

RUDARSKI GLASNIK  
YU ISSN 0035 — 9645



BROJ  
**4**  
1976

## RUDARSKI GLASNIK

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

RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD (ZEMUN) BATAJNICKI PUT BROJ 2 — JUGOSLAVIJA

IZDAVAČ: RUDARSKI INSTITUT, BEOGRAD (ZEMUN), BATAJNIČKI PUT 2  
EDITOR: INSTITUTE OF MINES, BATAJNIČKI PUT 2, BEOGRAD (ZEMUN), YUGOSLAVIA  
ŠTAMPA: »SAVREMENA ADMINISTRACIJA«, OOUR »BRANKO ĐONOVIĆ« — BEOGRAD

RUDARSKI GLASNIK  
YU ISSN 0035 — 9645



BROJ  
4  
1976

# RUDARSKI GLASNIK

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

**GLAVNI UREDNIK**

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

**CLANOVI REDAKCIONOG ODBORA**

**AHCAN** *dr ing. RUDOLF, Fakultet za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana*

**CURCIC** *dipl. ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd*

**DRASKIC** *prof. dr ing. DRAGISA, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd*

**DUSI** *prof. dr ing. MINIR, Rudarsko-metalurški fakultet, Kosovska Mitrovica*

**GLUSCEVIC** *prof. ing. BRANKO, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd*

**JOKANOVIC** *prof. ing. BRANKO, prof. univerziteta, Beograd*

**JOŠIĆ** *dr ing. MILORAD, Rudarski institut, Beograd*

**JOVANOVIĆ** *prof. dr ing. GVOZDEN, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd*

**KAPOR** *mr ing. BRANKO, Rudarski institut, Beograd*

**KUN** *dr ing. JANOS, Rudarski institut, Beograd*

**MARUNIC** *dr ing. ĐURA, Rudarski institut, Beograd*

**MJHAJLOVIC** *dipl. ing. MARIJA, Rudarski institut, Beograd*

**NOVAKOVIC** *dr ing. LJUBOMIR, Rudarski institut, Beograd*

**PERIŠIĆ** *dr ing. MIRKO, Rudarski institut, Beograd*

**PERKOVIC** *mr ing. BORISLAV, Rudarski institut, Beograd*

**SIMONOVSKI** *dipl. ing. BRANISLAV, Rudarski institut, Skopje*

**STOJKOVIC** *mr ekon. DUSAN, Rudarski institut, Beograd*

**SUMARAC** *dipl. ing. STANISA, Rudarski institut, Beograd*

**TOMASIĆ** *dr ing. STJEPAN, Rudarski institut, Beograd*

**U finansiranju izdavanja časopisa učestvuje Republička zajednica  
za naučni rad — Beograd**

## SADRŽAJ

### Eksploatacija mineralnih sirovina

Dr ing. JANOS KUN

Eksploatacija ležišta uglja sa više slojeva sinklinalnog tipa na primeru površinskog otkopa lignita »Južna sinklinala« Titovih rudnika »Kreka-Banovići« — Tuzla	5
Summary	15
Zusammenfassung	15
Резюме	16

Dipl. ing. MILIVOJE MAKAR — dipl. ing. MILENKO BJEKIC — dr ing. MOMČILO GAVRILOVIC

Merenje bagerom otkopanih masa automatskim meraćem protoka na transportnoj traci	17
Summary	23
Zusammenfassung	23
Резюме	24

Dipl. ing. PETAR OBRADOVIC

Podetažna otkopna metoda u uslovima rudnog ležišta »Rajićeva Gora« — Kopaonik	25
Summary	35
Zusammenfassung	35
Резюме	36

### Priprema mineralnih sirovina

Dr ing. MILORAD JOSIC

Elektrokinetički potencijal i flotabilnost sfalerita iz Leca i marmatita iz Starog Trga	37
Summary	40
Zusammenfassung	41
Резюме	41

Dr ing. MILETA SIMIC — dr ing. DRAGORAD IVANKOVIC

Mineralni sastav azbesta iz Stragara i mogućnosti razrade novih tehnoloških procesa koncentracije azbesta	42
Summary	49
Zusammenfassung	50
Резюме	51

Dipl. ing. MILOLJUB GRBOVIC — dipl. ing. MILORAD GRUJIC — dipl. ing. LJUTICA KOSUTIC

Uticaj automatske kontrole mlevenja na kapacitet prerade rude u flotaciji Majdanpek	52
Summary	55
Zusammenfassung	55
Резюме	55

Dipl. ing. MILAN MILOSEVIC — dipl. ing. STEVAN ĐOKIC

Ponašanje korisnih komponenti rude jednog rudnog tela ležišta Lipovac u elektromagnetnom polju	56
Summary	65
Zusammenfassung	65
Резюме	65

### Ventilacija i tehnička zaštita

Dipl. ing. DRAGOLJUB UROSEVIC

Pregled i analiza metoda za proračun mreža aspiracionih sistema namenjenih otprašivanju u objektima pripreme mineralnih sirovina	66
Summary	74
Zusammenfassung	74
Резюме	75

<i>Mr ing. VASO ELEZOVIC — dipl. ing. LUKA SUCEVIC</i>	
<i>Određivanje potrebne količine vazduha za različite proizvodne kapacitete širokih čela u Staroj jami rudnika Kakanj</i>	76
<i>Summary</i>	79
<i>Zusammenfassung</i>	79
<i>Резюме</i>	79

#### *Termotehnika*

<i>Dr ing. LJUBOMIR NOVAKOVIC — dr ing. RADIVOJE CVETIČANIN — dipl. tehn. MILORAD MARKOVIC</i>	
<i>Laboratorijska ispitivanja meljivosti uglja iz rudnika Pljevlja</i>	80
<i>Summary</i>	87
<i>Zusammenfassung</i>	87
<i>Резюме</i>	87

<i>Dipl. ing. VOJISLAV VULETIĆ</i>	
<i>Iskorišćenje otpadne toplote gasmotorkompresora</i>	88
<i>Summary</i>	93
<i>Zusammenfassung</i>	93
<i>Резюме</i>	94

#### *Projektovanje i konstruisanje*

<i>Mr ing. BRANKO KAPOR — mr ing. SLOBODAN IVKOVIC — dipl. ing. RADMILA MALESEVIC</i>	
<i>Prilog određivanju osnovnih tehničko-tehnoloških i organizaciono-investicionih parametara za radioničke komplekse površinskih otkopa uglja</i>	95
<i>Summary</i>	103
<i>Zusammenfassung</i>	104
<i>Резюме</i>	104

<i>Prof. ing. BRATOLJUB MILOVIC — mr ing. SLOBODAN IVKOVIC</i>	
<i>Prilog analizi stanja sistema površinski otkop — priprema uglja — termo-elektrana</i>	105
<i>Summary</i>	116
<i>Zusammenfassung</i>	116
<i>Резюме</i>	117

#### *Ekonomika i kibernetika*

<i>Dipl. ing. ALEKSANDAR STAMATOVIĆ — dipl. ing. dipl. mat. JOVAN VUJIC</i>	
<i>Metodologija primene postupka proračuna stabilnosti grafičkom metodom lamela (J. Lowe) za rad na elektronskom računaru</i>	118
<i>Summary</i>	124
<i>Zusammenfassung</i>	124
<i>Резюме</i>	125

#### *Istorija rudarstva*

<i>Dr VASILJE SIMIĆ</i>	
<i>Rudarstvo gvožđa u istočnoj Srbiji</i>	126
<i>Nova oprema i nova tehnička dostignuća</i>	132
<i>Kongresi i savetovanja</i>	133
<i>Prikazi iz literature</i>	134

<i>Bibliografija</i>	140
----------------------	-----

<i>Mr ekon. MILAN ŽILIC</i>	
<i>Cene nekih primarnih proizvoda rudarstva u svetu</i>	151

## Eksploatacija ležišta uglja sa više slojeva sinklinalnog tipa na primeru površinskog otkopa lignita »Južna sinklinala« Titovih rudnika »Kreka-Banovići« — Tuzla

(sa 12 slika)

Dr ing. Janoš Kun

### Uvod

Titovi rudnici »Kreka-Banovići« u Tuzli, koji vrše eksploataciju mrkog uglja i lignita, u 1975. godini postigli su proizvodnju od ukupno 8,5 miliona tona uglja. U ovoj proizvodnji lignit učestvuje sa 6,0 miliona tona ili 70,3%.

Zbog sve većih troškova proizvodnje jamskim putem u Tuzlanskom basenu je 1968. godine počela eksploatacija lignita površinskim putem i njegovo učešće u 1975. godini iznosi 24,1% sa tendencijom daljeg porasta.

Velike rezerve lignita i sve veće potrebe uglja za proizvodnju električne energije omogućuju prelazak na veće pojedinačne kapacitete eksploatacije i proučavanje mogućnosti primene eksploatacije površinskim načinom.

Tuzlanski lignitski basen podeljen je, prema osnovnim geološkim obeležjima, na severnu i južnu sinklinalu.

Dok su se u severnom delu, odnosno sinklinali, rudarski radovi intenzivno razvili i postoje pored jamskih pogona i nekoliko manjih površinskih otkopa, južni deo nije eksploatisan. Dovoljno je istražen da bi se pristupilo studiji optimalne eksploatacije lignita i u tom delu.

### Geološke, geotehničke i hidrogeološke karakteristike ležišta

Na osnovu guste mreže bušotina, može se sa velikom tačnošću pratiti razvoj ugljenih slojeva u sedimentima tzv. »Južne sinklinala«. Oni se dele na:

— podinsku grupu slojeva panonske starosti i

— produktivnu seriju pontske starosti.

Slojevi panona, debljine 200 do 250 m, taloženi su u glinovito-peskovitoj faciji, koja u gornjim delovima postepeno prelazi u krupnozrne peskove.

Iznad slojeva panonske starosti nataloženi su sedimenti pontske starosti u kojima se nalazi podinski, glavni, I krovni, II krovni i III krovni ugljeni sloj (sl. 1).

Produktivna serija sastavljena je od ugljenih slojeva, peska i gline sa svim mogućim prelazima od peska do gline i ugljena i ugljevite gline do gline.

U produktivnoj seriji se ugljeni slojevi javljaju u kosoj sinklinali sa padom ose sinklinala prema jugoistoku pod uglom od oko 13° (sl. 2). Poprečni pad slojeva je vrlo različit i kreće se od skoro horizontalnog u središnjem delu do vertikalnog u severoisotonom krilu sinklinala.

Debljina pojedinih slojeva takođe je vrlo promenljiva i iznosi za:

- podinski ugljeni sloj 10,9 — 17,6 m
- glavni ugljeni sloj 18,0 — 22,7 m
- I krovni ugljeni sloj 29,1 — 33,8 m
- II krovni ugljeni sloj 24,5 — 28,4 m
- III krovni ugljeni sloj pojavljuje se na malom prostranstvu

Jalovina iznad i između pojedinih slojeva je isto tako promenljive debljine i kreće se pojedinačno od nekoliko metara pa do preko sto metara u dubljem delu ose sinklinale.

Od ukupno ograničenih masa uglja za eksploataciju, otpada na:

- mase uglja II krovnog sloja 19,7 %
- mase uglja I krovnog sloja 48,3 %
- mase glavnog ugljenog sloja 32,0 %

Ud ukupnih masa za otkopavanje (ugalj + jalovina) otpada na:

- ugalj 22,2 %
- jalovinu 77,8 %

Srednji koeficijent otkrivke iznosi 3,5 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.

U krovini ugljenih slojeva nalazi se pretežno glina, a u podini pesak mestimično sa glinom. Svi peskoviti slojevi, tj. ispod podine ugljene serije i između pojedinih slojeva, su vodonosni, te se pre otkopavanja moraju ocediti.

Geomehaničke karakteristike ležišta uslovljavaju relativno blage završne kosine. Do 200 m dubine kosine se mogu formirati sa nagibom 1:3, a preko 200 m dubine sa nagibom završne i generalne kosine 1:4.

Visina radnih etaža se kod rada bagerom glodarom ograničava zbog nepovoljnih geomehaničkih karakteristika na visinu od svega 10 m.

Ispitivanje fizičko-mehaničkih osobina radne sredine je ukazalo na vrlo čvrst ugalj i relativno meku jalovinu. Otpor na rezanje u uglju kreće se u proseku oko 160 kp/cm, u glini oko 90 kp/cm, a u pesku između 30 i 60 kp/cm.

Na osnovu iskustva u radu površinskih otkopa Šiški Brod kod Tuzle i Belačevac kod Prištine i sličnosti gline ležišta »Južne sinklinale« sa glinom u tim površinskim otkopima, treba očekivati da će se pri bagerovanju ovaj materijal lomiti na veće komade.

### Specifični rudarsko-tehnički uslovi eksploatacije

Kod postojećih i projektovanih površinskih otkopa lignita u Jugoslaviji, kao što su otkopi u basenima Kolubara, Kosovo, Kostolac, Pljevlja, Oslomej i Suvodol, ne pojavljuju se problemi eksploatacije više ugljenih slojeva sa vrlo različitim nagibom i tako komplikovanim rudarsko-geološkim uslovima eksploatacije kao u »Južnoj sinklinali«.

Najveći problem pri eksploataciji ovakvog ležišta je postizanje ujednačene godišnje proizvodnje uglja s obzirom na vrlo neujednačen raspored ugljenih masa.

Zbog sinklinalnog oblika ležišta mase uglja se pojavljuju na skoro svim horizontima, ali sa vrlo različitim učešćem, što zavisi od pravca napredovanja frontova etaža.

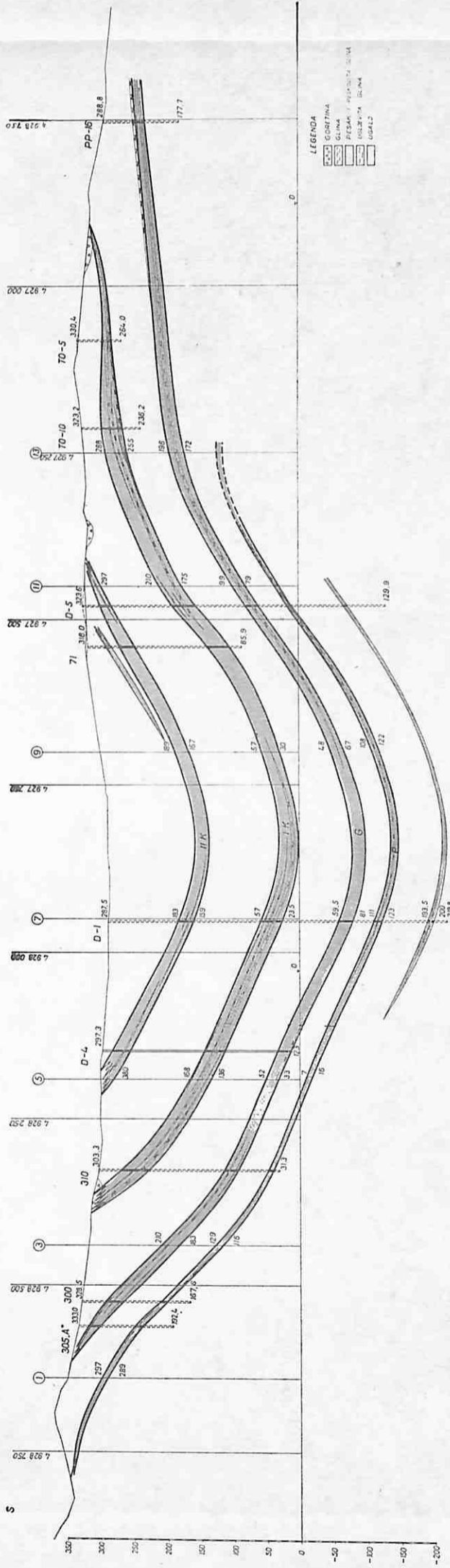
Na sl. 3 prikazana je situacija projektovanog površinskog otkopa i označeni su profili po kojima je izvršena analiza rasporeda ugljene mase.

Slika 4 pokazuje raspored ugljenih masa u odnosu na napredovanje frontova radova sa juga. Iz dijagrama se lako da zaključiti, da bi se pri napredovanju fronta radova skoro paralelno osi sinklinale etaže naizmenično nalazile sve u jalovini ili sve u uglju, pa bi se u jednom dužem vremenskom periodu proizvodio ugalj, a zatim samo jalovina. Rešenje bi se našlo jedino promenom generalnog uglja nagiba radnih etaža, što, međutim, zahteva veliki korak napredovanja u gornjim jalovinskim etažama i na taj način angažovanje velikih sredstava za raniju nabavku opreme i finansiranje otkrivke. No, i pored toga, periodično bi se javile velike oscilacije u proizvodnji uglja, te kontinualan rad ne bi bio obezbeđen.

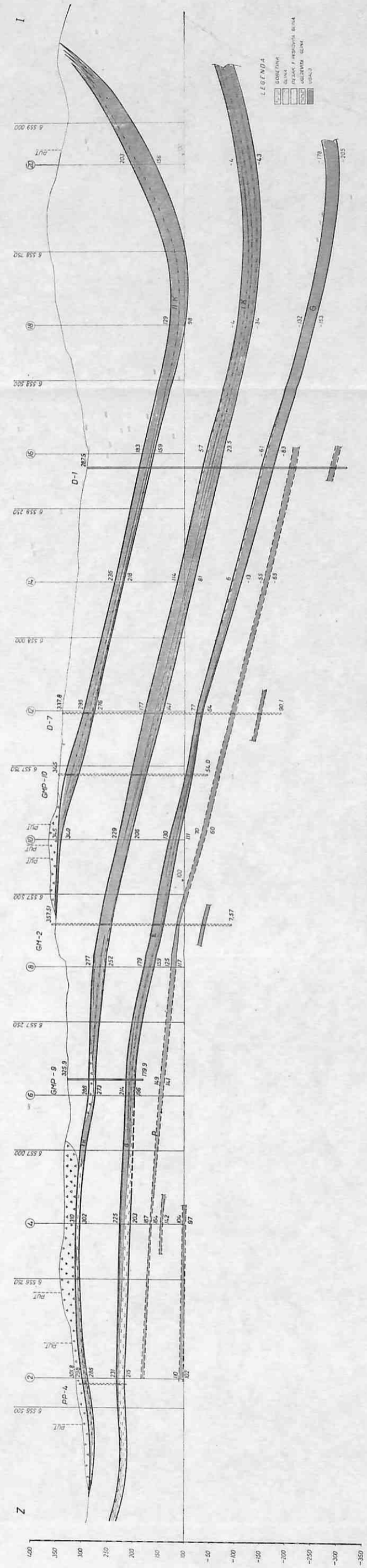
Na sl. 5 prikazan je raspored ugljene mase kao rezultat analize kod napredovanja fronta radova sa zapada, odnosno pružanja etaža poprečno na osu sinklinale. U ovom slučaju, ugalj, iako neravnomerno, pojavljuje se stalno na etažama, što omogućuje neprekidan rad bagera na otkopavanju uglja.

