 16.09.76 Nr. 723842, objav. 23.05.78.
- Rojas, A. O.: Primena natrijum sulfida kao depresora pri flotaciji galenita (Consideraciones sobre la flotación de galena y la utilización del Na<sub>2</sub>S como agente depresor)  
 „Bol. geol. y minero”, 89(1978)3, str. 40—48, 10 il., 1 tabl., 9 bibl.pod., (špan.)
- Brozek, M., Flege, J. i Žurek, F.: Uprerna ispitivanja flotacionih mašina raznih tipova (Porovnavaci zakuosky růžných typů mesidel flotatoru)  
 „Rudy”, 26(1978)11, str. 332—336, 15 il., 2 tabl., 11 bibl.pod., (češ.)
- Fountain, G. F., Velo, T. i dr.: Flotacija sulfidnih minerala (Flotation of sulfide minerals)  
 (Inspiration Consolidated Copper Co.) Patent SAD, k. 209/166, (B 03 D 1/02), Nr. 4104157, prij. 12.05.76, Nr. 685544, objav. 1.08.78., 6 tabl., (engl.)
- Nujanžin, A. P.: Magnetno obogaćivanje kaolina (Magnitnoe obogašenie kaolina)

- „Sb.tr. VNII nerudn. stroit. materialov i gidromehaniz.”, (1978)6, str. 93–96, 2 il., 6 bibl.pod., (rus.)
- M e s e n j a š i n, A. I.: Električna separacija u jakim poljima (Električeskaja separacija v sil'nyh poljakh) „Nedra”, 1978, 175 str., 74 il., 21 tabl., 68 bibl.pod., (knjiga na rus.)
- B a u d e t, G. i M o r i z o t, G.: Ispitivanja na obogaćivanju francuske fosfatne rude ležišta Dinantijan alkalinim prženjem (Essais de valorisation d'un mineral phosphate français du Dinantien par frittage alcalin) „Ind. Miner. Ser. miner”, (1978)3, str. 187–196, diskus. 196, 5 il., 5 tabl., 18 bibl.pod., (franc.)
- V o l ř i c k y, Z. i P u n c m a n o v a, J.: Osnovni uslovi izluživanja sumpora iz mrkih ugljeva (Základní podmínky ložení sity v hnědém uhlí) „Acta montana”, (1977)44, str. 61–74, 1 il., 7 tabl., 19 bibl.pod., (češ.)
- W e b e r, M.: Sušenje fino zrnastog obogaćenog mrkog uglja u suspendovanom stanju u cevnoj sušilici (Verfahren zur Schwebetrocknung von feinaufbereiter Braunkohle in Rögrentrocknern) Patent DR Nemačke, kl. F 26 B 21/00, Nr. 132146, prij. 1.08.77, Nr. 200366, objav. 20.08.78.
- P ē t a k, P. i T o m a ř e k, J.: Određivanje koncentracije reagenata za izluživanje pri izluživanju siromašnih ruda obojenih metala (Stanovení obsahu loužicích činidel pri ložení chudých rud barevných kovů) „Rudy”, 26(1978)11, str. 336–337, 2 il., 10 bibl.pod., (češ.)
- L a a p a s, H. i H e i s k a n e n, K. A.: Upoređivanje granulometrijske analize produkata obogaćivanja ruda bakra metodom rasejavanja i primenom pribora tipa Coulter Counter (A comparaison of sizing of products by sieving and by Coulter Counter in copper ore processing) „Part. Size”, Anal. Proc. Conf., Salford, 1977, London, s.a., 1978, str. 218–225, diskus. 225–226, 3 il., 4 tabl., 5 bibl. pod., (engl.)
- L o p a č e n o k, L. V., K o l i n, V. L. i dr.: O jednom modelu nestacionarnog flotacionog procesa (Ob odnoj modeli nestacionarnog flotacionnogo processa) „Ž. priklad. himii”, 51(1978)12, str. 2716–2620, 16 bibl.pod., (rus.)
- O l ' h o v o j, V. A., V o l k o v, V. I., i dr.: Kontrola flotacionog procesa primenom teorije grafa (Kontrol' flotacionnogo processa s primeneniem teorii grafov) „Obogašenje rud”, (1978)5, str. 23–28, 5 il., 2 tabl., 4 bibl.pod., (rus.)
- D j a b i n, N. V., B u l a t o v a, Z. P. i T o l k a č e v a, I. M.: Razrada i ispitivanje centrifugalne udarne drobilice (Razrabotka i issledovanie centrobēžnoj udarnoj drobilkii) „Nauč. tr̄e Vses. n.-i. i proekt. in-t asbest. prom-sti”, (1978)20, str. 87–92, 1 il., 1 tabl., (rus.)
- K a l m y k o v, V. I., L e v ě n k o, I. I. i V l a - s o v, V. P.: Ispitivanje automatskog sistema za stabilizaciju specifične potrošnje reagenata pri flotaciji uglja (Issledovanie avtomatičeskoj sistemy stabilizacii udel'nyh rashodov reagenta pri flotaci uglej)
- „Koks i himija”, (1979)1, str. 41–43, 1 il., 2 tabl., 6 bibl.pod., (rus.)
- N e s m e l o v, V. V., K u m e h o v, B. S. i dr.: Uvođenje dvokonturnog sistema regulisanja pH pulpe (Vnēdrenie dvuhkonturnoj sistemy regulirovaniya pH pul'py)
- „Obogašenje rud”, (1978)5, str. 28–30, 2 il., 5 bibl.pod., (rus.)
- K u z n e c o v, P. V. i A n d r e e v, E. E.: Postupak automatske regulacije granulometrijskog sastava ulaza u mlinovima za autođeno mlevenje (Sposob avtomatičeskogo regulirovaniya granulometričeskogo sostava zagruzki v mel'nicah samoizmēl'čenija) (Vses. n.-i. i proekt. in-t meh. obrab. polezn. iskopaemyh) Avt. sv. SSSR, kl. B 02 C 25/00, Nr. 580899, prij. 27.04.76, Nr. 2356579, objav. 8.12.77.
- R u s e v, R.: Novosti i tendencije u oblasti brikitiranja uglja (Novosti i tendencii v oblastta na briketirane na v'gliščata) „V'glišča”, 33(1978)11–12, str. 53–55, 1 il., 23 bibl.pod., (bugar.)
- B a r a n o v, M. S., K u z n e c o v, R. F. i dr.: Postupak pripremanja uglja za proces aglomeracije (Sposob podgotovki ugleja dlia processa aglomeracii) (VNII metallurg. teploehn. Bakal'sk. rudoupr.) Avt. sv. SSST, kl. C 22 B 1/16, C 10 L 9/00, Nr. 624943, prij. 29.03.77, Nr. 2467705, objav. 9.08.78.
- D a v y d o v, Ju. V., U s a ħ e v, P. A. i dr.: Postupak automatske regulacije gustine feromagnetskih suspenzija (Sposob avtomatičeskogo regulirovaniya plotnosti ferromagnitnyh suspenzij) (Gorn. in-t Kol'sk. fil) Avt.sv. SSSR, kl. B 03 B 13/00, Nr. 622499, prij. 29.03.76, Nr. 2341001, objav. 22.07.78.
- Z a š t i t a n a r a d u
- K o v a l e v s k i j, V. I. i S p i v a k, V. A.: Industrisika ispitivanja centrifugalnih ventilatora VCZ-32 (Promyšlennye ispytanija centrobežnyh ventiljatorov VCZ-32) „Ugel”, (1978)12, str. 34–37, 3 il., 1 tabl., (rus.)
- F e l d m a n, L. P., S v j a t n y j, V. A. i G i l l e s , E. D.: Digitalni model prelaznih aerodinamičkih procesa u jamskim ventilacionim mrežama (Cifrovoj model' perehodnyh aerodinamičeskikh processov v šahtnyh ventilacionnyh setjah) „IVUZ. Gornij z”, (1978)12, str. 46–49, 1 il., 3 bibl.pod., (rus.)
- F r y c z, A., D r e n d a, J. i dr.: Aerodinamičke karakteristike jamskih ventilacionih pregrada (Aerodynamiczne charakterystyki kopalińianych tam wewnętrznych)