Ove, kao i druge analize uslova razvoja pokazale su da otkopavanje treba vršiti poprečno na osu sinklinale.

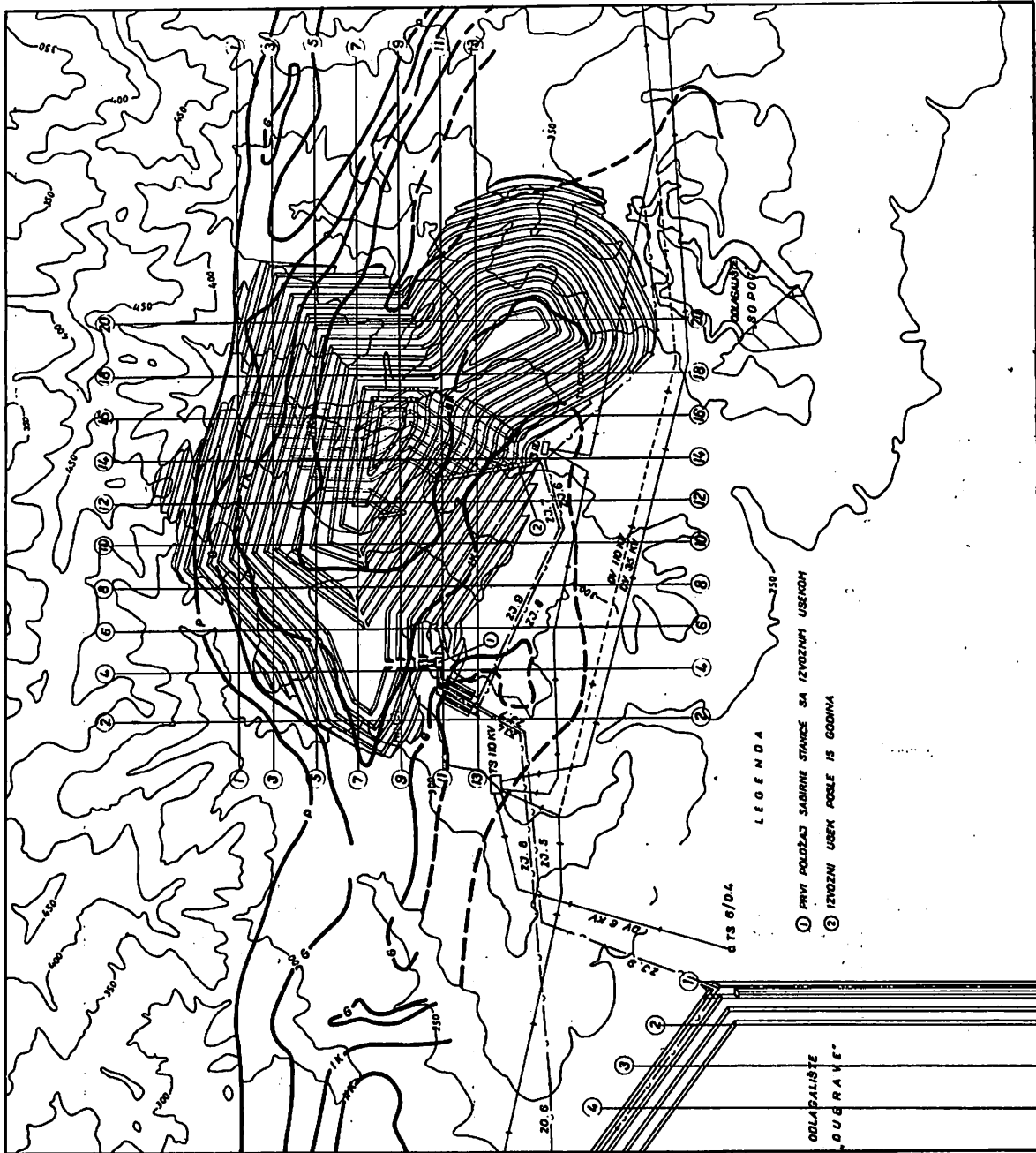




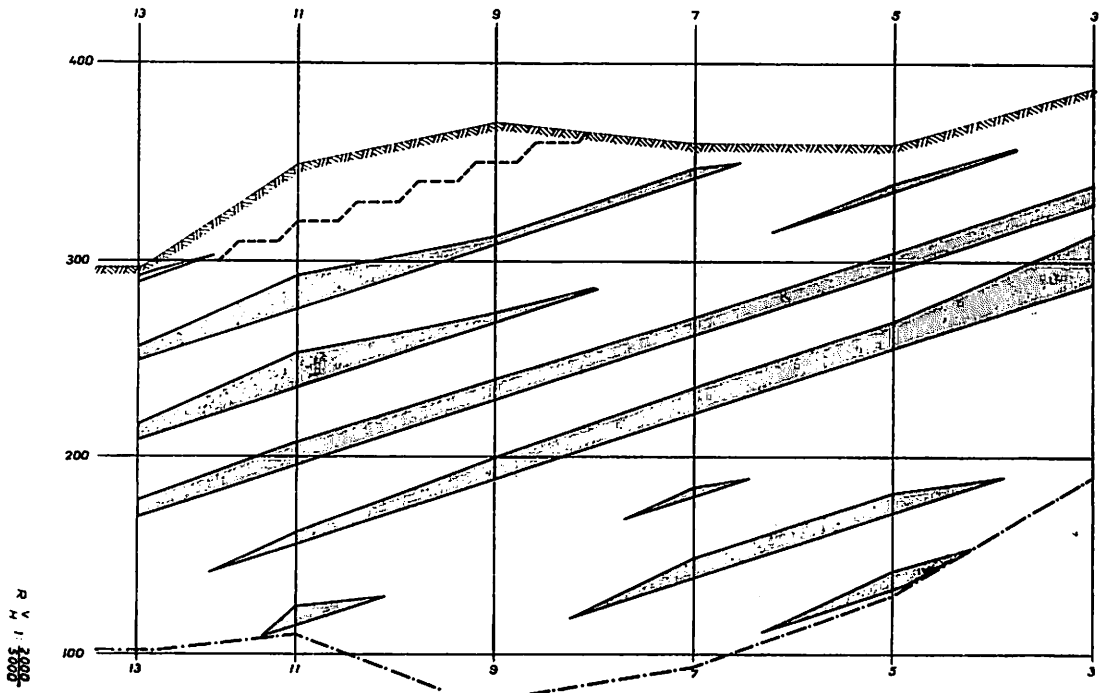
Sl. 1 — Poprečni geološki profil »Južne sinklinale«.



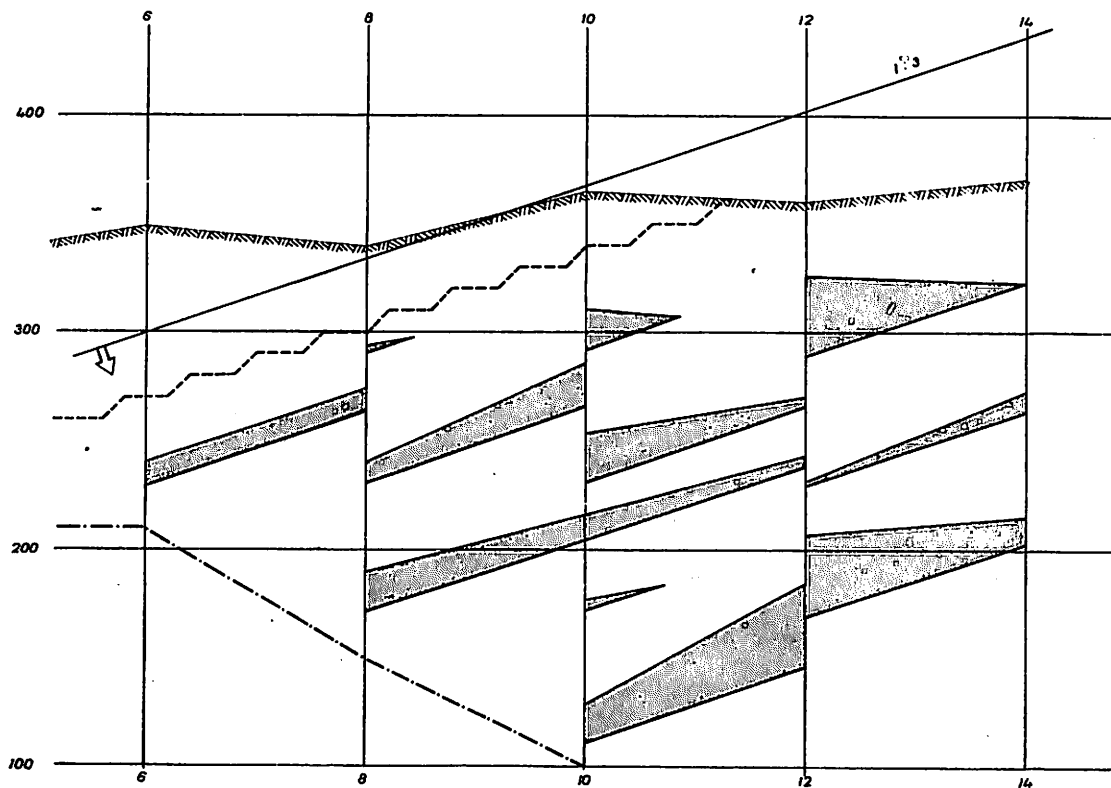
Sl. 2 — Uzdužni geološki profil »Južne sinklinale«.



Sl. 3 — Situacija površinskog otkopa.



Sl. 4 — Raspored ugljene mase kod pravca pružanja etaža paralelno sa osom sinklinale.



Sl. 5 — Raspored ugljene mase kod napredovanja etaža paralelno sa osom sinklinale.

### Izbor tačke otvaranja i načina eksploatacije

Dalja izučavanja ležišta pokazala su da se pomenuti poprečni pravac pružanja etaža na osu sinklinale može postići otvaranjem ležišta na dva lokaliteta i to: sa zapada prema istoku sa otvornom tačkom na lokaciji Milići i sa jugoistoka prema zapadu sa otvornom tačkom na lokaciji Torovac. Izvršena je detaljna analiza obe tačke otvaranja, čiji rezultati su prikazani u dijagramima na sl. 6 i 7. Pored ovih rezultata iz dijagrama tačke otvaranja na lokaciji Milići u prilog idu i pokazatelji na tablici 1.

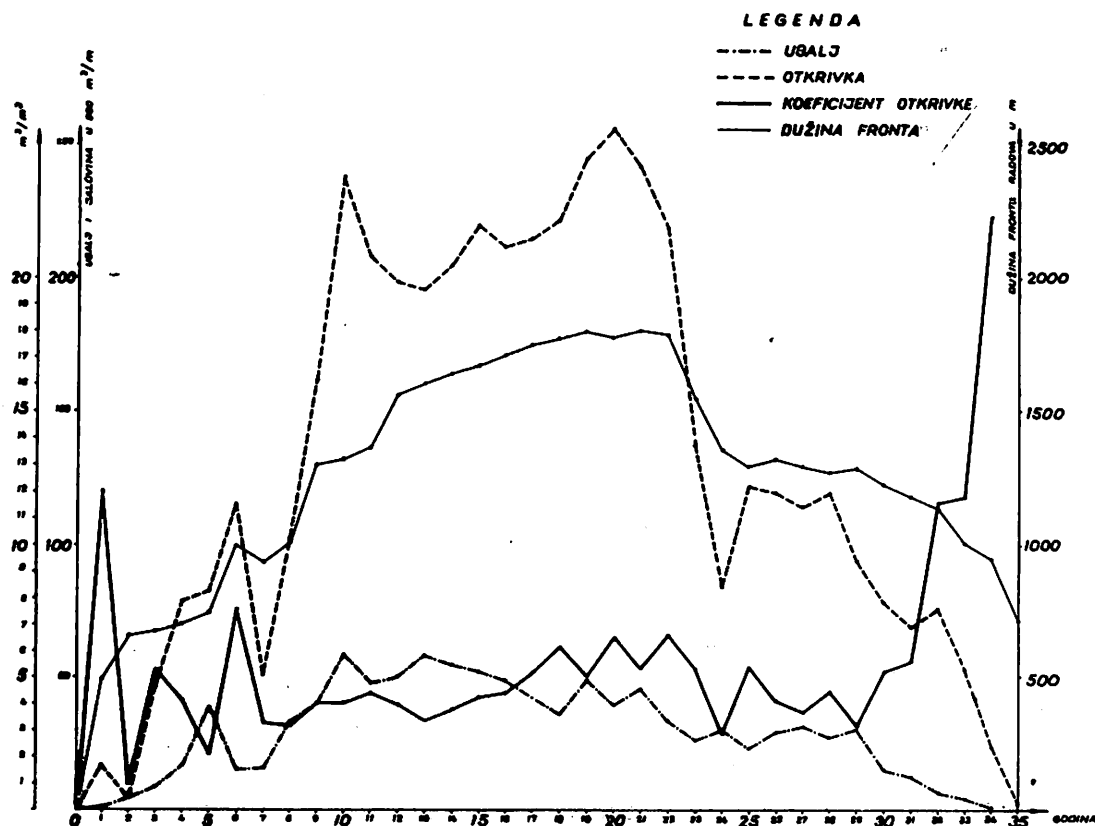
Posle izvršenog izbora tačke otvaranja i pravca napredovanja fronta, problem je bio da se odrede raspored bagera i dinamika otkopavanja na svakoj etaži, kako bi realizovao unapred zahtevani obim proizvodnje

uglja i pri tom ostvario najveći finansijski efekat. U tom cilju u Rudarskom institutu-Beograd izrađen je matematički model\*) na osnovu kojeg je zatim uz pomoć elektronskog računara, utvrđen tačan raspored i kapacitet bagera na pojedinim etažama za svaku godinu posebno.

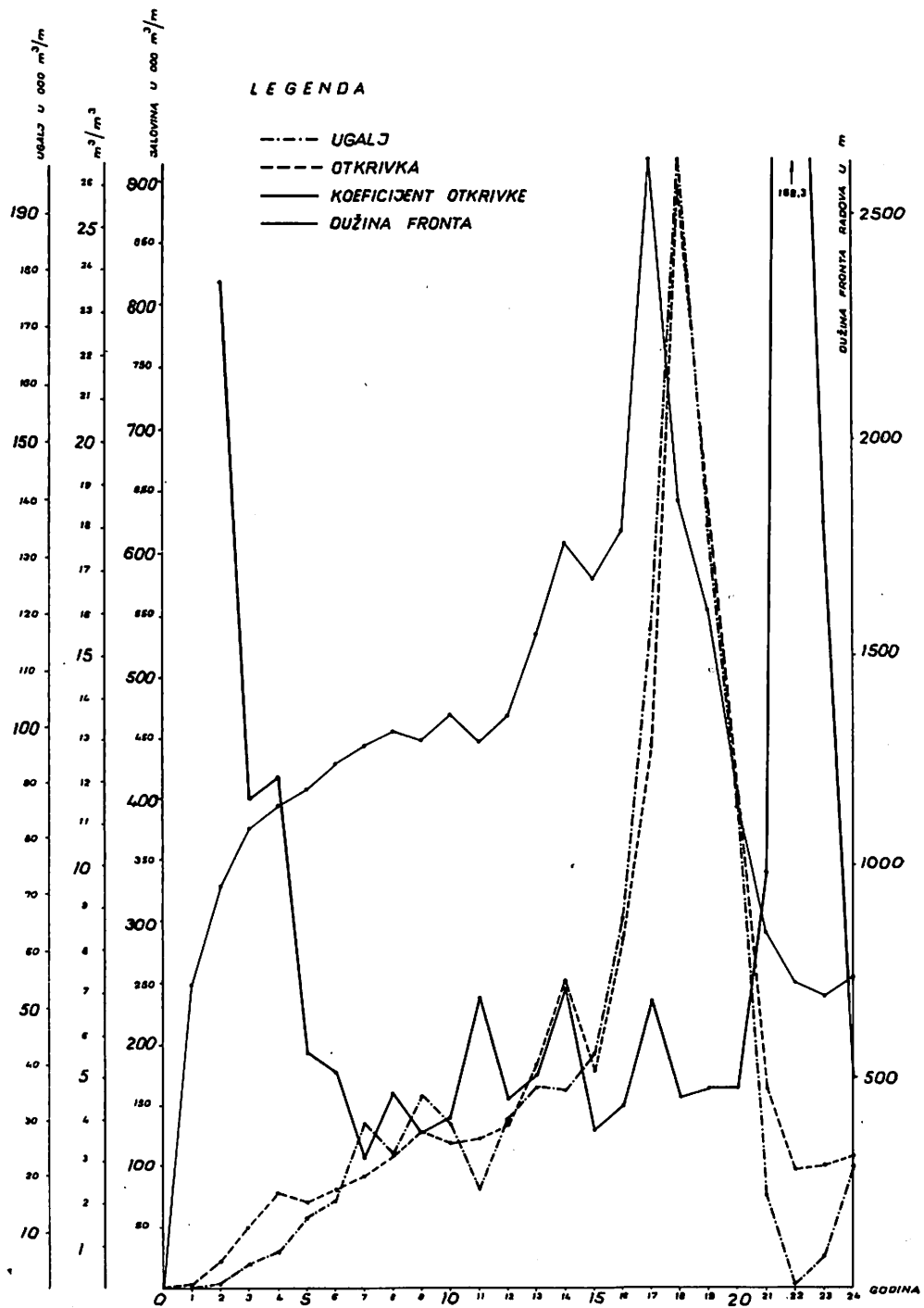
Rešenje matematičkog modela zahtevalo je da se kao ulazni podaci utvrde:

- broj i tip bagera
- moguće varijante razmeštaja bagera
- broj aktivnih etaža u radu.

Zbog već ranije pomenutog pojavljivanja uglja na skoro svim etažama i ograničenog broja bagera u zavisnosti od zahtevanog kapaciteta, posebno rešenje je traženo u pogledu razmeštaja bagera.



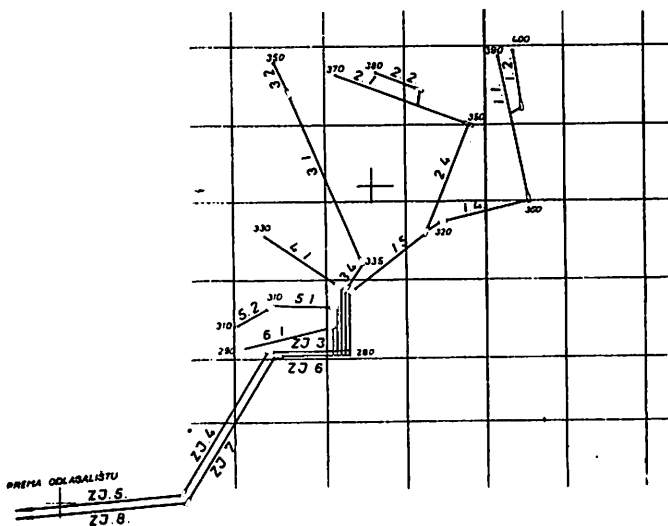
Sl. 6 — Dijagram režima rudarskih radova pri otvaranju na lokaciju Milići.



Sl. 7 — Dijagram režima rudarskih radova pri otvaranju na lokaciji Torovac.

Tablica 1

	Tačka otvaranja	
	Milići	Torovac
— Odnos otkrivke prema uglju u fazi otvaranja	5,15 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	8,40 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
— Postizanje projektovanog kapaciteta proizvodnje	5 godina	8 godina
— Maksimalno potreban kapacitet otkrivke, koji obezbeđuje projektovanu proizvodnju uglja	24,9.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /god.	26,8.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /god.
— Dužina fronta radova kod projektovane proizvodnje na osnovnoj etaži	940—1800 m	700—2660 m
— Prosečna brzina napredovanja fronta radova	141 m/god.	115 m/god.
— Maksimalna brzina napredovanja fronta radova na osnovnoj etaži	205 m/god.	552 m/god.
— Udaljenost useka otvaranja od spoljnjeg odlagališta	2,9 km	5,2 km
— Razlika udaljenosti od lokacije TE, odnosno veća dužina transporta uglja	—	2,3 km



Sl. 8 — Položaj transporterera u početku eksploatacije.

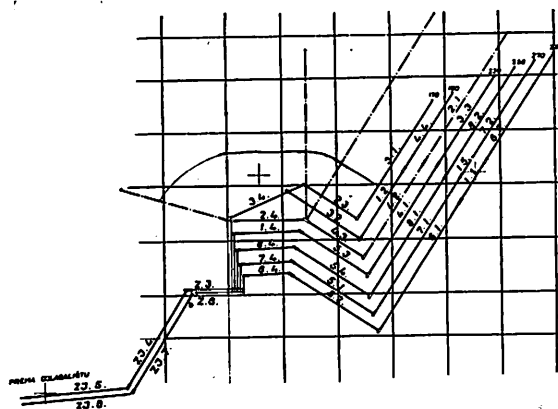
Otkopavanje i naizmeničan rad bagera na kopanju uglja i jalovine zahteva rad sa mešovitim etažama, a zbog ukupne dubine otkopa od 340 m, veliki problem u razvoju etaža i razmeštaju bagera pojavio se radi dekoncentracije rada na velikom broju etaža, sa malim brojem bagera i težnjom da se transportni sistemi svedu na minimalni broj, uz optimalnu dužinu transporta.

Izrađena studija je pokazala da se zbog mešovitih etaža i utovara bagera na jedan etažni transporter naizmenično uglja i jalovine rešenje transporta uglja i jalovine mora tražiti u vrlo elastičnom radu svih sistema transporta. Zato je u otvornoj tački otkopa predviđena raspodelna stanica, koja sa etažnih transporterera može vršiti odvođenje uglja i jalovine i istovar na zbirne transporterere za uglj, odnosno za odlagalište jalovine.

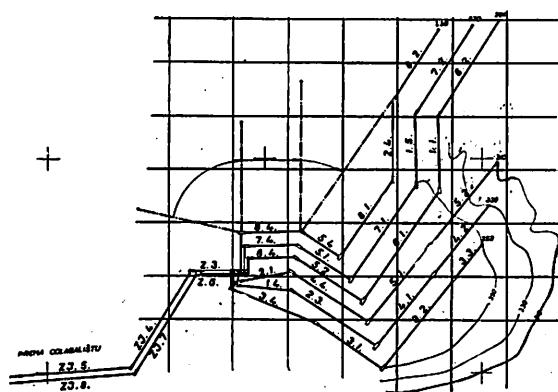
Ova raspodelna stanica bila bi previše glomazna da primi više od 6 transportnih sistema, te je i ona predstavljala određeno ograničenje brojeva transportnih sistema u radu.

Primenjena rešenja predstavljaju originalnu kombinaciju razvoja etaža i transport-

\*) Prof. dr ing. M. Perišić i grupa saradnika: »Matematički model optimalne dinamike rada sistema na površinskom otkopu sa mešovitim etažama (ugalj/jalovina)«, RI, Beograd.



Sl. 9 — Položaj transportera pri normalnoj eksploataciji.



Sl. 10 — Položaj transportera pri prelasku na otkopavanje etaža drugog pojasa.

niš sistema, čiji se razvoj može videti na sl. 8, 9 i 10, a u osnovi baziraju na otkopavanju mešovitih etaža u pojasevima. Otkopavanje u pojasevima omogućava primenu malog broja sistema sa ekonomičnom brzinom napredovanja otkopnog fronta i uz minimalnu rekonstrukciju transportnih sistema, koji se slivaju u raspodelnu stanicu.

Ovakav nov način otkopavanja višeslojnih ležišta uglja omogućuje površinsku eksploataciju sa koncentracijom bagera i etaža i na mestima, gde bi inače mnogobrojne etaže kod srednjih kapaciteta omogućile rentabilan rad.

### Vertikalna i horizontalna podela ležišta

Projekat, baziran na prethodnim tehnološkim rešenjima, ostvaren je na površkom otkopu »Južna sinklinala« na sledeći način.

Da bi se ispunila predviđena godišnja proizvodnja treba formirati šest etaža. Prema geomehaničkim karakteristikama, pojedine etaže imaju visinu od 10 m sa uglom od  $60^\circ$ , odnosno etažni transporter bi bili postavljeni na svakih 20 m. Operativna visina iznosi 120 m.

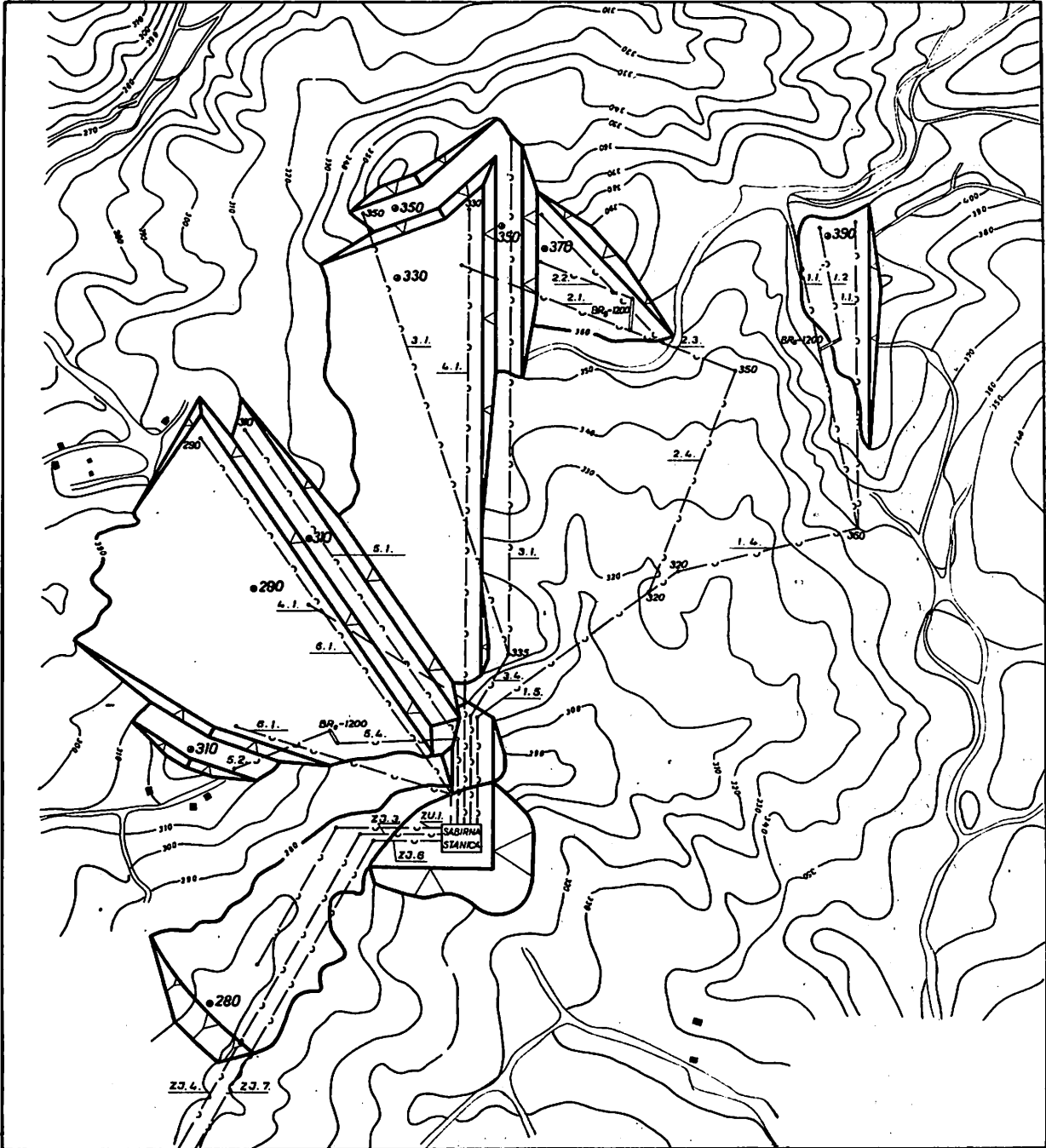
Eksploatacija obuhvata otkopavanje od kote 390 do 50 m, ili oko 340 m, od čega u prvoj fazi 280 m. Ako se oduzmu »kape«, odnosno prethodna otkrivka, onda se ukupna visina otkopavanja kreće do 200 m. Zbog tako velike visine otkopavanja, podeljena je i cela visina eksploatacije ležišta u faze. U prethodnoj fazi otkriva se deo ležišta od kote 390 do 290 m, u normalnoj fazi eksploatacije otkopavanje se vrši između kote 290 i 150 m, dok se prelaska na poslednju fazu eksploatacije otkopavanje produbljuje do kote 110 m.

Otkopavanje otkrivke u ovoj prvoj fazi eksploatacije zahteva smeštaj 240 miliona  $m^3$  masa na spoljna odlagališta, koja mogu da prime oko 318 miliona  $m^3$  jalovine. Tek krajem prve faze otkopavanja stvara se mogućnost za smeštaj na unutrašnje odlagalište.

Prema geomehaničkim karakteristikama odlagališta se moraju formirati sa visinama etaža do 12 m i sa nagibom kosine od  $30^\circ$  ili kod maksimalne visine od 48 m sa nagibom od  $11^\circ 30'$ . Ovo je upravo razlog zbog čega se skoro cela otkrivka prve faze mora smestiti na spoljna odlagališta.

Otvaranje površinskog otkopa vrši se formiranjem platoa raspodelne stanice na koti 280 m i razvojem etaža po terenu (slika 11). Kasnije, sa napredovanjem etaža formiranih na terenu, počinje usecanje nižih etaža.

Konfiguracija terena i izabrana tačka otvaranja diktiraju u početku lepezasto otvaranje etaža, dok se posle vrši paralelno napredovanje frontova otkopavanja, kao što je to prikazano na sl. 9 i 10. Pri tome se etažni transporter ne nalaze uvek u istom pravcu, već se moraju prilagoditi kretanju bloka bagera, koji je uvek pod pravim uglom ili dijagonalno na pad slojeva. Na taj način se krajnji transporter nalazi uvek pod pravim uglom na pružanje ugljenih slojeva, koji padaju prema otkopu.



Sl. 11 — Situacija etaža pri otvaranju sa koncentracijom transporta na sabirnoj stanici.



## Izbor osnovne mehanizacije i tehnologija rada

Izbor osnovne opreme za otkrivku, otkopavanje uglja, transport, kao i odlaganje jalovine, izvršen je na bazi savremene metodologije i elektronske računске tehnike, razrađene u RI — Beograd.

Kao najoptimalnija, od 15 analiziranih kombinacija, pokazala se sledeća:

— bager glodar	5 kom.
— bager vedričar	2 kom.
— odlagač	3 kom.

i odgovarajući transporter i pomoćna oprema.

Za bager glodar usvojen je efektivni kapacitet od

$$Q_u = 570 \text{ t/h pri reznoj sili od } 150\text{--}160 \text{ kp/cm}$$

$$Q_i = 1100 \text{ m}^3/\text{h pri reznoj sili od } 90 \text{ kp/cm kod teoretskog kapaciteta od } 1620\text{--}2100 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Za bager vedričar usvojen je kapacitet od

$$Q_u = 500 \text{ t/h, odnosno } Q_i = 1000 \text{ m}^3/\text{h pri teoretskom kapacitetu od } 2100 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Raspored bagera, prikazan na sl. 12, izvršen je pomenutom metodologijom, koja garantuje kontinualnu proizvodnju.

Zbog ograničene visine etaža od 10 m i postavljenih etažnih transporter na svakih 20 m, tehnologija otkopavanja obuhvata rad bagera glodara na dve etaže od po 10 m. Gornja etaža bi se otkopavala bez primene samohodne trake, a bager bi mase direktno tovario na etažni transporter. Posle završetka bloka gornje etaže, bager bi se transportovao na radnu niveletu koja se nalazi 10 m niže. Sa ove radne nivelete bager glodar bi otkopavanje i utovar vršio uz pomoć samohodne trake do etažnog transporter, koji se nalazi 10 m iznad radne nivelete bagera.

Kod primene bagera vedričara otkopavanje se vrši sa jedne radne nivelete u vi-

sinskom i dubinskom radu, a utovar se vrši na transporter, koji se nalazi na istoj etaži. Primena samohodne trake, u ovom slučaju, doprinosi proširivanju radnog plana i elastičnijem radu na otkopavanju gornje i donje etaže.

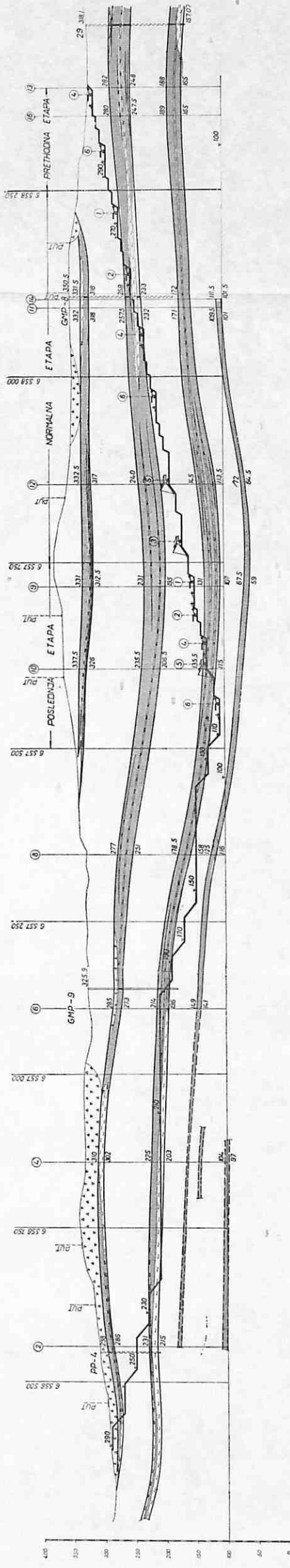
Za transport uglja i jalovine izabrani su transporter sa gumenom trakom širine 1400 mm, odnosno zbirni transporter za odlagališta od 1800 mm. U prvih pet godina u radu će se nalaziti 18,4 km transportera, u 10. godini 20,0 km, dok će se u 15. godini u pogonu nalaziti 27,4 km transportera. Svi etažni transporter služiće za transport uglja i jalovine, te će na raspodelnoj stanici predati ugulj odnosno jalovinu odgovarajućim zbirnim transporterima, koji jalovinu odvoze na odlagalište, a ugulj na deponiju uglja.

U investicionom programu je predviđena odgovarajuća pomoćna mehanizacija, kao i mašine i uređaji za održavanje opreme, koji treba da omoguće kontinualan rad osnovne opreme za predviđenih 4000, odnosno 4400 efektivnih radnih časova u godini.

Utrošak električne energije pri izabranoj osnovnoj opremi iznosi kod uglja 4,64 kWh/t, a kod otkrivke 4,33 kWh/t, ili oko 18,7 kWh/t proizvedenog uglja, što je s obzirom na komplikovane rudarsko-geološke uslove eksploatacije, dokaz o mogućnosti približavanju veličinama konvencionalnih površinskih otkopa lignita u Jugoslaviji.

S obzirom na hidrogeološke uslove, koji vladaju u ugljenoj seriji »Južne sinklinale«, potrebno je u toku otvaranja i eksploatacije vršiti odvodnjavanje radne sredine.

Bazirajući se na do sada poznatim rezultatima hidrogeoloških istraživanja, analizirano je nekoliko varijanti odvodnjavanja, te predloženo rešenje kombinovanog odvodnjavanja pomoću bunara i infiltracionih bušotina, koje je odabrano na bazi matematičke simulacije sniženja nivoa vode. Za potvrdu pravilnog izbora sistema odvodnjavanja predloženi su dodatni hidrogeološki istražni radovi, koje treba sprovesti pre i u toku otvaranja površinskog otkopa.



Sl. 12 — Raspored bagera u raznim fazama eksploatacije (profil 7 — 7). Sema rada.

## SUMMARY

### **Mining of Coal Deposits with Several Synclinal Type Seams Exemplified by Open-Cast Mine »South Synclinale« Tito Mines »Kreka-Banovići« — Tuzla**

On the basis of technological solutions for mining lignite in open-cast mine South Synclinale, Tito Mines »Kreka — Banovići« — Tuzla, the possibility is indicated for mining multiseam deposits of synclinal type.

The solution is based on mining mixed levels 10 m high by rotary and bucket-wheel excavators and transport in 20 m height intervals by rubber belt conveyors, 1400 mm wide on the levels and 1800 mm wide on cumulative conveyors. The coal, i.e. waste are separated at the collection station receiving the transported mass from the levels and delivered by telescopic belt conveyors alternatively on to coal or waste collection conveyors.

Due to the occurrence of four coal seams and ununiform share of coal mass in individual levels, particular attention is devoted to production dynamics, i. e. provision of most uniform coal production. For this purpose a special mathematical model was developed.

Due to the great depth of mining up to 340 m and low allowed height of levels of 10 m, mining is performed in panels not exceeding 120 m. Only upon mining out the levels of the upper panel, gradual opening of lower panel levels takes place. This method of open-cast mine development enables mining with only 6 systems and significantly reduces the number of conveyor belts.

## ZUSAMMENFASSUNG

### **Abbau einer Mehrkohlenflözlagerstätte vom Muldentypus im Braunkohlentagebau »Južna sinklinala« in Titovi rudnici »Kreka-Banovići« — Tuzla**

An Beispiel der technologischen Lösungen der Braunkohlegewinnung im Tagebau »Südmulde« der Titovi rudnici »Kreka-Banovići« — Tuzla wird auf die Möglichkeit der Gewinnung einer Mehrflözlagerstätte vom Muldentypus hingewiesen.