- „Prz. gorn.”, 34(1978)9, str. 369–374, XLV–XLVI, SLVI–XLVII, XLVIII, XLIX, 5 il., 1 tabl., 7 bibl.pod., (polj.)
- Sasuchin, I. N., Tschernowa, E. I. i dr.: Sistem za automatsku kontrolu lokalnog razdvajanja ventilacionih struja u jamskim prostorijama (System einer automatischen Überwachung von lokalen Wetterverteilungen in Grubenbauen)
- „Neue Bergbautechnik”, 8(1978)11, str. 662–664, 3 il., 1 tabl., 1 bibl.pod., (nem.)
- Mishra, R., Raman, R. V. i Wang, Y. J.: Koncept sistema za ventilaciju jama (Systems concept for Coal Mine Ventilation)
- „Mining Eng.”, 30(1978)11, str. 1569–1575, 5 il., 3 tabl., 6 bibl.pod., (engl.)
- Tenjakov, G. M. i Gubajlovskij, A. G.: Uredaj za provetrvanje slepih hodnika (Ustrojstvo dlja provetrvaniya tupikovyh gornyh vyrabotok) (In-t gorn. dela im. A.A.Skočinskogo) Avt.sv. SSSR, kl. E 21 F 1/00, Nr. 608948, prij. 17.05.73, Nr. 1920101, objav. 5.05.78, 3 il., 2 bibl.pod., (rus.)
- Privalov, N. I.: Uredaj za hermetizaciju slepih delova jamskih cevovoda za vazduh (Ustrojstvo dlja germetizacii tupikovyh učastkov šahtnyh vzduhovodov) (VNII gornospasat. dela) Avt. sv. SSSR, kl. F 16 J 13/08, E 21 F 11/00, Nr. 608029, prij. 8.04.75, Nr. 2122539, objav. 26.04.78, 3 il., 2 bibl.pod., (rus.)
- Guršev, I. G.: Određivanje potrebne količine vazduha za provetrvanje pri radu dizel opreme u otkopnom panelu (Opredelenie neobходимого количества воздуха для проветривания при работе дизельного оборудования в очистной панели)
- In-to gorn. dela AN KatSSR, Alma-Ata, 1978, 12 str., (Rukopis deponovan u VINITI-u 21 dec. 1978, Nr. 3873–78 Dep.), 6 bibl. pod., (rus.)
- Biličenko, E. N.: Matematičko modeliranje sigurnosti ventilacionih sistema u rudnicima uglja (Matematicheskoe modelirovaniye nadežnosti ventilacionnyh sistem ugoł'nyh šaht)
- In-t geotehn. teh. AN USSR, Dnepropetrovsk, 1978, 9 str., (Rukopis deponovan u VINITI-u 18 dec. 1978, Nr. 3827–78 Dep.), 1 bibl.pod., (rus.)
- Berezina, S. I.: Ocena sinoptičko-meteoroloških uslova prema njihovom uticaju na prirodnu razmenu vazduha na površinskim otkopima Južne Jakutije – na primeru površinskog otkopa „Nerjunginskij” (Ocenka sinoptiko-meteorologičeskih usloviy po ih vlijaniju na estestvennyj vozduhoobmen v razrezah Južnoj Jakutii – na primere razreza „Nerjunginskij”)
- „Bezopasn. vedenie rabot na razrezah”, Kiev, 1978, str. 97–103, 2 tabl., 3 bibl.pod., (rus.)
- Guščin, A. M. i Lobo, V. L.: Promena temperature vazduha u jamskim prostorijama u zavisnosti od brzine ventilacione struje (Izmjenje temperatury vazduha v gornyh vyrabotkah v zavisnosti ot skorosti ventilacionnoj strui)
- „Sposoby i sredstva vedenija gornospasatel'n. rabot i predupreždenja avarij v šahtah”, (Doneck), (1977)14, str. 112–114, (rus.)
- Fraczek, R.: Izbor metoda i sredstava za poboljšanje klimatskih uslova u otkopnim delovima dubokih jama (Sposob postępowania przy wyborze metod i środków poprawy warunków klimatycznych w oddziałach wydobywczych głębokich kopalń)
- „Prz. gorn.”, 34(1978)9, str. 381–386, XVI, XLVII, XLXIII, XLIX, 4 il., 1 tabl., 9 bibl.pod., (polj.)
- Pilz, W.: Zavisnost između kapaciteta uređaja za kondicioniranje vazduha i temperatupe vode za hlađenje (The relationship between cooling coil performance and the chilled water temperature)
- „J. Mine Vent. Soc. S. Afr.”, 31(1978)10, str. 177–183, 3 il., 3 tabl., 9 bibl.pod., (rus.)
- Fejt, G. N., Gajko, E. I. i dr.: O kompleksnoj metodi ispitivanja gasonosnog masiva opasnog na iznenadne izboje (O kompleksnom metode issledovaniya gasonosnogo masiva, opasnogo po vnezapnym vybrosam) „Metodol. izmerenija naprijaženij v massive gorn. porod”, Novosibirsk, 1978, str. 43–45, 2 il. 2 bibl.pod., (rus.)
- Noack, K.: Rezultati novijih ispitivanja u oblasti degazacije slojeva uglja (Aktuelle Ergebnisse ausgasungstechnischer Forschungsarbeit)
- „Glückauf – Forschungsh.”, 39(1978)6, str. 263–269, 14 il., 15 bibl.pod., (nem.)
- Marahovskij, A. D., Kotljarov, V. I.: Zaprašenost vazduha i mere za njeno sniženje u rudnicima u izgradnji i postojećim rudnicima Zapadnog Donbasa (Zapylennost' vzdaha i meroprijatija po ee sniženiju na strojačihja i dejstvujućih šaht Zapadnog Donbassa) „Gigiena truda i prof. zabolovanija”, (1978)2, str. 5–7, (rus.)
- Ivaškin, V. S.: Intenzitet obrazovanja prašine pri kretanju kamiona velike nosivosti (Intensivnost' pyleobrazovanija pri dviženii bol'sezgruznyh avtomobilej)
- „Gigiena truda v gornodobryvajućoj prom-sti”, M., (1978), str. 15–21, 1 tabl., 3 bibl.pod., (rus.)
- Leck, M. i Harris, G. W.: Simslin II – Uredaj za merenje koncentracije prašine u vazduhu pomoću merenja stepena rasjavanja svetla (Simslin II – An airborne –dust–measuring instrument that uses a light–scattering method)
- „Colliery Guard.”, 226(1978)11, str. 676–677, 12 il., (engl.)
- Quilliam, J. H.: Početni parametri koji mogu biti izmereni pri oceni koncentracije vrtložne prašine u jami (Comments on the parameters which can be measured when assessing airbone dust concentrations in mines)
- „J. Mine Vent. Soc. S. Afr.”, 31(1978)10, str. 184–187, 1 tabl., (engl.)
- Rezultati ispitivanja u oblasti borbe protiv prašine i silikoze u industriji uglja (Ergebnisse von Untersuchungen auf dem Gebiet der Staub – und Silikosebekämpfung im Stein Kohlenbergbau)
- „Silikoseber. Nordrhein-Westfalen.”, 11(1977), 3, 5, 7–228, (nem.)

P Č e l k i n, J. u. V., T o k m a k o v, M. A. i dr.: Rezultati ispitivanja sistema za obaranje prašine na rotornom kompleksu ERŠRD-5000 (Rezul'taty ispytanija sistem pylepodavlenija rotornogo kompleksa ERŠRD-5000) „Bezopasn. vedenie rabot na razrezah”, Kiev, 1978, str. 58-63, 2 tabl., (rus.)

B e c k e r, H.: Borba sa prašinom kod otkopavanja strugom (Staubbekämpfung bei der schälenden Gewinnung) „Silikoseber. Nordrhein-Westfalen”, 11(1977), str. 23-27, 7 il., 2 bibl.pod., (nem.)

K o z l j u k, A. I., G r i n', G. V. i dr.: Određivanje intenziteta požara prema početnim parametrima (Opređenje intensivnosti požara po načal'nyim parametram) „Sposoby i sredstva vedenija gornospasatel'nyh rabot i preduprež. avariij v šahtah”, Doneck”, (1977)14, str. 83-87, 1 il., 2 bibl.pod., (rus.)

B u r n a l, B.: Zaštita od požara pri radu transportera sa trakama (Probleme des Brandschutzes von Bandförderanlagen) „Neue Bergbautechnik”, 8(1978)10, str. 593, (nem.)

H a r r i s o n, C. i S n e d d o n, N.: Likvidacija požara u jami Aberdare North (The sealing, re-opening, and recovery of Aberdare North colliery, N.S.W., following the occurrence of a spontaneous heating) „Proc. Australas. Inst. Mining and Met.”, (1978)267, str. 37-47, 7 il., 5 tabl., (engl.)

J u n g h a n s, R.: Stanje tehnike u borbi sa rudničkim požarima (Der internationale Stand in der Grubenbrandbekämpfung) „Neue Bergbautechnik”, 8(1978)10, str. 571-573, 3 tabl., 4 bibl.pod., (nem.)

D i m i t r o v, D., M ā r k o v, P. i dr.: Individualna sredstva zaštite sluha rudara (Individualni sredstva za zaščitu na sluha na min'orite) „Rudodobiv”, 33(1978)10, str. 12-16, 1 tabl., 4 il., 2 bibl.pod., (bugar.)

B u n t a i n, D.: Sigurnost jamskog transporta (Safety first in mine Transportation) „Quarry Mine and Pit”, 17(1978)10, str. 17, 19, (engl.)

Sigurno obavljanje radova na površinskim otkopima (Bezopasnoe vedenie rabot na razrezah) Sb. nauč. tr. Gos. n.-i. i proekt. in-t ugoł'n. prom-sti. UkrNIiproekt, Kiev, 1978, 111 str., (knjiga na rus.)

V i l ' č i k, G. V., I l ' n i c k a j a, , A. V. i M e l e - h o v, A. F.: Pitanje sniženja vibracija u kabini bagera cikličnog dejstva (K voprosu sniženija vibracii v kabine ekskavatora cikličnog dejstvija) „Gigiena truda v gornodobivajuščej prom-sti”, M., 1978, str. 26-28, 1 tabl., 3 bibl.pod., (rus.)

A r t e m e n k o, A. I., K o č e r g a, V. K. i dr.: Jamski izolacioni samospasilač na bazi hemijski vezanog kiseonika (Šahtnyj izolirujuščij samospasatel' na himičeski sviazannom kislorode) (VNII gornospasat dela) Avt. sv. SSSR, kl. A 62 B 7/08, Nr. 585638, prij. 22.12.75, Nr. 2199801, objav. 5.07.78, 2 il., 2 bibl.pod., (rus.)

A r t e m e n k o, A. I., D a n i l e v s k i j, M. G.: Jamski uredaj za disanje (Šahtnyj dyhatel'nyj pribor) (VNII gornospasat. dela) Avt. sv. SSSR, kl. A 62 B 7/08, Nr. 598609, prij. 21.12.76, Nr. 2433397, objav. 22.02.78, (rus.)

D e n i s e n k o, E. S., M a r g o l i s, A. E. i dr.: Uredaj za signalizaciju havarije (Ustrojstvo dlja avarijnoj signalizacii) (VNII gornospasat. dela) Avt. sv. SSSR, kl. G 08 B 23/00, Nr. 620998, prij. 4.02.77, Nr. 2450228, objav. 20.07.78, 2 il., 2 bibl.pod., (rus.)