Die Lösung beruht auf dem Abbau der gemischten Sohlen von 10 m Höhe mit Schaufelrad und Eimerkettenbaggern mit der Kohlenförderung mit Gummitransportbändern auf allen 20 m Höhenunterschied. Die Transportbänder haben eine Breite 1400 mm auf den Sohlen und 1800 mm für Sammelbänder. Die Kohle bzw. der Abraum wird in der Sammelstation getrennt; wo die abgebaute Masse von Sohlen herantransportiert wird und wird über Teleskopbänder wechselweise auf Kohlen- oder Abraum-Sammelbänder übergeben.

Wegen Vorkommen von vier Kohlenflözen und ungleichmässiger Teilnahme der Kohlenmasse auf einzelnen Sohlen wird besondere Aufmerksamkeit der Kohlegewinnungsdynamik bzw. möglichst gleichmässiger Kohlenförderung geschenkt. Zu diesem Zweck wurde auch ein besonderes mathematisches Modell ausgearbeitet.

Wegen grosser Abbauteufe und zu gering zugelassenen Arbeitssohlen von 10 m Höhe wird die Gewinnung in Streifen von höchstens 120 m durchgeführt. Erst nach vollzogenem Abbau des oberen Streifens wird allmählich zu dem Aufschluss der Sohlen in tieferen Streifen übergegangen. Solche Entwicklung des Tagebaues macht eine Gewinnung mit insgesamt 6 Systemen möglich und setzt die Anzahl der Förderbänder bedeutend herab.

## РЕЗЮМЕ

**Выемка месторождения угля с несколькими слоями синклиналильного типа, на примере открытого способа разработки лигнита „Южна синклинала“ в Титовых рудниках „Крека-Бановичи“ — Тузла**

На примере технологических решений выемки лигнита открытым способом разработки „Южна синклинала“ Титовых рудников, „Крека-Бановичи“ Тузла, указывается на возможность выемки многослойных месторождений синклиналильного типа.

Решение основывается на выемке смешенных этажей высоты 10 мет. с помощью грейферных и многочерпалковых экскаваторов и транспорте на каждых 20 метров высотной разницы с ленточными конвейерами, ширины 1400 мм на этажах и 1800 мм у сборных конвейеров. Уголь т. е. пустая порода отделяется в сборной станции, куда сливается транспортированная масса со всех уступов и путем ленточного конвейера, телескопическим устройством передает переменно на углевые или пустой породы сборные конвеери.

Из-за появления четырех слоев угля и неравномерного состава угленой массы на отдельных уступах, особое внимание посвящено динамике производства т. е. обеспечению более равномерному производству угля. С этой целью разработан особый математический образец.

Из-за большой глубины выемки, от 340 мет. и небольшой допущенной высоты уступов от 10 метров. Только после ликвидации уступа верхнего пояса, надо перейти к постепенному вскрытию уступа в нижнем поясе. Такое развитие открытого способа разработки дает возможность делать выемку с всего 6 системами и в значительной мере уменьшает число ленточных конвейеров.

## Literatura

1. Studija za izbor elemenata izgradnje i eksploatacije površinskim otkopom ležišta lignita »Južna sinklinale« Krekanskog ugljenog basena. — Rudarski institut, Beograd, 1975.
2. Investicioni program izgradnje i eksploatacije površinskog otkopa »Južna sinklinale« Titovih rudnika uglja »Kreka-Banovići« — Tuzla. — Rudarski institut, Beograd, 1975.
3. Perišić, M., Radenković, C., Tanasković, P., Andrić, Lj., 1975: Matematički model optimalne dinamike rada sistema na površinskom otkopu sa mešovitim etažama (ugalj/jalovina) i za planiranu proizvodnju. — Zbornik radova 2. jugoslovenskog simpozijuma o površinskoj eksploataciji, Tuzla.

Autor: dr ing. Janoš Kum, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd  
Recenzent: prof. ing. Borislav Spasojević, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

# Merenje bagerom otkopanih masa automatskim meračem protoka na transportnoj traci

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Milivoje Makar — dipl. ing. Milenko Bjekić  
dr ing. Momčilo Gavrilović

## Uvod

Otvaranje velikih površinskih otkopa uglja, stalno povećanje godišnje proizvodnje postojećih, nameće problem upravljanja velikim brojem visokoproduktivnih mašina i opreme. Kako se radi o bagerima i sistemima kapaciteta 1.000 do 4.000 m<sup>3</sup>/h, za donošenje pogonskih i pogonsko-ekonomskih odluka važno je i neophodno biti blagovremeno informisan o stanju na površinskom otkopu.

Ima mišljenja, da se problem može rešiti automatskim upravljanjem mašinama i opremom u procesu dobijanja uglja i otkrivke.

Zahvaljujući sadašnjem stanju elektronske industrije, sam instrumentarij automatike sa elektronskim računarom, kao centralnom jedinicom, više nije problem.

Postoje mišljenja, da proces bagerovanja uopšte ne treba automatizovati, već da se zadovoljavajući rezultati postižu dobro obučanim rukovaocima mašina.

Najveći proizvođači opreme za površinske otkope u zapadnoj Evropi »KRUPP« iz Reinhausena i »O&K« iz Lübecka su oduvali od daljeg istraživanja na tom polju, jer smatraju to, bar za sada, nesvrshodnim.

Rešavao se problem upravljanja tehničkim procesom automatizacijom ili na bilo koji drugi način; osnove za donošenje pogonskih i pogonsko-ekonomskih odluka biće uvek podaci dobijeni direktnim merenjem na pogonu i to prvenstveno podaci o količinama i intenzitetu dobijanja masa.

Naše je mišljenje, da u težnji da se tehnološki proces bagerovanja automatizuje, treba ići postepeno. To znači, da prvo treba izvršiti automatizaciju prikupljanja i obrade podataka potrebnih za upravljanje tehničkim procesom. Tako se može dati dokumentovan odgovor na pitanje, da li treba automatizovati proces bagerovanja ili podići tehnički nivo rukovaoca bagera. Automatizacija bagera može biti opravdana samo ako poveća ekonomske efekte, u svakom drugom slučaju je sama sebi cilj.

## Elementi koji definišu učinak bagera

Osnovna informacija o radu bagera je, svakako, podatak o količini izbagerovane mase i vremenu u kojem je ta masa izbagerovana.

Ove informacije dobijale su se do sada iz sledećih izvora:

### *Na osnovu broja utovarenih vagona*

Na osnovu broja utovarenih vagona dobija se informacija koja može biti onoliko aktuelna koliko to naše potrebe iziskuju. Međutim, ovakav način merenja je podložan greškama i zavisi od čitavog niza subjektivnih i objektivnih faktora kao što su:

- veština bageriste
- veština rukovaoca lokomotive
- nadzornog osoblja
- koeficijenta punjenja
- vremena (doba dana — osvetljenja, magle, uopšte vidljivosti) i klime

### *Geodetskim merenjem i obračunom masa*

Geodetska merenja su vrlo tačna, a rezultati se mogu dobiti najranije 24 časa posle snimanja. U našim prilikama, kada se snima ceo otkop, od početka merenja do dobijanja rezultata obično treba 5 dana. Postupak, prema tome, potpuno zadovoljava što se tiče tačnosti, ali zahteva veliki utrošak vremena.

### *Fotogrametrijskim merenjem i određivanjem masa iz upoređenja snimaka dva uzastopna stanja*

Fotogrametrijskim snimanjem površinskih otkopa postiže se tačnost kao i kod geodetskog merenja, ali je utrošak vremena znatno manji; pa ipak, rezultati se teško mogu dobiti pre 24 časa. Sem toga, nedostaci su nedovoljan kontrast na otkopnom bloku i uticaj vremenskih prilika.

### *Vreme bagerovanja određivano je na osnovu evidencije dispečera*

Dosadašnji način merenja vremena podložan je znatnim greškama iz subjektivnih razloga. Bagerista često ne obaveštava dispečera o kratkim prekidima rada bagera, pa se takvi zastoji i ne evidentiraju. Merenje vremena automatskim beleženjem vremena za koje se rotor bagera pokreće takođe može dati lažnu sliku o ukupnom vremenu bagerovanja, pošto pri svakom puštanju u pogon pri promeni reza i podetaže bagerski točak se okreće, a ne otkopava. Ukoliko su ovakvi prekidi češći, veća je greška.

Primena elektronskih računara za obradu podataka omogućuje da informacije budu potpuno sveže samo ukoliko postoje novi ulazni podaci.

Najvažnije je, prema tome, da se stalno obezbeđuju i podaci. Podaci se mogu dobiti u čvrstoj masi, merenjem napredovanja bagera neprekidno, ili u predviđenim vremenskim razmacima, ili odgovarajućom metodom.

U svojim istraživanjima Rudarski institut se opredelio za automatsko merenje rastresite mase. Prednosti ovog načina su sledeće:

— u svakom momentu rada bagera dobija se količina koja prođe preko transportne trake

— pošto se protekle količine mogu beležiti dijagramski na automatskom pisaču dobija se vrlo precizno vreme bagerovanja. Ovako zabeleženo vreme je potpuno tačno za razliku od vremena, koje vodi dispečer na osnovu izveštaja i svog praćenja.

### **Prikaz svetskih dostignuća na polju automatskog merenja masa**

Prema do sada publikovanim informacijama (vidi literaturu) u svetskoj praksi su već duže vremena prisutna nastojanja, da se količina bagerovanih i transportovanih masa brzo i dovoljno tačno izmeri.

Izdvađa se nekoliko principijelno različitih pristupa i puteva u rešavanju ovog problema:

— merenje zapremine materijala u kofici bagera

— indirektno merenje količine masa na osnovu naprezanja pogonskog motora radnog točka ili pogonskog motora transportera

— indirektno računanje bagerovanih masa digitalnim modelom ležišta i koordinata bagera

— merenje transportovanog materijala tračnim vagama

— obuhvatanje reljefa materijala na transporteru

a. mehaničkim putem

b. ultrazvukom

c. radioaktivnim zracima.

Prema nekim informacijama, u SSSR se uspešno primenjuje metod automatskog merenja zapremine materijala u kašici bagera. Nedostaju objašnjenja o principu merenja i primenjenoj aparaturi.

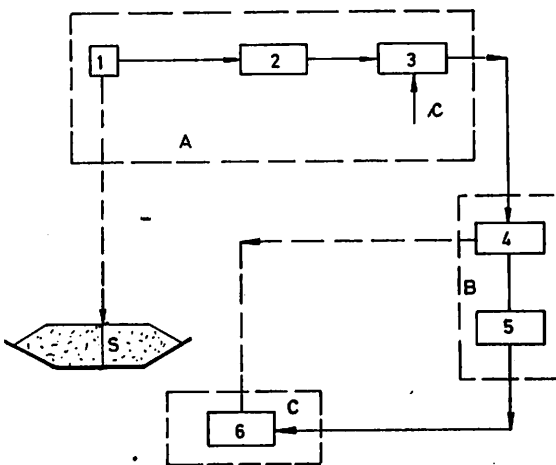
Indirektno merenje količine masa na osnovu naprezanja motora primenjuje se dosta dugo. Tačnost rezultata, koji se na ovaj način dobijaju, je problematična. Kada se radi o homogenoj radnoj sredini bagera, rezultati se pokazuju zadovoljavajuće tačnim. Međutim, promenom fizičko-mehaničkih osobina bagerovanih materijala, dolazi do promene naprezanja motora, koje ne mora biti srazmerno količini, odnosno težini bagerovanih masa.

Sličan slučaj je sa pogonskim motorima transportera. Ovi se mogu naprezati više ili manje, što može biti posledica stanja transportera (povećano trenje u ležajevima, prljava traka i sl.).

Merenje bagerovanih masa pomoću digitalnog modela ležišta, odnosno površinskog otkopa i koordinata bagera je mogućnost koja se nagoveštava. Međutim, ovakva merenja moguća su samo u slučaju regularnih blokova za bager. Promena visine etaže ili usecanje novog bloka nije moguće precizno definisati, pa bi i rezultati merenja bili nepouzdati.

Tračne vage su ušle u široku primenu, Međutim, podatak kao što je težina transportovanog materijala ne odgovara suštini procesa bagerovanja rotornim bagerima i transporta transporterima.

Najperspektivnijim se pokazao put, kojim se zapremina transportovanog materijala meri pomoću trenutno snimljenog profila materijala koji se transportuje na traci.



Sl. 1 — Šema rada ultrazvučnog indikatora  
1 — ultrazvučni daljinomer; 2 — generator funkcije; 3 — množać; 4 — elektronski računar; 5 — dispečerski centar; 6 — automatski regulator kapaciteta bagera; A — ultrazvučni indikator protoka masa; B — obrada podataka; C — kontrola bagera; S — debljina materijala na transportnoj traci.

Obuhvatanje tog profila mehaničkim putem (dodirivanje) odbačeno je zbog nepraktičnosti i nemogućnosti tačnog određivanja uticaja krupnih komada materijala na traci.

Prema tome, razvoj automatskih merača protoka išao je u pravcu iskorištavanja

ultrazvuka ili radioaktivnog zračenja za određivanje trenutnog profila nasute trake.

U Institutu Poltegor (NR Poljska) konstruisan je ultrazvučni indikator protoka masa, koji se od 1968. godine primenjuje na površinskim otkopima uglja u NR Poljskoj kao sastavni deo aparature za automatsku kontrolu rada BTO sistema. Princip rada ovog indikatora (sl. 1) je sledeći.

Izvorom ultrazvuka emituju se impulsi kojima se dodiruje površina materijala u jednoj tački. Odbijeni ultrazvuk se prima u mestu emitovanja, čime se stvara mogućnost merenja debljine materijala u tački dodirivanja.

Razlika u vremenu emitovanja i prijema istog impulsa predstavlja indikaciju napunjenosti trake, odnosno debljine materijala.

Dobijeni signal se zatim pretvara u napon srazmeran debljini »s«. Pošto se polazi od pretpostavke, da je površina preseka nasute trake funkcija debljine (ili visine) »s«, to se dobijeni napon može smatrati merom površine.

Množenjem tako dobijene površine brzinom trake (brzina se smatra konstantnom) dolazi se do podatka o trenutnom protoku materijala odnosno kapaciteta bagera.

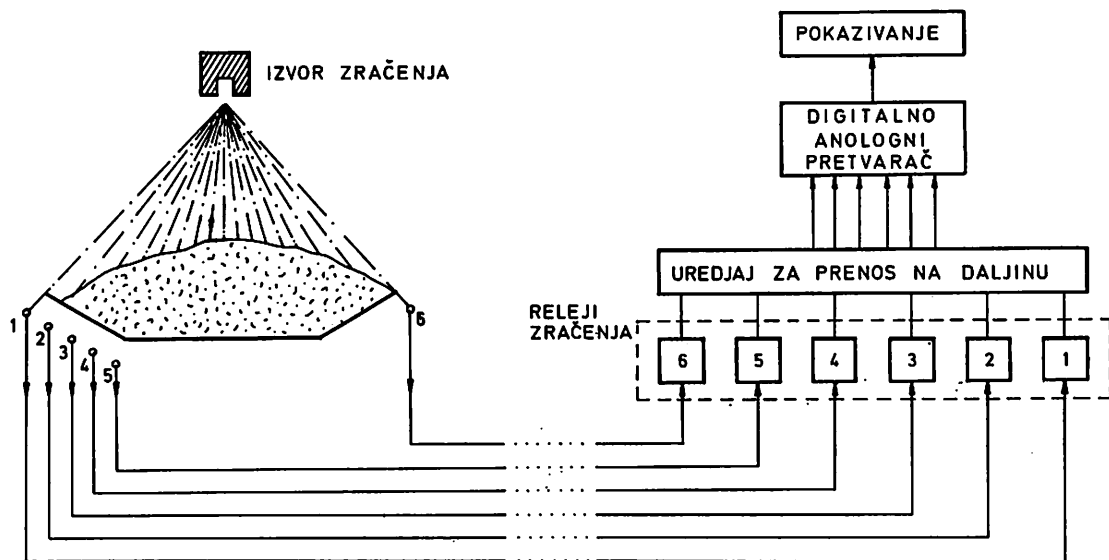
Ne postoje podaci o tačnosti merenja, ali se iz principa rada može zaključiti da rezultati koji baziraju na merenju samo jedne tačke preseka nasute trake ne mogu biti zadovoljavajuće tačni.

Ako je u pitanju pesak, onda se profil materijala formira približno kako je dato na sl. 1. Međutim, kod otkopavanja glina ili ostalih polučvrstih materijala ovo nije slučaj, pa je, prema tome, primena ovakvog instrumenta ograničena.

Složeniji tip automatskog merača protoka razvijao se u SSSR. Princip rada je sličan prethodno opisanom, ali se merenje poprečnog preseka vrši sa pet ultrazvučnih izvora, odnosno na pet tačaka nasutog materijala.

Tokom 1968. godine konstruisan je u NDR automatski registrator napunjenosti trake, koji radi na principu apsorpcije radioaktivnog zračenja.

Principijelna šema rada ovog instrumenta data je na sl. 2.



Sl. 2 — Principijelna šema rada automatskog registratora napunjenosti trake.

Izvor zračenja emituje zrake celim profilom materijala na traci. Ispod jedne strane trake smešteno je 5 sondi koje su svojim relejima i daljinskim prenosnicima spojene sa digitalno-analognim pretvaračem odnosno pokazivačem.

Prema TGL normama, traka je puna, kada materijal prekrije 90% njene širine (0,9 B). Prema tome, traka je potpuno iskorišćena, kada sonda br. 1 pokazuje da prima zračenje, jer su ostale zaštićene od zračenja nasutim materijalom.

Kako su sonde razmeštene na svakih 10 cm, to će pri opadanju napunjenosti trake svaka od njih, redom, počinjati da prima zračenje, pa će se, shodno tome, i na pokazivaču pojavljivati indikacije napunjenosti trake.

Kada se količina materijala na traci postepeno povećava, proces merenja teče obrnutim tokom. Poprečni otkloni trake kontrolišu se dodatnom sondom br. 6.

Ovaj instrument ne daje numeričke vrednosti protoka masa.

Pokazivač se može smestiti u dispečerski centar ili na bager, a podaci o stanju materijala na traci služe za donošenje odluke o režimu rada bagera.

Instrument se pokazao pogodnim za upravljanje sa nekoliko bagera koji rade sa jednim, zbirnim transporterom.

#### Uslovi i primena protokomera na površinskim otkopima

Da bi protokomer imao onu primenljivost koja je rudaru-tehnologu potrebna, mora da zadovolji sledeće uslove:

- merač protokomera mora raditi potpuno automatski
- protokomer mora biti pokretan, odnosno mora se lako montirati i demontirati
- merač mora imati mogućnost merenja na trakama širine 800 mm do 2.000 mm i kod brzine kretanja trake do 6 m/sek.
- na osnovu izmerene površine poprečnog preseka i izmerene brzine trake (ima sopstveni merač brzine zbog eventualnog proklizavanja trake i usporenja) automatski izračunava zapreminu

— tačnost instrumenta mora zadovoljiti uslov da razlika između geodetskog merenja i protokomera ne bude veća od  $\pm 5\%$ .