F e d o r o v, S. A., G o l o d j a e v, A. P. i dr.: Postupak zaštite organa za disanje od toksičnih para koje se lako kondenzuju (Sposob zaščity organov dyhanija ot toksičnyh legkokondesirujuščih parov) (CNII olovjan. prom-sti, Aktašks. rudoopr.) Avt. sv. SSSR, kl. A 62 B 18/00, Nr. 608527, prij. 13.10.76, Nr. 2412035, objav. 12.05.78, (rus.)

R e v a z o v, M. A. i K o p t e v, B. V.: Određivanje uticaja rudarskog otkopavanja na okolnu sredinu pri projektovanju rudarskih preduzeća (Učet vlijanja gornih razrabotok na okružujuščiju sredu pri projektiranju gornih predpriyatij) „Šaht. str-vo”, (1978)11, str. 12-13, (rus.)

## Cena nekih primarnih proizvoda rudarstva u svetu\*)

Mr Milan Žilić, dipl. ekon.

Prosečne cene kamenog i mrkog uglja i koksa nekih karakterističnih zemalja u periodu 1972-1978. god. u izvornim vrednostima i težinskim jedinicama\*\*)

Opis	Vrednosne i težinske jedinice	Godine						
		1972.	1973.	1974.	1975.	1976.	1977.	
<b>KAMENI UGALJ</b>								
<b>Savezna Republika Nemačka</b>								
— Rurski koksni ugalj II, 10/6-0 mm za top. i kokš., fco rurski revir	DM/t	90,40	94,19	119,85	152,00	158,30	...	
— Rurski orah III, spec. sagorlj. I za domać., fco rurski revir	DM/t	93,00	96,92	119,73	145,50	157,50	157,50	
— Antracit orah IV 22—12 mm, za domać. fco rurski revir	DM/t	134,75	139,75	176,17	203,00	213,00	...	
<b>Francuska</b>								
— Masni orah, 50—80 mm, fco sever. revir	FF/t	118,50	125,50	186,60	...	...	...	
— Antracit, fin — 0/6 mm, fco sev. franc. rud.	FF/t	...	...	...	192,00	192,00	201,38	
— Plam. orah, 20/30—15/35 mm, fco Rudn. Lothringen	FF/t	127,00	127,00	169,65	208,00	230,25	...	
— Saar-A prosejan, mas., fco utovaren Benning	FF/t	202,55	205,99	324,47	434,66	355,81	...	
<b>Belgija</b>								
— Masni orah., 30—50 mm fco wagon Rudnik Campine	B frs/t	1.095	1.095	1.700	2.450	...	...	
— Antracit, orah, III, 18/30—20/30 mm, fco wagon rudnik	B frs/t	2.065	2.107	2.604	3.135	...	...	
<b>Italija — Milano</b>								
— Gasno plam., polj., 40—80 mm, fco utovareno	Lit/t	21.567	20.850	32.995	43.900	50.063	59.115	
							62.800	

\*) S obzirom na vrlo česte izmene međusobnih odnosa valute, iznete dolarske cene, sem dolarskog područja samo su približno tačne.

\*\*) Preise Löhne Wirtschaftsrechnungen, fachserie M Statistisches Bundesamt Wiesbaden — sveske iz 1972.—1978. god.

O p i s	Vrednosne i težinske jedinice	G o d i n e					
		1972.	1973.	1974.	1975.	1976.	1977
— Antracit orah, nem., 30—50 mm, fco utov.	Lit/t	36.392	42.675	63.950	77.088	<b>85.525</b>	...
— Antracit orah, juž. afrič., 30—60 mm, fco utovareno	Lit/t	28.317	31.133	55.204	65.992	<b>74.400</b>	...
<b>Svajcarška</b>							
— Antracit, Rur, 30—50 mm, uvoz. cena fco graniča	Šfrs/t	231,91	234,70	289,63	303,38	<b>303,80</b>	...
<b>SAD</b>							
— Bitumen, domaća prodaja na veliko, pros. cena, fco utovareno na rudniku	\$/2000 lb	11,37	...	...	...	...	...
— Bitumen, industr. prosejan, pros. cena, fco utovareno na rudniku	\$/2000 lb	10,38	11,82	...	...	...	...
— Pensilvanija, antracit kesten, pros. cena fco utovareno na rudniku	\$/2000 lb	18,23	20,04	29,97	44,86	<b>46,43</b>	...
<b>MRKI UGALJ BRIKETIRAN</b>							
<b>Sav. Rep. Nemačka</b>							
— Rajnski, finozrnasti, utovaren, određene cene za osnovno područje	DM/t	50,00	54,50	58,00	65,30	<b>70,50</b>	...
<b>Italija — Milano</b>							
— nemački, fco utovareno u vagon	Lit/t	21.226	25.392	38.219	45.367	<b>57.115</b>	...
<b>Svajcarska</b>							
— nemački »Union«, uvozne formi- rane cene	Šfrs/t	140,75	148,26	165,97	172,00	<b>169,00</b>	...
<b>Austrija — Beč</b>							
— nemački, rajnski »Union« fco veletrgovačko skladište	Sch/dt	107,89	116,63	...	...	...	...
— srednjonemački »Rekord« fco veletrgovačko skladište	Sch/dt	101,48	104,81	...	...	...	...

Opis	Vrednost i težinske jedinice	Godine						
		1972.	1973.	1974.	1975.	1976.	1977.	
<b>KOKS</b>								
<b>Sav. Rep. Nemačka</b>								
— Rur III, 90—40 mm, fco rurski revir	DM/t	138,25	143,79	182,92	215,50	227,50	227,50	
							232,00	
<b>Belgija</b>								
— Topionički, 60—80 mm, fco vagon koksara	Bfrs/t	1.925	1.925	3.091	3.131	...	...	
<b>Francuska</b>								
— Topionički, 60—90 mm, fco Severni revir Francuske	FF/t	201,00	203,33	291,79	360,50	396,00	422,50	
— Livački, 60—90 mm fco Severni revir Francuske	FF/t	246,00	251,33	324,83	423,75	452,38	...	
<b>Austrija</b>								
— 40—60 mm, težine preko 2 t, isporuke fco veliki potrošači	Sch/dt	163,30	151,00	191,83	241,57	247,18	...	
<b>Italija — Milano</b>								
— Topionički, 40—70 mm, fco uto- vareno u vagon stanice Milano	Lit/t	34.069	36.458	73.829	96.858	101.508	122.166	
— Livački, fco utovareno u vagon stanice	Lit/t	41.850	43.892	85.425	111.758	116.558	...	
<b>Svajcarska</b>								
— gasni	Swfrs/t	217,19	218,08	259,33	311,06	320,00	...	
— lomljen, 40—60 mm	Swfrs/t	214,94	216,35	262,61	317,08	318,17	...	
<b>SAD</b>								
— Conellsville, topionički, fco peći	\$/2000 lb	23,10	24,96	60,88	88,00	88,00	88,00	
							...	

**Cene nekih ruda i koncentrata obojenih metala ili njihove prerađe polovinom januara 1976, 1978, 1979. god., kao i marta 1979. god.  
u Evropi\*)**

Opis	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.	Mart 1979.
<b>a) Cena ruda i koncentrata</b>				
<b>Antimon</b>				
komad, sulfid, rude ili koncentrat, 50—55% Sb, cif	17—19 20—22	nom. 17—20	nom. 18,50—19,80	\$ po m. i jedinice Sb nom. 19,5—21,0
komad, sulfid, ruda od 60% Sb, cif nerafinisan (topljeni sulfid), 70%, komad	2,842	4,128	3,819	\$ po m. toni 3,857
nerafinisan, 70%, crni prah	2,964	4,320	4,020	4,060
<b>Bismut</b>				
koncentrat, oksid, min. 60% Bi, cif	nom.	nom.	nom.	\$ po kg sadržajnog metala (Bi) nom.
<b>Hrom</b>				
ruski, komad, min. 48% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 3,5 : 1, cif pakistanski, drobiv, komad, 48% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 3 : 1, fob	150—170 nom. nom.	150—170 nom. nom.	100—110 nom. nom.	\$ po m. toni 100—110
iranski, tvrdi komad, 48/50%, 3 : 1, cif turski, komad., 48%, 3 : 1 baza (skala 90 centi) fob	130—140	130—140	95—105 85—95 55—65	95—105 85—95 55—65
turski koncentr. 48%, 3 : 1 baza (ista skala) fob	90—110 55—65	90—110 55—65	95—105 85—95 55—65	metallurški \$ po m. toni jed. Mr.
transvalski drobiv komad., baza 44%, cif				1,34—1,36 1,34—1,36
<b>Mangan</b>				nom. nom.
48/50% Mn, maks. 0,1% P, cif 38/40%, Mn, cif	1,35—1,45 nom.	1,45—1,50 nom.	94—107 131—151	1,34—1,36 1,34—1,36
95—103 132—152	90—102 125—144	90—102 125—144	95—108 132—152	nom. nom.
<b>Molibden</b>				
koncentrat, fob Klimaks, min. 85% MoS <sub>2</sub> koncentrat nekih drugih porekla, cif	5776 5732—5842	8841 8818—9259	12,919 24,251—33,069	12,919 24,251—33,069
<b>Tantal</b>				
ruda min. 60% Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , cif 25/40% baza 30% Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , cif	33069—37478 31967—35274	5,236—5,897 5,126—5,512	83,775—90,389 81,570—85,979	105,821—116,844 105,821—114,639
*) Odnos \$ : £ računat u:	januar 76.	2,030 : 1	— januar 78, 1,92 : 1	
			— januar 79, 2,01 : 1	
			mart 97, 2,03 : 1	