Zahvaljujući mogućnosti da intenzitet otkopavanja registruje u svakom momentu sa dovoljno tačnosti, protokomer ima široko polje primene.

Osnovna primena je registrovanje časovne, smenske, dnevne ili bilo koje proizvodnje.

Do sada, praćenje ovakvih podataka nije bilo moguće. Tračne vage, koje registruju težinu materijala, obično su montirane na zbirnim transporterima za ugaj, pri ulazu



u separacije ili termoelektrane. Sem toga, težina materijala po svojoj suštini ne odražava učinak jednog BTO sistema, već je to zapremina materijala. To potvrđuje i činjenica da se pri projektovanju transportnog i odlagajućeg dela BTO sistema, kao merodavan, uvek uzima teoretski časovni kapacitet bagera, izražen u  $m^3$  rastresite mase.

Do sada se učinak brigade na sistemu BTO procenjivao na osnovu izrađenih efektivnih časova rada bagera i geodetskog merenja. Geodetska merenja se vrše najčešće jednom mesečno. Međutim, kontrolom proizvodnje protokomerom ovi podaci se mogu dobiti na kraju svake smene, što je od velikog značaja za učinak i rad celog sistema.

Dalja primena protokomera bila bi analiza radnog procesa bagerovanja i merenja relativnog koeficijenta rastresitosti transportovanog materijala. Ovakvom primenom mogu se ostvariti četiri zahteva:

1. ulazni podaci za automatizaciju procesa bagerovanja
2. dimenzionisanje gumenih transportera u funkciji kapaciteta bagera
3. ispitivanje garantovanog kapaciteta bagera
4. stalno praćenje i kontrola rada sistema BTO.

Da bi se ostvarili zahtevi pod 1 i 2, pored protokomera, potrebni su i dodatni instrumenti radi određivanja položaja radnog točka u prostoru, merenja rezne sile, kinematike bagerovanja, vremena bagerovanja i tehnoloških zastoja.

Zahtevi pod tačkom 3 i 4 se mogu ostvariti upotrebom samo protokomera.

#### **Ispitivanje garantovanog kapaciteta bagera**

Ispitivanje garantovanog kapaciteta bagera protokomerom znatno uprošćuje dosadašnje načine merenja, a ne zahteva praktično nikakvu radnu snagu.

Protokomer automatski meri i daje neprekidno kumulativan rezultat na brojaču od momenta početka merenja. Vreme bagerovanja se dobija iz dijagrama protoka. Kada je protok ravan nuli, bager ne otkopava. Na ovako dobijeno vreme bagerovanja

dodaju se samo tehnološki zastoji, koji se po TGL normama računaju u čisto bagero vreme. Ceo postupak ispitivanja garantovanog kapaciteta je znatno jeftiniji i kraći za vreme koje je ranije dolazilo zbog pripremnih (geodetskih) i završnih radova (geodetski radovi i proračun otkopanih masa).

#### **Stalno praćenje i kontrola rada sistema BTO**

Protokomer je instrument kojim se može pratiti ili kontrolisati ne samo rad jednog sistema BTO, već kompletnog tehnološkog procesa na otkrivci i uglju. Krajnji cilj tehnološkog procesa na površinskom otkopu su otkopani  $m^3$  otkrivke i uglja, a proizvodnja se meri u  $m^3/h$ . Veličina  $m^3$  i vreme bagerovanja se prate protokomerom i to u svakom momentu.

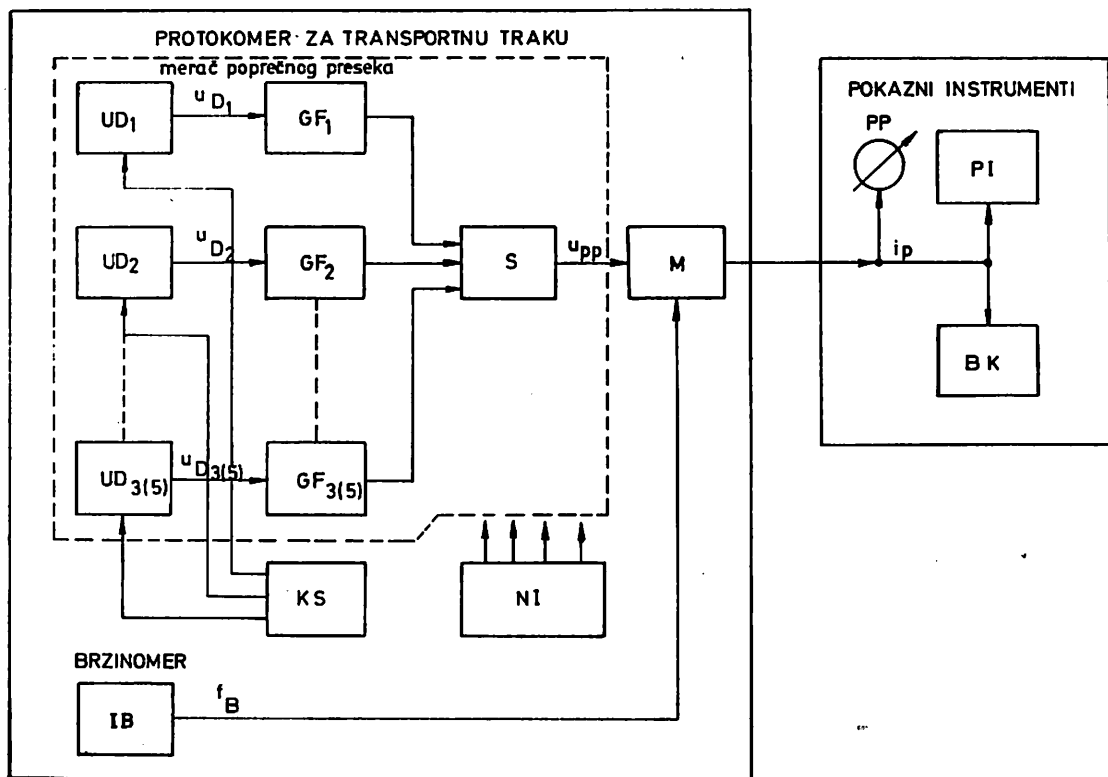
Da bi se imao uvid u kompletan tehnološki proces, treba da se na svakom BTO sistemu montira po jedan protokomer, a u dispečerskom centru pokazni instrumenti. Na taj način dispečer uvek zna da li bager radi i kako radi.

#### **Konstrukcija i princip rada domaćeg protokomera**

Protokomer izrađen u Institutu »M. Pupin« uz saradnju Rudarskog instituta je složeni elektronski sistem koji čine merač poprečnog preseka, brzinomer i množač. Principijelna šema sistema prikazana je na sl. 3.

Merač poprečnog preseka materijala na transportnoj traci sastavljen je od baterije daljinomera i računara poprečnog preseka. Bateriju daljinomera sačinjavaju tri od pet ultrazvučnih daljinomera koji mere rastojanje do materijala na traci duž ose usmerenosti.

Rad ultrazvučnog daljinomera se zasniva na merenju vremena koje je potrebno da se zvučni impuls prostre od ultrazvučnog predajnika do materijala na traci (prepreke) i odbijeni impuls povрати do ultrazvučnog prijemnika. Ovaj bazični signal se zatim oblikuje tako da se na izlazu iz daljinomera dobija kontinualni naponski signal  $u_{Dt}$  srazmeran rastojanju materijala od ultrazvučnog primopredajnika. Pomoću komandnog sistema rad daljinomera je sekvencijalno programiran, da bi se u potpunosti



Sl. 3 — Principijelna šema protokomera za transportnu traku. Signali:  $u_{Di}$  — naponski signal daljinomera;  $u_{PP}$  — naponski signal računara za poprečni presek;  $f_B$  — impulsna učestanost brzino­mera;  $i_P$  — strujni signal protokomera. Funkcionalni podsistemi:  $UD_i$  — ultrazvučni daljinomer;  $GF_i$  generator funkcija;  $S$  — sabirač;  $IB_n$  — impulsni brzino­mer;  $M$  — množač protokomera;  $KS$  — komandni sistem;  $PP$  — pokazivač protoka ( $m^3/sec.$ );  $PI$  — pisar protoka ( $m^3/sec.$ );  $BK$  — brojač količine ( $m^3$ );  $NI$  naponski izvori.

izbegle međusobne smetnje. Naponski signali  $u_{Di}$  koji se formiraju u daljinomerima nose informaciju o poprečnom preseku materijala na traci. Ovi se signali uvode u računar poprečnog preseka koji čini tri do pet generatora funkcije i sabirača. Na izlazu iz merača poprečnog preseka formira se tako naponski signal  $u_{PP}$  koji je srazmeran površini poprečnog preseka.

Brzinomer služi za merenje brzine kretanja trake. Po prirodi rada, to je impulsni brzino­mer koji na svom izlazu formira niz impulsa, čija je učestanost  $f_B$  srazmerna brzini kretanja trake. Beskontaktni princip rada brzino­mera obezbeđuje njegov pouzdan i dugotrajan rad.

U množaču protokomera formira se strujni signal  $i_P$  srazmeran protoku materijala preko trake. Signal  $i_P$  se formira

množenjem signala  $u_{PP}$  iz merača poprečnog preseka i signala  $i_B$  iz brzino­mera.

Strujni signal  $i_P$  u opsegu 0—10 mA vodi se na pokazne instrumente. Pokazni instrumenti mogu biti:

- indikacioni instrument sa kazaljkom (0—10 mA)
- pisar
- brojač protekle količine materijala.

Brojač protekle količine materijala se sastoji od integratora i elektromehaničkog brojača za količine koje mogu da proteknu u periodu koji je maksimalno dug 24 h.

Pokazni instrumenti mogu biti udaljeni od protokomera maksimalno do 250 m. Ukoliko postoji potreba da se pokazni instrumenti postave na veću udaljenost, tada se za prenos mernog signala mora upotrebiti monokanalni telemetrijski sistem.

Instrument protokomera ima robusnu konstrukciju i predviđen je za rad u vremenskim uslovima uobičajenim za naše podneblje (temperatura, vlažnost, padavine). Daljinomeri se montiraju na specijalni nosač koji je nezavisan od konstrukcije transportne trake (čime se izbegava uticaj vibracija). Nosač je tako konstruisan da se lako može demontirati i da se, takođe,

daljinomeri na njemu mogu lako podesiti na propisanu visinu, a prema širini transportne trake.

Elektronika protokomera smeštena je u specijalnu hermetički zatvorenu kutiju koja je montirana na istom nosaču. Napon napajanja protokomera je 220 V, 50 Hz. Napon napajanja mreže može varirati  $\pm 10\%$  bez posledica na ispravan rad sistema.

### SUMMARY

#### **Measurement of Excavator Mined Masses by Automatic Flow Meter on Conveyor Belt**

Automatic mass flowmeter supplies data on excavator operation in open-cast mines, previously unobtainable by classical measurement methods.

Continuous, sufficiently accurate and time appropriate recording of transported masses by conveyor belts may serve as a basis for the control and operation of BTO systems. Graphical and numeric recording of excavated and transported masses lends numerous possibilities for research activities on problems of capacity utilization of rotary excavators.

### ZUSAMMENFASSUNG

#### **Messung der durch Bagger abgebauten Massen mit dem automatischen Massendurchsatzmessgerät auf dem Förderband**

Automatisches Massendurchsatzgerät gibt sichere Daten über den Baggerbetrieb in Tagebau, welche mit klassischen Messverfahren nicht erhalten werden konnten.

Kontinuierliche, genügend genaue und zeitlich bestimmte Registrierung der Transportmassen über Förderbänder kann als Grundlage für die Kontrolle und die Steuerung mit den Systemen BTO dienen. Graphische und numerische Registrierung der gebaggerten und beförderten Massen bietet grosse Möglichkeiten zur Forschungsarbeit an den Problemen der leistungsmässigen Ausnutzung der Schaufelradbagger.

## РЕЗИОМЕ

### Измерение экскаватором выработанных масс с помощью автоматического расходомера на ленточном транспортере

Автоматический расходомер массы обеспечивает качество данных о работе экскаватора на системе открытого способа разработки, которое классическим методом измерения нельзя было постигнуть.

Непрерывное, удовлетворительно точное и в определенное время регистрирование масс путем ленточного транспортера, может послужить как основание для контроля и управления системами БТО.

Графическое и числовое регистрирование экскаваторных и транспортированных масс, открывает широкую возможность для исследовательских работ на проблематике использования мощности роторных экскаваторов.

## Literatura

- Steudel, J. 1975: Mogućnost za neprekidno skidanje masa iz digitalnog modela površinskog otkopa. — Braunkohle (1975) 4.
- Schmidt, M., Ewald, A, 1973: Pogonska iskustva pri konstruisanju postrojenja za merenje iskorišćenja transporterа sa trakom na površinskim otkopima. — Neue Bergbautechnik 3 (1973) 8
- Bañel, S, Njedbalski, J., 1971: Analogne mašine u projektovanju sistema automatske stabilizacije kapaciteta kod bagera vedričara. — Gornictwo odkrywkowe (1971) 3.
- Automatski merač protoka masa kao deo sistema kontrole rada bagera. — Dokumentacija. C.O.B.P.G.O. Poltegor, Wroslaw.

Autori: dipl. ing. Miliwoje Makar i dipl. ing. Milenko Bjekić, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd i dr ing. Momčilo Gavrilović, Montreal — Kanada

Recenzent: dr ing. Janoš Kun, Rudarski institut, Beograd

# Podetažna otkopna metoda u uslovima rudnog ležišta »Rajićeva Gora« — Kopaonik

(sa 12 slika)

Dipl. ing. Petar Obradović

## Uvod

Kao rezultat višegodišnjeg sistematskog istraživanja, u avgustu 1976. godine počela je probna proizvodnja antimonske rude u rudnom ležištu »Rajićeva Gora« na Kopaoniku. Ovom proizvodnjom, koja je nazvana »Prva faza eksploatacije«, zahvaćeni su samo reviri »Svinjarac« i »Donje Livade«, dok se u ostalom delu ležišta nastavljaju geološko-rudarski istražni radovi koji obećavaju znatno veću proizvodnju rude u »Drugoj fazi eksploatacije« ovog ležišta.

Prva faza eksploatacije ograničena je na period od 5 do 6 godina u kome treba proveriti, upotpuniti ili iznaći novi odgovarajući tehnološki proces koncentracije rude za niskoprocentne, polimetalične, oksidne i sulfidne antimonske rude ovog ležišta, proveriti mogućnost primene metoda površinskog otkopavanja i utvrditi optimalnu granicu između površinskog i podzemnog otkopavanja, te izabrati optimalnu metodu za podzemno otkopavanje u rudnom ležištu »Rajićeva Gora«.

Ovaj članak tretira mogućnost primene podetažne otkopne metode (otvoreni otkopi) sa ciljem da pomogne rešavanju problema izbora podzemne otkopne metode u rudnom ležištu »Rajićeva Gora«.

## Osnovne geološke karakteristike rudnog ležišta

### Geografski položaj i komunikacije

Rudno ležište »Rajićeva Gora« nalazi se na severoistočnim padinama Kopaonika, na

teritoriji opštine Brus. Pristup ležištu omogućen je iz pravca Brusa preko sela Brzeča i Blaževa, kao i novoizgrađenim putem do rudnika »Rajićeva Gora«.

### Geologija užeg područja rudnog ležišta

Rudno ležište »Rajićeva Gora« predstavlja deo kopaoničke metalogenetske oblasti. Antimonsko područje graniči se i prepliće sa zonom olovo-cinkanih mineralizacija, a genetski je vezano, najverovatnije, za kvarc-latitske intruzije duž dubokih raseda.

Uže područje »Rajićeve Gore« izgrađeno je pretežno od serpentinita, sedimenata crvene serije i dacito-andezitskih stena. Serpentiniti su najstarija i najrasprostranjenija stena ovog područja i čine bazu ostalim stenskim masama.

Sedimenti crvene serije se javljaju na relativno malom prostoru. Predstavljani su crvenim peščarima, žutim i belim laporcima, glincima i laporovitim krečnjacima. Značaj ove serije u genezi ležišta ogleda se u tome, što predstavlja ekranizirajući nivo pod kojim je došlo do obrazovanja silikata — silifikacije, odnosno pogodne sredine za odlaganje antimonskih i galenitsko sfaleritskih mineralizacija. Poseban značaj ove serije, sa stanovišta podzemnog otkopavanja, je njen položaj u krovini rudnih tela, što će biti od posebnog uticaja na izbor otkopne metode.

Magmatske stene zauzimaju centralne pozicije terena, a zastupljene su piroklasti-

čnim dacito-andezitima kao stene starije fa-  
ze i mlađim stenama predstavljenim daj-  
kovima sanidinskog dacita (kvarc-latiti).

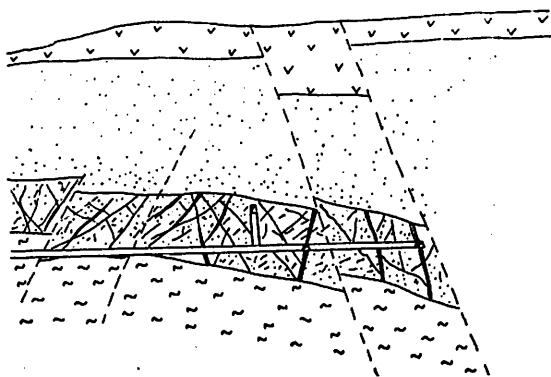
### Strukturne karakteristike ležišta

Veliki proboji magmatskih efuzivnih ste-  
na ukazuju na vrlo intenzivnu tektoniku i  
postojanje dubokih razloma. Dosadašnja  
istraživanja ukazuju na postojanje blokov-  
ske tektonike, gde su pojedini delovi le-  
žišta kretani po 50 i više metara.

Postrudna tektonika je, takođe, intenziv-  
na, a posledice tih pokreta su razlamanje  
orudnjenog »pseudo sloja« i stvaranje rud-  
nih blokova, koji su manje ili više pomere-  
ni naviše ili naniže.

### Morfologija rudnih tela

Rudne žice i žičice sa štokverknim orud-  
njenjem i impregnacijama grade u okviru  
silifikovanog serpentinita rudna tela nepravilnog oblika. Imajući u vidu prostornu ve-  
zu silifikovanih serpentinita i antimoniskih  
rudnih tela, pod pojmom »ruda« obuhva-  
ćena je celokupna masa silifikovanih ser-  
pentinita. Na taj način, sve forme rudnih  
tela objedinjene su u vidu jednog sloja, tzv.  
»silifikovanog pseudo sloja«. Istraživanjem  
je dokazano, da su koncentracije antimona  
veće u krovinskom delu »pseudo sloja«, tj.  
bliže kontaktu sa »crvenom serijom«.

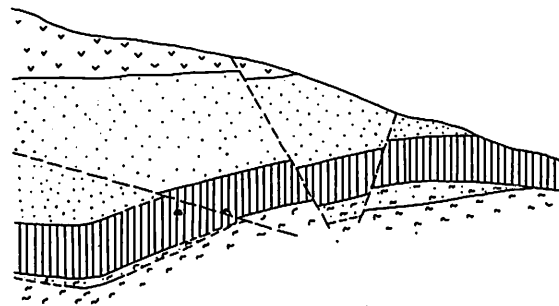


Sl. 1 — Antimonitske žile, žilice i impregnacije u silifikovanom serpentinitu — presek po pružanju jednog rudnog bloka.

Rudno telo — »pseudo sloj«, tektonski izdvojen u rudne blokove — ploče, ima relativno konstantnu debljinu, prosečno 16 m, sa izvesnim zadebljanjima i do 25 m.

Generalni pravac pružanja »pseudo sloja« je sever-jug, sa blagim padom prema severu od  $3^{\circ}$  do  $12^{\circ}$ , dok je pad »pseudo sloja«  $18^{\circ}$ — $22^{\circ}$  prema zapadu.

Oblik i zaleganje rudnog tela — »pseudo sloja« naj slikovitije je prikazano na slikama 1 i 2.



Sl. 2 — Presek po padu mineralizovanog »pseudo sloja«.

### Kvalitet rudne supstance

Ruda rudnog ležišta »Rajićeva Gora« je polimetaličnog karaktera, različitog kvaliteta, odnosno sa različitim sadržajem *Sb*, *Pb*, *Zn*, *Ni* i *As*.

Sadržaj korisnih komponenti u rudi je vrlo promenljiv, tako da se sadržaj *Sb* kreće u granicama od 0,41 do 2,54%, pri čemu viši sadržaji odgovaraju višim kategorijama rudnih rezervi. Sadržaj ostalih metala je, takođe, promenljiv, no može se uzeti u proseku za  $Pb = 0,70\%$ ;  $Zn = 0,30\%$ ,  $Ni = 0,30\%$  i  $As = 0,30\%$ .

### Geomehaničke karakteristike rude i pratećih stena

#### Fizičko-mehaničke osobine rude i pratećih stena

Podaci o fizičko-mehaničkim osobinama baziraju na ispitivanju deset različitih uzoraka. U ovom članku iznose se samo neki osnovni podaci o osobinama rude i stena, kao radne sredine, koja je od bitnog uticaja za primenu izabrane otkopne metode.

Ruda. — Na osnovu raspoloživih podataka, ruda se može uvrstiti u vrlo čvrste stene sa  $\sigma_p = 709,87 \text{ kp} \cdot \text{cm}^{-2}$

od  $1559,50 \text{ kp} \cdot \text{cm}^{-2}$ , što odgovara koeficijentu čvrstoće po Protođakonovu od  $f = 7-15$ . Ruda je znatno silifikovana, te na otkopu treba očekivati znatne količine silicijske prašine, što zahteva intenzivno ventiliranje i druge zaštitne mere protiv prašine.

**Krovina.** — Direktnu krovinu predstavljaju, uglavnom, crveni peščari, iznad kojih leže laporci ili eruptivne stene. Mestimično se u direktnoj krovini javljaju laporci. Imajući u vidu konstatovanu zakonitost u pogledu izmene stena, u direktnoj krovini treba očekivati zonu silificiranih stena, što bi vrlo povoljno delovalo na primenu podetažne otkopne metode.

Opšte uzev, silificirane stene u krovini mogu se uvrstiti u srednje čvrste i čvrste stene sa  $\sigma_p = 444,3$  do  $875,80 \text{ kp} \cdot \text{cm}^{-2}$ , što odgovara koeficijentu čvrstoće  $f$  od 4,4 do 8,7.

**Podina.** — U podini se redovno javljaju serpentiniti kao sveža ili hidrotermalno izmenjena stena. Karakteristike serpentinita kao radne sredine su vrlo promenljive, zavisno od stepena izmenjenosti ili od uticaja tektonskih pomeranja koja su uslovila manju ili veću ispucalost istih.

Opšte uzev, serpentiniti u »Rajićevoj Gori« mogu se uvrstiti u srednje čvrste stene i čvrste stene sa  $\sigma_p = 500$  do  $800 \text{ kp} \cdot \text{cm}^{-2}$ , tj. sa koeficijentom čvrstoće  $f = 5-8$ , sa izuzetkom kod hematiziranih serpentinita gde  $\sigma_p$  može biti i oko  $200 \text{ kp} \cdot \text{cm}^{-2}$ .

### Metoda podetažnog otkopavanja

Metoda podetažnog otkopavanja sa otvorenim otkopima izabrana je, pre svega, na osnovu karakteristika radne sredine, koje se, i pored dosadašnjih proučavanja, moraju uzeti kao pretpostavljene.

Pored fizičko-mehaničkih i tehničkih osobina rude i pratećih stena, visoka produktivnost, puna sigurnost pri radu, fleksibilnost u pogledu kapaciteta i mogućnost varijacija u pogledu otkopne pripreme, kao i mogućnosti primene potpune i krupne mehanizacije, su odlike ove metode koje su uticale na njen izbor za eksploataciju u rudnom ležištu »Rajićeva Gora«.

Veliki obim pripremnih radova može se smatrati nedostatkom ove metode.

### Opis otkopne metode

Deo »pseudo sloja« predviđen za otkopavanje ograničen je istražnim bušotinama i rudarskim istražnim radovima i podeljen na tri otkopna (rudna) bloka.

Otkopni blok 1 otkopavaće se po metodi horizontalnog krovnog otkopavanja sa zasipom, dok će principi podetažne otkopne metode biti prikazani na otkopnom bloku 2.

Između otkopnih blokova 1 i 2 ostavlja se sigurnosni stub po pružanju rudnog tela (na slici označen kao ISS — istočni sigurnosni stub), dok će između otkopnih blokova 2 i 3 ostati sigurnosni stub označen kao ZSS (zapadni sigurnosni stub). U ovim sigurnosnim stubovima izradio bi se najveći deo objekata otkopne pripreme.

Otkopni rudni blok 2 bio bi podeljen u više paralelnih otkopa između kojih bi se ostavili sigurnosni stubovi po padu rudnog tela, koji bi, takođe, bili otkopani u II fazi otkopavanja (otkopavanje sigurnosnih stubova).

Pripremi radovi — objekti otkopne pripreme — izvode se, uglavnom, kroz rudu izuzev utovarno-prevoznih hodnika i otkopnih sipki, a oblik i veličina profila podešeni su za rad utovarača CAVO-310.

Otkopavanje (obaranje rude) obavlja se bušenjem radijalnih minskih bušotina uz masovno miniranje, sa utovarom i prevozom rude na otkopu pomoću utovarača CAVO-310. Otkopavanje bi se obavilo najpre u komorama — otkopima, a u II fazi otkopali bi se i sigurnosni stubovi. Otkopavanje se obavlja od ISS prema ZSS, no ne isključuje se mogućnost primene varijante sa obrnutim smerom otkopavanja.

Osnovni parametri otkopne metode određeni su računski na osnovu do sada poznatih karakteristika radne sredine.

### Određivanje osnovnih konstruktivnih parametara otkopne metode

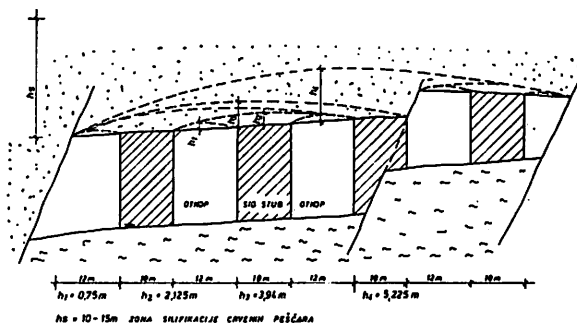
Osnovne parametre podetažne otkopne metode, raspon komora (širina podetažnog otkopa) i dimenzije sigurnosnih stubova, određeni su računski po metodi Turnera i L. D. Ševjakaova polazeći od pro-

sečnih podataka o ispitivanju osobina rude i stena u krovini, padnog ugla rudnog tela od  $\alpha = 20^\circ$ , kao i od unapred određenog oblika sigurnosnih stubova u vidu trake-zida položenih po padu rudnog tela sa dužinom koja odgovara dužini otkopa (40—45 m).

Za proračun je korišćena činjenica da se u neposrednoj krovini nalazi zona od 10—15 m silifikovanih čvrstih stena sa koeficijentom čvrstoće  $f > 8$  koja praktično predstavlja ploču iznad otkopnog bloka. Pretpostavlja se da je moćnost ove ploče veća od svoda zarušavanja koji približno iznosi

$$h = \frac{a}{f} = \frac{45}{8} = 5,625 \text{ m}$$

za ceo otkopni blok, dok je samo za jednu komoru visina svoda zarušavanja  $h \leq 0,75$  m (vidi šemu podele otkopnog bloka na otkope i sigurnosne stubove na sl. 3).



Sl. 3 — Šema podele otkopnog bloka na otkope (komore) i sigurnosne stubove.

Raspon komore (podetažnog otkopa) može se odrediti za maksimalnu dozvoljenu čvrstoću na istežanje u stropu-plafonu komore:

$$\sigma_t = K_\alpha \cdot \gamma \cdot H \cdot \sigma + \frac{3 \cdot \gamma \cdot b^3}{4 h_1} - H (\sin^2 \alpha + n \cos^2 \alpha)$$

gde je:

$$\sigma_t = \frac{\sigma_t \max}{k_1} = \frac{888,70 \text{ t/m}^2}{4} = 222,17 \text{ t/m}^2 -$$

dozvoljeno naprezanje na istežanje krovinskih stena sa koeficijentom sigurnosti  $k = 4$ .

$\sigma_t \max = 88,87 \text{ kp/cm}^2 = 888,70 \text{ t/m}^2$  — naprezanje na istežanje krovinskih stena, na osnovu laboratorijskih ispitivanja.

$K_\alpha = \cos^2 \alpha + n \sin^2 \alpha$  — koeficijent uticaja padnog ugla

$n$  = koeficijent bočnog pritiska za  $\alpha = 20^\circ$  izračunava se po obrascu

$$n = \frac{\mu}{1 - \mu} = \frac{0,25}{1 - 0,25} = 0,33$$

na osnovu čega se utvrđuje da je

$$K_\alpha = 0,883 + 0,33 \cdot 0,117 = 0,92$$

$\gamma = 2,63 \text{ t/m}^3$  — zapreminska težina krovinskih stena

$H = 50 \text{ m}$  — prosečna visina od rudnog tela do površine ( $H = 20 - 80 \text{ m}$ )

$\sigma_x = 0,93$  — korekcionni faktor čvrstoće na istežanje u krovu — plafonu komore

$h_1 = 3,00 \text{ m}$  — debljina-visina zone u krovini otkopa koja se smatra kao zaštitna ploča

$b$  — raspon komore

Na osnovu prethodnog izraza za  $\sigma_t$ , raspon komore biće

$$222,17 = 0,92 \cdot 2,63 \cdot 50 \cdot 0,93 +$$

$$+ \frac{3 \cdot 2,63 \cdot b^3}{4 \cdot 3,00} - 50$$

$$(0,117 + 0,33 \cdot 0,883) 222,17 = 112,51 + 0,658 b^3 - 20,42$$

$$b^3 = \frac{130,08}{0,658} = 197,84; \quad b = \sqrt[3]{197,84} = 14,06 \text{ m}$$

Usvaja se raspon komore (širina otkopa) 12 m.

Provera stabilnosti usvojenog raspona komore  $b = 12 \text{ m}$

$$\sigma_t \max = 112,51 + 90,39 - 20,42 = 182,98 \text{ t/m}^2 < 221,17 \text{ t/m}^2$$



Za određivanje širine stuba usvojen je obrazac:

$$a = \frac{b + 0,15 D \cdot h}{1,15 D - 1}$$

gde je:

$a$  = širina stuba

$b = 12$  m — širina otkopa

$h = 16$  m — prosečna visina sigurnosnog stuba-otkopa

$$D = \frac{\sigma_p}{k_1 \cdot k_a \cdot \gamma_1 \cdot H} = \frac{10.930 \text{ t/m}^2}{4 \cdot 0,92 \cdot 2,7 \cdot 50} = 22,0$$

gde je:

$k_1 = 4$  — koeficijent sigurnosti sigurnosnog stuba

$\gamma_1 = 2,7 \text{ t/m}^3$  — zapreminska težina rude

$\sigma_p = 1093 \text{ kp/cm}^2 = 10.930 \text{ t/m}^2$  — ispitivana čvrstoća rude na pritisak

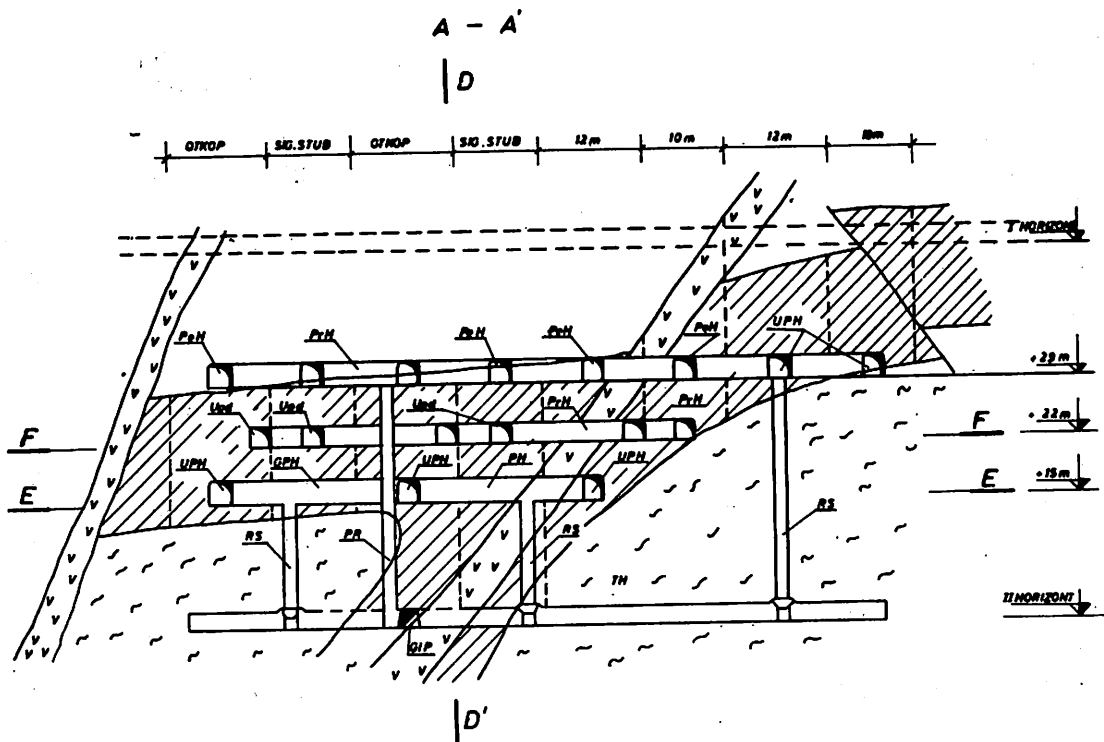
Širina stuba biće:

$$a = \frac{12 + 0,15 \cdot 22 \cdot 16}{1,15 \cdot 22 - 1} = \frac{64,8}{24,3} = 2,67 \text{ m}$$

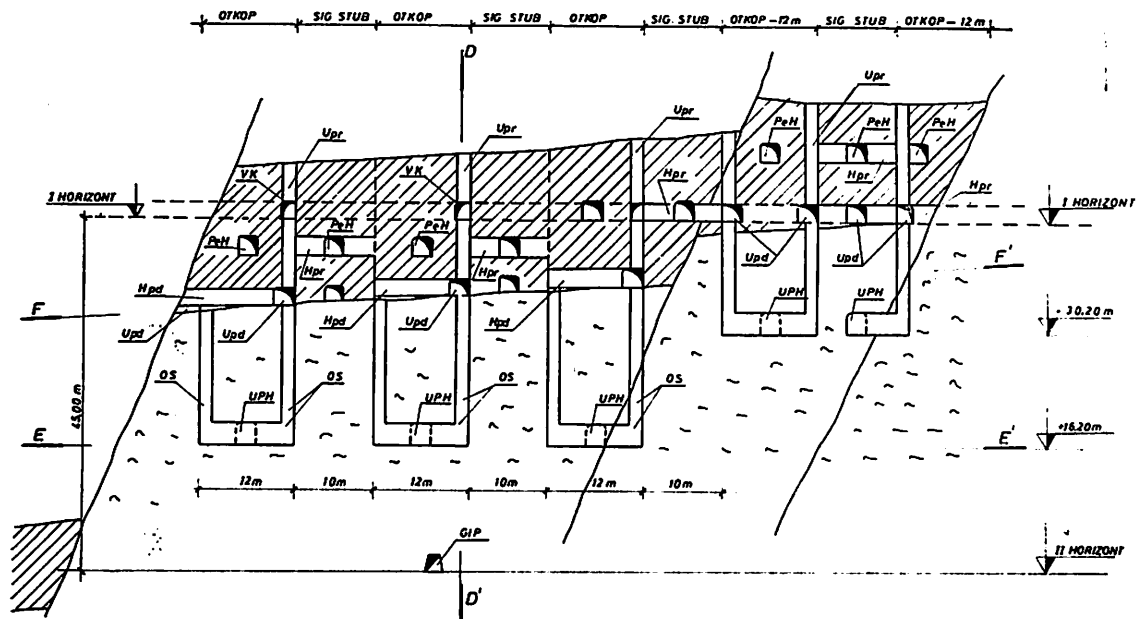
Usvojena je širina stuba od 10 m radi lakšeg izvođenja pripremnih radova za otkopavanje, kao i radi smanjenja obima pripremnih radova, s obzirom da bi se pri otkopavanju stubova koristili objekti izrađeni za otkopavanje u komorama (otkopne sipke, utovarni-prevozni hodnici, ventilacioni kanali i dr.).

#### Predmer radova otkopne pripreme

Na slikama 4 do 8 prikazana je šema otkopne pripreme za podetažnu otkopnu metodu u uslovima »Rajićeve Gore«. Šema pripreme obuhvata sve radove za I i II fazu otkopavanja, tj. za otkopavanje u komorama sa sigurnosnim stubovima.



Sl. 4 — Šema otkopne pripreme u ZSS — presek A—A'.



Si. 5 — Šema otkopne pripreme — presek D—D'.