Opis	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.	Mart 1979.
Titan rude				A \$ po m. t 230—260
Rutile konc. 95/97% TiO <sub>2</sub> , pakovan. fob/Fid	290—330	190—200	230—260	230—260
Ilmenite konc., malajski 52/54% TiO <sub>2</sub> , cif	15—18	15—18	17—19	17—19
a od junia 74. min. 54% TiO <sub>2</sub> , fob				\$ po kg U,O.
Uranijum				
kon., ugovorne osnove, fob rudnik	24—33 22—29	88—97 88—101	88—97 88—101	88—97 88—101
heksafluorid				\$ po kg V,O.
V nadijum				
pentaoksid, topiv, min. 98% V,O, cif	4,8	5,2	5,5	5,5
ostali izvori	4,7—5,5	5,1—5,3	5,4—5,6	5,4—5,6
b) Cene prerađe III koncentrata u Evropi				\$ po m. toni
Olovo				
ruda i kon., 70—80% Pb, baza £ 160.	90—100	90—100	90—100	90—100
cif Evropa				
Cink koncentrat				\$ po m. suvremen
sulfid, 52/55% Zn, baza £ 360 cif	133—143	145—155	125—135	125—135
Kalaj koncentrat				
70/75% Sn (odbitak 1 jedinice)	nom.	nom.	205—235	416—477
30/65% Sn (odbitak 1,6 jedinice)	416—507	394—480	275—325	558—660
20/30% Sn (uključivo odbitak)	417—523	422—499	310—360	629—731

Cene nekih primarnih proizvoda obojenih metala na međunarodnom tržištu polovinom januara 1976, 1978, 1979, i marta 1979. god. \*)

Opis	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.	\$ po m. toni ili kg
<b>- Bakar</b>				
Australija, baza vajerbar, cif gl. austral. luka (A. \$)	940	1.100	1.340	1.780
Belgia, elektrolitni, fco fabrika	1.215	1.283	1.563	2.006
Kanada, fob Toronto Montreal (kan. \$)	1.389	1.538	1.844—1.888	2.337—2.623
Francuska, W/B (GIRM), fot, isključ. takse Zapadna Nemačka, elektrolitni (cene isporučke)	1.235	1.295	1.600	2.051
katodu				
Italija, W/B, 99,9%, fco fabrika	1.259—1.317	1.300—1.314	1.578—1.594	2.008—2.014
Japan, fco. robna kuća-zvanična cena -tržisna cena	1.284	1.252—1.271	1.508—1.551	1.976—2.003
Južna Afrika, W/B (elektro vajerbar)	1.218	1.431—1.407	1.705—1.764	2.223—2.283
	1.523	1.366	1.744	2.152
		1.325	1.667	2.033
		1.440	1.525	2.012
<b>- Olov</b>				
Australija, fob. luka Pirie (A. \$)	290	550	750	950
Kanada, isporučeno (kan. \$)	406	777	1.014	1.058
Francuska, fot. isključ. takse, 99,9%	350	716	916	1.177
Zapadna Nemačka, primarno olovo Italija, 99,9%, fco fabrika	344—355 389—417	680— 758—	698 809	903—950 968—999
Japan, elektrolitni, — zvanične cene fco rob. kuća — tržisne cene	395 379	745 753	1.077 990	1.267 1.100
<b>- Cink</b>				
Australija, HG (A. \$)	644	543	639	715
Kanada, isporučeno PW (kan. \$)	811	717	816—860	860
Francuska, fot. isklj. takse, 99,95% oko 99,75%	826 808	648 631	802 784	850 832
Zapadna Nemačka, primarni rafinirani 99,99%	799—80;	596	712—738	800—806
Italija, elektro vajerbar, 99,95%, fco fabrika	799—80;	586	712—743	800—811
	784—820	609—	638	832—868
	780—820	604—	632	820—868
		598—	627	734—801
				742—789
) Odnos \$:f računat u:				
— januar 76.	2.030:1	— januar 79.	2.01:1	
— januar 78.	1.92 : 1	— mart 79.	2.03 : 1	

Opis	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.	Januar 1979.	Januar 1979.
Japan, fco, robna kuća — zvanične cene Vel. Britanija, ingoti, GOB proizv. osnova Vel. Britanija — ingoti min. 99,95% — premija određeni dobavljači — premija min. 99,99%, — premija određeni dobavljači — premija	846 810 — 9 0 16 0—8	708 700 610 8,6 0 15,4 7,7	836 836 724 9,0 0 0 0—8,0	837 837 814 9,14 0 0 0—8,12	837 837 814 9,14 0 0 0—8,12
— Kalađ					
Belgia, rafinisani, fco robne kuće Francuska, fot. isključ. takse Zapadna Nemačka 99,9%	6762—6832 7341—7629 €816	18.887 12.396—12.517 14.200—14.810	21.488 14.656 16.268—17.106	21.299 16.111 16.137—16.298	21.299 16.111 16.137—16.298
Italija, fco fabrika Japan, elektrolitni, fco robna kuća		13.082	15.897	16.884—17.716	14.827
— Aluminijum					
primarni ingoti, svetska cena Kanada, cif sve glavne luke izuzev SAD. Kanada, V. Britanije, Lat. Amerike Lat. Amerika, ingoti 99,5%, bazne cene cif. sve luke Lat. Amerike	860 893	1.124 1.157	1.235 1.270	1.300 1.335	1.300 1.335
Odredene ostale transakcije: min. 99,5%, ingoti, cil. Evrope neplać. carina min. 99,7%, ingoti, cil. Evrope neplać. carina min. 99,7%, ingoti, EEC, cif. Evropski, plac. car na Australija, ingoti 99,5%, fco rob. Kuća (A. F) Francuska, 99,6%, fot. isključ. takse Zapadna Nemačka, 99,5%	690—710 721—741 754 921 965 835—878 905 904	950—965 1.000—1.020 964 1.221 1.350 1.173—1.253 1.271 1.168	1.230—1.245 1.240—1.260 1.255—1.280 1.013 1.440 1.540 1.352—1.423 1.436 1.306 1.354	1.400—1.465 1.450—1.475 1.510—1.525 1.074 1.542 1.557 1.486—1.546 1.459 1.235—1.324 1.441 1.492	1.400—1.465 1.450—1.475 1.510—1.525 1.074 1.542 1.557 1.486—1.546 1.459 1.235—1.324 1.441 1.492
Italija, 99,5%, fco fabrika Japan, fco robna kuća SAD, 99,5%, fob kupac Velika Britanija, kan. am. i engleske objavlj. cene, min. 99,5%, iskor. objavlj. cene, min. 99,8%, ispor.					

Opis	Januar 1976.	T	Januar 1978.	Januar 1979.	Mart 1979.
— Antimon					
Europ. slob. trž. regulus 99,5%, cif Europa Francuska, 99,5%, fob iskluč. takse Italija, 99,5% fco fabrika Japan-Tokio, fco robna kuća Velika Britanija, 99%, isporuke od 5 tona 99,5%, isporuke od 5 tona SAD, 99,5%, fob Laredo	3146—3349 3671 345—3742 3622 2943 294 3483		2.140—2.180 2.494 2.506—2.848 3.188 4.128 4.176 3.871	2.700—2.750 3.292 3.050—3.419 4.820 3.819 3.869	2.990—3.050 3.411 3.329—3.745 3.396 3.857 3.908 nerasp.
— Bismut					
Evropsko slob. tržiste, lot od tone, cif Velika Britanija, proizv. prodaja 99,99%, for Francuska, 99,95%, for, iskluč. takse	10472—11197 16534 17514		6.401—5.662 11.023 12.209	3.638—4.299 11.023 12.508	4.079—4.519 11.023 12.381
— Cadmium					
Evropske referencne cene, 99,95% šipke, cif/fco fabrika, lot od tone Evropsko slobodno tržiste, cif Europa ingoti šipke	4263—4425		4.800—4.992		5.527—5.728
Francuska (Komora sindikata) for Italija, fco fabrika 99,95%, šipke Japan, fco robna kuća — zvanična cena SAD, 99,95%, šipke, lotovi od tone Velika Britanija—Komonvelt, šipke 99,95%, cif slob. trž. ingoti i slob. trž. šipke	3527—3638 3571—3682 4412 4318—5038 7572 6914 4409 4028—4699		3.660—3.770 3.748—3.858 — 4.999 4.557—5.126 9.522 8.280 4.960—5.512 6.614 4.021—5.079	4.475—4.608 4.519—4.674 5.794 5.024—5.622 11.795 10.256 4.960—5.512 6.614 5.096—5.317	5.335—5.529 6.393—6.614 6.504—6.724 7.008 6.421—7.015 .11.000 .9.566 6.063—6.614 6.614 5.146—5.370
— Calciumum					
Vel. Britanija, šipke i dr., isporučeno	4475—6713		13.968	14.623	14.769
— Chrom					
Vel. Britanija, komad. min. 99%, 5—100 t lot	3958—4364		5.434—5.875	5.688—6.151	5.745—6.212

Opis	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.	Mart 1979.
— <b>K o b a l t</b>				
Svet - Sozacom, cif (od XII 76.)				
Slob. tržište, 99,5 % cif Evropske	8818	29.500	30.389–34.798	54.934
Francuska, fct, isključ. takse 100 kg nadalje	8556	nerasp. 14.110	44.092	88.185–92.594
Velika Britanija, Sogemini, isp.cif.	8791	14.503	43.542	nerasp.
Zambijski, cif	4609	14.110	44.092	55.116
USA, proizvodačke cene, cif	—			55.830
				55.116
— <b>G e r m a n i j u m</b>				
Velika Britanija, zona raf. 300 orna/cm, dažb. plaćene, \$ po kg	246	232	243	443
— <b>M a g n e z i j u m</b>				
Evropske, slob. tržište ingotii min 99,8%, cif	1807—1857	1.940—2.028	2.205—2.337	2.337—2.469
Francuska, čist, fct isključ. takse	2066	2.368	2.758	2.710
Italija, 99,9%, fct fabrika	1943—2015	4.315—4.420	2.512—2.572	2.556—2.972
Velika Britanija, elektro min. 99,8%,	2131	2.571	2.691	2.718
isključ. dažb.	1969—1995	2.582	nerasp.	nerasp.
ingotii od 8 kg, min. 99,8%	1981	nerasp.	2.703	2.703
ingotii od 4 kg, elektro 99,8%	2003	nerasp.	nerasp.	nerasp.
prah, klasa 4, fct fabrika	1838	nerasp.	nerasp.	nerasp.
»Raspings« isporuke u Engleskoj				
— <b>M a n g a n</b>				
Velika Britanija, elektro min. 99,95%.	1167—1208	1.267	1.126	1.188—1.198
isključ. takse	1295—1583	1.367—1.595	1.435—1.675	1.427—1.665
— <b>M o l i b d e n</b>				
Velika Britanija, prah	11876—12280	17.184—17.760	21.306—21.708	21518—21924
— <b>N i k l</b>				
Slob. tržište, rafinisani, cif Evropa	4145—4497	3.968—4.343	3.571—3.858	4.762—4.960
Evropa (kubanski) sintet 90	nerasp.	4.365	4.431	4.762
Evropa (kubanski) oksid 76	nerasp.	4.233	4.299	4.718
Francuska, rafinisani, fct isključ. takse	5018	5.157	5.121	5.034

Opis	Januar 1976.	Januar 1977.	Januar 1978.	Januar 1979..	Mart 1979.
Italija, katode i zrna, 99,5%, fco fabrika Holandija — Amax, briketi fob Rotterdam	4.894—5.110	4.557—5.012	4.665—5.024	4.756—5.232	
Japan, Tokio, fco robna kuća, zvanične cene Velika Britanija, rafinisan, isp. od 5 i više %	4.950 5.597 nerasp.	4.542 6.707 6.251 nerasp.	4.674	4.960	
"F <sub>x</sub> kugle isp. od 5 i više %	4.915	6.154	5.740	5.740	
sinter 90 (sadržaj nikla)	4.980	nerasp.	5.122	5.122	
sinter 75 (sadržaj nikla)	4.633	nerasp.	nerasp.	nerasp.	
Inconel, isporučeno \$ po t Ni feronikl — Falconbridge \$ po t Ni	4.910	5.307	4.810	4.810	
SMLN — FNC. \$ t Ni	—	4.860	4.652	4.938	
SAD 99,9%, fob proizv. rob. kuće, uklj. uvoz. car. Amax, briketi, fob Luke	4.850 4.850	4.586 4.542 4.409	4.409 4.674 4.475	4.871 5.071 4.960	
				4.786	
— Platina				\$ po kg	
Italija, 99,90%	4.750—5.182	5.742—6.026	9.671—11.268	10.891—12.425	
Velika Britanija, empirički rafinisana SAD, fob Njujork	5.058 4.983—5.305	5.926 5.790	9.403 9.650	10.736 10.449	
— Renijum				\$ po kg	
engl. prah, min. 99,99%	1.421	1.344	1.497	1.421	
— Zivava				\$ po flasi od 34,5 kg	
Evropsko slob. trž. min. 99,99% cif gl. evr. Luke	78—83	127—132	177—185	238—248	
Japan, Tokio, fco robna kuća	198 116—122	207 131—135	287 179—185	287	
SAD (MW Njujork)				208—215	
— Selen				\$ po kg	
Velika Britanija, 99,5% komad lotovi od 100 lb	40	33	33	33	
Evropsko slobodno tržiste, cif	19—20	20—21	26—28	26—27	
— Silicijum					
Evropsko slob. trž. norm. kval. 98,5% Si, cif	795—820	680—750	1.060—1.100	1.150—1.200	
Italija, fco fabrika	907—993	911—946	1.136—1.232	1.189—1.308	
Velika Britanija, min. 98%, lot 10—20 tona	934—964	902—940	1.136—1.166	1.188—1.218	
— Srebro				\$ po kg	
Japan, fco robna kuća	146	161	203	245	
— Telur				\$ po toni	
Velika Britanija, komad. i prah 99/99,5%	22.046 22.046	44.092 44.092	4.409—5.071 4.409—5.071	44.092—50.706 44.092—50.706	
— Titan					
Velika Britanija, bileti, 400—100 m/m od septembra 1977. god. sunđer 99,3% max. 120 brincia, bazna cena	6.110—8.891	2.222	6.834—7.236	6.902—7.308	

Najviše, najniže i prosečne cene osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala (LME)  
i engleskom tržištu (MB) u 1978. god. i januar – mart 1979. god.\*)

\$ po m. toni, kg i flaši

Opis	1978. god.			1979. god.			Mart
	januar-decembar		decembar	Januar-Mart			
	najviše	najniže	prosek	najviše	najniže	prosek	
Bakar (LME)	— cash vajerbar	1.549	1.167	1.532	2.153	1.569	2.051
	— cash katode	1.522	1.152	1.503	2.141	1.545	2.039
	— tromes. vajerbar	1.510	1.194	1.562	2.184	1.601	2.083
	— tromes. katode	1.561	1.176	1.538	2.170	1.878	2.069
	— settlem. vajerbar	1.549	1.168	1.532	2.154	1.570	2.052
	— settlem. katode	1.522	1.153	1.504	2.142	1.545	2.040
	— bakar. cif Evropa		...				
Olovo (LME)	— cash	890	524	858	1.245	927	1.177
	— tromesečno	835	533	806	1.131	856	1.092
	— settlement	890	524	859	1.246	928	1.178
Cink (LME)	— cash	744	448	686	831	694	795
	— tromesečno	755	451	706	859	717	818
	— settlement	744	449	687	831	695	795
Cink (GOB)	— proizvodna osnova				...	...	800
Kalaj (LME)	— standardni						
	— cash	15989	11025	14172	15.229	13.719	15.039
	— tromesečno	15528	11016	13960	15.045	13.571	14.824
	— settlement	15999	11030	14179	15.239	13.729	15.048
Kalaj (LME)	— cash	15999	11025	14181	15.310	13.760	15.090
— visokog stepena	— tromesečno	15622	11025	13982	15.096	13.607	14.876
	— settlement	16019	11050	14190	15.341	13.770	15.105
Aluminijum (MB)	— cash						
	— tromesečno	1.234	1.234	1.234	1.624	1.259	1.543
	— min 99,5% cif Evropa	1.245	1.154	1.234	1.604	1.255	1.536
		1.155	1.136	...	1.626	1.260	1.545
		2.725	2.135	...	...	3.043	2.992
Antimon (MB)	— evrop. slob. trž. 99,6% cif	...	...	...	...	neraspored.	
	— ostale transakcije						
Živa (MB)	— min 99,99% cif. glav. evr luke, \$ po flaši od 76 lb	125	148	...	...	246	237
Bizmut	— evr. slob. trž., cif	4.50	3.887	...	...	4.519	4.079
Kadmijum (MB)	— evrcp. ref. cene, ingoti 99,95%, cif/ex fabr.	5.65	5.459	...	...	nerasp.	nerasp.
	— Komonvelt, šipke 99,95%, cif		...	6.614	...	...	6.614
	— slob. trž., ingoti i šipke, plać. carina	5.251	5.033	...	...	5.009	4.800
	— ingoti, slob. trž., cif	4.636	4.560	...	...	6.214	5.950
	— šipke, slob. trž. cif	4.676	4.504	...	...	6.321	6.049
Zlato-London (MB)	— prepod. kotacija	...	...	...	...	7.792	7.782
Srebro (LME)	— cash — spot	1.54	191	266	194	239	
	— tromesečno		196	264	199	245	
	— šestomesečno	201	201	256	194	250	
	— godišnje	...	111	...	...	60	
Šelen (MB)\$/kg	— ostali izvori, cif	28	26	...	...	27	26

\* Odnos \$ : £ za najviše i najniže u 1978. god. uzeti su odnosno količine kojima su važili za mesec u kome se javlja najviše i najniže cena, za decembar 1,985:1, a za januar-mart 1979. god 2,04:1

Promet osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala u 1974. 1975., 1976., 1977., 1978. i januar–februar 1979. god.\*)

Vrsta proizvoda	1974.	G o d i n e 1975.	1976.	1977.	1978.	1979.
Bakar	3.171.025	3.500.000	5.076.400	4.316.475	5.270.625	1.151.550
Olovo	974.426	931.250	1.179.950	1.901.000	1.876.125	451.825
Cink	1.205.075	1.158.525	1.326.575	1.339.000	1.287.800	293.975
Kalaj	242.375	205.184	334.475	403.550	390.220	60.535
<b>Najviše, najniže i prosečne cene osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala za period januar–februar 1979. god.**)</b>						
O p i s	Januar-decembar 76. Decembar 76. Januar- najviša prosek	Decembar 78. najviša prosek	Januar-februar najviše	Januar-decembar 1976. Januar-decembar 1978. i	\$ po m. toni	
B a k a r						
cash — vajerbar	1.690	1.040	1.287	1.518	1.188	2019
— katode	1.671	1.013	1.265	1.503	1.171	1.445
tromesečno						
— vajerbar	1.755	1.074	1.341	1.564	1.225	2.012
— katode	1.735	1.055	1.320	1.541	1.195	1.485
settlement						
— vajerbar	1.690	1.040	1.287	1.518	1.188	2.020
— katode	1.672	1.029	1.266	1.503	1.172	1.446
O l o v o						
cash	545	296	477	854	532	804
tromesečno	551	308	493	825	542	775
settlement	545	296	478	854	533	804
C i n k						
cash	811	602	640	734	455	686
tromesečno	839	620	669	746	458	709
settlement	812	602	641	735	455	687
K a l a j — s t a n d a r d						
cash	9.480	5.510	8.387	15.788	11.664	15.048
tromesečno	9.544	5.637	8.611	15.332	11.582	14.754
settlement	9.485	5.511	8.392	15.798	11.669	15.058
K a l a j — v i s o k o g s t e p e n a						
cash	9.480	5.511	8.387	15.798	11.666	15.072
tromesečno	8.586	5.641	8.639	15.425	11.596	14.791
settlement	9.485	5.512	8.392	15.817	11.669	15.084
S r e b r o						
cash	164	110	140	196	156	189
tromesečno	169	113	145	201	158	194
sedmomesečno	164	110	140	196	158	189
settlement						

\* Izvor: Metal Bulletin, No. 6020, 6058, 6157 i 6356.