Pregled pripremnih radova

Tablica 1

Red. broj	Naziv objekta	Oznaka na crtežu	Profil m <sup>2</sup>	Za otkopavanje u		Ukupno za otkopav. blokova
				komorama	sigurnosnim stubovima	
1.	Transportni hodnici	TH	4,71	80	—	80
2.	Prolaz za ljude i opremu	PR	4,80	29	—	29
3.	Rudne sipke	RS	2,25	59	—	54
4.	Glavni prevozni hodnik	GPH	7,28	46,60	—	46,60
5.	Utovarno-prevozni hodnik	UPH	7,28	245,00	—	245,00
6.	Otkopne sipke:					
	— horizont. deo	OS	7,28	243,00	—	243,00
	— vertikal. deo	OS	2,25	645,00	—	645,00
7.	Pristupni hodnici	PrH	7,00	141,85	—	141,85
8.	Uskop za podsecanje	U <sub>pd</sub>	6,25	240,00	174,00	414,00
9.	Hodnik podsecanja	H <sub>pd</sub>	6,25	55,00	34,00	89,00
10.	Uskop za vertikalno presecanje	U <sub>pr</sub>	2,88	84,5	—	84,50
11.	Hodnik za vertikalno presecanje	H <sub>pr</sub>	6,25	—	40,00	40,00
12.	Podetažni hodnik	PeH	6,25	240,00	192,00	432,00
13.	Podetažni uskop	PeU	3,75	30,00	24,00	54,00
14.	Ventilacioni kanali	VK	4,80	10,00	—	10,00
				2.148,95	464,00	2.612,95

Predložena šema otkopne pripreme predstavlja samo jednu odnosno dve od više mogućih varijanti pripreme podetažnih otkopa.

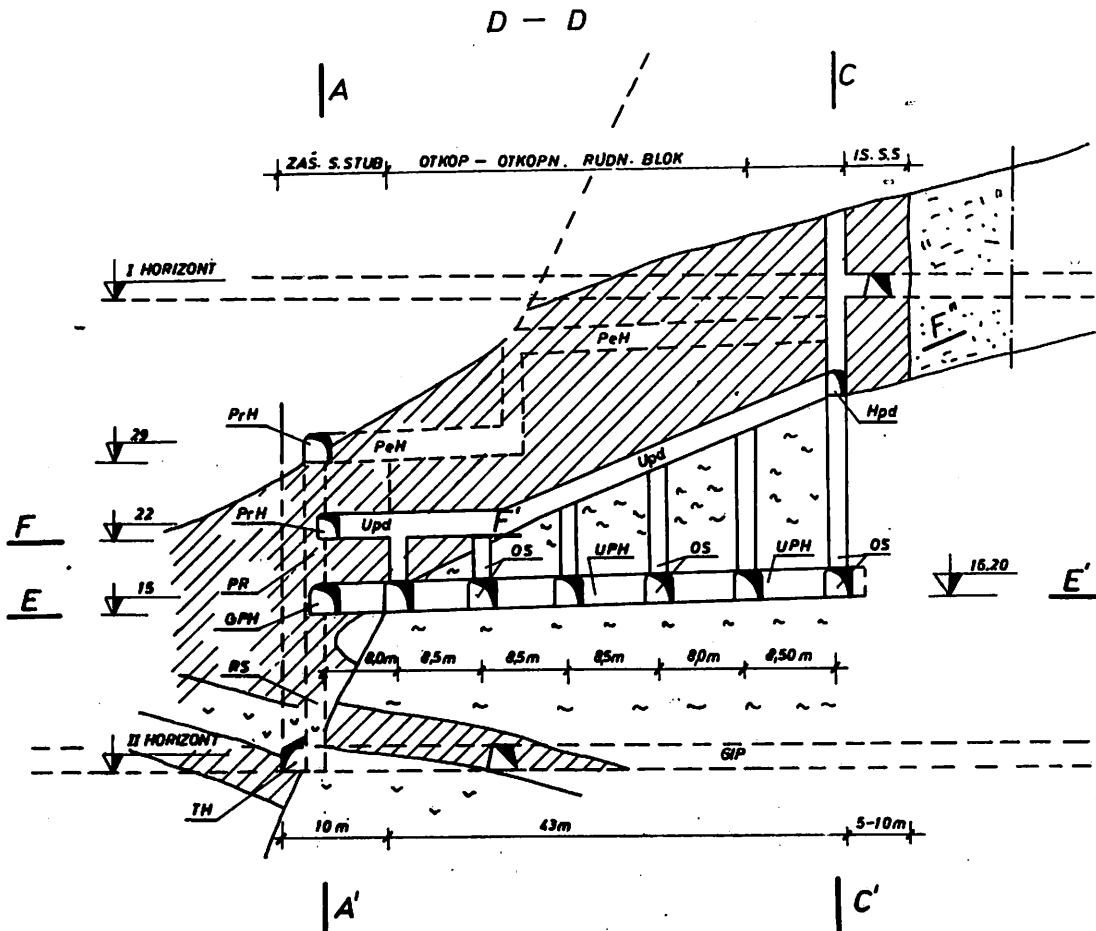
Po prvoj varijanti predloženi su u komorama po jedan uskop za podsecanje ( $U_{pd}$ ) i jedan uskop za vertikalno presecanje ( $U_{pr}$ ), dok je po II varijanti za podsecanje i presecanje predloženo po dva  $U_{pd}$  i  $U_{pr}$ .

II varijanta mogla bi se primeniti, ako bušaći nemaju dovoljno iskustva za izradu dubokih minskih bušotina.

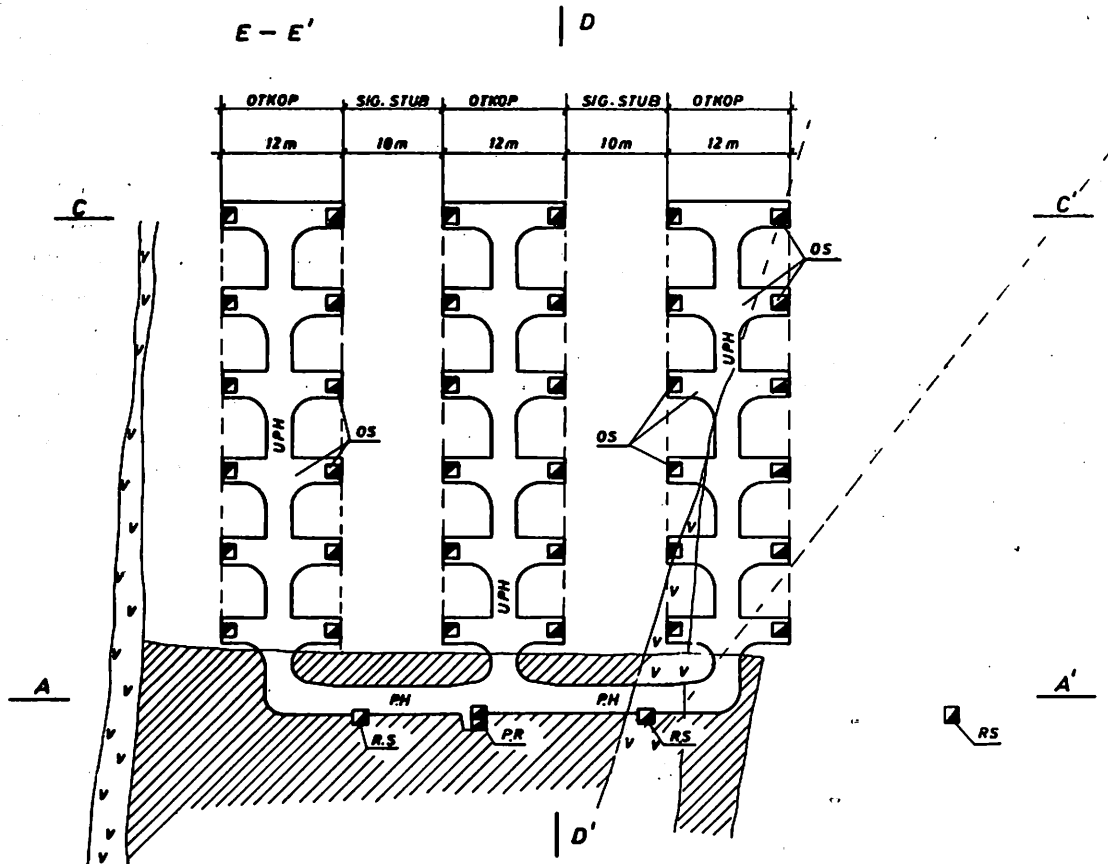
Pregled radova otkopne pripreme za otkopni rudni blok 2, dat je na tablici 1.

Primenom druge varijante otkopne pripreme obim pripremnih radova povećao bi se za ukupno 334,5 m (240 m  $U_{pd}$ ; 84,5 m  $U_{pr}$ ; 10 m VK), tj. obim pripreme iznosio bi ukupno 2947,45 m.

Utovarno-prevozni hodnici ( $UPH$ ) i podetažni hodnici ( $PeH$ ) izrađuju se sa usponom od oko 2% (maksimum), svi ostali hodnici izrađuju se horizontalno, osim transportni hodnici ( $TH$ ) koji imaju nagib  $\pm 4\%$ . Uskopi za podsecanje otkopnog bloka ( $U_{pd}$ ) izrađuju se u deonicama, iz svakog uskopa za OS, a pod uglom koji odgovara padnom uglu rudnog tela.



Sl. 6 — Šema otkopne pripreme — presek D—D' (po padu rudnog tela).



Sl. 7 — Sema otkopne pripreme — nivo UPH i PA. Presek E—E'.

### Osnovni principi otkopavanja

Ova otkopna metoda ima dve faze otkopavanja:

I faza — otkopavanje otkopnih rudnih blokova

II faza — otkopavanje sigurnosnih stubova.

Otkopavanje u I fazi počinje podsecanjem i presecanjem otkopnog bloka, tj. stvaranjem horizontalne i vertikalne slobodne površine zbog većeg radnog učinka bušačko-minerskih radova. Podsecanje se izvodi dugačkim minskim bušotinama iz  $U_{pd}$ , a presecanje iz  $U_{pr}$  — sl. 10. (Kod druge varijante ova operacija se izvodi iz dva  $U_{pd}$  i dva  $U_{pr}$  kraćim minskim bušotinama).

Sve bušotine—mine u vertikalnom preseku iniciraju se istovremeno, tj. po određenom redosledu, dok se mine u horizontalnom otvoru pale prema potrebi, paralel-

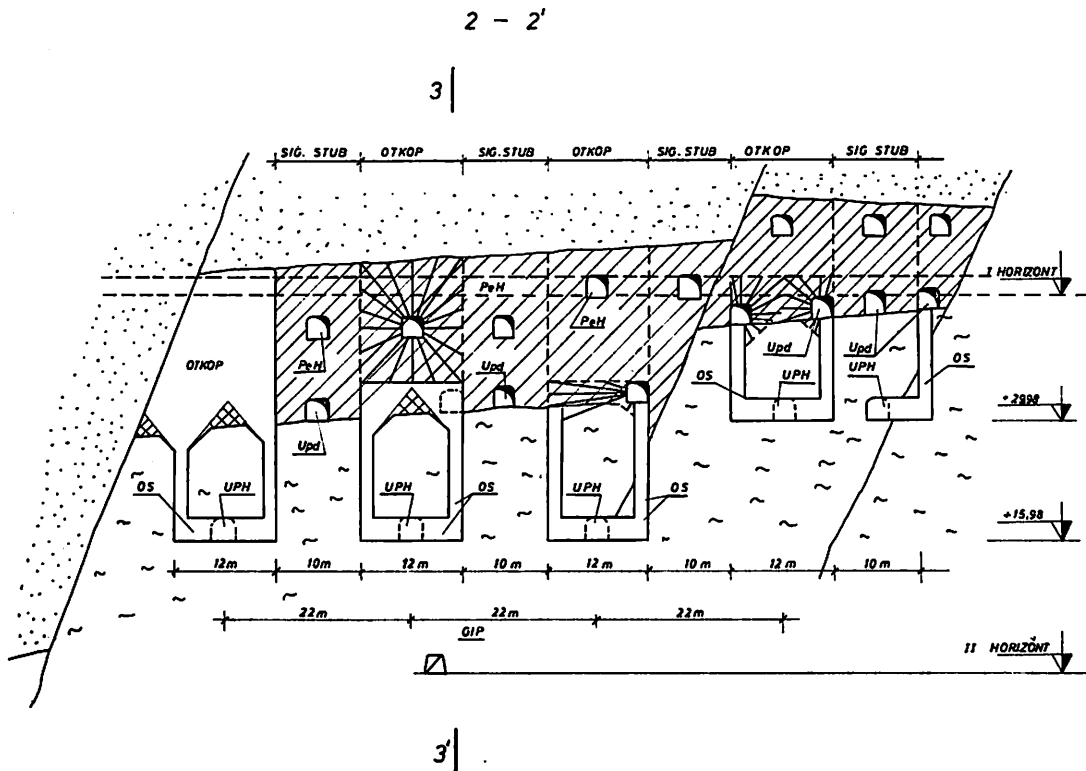
no sa otkopavanjem, s tim što stvaranje horizontalnog otvora ide za nekoliko metara ispred radnog fronta otkopa.

Sva ruda oborena ovim miniranjem pada direktno u OS preko kojih se izvozi iz otkopa.

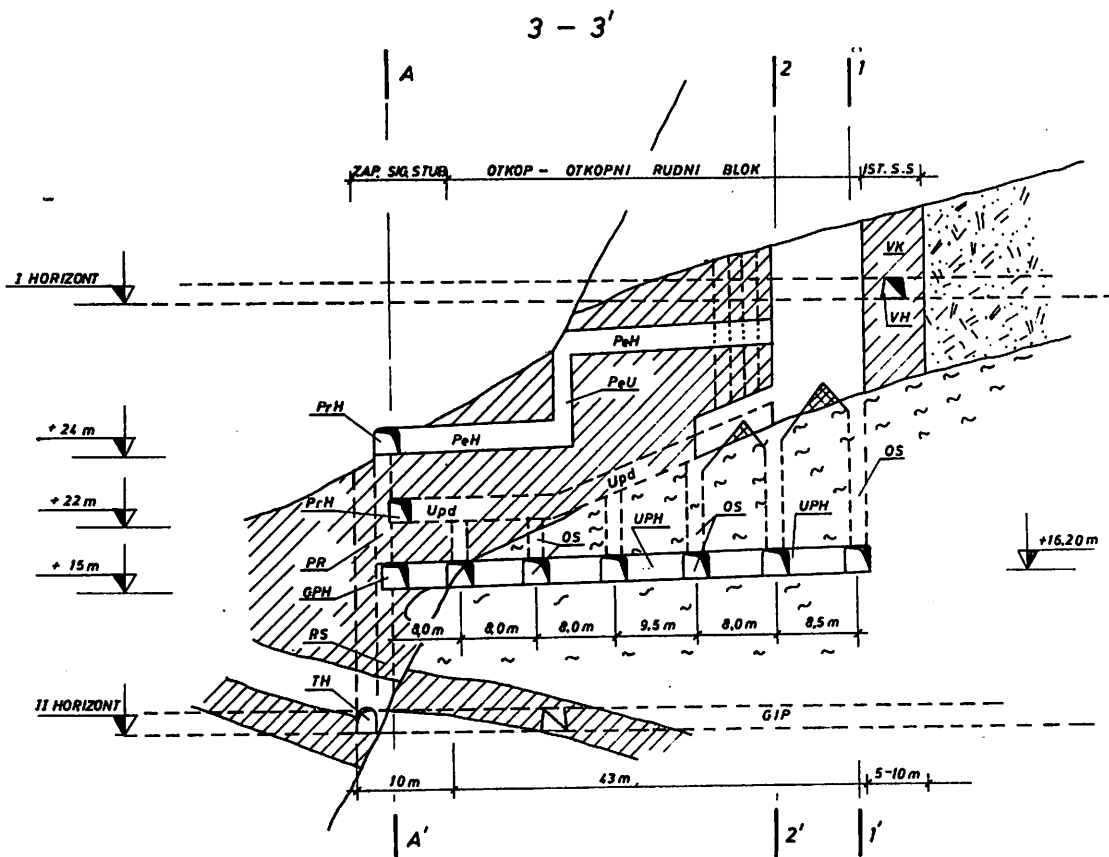
Glavno otkopavanje, masovno dobijanje rude, obavlja se izradom radijalnih bušotina, tzv. lepeza iz podetažnih (PeH) izrađenih približno kroz sredinu otkopnog bloka (sl. 9—11),

Prema izvršenim proračunima, usvojeno je rastojanje minskih lepeza od 1,5 m.

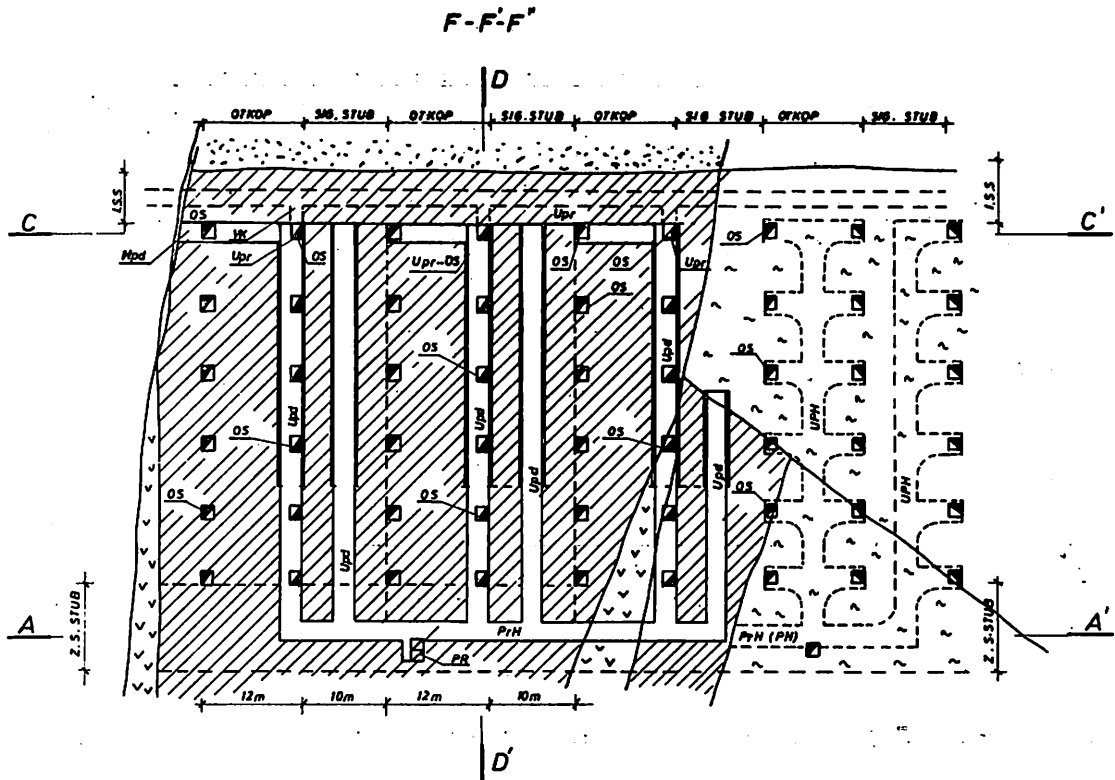
Bušenje se izvodi teškim bušaćim čekićem montiranim na obrtnom postolju — lafetu, što mu omogućuje bušenje bušotina pod raznim uglom. Dužina bušotina je prema sl. 12 od 1,00 do 9,50 m, no sa podesnim bušaćim čekićem ona može biti i preko 15 m. Za prečnik bušenja usvaja se obično 45—50 mm (pri obradi ovog članka usvojen je prečnik bušenja  $D = 48$  mm).