\*\* K a p o m e n a : pri pretvarjanju eng. funte u am. dolare koristi se odnos:

— decembar 75. 2.022 \$ za 1 £ (M. Bulletin zvanični odnos)

— decembar 76. god. 1.677 \$ za 1 £, a za najviše i najniže cene koristi se odnos 1.805 \$ za 1 £.

— novembar 78. god. 1.96 za £

— februar 79. god. 2.00 \$ : 1 £

**Najviše, najniže ili proseci cena ostalih obojenih metala na Londonskom tržištu u decembru 1976., novembru 1978. i februaru 1979. god.\*)**

	O p i s	Decembar 1976. najviše najniže	Novembar 1978. najviše najniže	Februar najviše najniže	1979. najniže
<b>Aluminijum</b>					
	— primarni ingoti, određene ostale transakcije, min 99,5% — robne kuće Europe, carina nije plaćena	900	880	1.204	1.176
	— minimum 99,7%, ingoti, cažbine neplaćene				1.343 1.354
<b>Antimon</b>					1.324 1.326
	— regulus, evropsko slobodno tržište, 99,6%, cif Evropa	3.031	2.932	2.704	2.654
<b>Bismut</b>		10.210	9.824	4.685	4.079
	— evropsko slobodno tržište, cif				4.396
<b>Kadmijum</b>					3.942
	— UK, cif 99,95%, šipke evrop. referent. cena, cif/ex-fabrike	6.574	6.440	5.586	5.390
	— Komonovit, cif, 99,95%, šipke	6.470	6.100	5.185	6.614
	— Slobodno tržište, ingoti i šipke UK			4.969	5.370
	— Evropsko slobodno tržište	5.331	5.150	4.709	5.370
	— ingoti, cif	5.353	5.172	4.813	5.147
	— blokovi, cif			4.548	5.617
	— ingoti, cif			4.592	5.727
<b>Ziva</b>	— min. 99,90%, cif. glavne evropske luke (\$/flaši)	112	105	140	135
<b>Zlato</b>					223
	— preprodavne prodaje (\$/kg)	4.304	4.297	6.658	6.625
<b>Srebro</b>					7.900
	Prosek				7.898
	— promptne prodaje (\$/kg)	140			
	— tromesecne prodaje (\$/kg)	145			
	— šestomesecne prodaje (\$/kg)	150			
	— godisnje prodaje (\$/kg)	160			
<b>Selen</b>					
	— ostali izvori, cif (\$/kg)	27	26	29	27
					27
					26

\* Izvor: M. Bulletin No. 6058. 6157 i 6347.

Cene nekIH nemetala u I kvartalu 1975. 1976. 1977. 1978. i IV kvartalu 1979. god.<sup>\*)</sup>  
(Cene su obično cif glavne evropske luke)

Proizvodi	I kvartal 1975.	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	I kvartal 1978.	IV kvartal 1978.	\$ po m. toni
						I kvartal 1979.
<b>Glinica i boksit</b>						
glinica-kalc. 98,5—99,5% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , fco fabrika, pakovanje uključeno	252— 228	245— 256	256— 264	304—316	312—322	320—380
glinica, kalc. srednje sadr. sode boksiti za abrazive i alum. min.	252— 264	272— 282	276— 283	332—342	341—351	370—460
86% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , boksiti grubo sortirani min. 86% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,	57— 62	85— 99	66— 77	80—93	82—96	86—102
	96—120	125	98	156	160	176
<b>Abrazivi</b>						
korund, prirodni abraz. sir., komad., cif	58— 65	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.
korund, krupozrnasti, cif	96— 192	154— 164	120— 128	142—152	146—156	150—160
srednje i fino zrnasti, cif	96— 216	164— 184	128— 144	152—171	156—175	160—180
ukrasni kamen (Idaho) 8—220						
mreša, fco Frenwood	105— 175	88— 136	88— 136	88—136	88—136	88—136
topljeni al. oksid (braun) min. 94%	420— 504	363— 424	394— 409	475—494	614—634	630—650
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 8—220 meša, cif						
topljeni al. oksid (beo) min. 99,5%	492— 600	474— 504	472— 504	570—608	682—741	700—760
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 8—220 meša, cif						
silikon karbidi, 8—220 mesa, cif	732—1.152	757— 767	709— 724	855—874	1.092—1.131	1.120—1.160
— crni oko 99% SiO <sub>2</sub>		958— 968	898— 913	1.083—1.060	1.384—1.423	1.420—1.460
— zeleni preko 99,5% SiO <sub>2</sub>						
<b>Azbest (kanadski), fco Kribek</b>						
krudum № 1	2.677	3.854	4.393	4.393	4.393	4.393
krudum № 2	1.455	1.613	2.386	2.386	2.386	2.530
grupa № 3	682—1.455	982—1.613	1.120—1.839	1.120—1.839	1.120—1.839	1.120—1.830
grupa № 4	635	512—914	618—1.042	618—1.042	618—1.042	757—1.114
grupa № 5	273—320	306—420	349—478	349—478	349—478	428—586
grupa № 6	198	290	331	331	331	331—366
grupa № 7	77—145	96—188	111—215	111—215	111—215	125—240
<b>Bariji</b>						
miljeveni, beo, sortiran po bojama					Kan. \$ za m. tonu	
96—98% BaSO <sub>4</sub> , 99% finoča					nom.	
350 : měsa, Engl.						
mikronizirani min. 99%, fini Engl.						
nemiljeveni, min. 92% BaSO <sub>4</sub> , cif						
sortirani bušenjem, miljeven, pakov.						
106— 165	141— 161	110— 126	133—152	135—156	170—210	
130— 230	182— 222	142— 173	171—209	175—214	190—240	
35— 50	36— 42	46— 47	55—57	75—58	60—66	
57— 68	52— 56	61— 65	74—78	76—80	80—84	

\* S obzirom da se izvorni materijal koristi iz Industrial Minerals, to se i njihov odnos prema koristiti iz ovih izvora i on je u prvom kvartalu 1974. god. \$ 2.30 : 1 £ u prvom kvartalu 1975. god. \$ 2.40 : 1 £ u I kvartalu 1976. god. \$ 2.05 : 1 £ u I kvartalu 1977. god. \$ 1.6 : 1 £ u prvom kvartalu 1978. god. \$ 1.90 : 1 £ u IV kvartalu 1978. god. \$ 1.95 : 1 £ za 1 m. tonu, a u prvom kvartalu 1979. god. \$ 2.00 : 1 £ za 1 m. tonu.

Proizvodi	I kvartal 1975.	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	I kvartal 1978.	IV kvartal 1978.	I kvartal 1979.
<b>Bentoniti</b>						
drobina (shredded) vazd. osuš. mleven. vazdušno flotiran, pakovan Vajoming, hvački sortiran, 85% kroz 200 meša, u vrećama	12— 21—	33 71	10— 30—	30 81	9— 35—	25 66
Flint ilovača, kaolinirana, cif Fulerova zemlja, prir. ilovač. sort. Engl. Fulerova zemlja, aktivirani bentonit	80— 45— 35—	120 94 40	97— 61— 61—	103 81 71	101— 55— 50—	107 71 58
	40—	47	73	77	60—	69
<b>Feldspat</b>						
keramički prah 200 meša, pakovan u vreće, fco magacin u pesak 2—3 m/m, keramički/staklarski cif	35— 35—	42 42	71— 40—	77 54	79— 44—	88 57
<b>Fluorit</b>						
Metalur., min 70% Ca F, fco eng. rud. za hem. svrhe, suv 97% CaF, pak. keramički, mleven 93—95% CaF, cif	35— 76— 64—	47 90 73	30— 81— 61—	61 111 81	31— 63— 47—	47 87 63
<b>Fosfat</b>						
Florida, kval. 66—68% TCP, fob 70—72% TCP, fob 74—75% TCP, fob 76—77% TCP, fob Maroko, kval. 75—77% TCP, fas Kasablanaka Maroko, kval. 70—72%, fas Kasablanaka Tunis 65—68% TCP, fas Sfax Naura, kval. 83% TCP, fob	41 53 62 70 — 63 — 30—	36 45 52 58 46 48,5 46 30—	36 45 52 58 46 48,5 46 32	36 45 52 58 46 48,5 46 32	35 41 47 53 53 48,5 46 30—	33 41 47 53 53 46 30—

Proizvodi	I kvartal 1975.	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	I kvartal 1978.	IV kvartal 1978.	I kvartal 1979.		
Gips krudum, fco rudnik ili cif	4— 5	4— 5	4— 5	6,65	6,8—7,8	7—8		
Grafit (Cejloni)								
razni assortmani, 50—90% C, fob Kolombo, upakovani	87— 356	71— 404	55— 315	137—606	140—622	164—766		
Hromit								
Transval druhiv hem. sortirani, fob 46% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> cif od 178, 44/45% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> fob	59— 64	64— 69	64— 69	55—60	55—60	55—60		
Transval, livacki 45% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> fob				60—65	60—65	60—65		
Transval, vatrast, 46% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> fob				65—70	65—70	65—70		
Filipini, grubo sortirani, min 30% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> cif	57— 66	77— 81	87— 94	95—104	97—107	100—110		
u obliku peska, u kalupima, 93% finoč 30 meša, isp. Engl.	71— 153	125— 131	101— 107	150—161	154—166	158—170		
Kvarc								
mlevena silika 98—99,7% SiO <sub>2</sub> — 120 mč sa mlevena silika 98—99,7% SiO <sub>2</sub> — 300 mč sa mlevena silika 98—99,7% SiO <sub>2</sub> , 90% < 10 mikrona	15— 9— —	20 12 119	42 50 93	33 39 112	40 47 112	41 49 115		
Kriolit								
priр. Grenland 94/98,5%, pakov. fob Denmark	500— 550	500— 550	500— 550	500—550	500—550	500—550		
Liskun u prahu								
suvо mleven, fco proizvodnja mokro mleven, fco proizvodač rudarski otpaci, muskovit, bez stranih primesa, cif mikroniziran	212— 260— 260— 130— —	260— 472— 343— 153 242—	192— 262 404 131— 323	150— 268— 315 87— 189—	228 323—380 102— 252	180—275 323—380 370—468 104—123 228—304	185—283 370—468 107—127 253—351 260—360	
Magnezit								
Grčki nekalc., komad, cif kalciniran, poljopr. stepen, cif kalciniran, indust. stepen, cif dobro pečen, sortiran, cif Engl. sirov. magnezit, komad	57— — 94— 83— 118—	68 106 106 106 142	77— 101— 131— 131— 141—	91 121 262 141 155	71— 87— 102— 152— 161—	79 152—171 322 171—323 184—194 161—	85—95 156—175 175—331 189—199 194—204 199—214	88—97 160—180 180—340 194—204 204—220

Proizvodi	I kvartal 1975.	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	I kvartal 1978.	IV kvartal 1978.	I kvartal 1979.
Nitrat čileanski nitrat sode, oko 98%	191	147	131	156	160	164
Pirit, baza 48 S španski (Rio Tinto i Tharsis) soh Huelva portugalski (Aljustreal i Louzal) fot Setubal ostali (Kipar, Norveška i dr.) cif	nom. nom. nom. 12—15	nom. nom. nom.	nom. nom. nom.	nom. nom. nom.	nom. nom. nom.	nom. nom. nom.
Potaš Muriata, 60% K <sub>2</sub> O, cif, cena po m. t materijala	59—71	91—93	71—72	87—89	88—90	90—92
Sumpor SAD, freš, tečan, sjajan (bistar) terminal Tampa SAD freš, tečan, sjajan (bistar) cif S. Europa Meksički, kanadski, francuski, poljski, tečan, cif. S. Evropa Kanadski, suve trake, cif. S. Evropa	39—71	67	67	67	68	73,25
Talk norveški, francuski i dr., cif	71—260	61—222	71—197	85—266	88—273	90—280
Volastomit izvozno-uvozni kval. pakovan, cif aproks. 300 metra	87—165	161—182	126—142	aprox. 190	aprox. 195	aprox. 100

### Izvori osnovnih podataka

- Metal Statistics, 1974–1978.  
Preise Löhne Wirtschaftstreibungen, 1974–1979.  
Metal Buletin — bilteni 1974–1979.  
Metals Week — bilteni 1974–1979.  
Industrial Minerals — bilten 1974–1979  
World Mining — bilteni 1974–1979.  
Engineering and Mining Journal 1974–1979.  
Un Quarterly Bulletin — bilteni 1974–1979.  
Metalstatistik 1966–1977 Frankfurt A/M,  
Statistisches Bundesamt, Düsseldorf  
Metal Bulletin (Monthly), 1974–1979.  
South African Mining & Engineering Journal, 1974–1979.  
Bergbau, 1974–1979.  
Erzmetall, 1974–1979.  
Braunkohle, 1974–1979.  
Glückauf, 1973–1978.  
Canadian Mining Journal, 1974–1979.  
Mining Magazine, 1974–1979.

---

---

# **RUDARSKI INSTITUT – BEOGRAD**

izdaje časopis:

## **„RUDARSKI GLASNIK“**

(izlazi 4 puta godišnje)

Oglašavajte vaše proizvode u časopisu

Cene:

<b>1/1 strana u crno-beloj tehnici</b>	<b>3.000,00.- d.</b>
<b>1/2 strane u crno-beloj tehnici</b>	<b>2.000,00.- d.</b>

**Redakcija**

---

izašao je iz štampe

## **Godišnjak o radu rudnika uglja u 1978. godini**

Cena knjige je 2.500,00.— dinara.

Zainteresovani je mogu poručiti ili odmah uplatiti na račun 60805-506-6228 SDK Zemun, a Redakciji »Rudarskog glasnika« dostaviti tačnu adresu, na koju će knjiga biti upućena.

**Knjiga se pre uplate ne dostavlja!**

**Redakcija**

## **PROIZVODAČI OPREME**

Dostavite nam prikaze Vaših najnovijih proizvoda koje ćemo objaviti BES-PLATNO u rubrici »Nova oprema i nova tehnička dostignuća«.

Članak treba da obuhvati najviše 5 kucanih stranica sa 2—3 fotografije.

Prikaze dostaviti na adresu:

**RUDARSKI INSTITUT**

Redakcija »Rudarskog glasnika«  
Zemun, Batajnički put br. 2.

**Redakcija**

Komisija za rudarsku terminologiju pri Rudarskom institutu u Beogradu pripremila je za vas petojezični

# RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

koji obuhvata 16.500 termina

U radu na rečniku učestvovali su najeminentniji stručnjaci iz rudarstva i njemu srodnih oblasti.

Termini, obuhvaćeni rečnikom, dati su na srpskohrvatskom, engleskom, francuskom, nemačkom i ruskom jeziku.

Na kraju rečnika dat je registar za svaki strani jezik.

Jednostavan, praktičan, u tvrdom povezu, rečnik ima format pogodan za upotrebu.

<b>O-113</b>	<b>odlagalište, hidromonitorno visinsko</b>
flushing dump above level décharge (f) à chasse d'eau au dessus du niveau Hochspülkippe (f) въсокосмывной отвал	

<b>O-116</b>	<b>odlagalište, napredovanje</b>
advance of waste dump avancement (m) du dépôt Kippenfortschritt (m) подвигание отвала	

<b>O-114</b>	<b>odlagalište, klizanje</b>
stockpile sliding; depot sliding glissement (m) du remblai kippenseitig отвальный оползень	

<b>O-117</b>	<b>odlagalište, odbacivačko</b>
stacker dump dépôt (m) formé par l'engin de rejet Absctzerkippe (f) экскаваторный (абзетцерный) отвал	

<b>O-115</b>	<b>odlaganje, mesto</b>
depot position; storage position position (f) du dépôt Kippstelle (f) отвальное место	

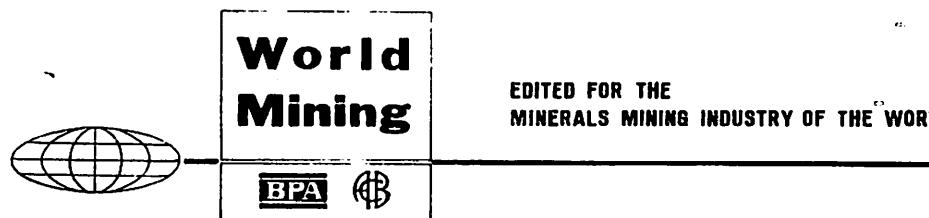
<b>O-118</b>	<b>odlagalište, okrenut ka</b>
facing the stockpile; facing the depot face (f) vers de dépôt; face (f) vers le remblai Kippenrutschung со стороны отвала	

## BECORIT GRUBENAUSBAU G.m.b.H. RECKLINGHAUSEN

... und wir möchten Ihnen mitteilen, dass Ihnen mit mehrsprachigem Fachwörterbuch ein ganz grosser Wurf gelungen ist. Obwohl die Bergleute in der ganzen Welt eine Sprache sprechen, die Sprache der Technik, verbunden mit den gemeinsamen Problemen und den alle Bergleute verbindenden Sorgen, ist ein derartiges Wörterbuch eine grosse Hilfe zur Überbrückung von reinen Sprachschwierigkeiten.

Wir können Ihnen zu diesem Fachwörterbuch nur gratulieren und hoffen, dass es zur weiteren Werständigung in der grossen Völkerfamilie beitragen wird.

... želeli bismo da Vam saopštimo da ste tim višejezičnim stručnim rečnikom napravili veliki potez. Mada rudari celog sveta, povezani zajedničkim problemima i brigama, govore istim jezikom — jezikom tehnike, ovaj rečnik je velika pomoć za savlađivanje čisto jezičkih teškoća. Možemo Vam na tom rečniku čestitati i nadati se da će doprineti daljem sporazumevanju u velikoj porodici naroda.



Thank you very much for sending me your excellent Mining Dictionary. I shall be pleased to publish a review of it in World Mining ... congratulations on your publication of this very useful reference work

Zahvalujem se na slanju vašeg odličnog Rudarskog rečnika. Biće mi zadovoljstvo da objavim njegov prikaz u World Mining-u ... primite čestitanja za publikovanje ovog veoma korisnog priručnika.



... teilen wir Ihnen mit, dass wir das Bergbauwörterbuch, das Sie uns zugesandt haben, ausgezeichnet finden. Das grosse Stichwortverzeichnis in 5 Sprachen hat uns bisher gute Dienste geleistet und wird es auch in Zukunft tun.

... saopštavamo Vam, da nalazimo da je Vaš Rudarski rečnik koji ste nam poslali odličan. Veliki registar na pet jezika učinio nam je do sada dobre usluge, a činiće to i ubuduće.

# BERGAKADEMIE FREIBERG



Die Auswahl der Begriffe erfolgte sehr zweckmässig und nach neuesten Erkenntnissen, so dass auch alle modernen Termini im Wörterbuch enthalten sind... so dass dieses Wörterbuch für Übersetzungen bergbaulicher, aufbereitungstechnischer, geophysikalischer und geologischer Arbeiten von grossem Nutzen sein wird.

Die solide Aufmachung des sehr umfangreichen Wörterbuches und der tadellose Druck werden das Werk zu einem sehr bleibend Handbuch werden lassen. Das Wörterbuch wird allen Institutionen, die sich mit fremdsprachigen Literaturauswertungen beschäftigen, zum Gebrauch empfohlen.

Izbor pojmove je izvršen vrlo celishodno i prema najnovijim saznanjima tako da su u rečniku sadržani svi moderni termini... taj se Rudarski rečnik može vrlo korisno upotrebiti za prevođenje radova iz rudarstva, PDS, geofizike i geologije.

Solidna oprema vrlo obimnog rečnika i besprekorna štampa učiniće da će ova knjiga postati vrlo popularan priručnik. Rečnik se preporučuje svim institucijama koje se koriste stranom literaturom i njenim obrazovanjem.

# ERZMETALL

Dięses Bergbauwörterbuch ist des Ergebnis jahrelanger Arbeit. Das ansprechend hergestellte und handliche Nachschlagewerk enthält mehr als 16.500 Fachausdrücke aus dem Bergbau, dem Hüttenwesen... Das erstaunlich vollständige Fachbuch enthält Begriffe wie »Abbaufront, stempelfreie«,... Übersichtliche Sachwortregister in den vier nicht-serbo-kroatischen Sprachen führen schnell über Kennzeichen zu der jeweiligen fünfsprachigen Wortzusammensetzung. Die Übersetzungen der einzelnen Zusammenstellungen sind knapp aber gut durchgeführt. Das »Bergbauwörterbuch« darf wohl als international anspruchsvoll bezeichnet und zur Anschaffung, nicht nur für Bibliotheken und Übersetzer, empfohlen werden.

Ovaj Rudarski rečnik je rezultat dugogodišnjeg rada. Dobro izrađen i za rukovanje spretan priručnik sadrži više od 16.500 stručnih izraza iz rudarstva, metalurgije... Zadivljujuće kompletna stručna knjiga sadrži izraze kao »ot kopno čelo bez podupirača«... Pregledni registri u četiri ne-srpskohrvatska jezika omogućavaju brzo pronađenje kompletног termina preko oznake Za ovaj Rudarski rečnik se može reći da ima pravo na internacionalno priznanje i preporučuje se ne samo bibliotekama i prevodiocima.

# Colliery Guardian

je britanski mesečni tehnički časopis iz oblasti rudarske industrije uglja. Njegova izdavačka politika je pružanje potpunih i savremenih informacija o tehnikama i opremi za podzemnu eksploataciju uglja, kako u Velikoj Britaniji, tako i u prekomorskim zemljama. Pored toga, postoji i važan komercijalni odeljak, posvećen novostima iz podzemne eksploatacije uglja širom sveta.

Za proizvođače opreme koji žele da oglase svoje proizvode međunarodnoj rudarskoj industriji uglja, COLLIERY GUARDIAN dospeva u četrdeset devet zemalja i zaista pokriva celokupno britansko tržište.

Pored redovnih mesečnih izdanja  
**GODIŠNJAK COLLIERY GUARDIAN-a**  
za rudarsku industriju uglja izlazi u septembru

Za besplatan uzorni primerak  
i dopunska obaveštenja obratiti  
se:

The Managing Director,  
COLLIERY GUARDIAN  
John Adam House  
17-19 John Adam Street,  
London W. C. 2.

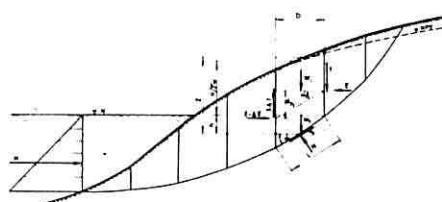
Godišnja pretplata — 7.10 Od. (7.5) £ sterlinga

Prof. ing. N. Najdanović  
Dr ing. R.Obradović

**MEHANIKA TLA  
U INŽENJERSKOJ PRAKSI**

prof. ing. nikola najdanović  
dr. ing. radmilo obradović

**mehanika tla  
u inženjerskoj praksi**



beograd, 1979.

Knjiga „Mehanika tla u inženjerskoj praksi“ prof. ing. Nikole Najdanovića i dr. ing. Radmila Obradovića, u izdanju Rudarskog instituta, Beograd, izšla je iz štampe. Sadrži 478 strana sa 338 slika. Obradena su sva poglavlja iz osnove mehanike tla, stabilnosti po metodama Bishopa i Janbua sa primerima proračuna, aktivni i pasivni pritisak tla, nosivost tla sa proračunima po metodi Terzagha, Brinc Hansena i poređenje sa našim normativnim propisima, teorija konsolidacije i proračun početnog, primarnog i vremenskog sleganja, poboljšanje tla izradom šljunčanih šipova i fundiranje na šipovima po metodi Terzagha, Meyerhofa i Hansena.

Namenjena je stručnoj javnosti rudarsko-geološke i građevinske struke u preduzećima, institutima i visokoškolskim ustanovama.

Cena knjige je 150 dinara i može se dobiti u Rudarskom institutu Beograd, Redakcija, 11081 Zemun, Batajnički put br. 2 i u knjižarskoj mreži.

# POSEBNA IZDANJA RUDARSKOG INSTITUTA

Cena po  
primerku

- |   |           |
|---|-----------|
| — Dr ing. Mira Manojlović-Gifing:<br>»TEORETSKE OSNOVE FLOTIRANJA«  | 40,00     |
| <br><b>INFORMACIJA C<sub>1</sub></b>  |           |
| Informacija o proizvodnji, zalihamama i tržištu uglja koja izlazi mesečno i daje sliku momentalnog stanja, godišnja pretplata 1.000,00                              |           |
| <br><b>10 GODINA RUDARSKOG INSTITUTA</b>  | <br>70,00 |
| — Publikacija u kojoj su objavljeni radovi saradnika Rudarskog instituta po temama koje je obrađivao Institut u toku proteklih deset godina — jubilarna publikacija |           |
| <br><b>— Dr ing. Branislav Genčić:</b><br>»TEHNOLOŠKI PROCESI PODZEMNE EKSPLOATACIJE SLOJEVITIH LEŽIŠTA« (I deo)  | 50,00     |
| <br><b>— Prof. dr Velimir Milutinović:</b><br>»KOMPLEKSNA METODOLOGIJA EKONOMSKE OCENE LEŽIŠTA MINERALNIH SIROVINA«   | 100,00    |
| <br><b>»INFORMACIJE B« (po pregledu od 1—56)</b>  | 25,00     |



## RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

---

Na principu inženjeringu, samostalno i u saradnji sa domaćim i stranim izvođačima, Rudarski institut obavlja:

- TERENSKA, LABORATORIJSKA I POLUINDUSTRIJSKA ISTRAŽIVANJA
  - IZRADU NAUČNIH I EKONOMSKO-TEHNIČKIH STUDIJA
  - IZRADU KOMPLETNIH PROJEKATA
- 
- površinske i podzemne eksploatacije mineralnih sirovina
  - oplemenjivanja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
  - miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektonske i elektromontažne delatnosti i tehničke zaštite
- 
- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVOĐENJE I UHODAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I OBUKU KADROVA
  - REKONSTRUKCIJU, MODERNIZACIJU I AUTOMATIZACIJU, NADZOR I VOĐENJE POSTOJEĆIH TEHNOLOŠKIH PROCESA
  - VRŠI OPTIMIZACIJU KAPACITETA I IZBOR NAJPOVOLJNIJIH VARIJANTI KORIŠĆENJEM SAVREMENIH METODA I MATEMATIČKIH MODELA

**Centar za dokumentaciju Rudarskog instituta obaveštava o dostignućima svetske rudarske nauke i prakse iz navedenih delatnosti.**

---

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski institut izdaje kvartalni časopis:

**RUDARSKI GLASNIK**



## RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

On engineering principles, independently and in collaboration with domestic and foreign partners, the Institute of Mines performs:

- FIELD, LABORATORY AND PILOT-SCALE INVESTIGATIONS
- ELABORATION OF SCIENTIFIC AND FEASIBILITY STUDIES
- ELABORATION OF COMPLETE PROJECTS FOR
  - open-cast and underground exploitation of mineral ores
  - mineral ore dressing and primary processing of non-ferrous metallurgy
  - blasting, transport, ventilation, heat engineering, civil engineering, electro-machine objects and technical protection
- CONSTRUCTION AND EQUIPMENT OF PLANTS; SUPERVISION, STARTING UP, INTRODUCTION AND RUNNING IN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES, AND STAFF TRAINING
- RECONSTRUCTION, MODERNIZATION AND AUTOMATION, SUPERVISION AND MANAGEMENT OF CURRENT TECHNOLOGICAL PROCESSES

**Documentation Center of the Institute of Mines supplies information on world's mining science and practice achievements in above mentioned activities.**

---

The Institute of Mines editorial activities include the quarterly periodical:

**RUDARSKI GLASNIK**

- veliki broj stručnjaka
- visok naučni i stručni nivo
- ostvareni naučno-istraživački rezultati primjenjeni u praksi
- iskustvo i praćenje naučnih dostignuća u svetu
- savremena oprema garantuju: BRZE

SAVREMENE  
KVALITETNE

usluge iz navedenih delatnosti

obratite se na

POSLOVNICU ZA KONSULTACIJE  
I INZENJERING U RUDARSTVU

Beograd — Zemun, Batajnički put broj 2.  
Telefon 691-223 (Teleks 11830 YU RI)  
Postanski fah 116.



- large number of experts
- high scientific and specialized level
- realized scientific-research results applied in practice
- experience and following of scientific — technical achievements throughout the world
- up-to-date equipment of numerous laboratories and pilot-scale plants

guarantee:

FAST  
CONTEMPORARY  
HIGH QUALITY

services in above activities

For the arrangement of complete engineering in the field of mining, refer to the:

CONSULTING OFFICE OF THE INSTITUTE  
OF MINING

Beograd — Zemun, Batajnica put br. 2

tel. 691-223 — telex 11830 YU RI



TEHNIČKI REDAKTOR: MIRA MARKOVIĆ – NASLOVNA STRANA: A. KATUNARIĆ – SLIKA  
NA NASLOVNJOJ STRANI: FLOTACIJA (SNIMLJENO U RUĐARSKOM INSTITUTU, BEOG-  
RAD) – FOTO: S. RISTIĆ