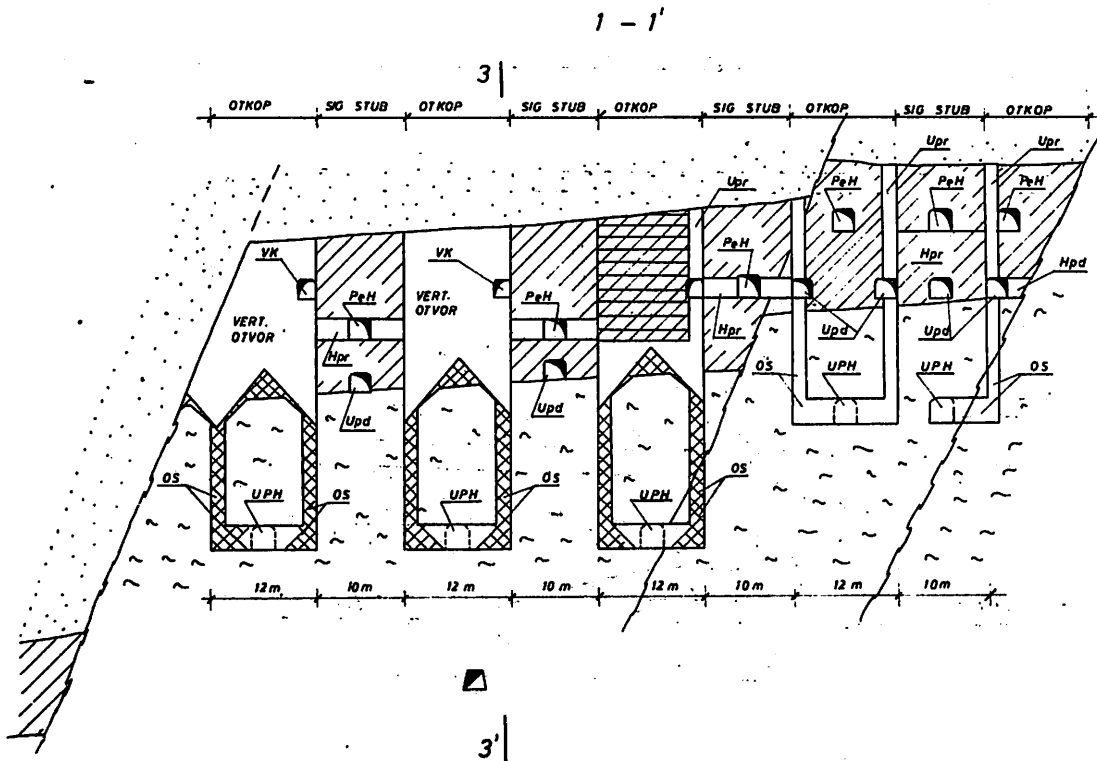
Sl. 10 — Sema otkopavanja — podsecanje otkopnog bloka i izrada radijalnih minskih bušotima. Presek 2—2'.



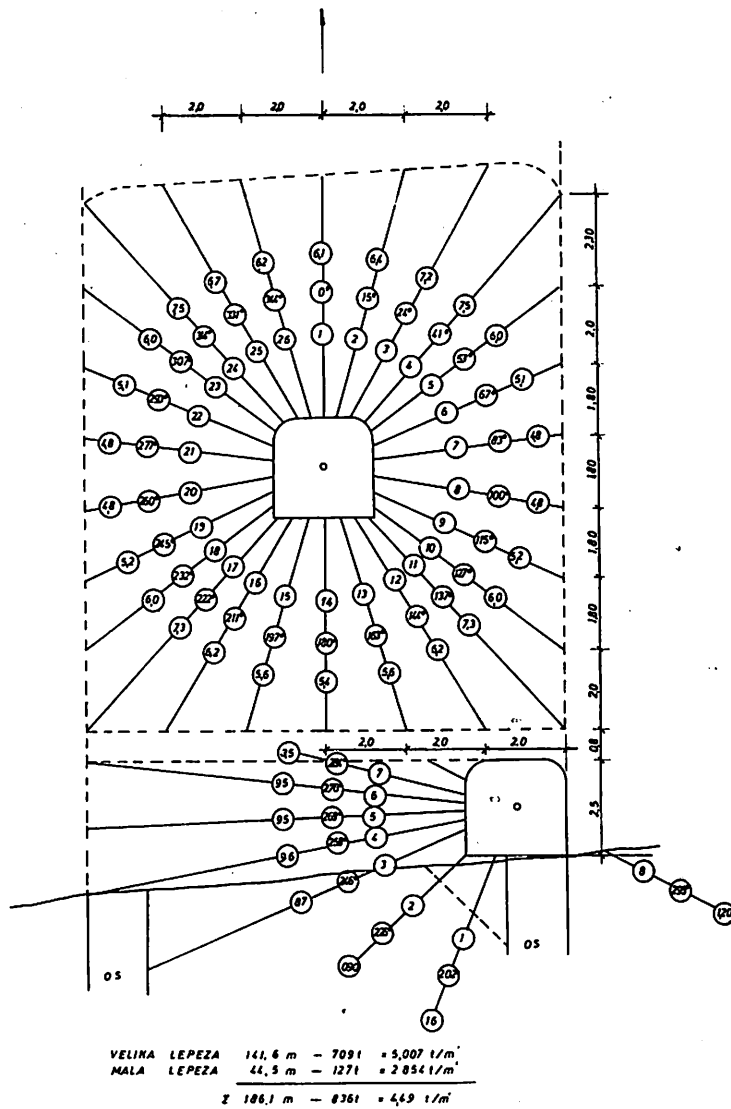
Sl. 11 — Sema otkopavanja po padu otkopnog bloka — presek 3—3'.



Sl. 8 — Šema otkopne pripreme — nivo podsecanja. Presek F-F'-F'.









Sl. 9 — Šema otkopavanja — izrada vertikalnog otvora (presecanje otk. bloka). Presek 1-1'.



Sl. 12 — Sistem radialnih bušotina — minskih lepeza (jedna do više mogućih varijanti).

LEGENDA

GIP — GLAVNI IZVOZNI PODOP		RUDA U BLOKU
TH — TRANSPORTNI HODNIK		MINERANA RUDA
GPB — GLAVNI PREGOZNI HODNIK		SERPENTINI
UPB — UTOVARNO — PREGOZNI HODNIK		DACITO — ANDEZIT
PH — PRIŠTUPNI HODNIK		CAVENI PEŠČAR
RS — RUDNA SIPKA		ZASIP
PR — PROLAZ ZA LJUDE I OPREMU		
OS — OTOPNE SIPHE		
Uph — USKOP ZA POSECANJE		
Hpd — HODNIK ZA POSECANJE		
Upv — USKOP ZA VERTIKALNO PRESECANJE		
Hpv — HODNIK ZA VERTIKALNO PRESECANJE		
VK — VENTILACIONI KANAL		
VH — VENTILACIONI HODNIK		
PvH — POCETAŽNI HODNIK		
PvU — POCETAŽNI USKOP — PROLAZ		
SS — SIGURNOSNI STUB		
ISS — ISTOČNI SIGURNOSNI STUB		
ZSS — ZAPADNI SIGURNOSNI STUB		

Teoretski kapacitet švedskog bušačeg čekića *BBC 100 F*, težine 65,2 kg je preko 100 m/smena, no iz praktičnih razloga i za uslove rudnika »Rajićeva Gora« može se računati sa učinkom od 60 m/smena.

Prosečna količina rude koja se obori jednom lepezom, u kojoj je zabušeno oko 140 m bušotina, iznosi oko 709 t, što daje učinak od

$$709 \text{ t} : 141 \text{ m} = 5,00 \text{ t/m bušotine.}$$

Prema očekivanom učinku bušenja od 60 m/smena, na čemu su angažovani rudar-bušać i pomoćnik, proizlazi da bi radni učinak na bušenju bio:

$$U_{\text{buš}} = \frac{60 \text{ m} \cdot 5,0 \text{ t/m}}{2} = 150 \text{ t/nadnici}$$

Kod ove metode mogu se primeniti dva načina miniranja u pogledu na konstrukciju mine i to:

- miniranje isprekidanim stubnim punjenjem
- miniranje kontinuiranim stubom.

Paljenje mina može se obaviti detonirajućim štapinom i električnim milisekundnim upaljačima. Postupak punjenja i miniranja je poznat, te ga nije potrebno posebno opisivati.

Proračunom je utvrđena potrošnja eksploziva od 0,22 kg/t, a milisekundnih upaljača 0,055 kom/t.

Utovar rude obavlja se samohodnim utovaračem *CAVO-310*, koji je u našim rudnicima našao široku primenu. Utovar rude obavlja se u *UPH* odnosno u horizontalnom delu otkopne sipke. *CAVO* utovarač prevozi rudu od *OS* do *RS* na maksimalnoj dužini od oko 60 m, pri čemu je moguće ostvariti učinak od  $12 \text{ m}^3/\text{h} = 23 \text{ t/h}$ , što odgovara učinku od 138 t/smeni.

Uključujući sve radne operacije na otkopu: bušenje i miniranje, utovar, transport i druge pomoćne operacije, a prema predviđenoj organizaciji radova na otkopu, utvrđen je otkopni učinak

$$U_{\text{ot}} = 33 \text{ t/nadnici.}$$

Otkopavanje u II fazi (otkopavanje sigurnosnih stubova) obavlja se po metodi podetažnog otkopavanja u svemu prema već izloženim principima. Osnovna

razlika između radova u I i II fazi otkopavanja je u izradi vertikalnog otvora — preseka. Pri otkopavanju sigurnosnih stubova vertikalni otvor izrađuje se iz hodnika za vertikalno presecanje ( $H_p$ ), koji bi se izradio na nivou podetažnog hodnika u sigurnosnom stubu. Pri miniranju u vertikalnom preseku koristili bi se slobodni prostori dva susedna otkopa.

Sva ruda oborena minskim lepezama zabušenim u sigurnosnom stubu padala bi u otkopne sipke susednih otkopa, odakle bi se prevozila do *RS* — u svemu kao i u I fazi otkopavanja.

Napominje se da bi operacije bušenja, miniranja i izvlačenja rude iz otkopa trebalo intenzivirati pri otkopavanju sigurnosnih stubova, a u cilju što većeg iskorišćenja i manjeg osiromašenja rudne supstance, jer se može očekivati i postepeno zarušavanje otkopa nakon obaranja sigurnosnih stubova.

#### Tehničko-ekonomski parametri otkopne metode

Podetažna otkopna metoda, opisana u ovom članku, bazira na vrlo povoljnim osnovnim tehničko-ekonomskim parametrima otkopne metode: iskorišćenju i osiromašenju mineralne supstance, kao i koeficijentu otkopne pripreme.

Predloženo je otkopavanje u dve faze, pri čemu se otkopavanje sigurnosnih stubova ne razlikuje od otkopavanja u komorama, što omogućuje potpuniju likvidaciju sigurnosnih stubova.

Po opisanoj metodi, između otkopnih sipki ostaće samo kupe (piramide) oborene rude, što predstavlja za 30% veće iskorišćenje rudne mase u odnosu na levkove od neminirane rude. Na osnovu detaljne analize o izgubljenju rudi u otkopu, proizilazi da bi iz celog rudnog bloka čije rezerve iznose oko 176.000 t rude ostalo neiskorišćeno oko 24.380 tona, što praktično predstavlja iskorišćenje od  $85,86\% \approx 86\%$ , pri čemu se računalo da će iskorišćenje rudne supstance pri otkopavanju sigurnosnih stubova biti oko 70%.

Pri otkopavanju u komorama, kao i pri otkopavanju sigurnosnih stubova, dobijaće se uglavnom čista ruda. Do osiromašenja, odnosno do pridolaženja jalovine i meša-



nja sa rudom može da nastupi delimično pri otkopavanju stubova, kada bi se postavilo izvlačenje rude iz otkopa (što je računato u gubitke rudne supstance), kao i prilikom podsecanja rudnih blokova zbog izrade levkova za otkopne sipke.

Ukupno se računa da će pri otkopavanju dospeti u otkop oko 15.000 t jalovine, što predstavlja oko 8,5%.

Srednji sadržaj metala u otkopanoj rudi bio bi:

$$S_b = \frac{P_r \cdot S}{R} = \frac{166.170 \cdot 2,00}{176.000} = 1,888\% \sim 1,89\% S_b$$

gde je:

$P_r$  — proizvedena ruda (176.170 + —24.830 + 15.000 = 166.170 t)

$S$  — sadržaj  $Pb$  u rezervama 2%

$R$  — rudne rezerve bloka 176.000 t

Koeficijent otkopne pripreme — Iz odnosa obima pripremljenih ruda i količine proizvedene rude iz rudnog

bloka, dobija se koeficijent otkopne pripreme koji bi u ovom slučaju bio:

$$f = \frac{2.612,95 \text{ m}}{166.170 \text{ t}} = 0,0157 \text{ m/t} \sim 1,6 \text{ cm/t}$$

### Zaključak

Mogućnost primene opisane ili neke druge varijante podetažne otkopne metode zavisiće isključivo od karakteristika ikrovine, zbog čega bi trebalo nastaviti ispitivanje.

Opisana otkopna metoda je prilog proučavanju mogućnosti za primenu visokoproduktivnih otkopnih metoda u rudniku »Rajićeva gora«, što bi bilo vrlo značajno, s obzirom na niskoprocentnu — siromašnu mineralnu sirovinu.

Metoda omogućuje primenu mehanizacije, što znači da bi se u velikoj meri moglo smanjiti učešće radne snage, što je vrlo značajno kako sa gledišta produktivnosti, tako i sa gledišta sigurnosti na radu, s obzirom da ruda sadrži visok procenat slobodnog  $SiO_2$ .

### SUMMARY

#### Sublevel Mining Method under the Conditions of Ore Deposit »Rajićeva Gora« — Kopaonik

The described mining method is a contribution to the study of possibilities of applying high productive mining methods in mine »Rajićeva Gora«, this being very important due to the low grade of mineral material.

The method enables the use of mechanization, implying substantial reduction of the labour share, and this is highly important from the standpoint of productivity and safety at work since the ore contains a high percentage of free  $SiO_2$ .

### ZUSAMMENFASSUNG

#### Zwischensohlenbruchbauverfahren unter den Bedingungen der Erzgalerstätte »Rajićeva Gora« — Kopaonik

Das Beschriebene Abbauverfahren ist ein Beitrag zum Studium der Möglichkeiten zur Anwendung hochproduktiver Abbauverfahren in der Grube »Rajićeva Gora«, was von grosser Bedeutung ist mit Rücksicht auf den niedrigprozentigen armen mineralischen Rohstoff.

Das Verfahren erlaubt die Anwendung der Mechanisierung, wodurch die Zahl der Beschäftigten stark herabgesetzt werden könnte, was sowohl vom Standpunkt der Produktivität als auch vom Standpunkt der Arbeitssicherheit von grosser Bedeutung ist, da das Erz einen hohen Prozentgehalt an  $SiO_2$  enthält.

## РЕЗЮМЕ

### Метод подэтажного вскрытия в условиях месторождения руды „Раичева Гора” — Копанник

Описанный метод вскрытия дан как приложение к изучению возможности для применения высокопроизводительных методов вскрытия в руднике „Раичева Гора”, что представляло бы большое значение, принимая во внимание низкопроцентное бедное минеральное сырье.

Метод дает возможность применения механизации, что в значительной мере дает возможность уменьшить участие рабочей силы и имеет большое значение как с точки зрения производительности, так и с точки зрения безопасности на работе, учитывая что руда содержит большой процент свободного  $\text{SiO}_2$ .

Autor: Dipl. ing. Petar Obradović, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom  
institutu — Beograd  
Recenzent: Dr ing. Đura Marunić, Rudarski institut — Beograd.

## Elektrokinetički potencijal i flotabilnost sfalerita iz Leca i marmatita iz Starog Trga

(sa 8 slika)

Dr ing. Milorad Jošić

### Uvod

Ispitivanjem flotabilnosti marmatita iz Starog Trga i sfalerita iz Leca [1] došlo se do saznanja, da se i jedan i drugi mineral različito ponašaju u procesu flotiranja pri različitim  $pH$  vrednostima i pri različitim koncentracijama aktivatora, u ovom slučaju  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ . Uopšteno rečeno, oba minerala flotiraju u izrazito kiseljoj i izrazito baznoj sredini posle aktiviranja bakar-sulfatom, a u prisustvu  $K$ -etilksantata. Međutim, u slabo baznoj i slabo kiseljoj sredini marmatit slabo flotira, ili uopšte ne flotira, pri svim koncentracijama aktivatora, dok sfalerit flotira i u ovim sredinama sa niskim koncentracijama aktivatora (do  $10 \text{ mg/1 } CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ), ali proces flotiranja i kod njega jenjava ili sasvim prestaje u prisustvu visokih koncentracija bakar-sulfata (iznad  $10 \text{ mg/1}$ ). Sa porastom koncentracije aktivatora u rastvoru dijapazon  $pH$  vrednosti se širi pri kojima ispitivani minerali ne flotiraju.

Da bismo utvrdili razloge ovakvog ponašanja marmatita iz Starog Trga i sfalerita iz Leca u procesu flotiranja, vršili smo ispitivanja njihovih ponašanja prema različitim metodama, a u zavisnosti od tehničkih i drugih mogućnosti. Tako smo, pored ostalog, vršili merenje elektrokinetičkog potencijala (zeta potencijala), određivanje bakra u jonskom stanju u rastvoru, tj. bakra sposobnog za adsorpciju na površinama mi-

nerala, kao i ispitivanje promena na površinama minerala u procesu aktiviranja pomoću elektronskog mikroskopa.

Ovoga puta ćemo se zadržati na merenju elektrokinetičkog potencijala u uslovi-  
ma u kojima smo vršili i proces flotiranja sa ciljem da pokušamo da ustanovimo međusobnu zavisnost između procesa flotiranja i naelektrisanja mineralnih čestica.

### Merenje elektrokinetičkog potencijala

Prema podacima iz literature elektrokinetički potencijal sfalerita je, uglavnom, negativan pri svim  $pH$  vrednostima sredine [2, neobjavljeni rad Mehanobra], osim podataka Fuerstenau [3] — sl. 1. Fuerstenau je utvrdio da sfalerit, koji je on ispitivao, ima pozitivan elektrokinetički potencijal u kiseljoj, a negativan u baznoj sredini, sa izoelektričnom tačkom pri  $pH$  vrednosti oko 6,3.

S obzirom na ovakve literaturne podatke u pogledu elektrokinetičkog potencijala sfalerita, a i s obzirom na ponašanje ispitivanih minerala u procesu flotiranja, kakvo nismo našli u literaturi, izvršili smo veliki broj merenja elektrokinetičkog potencijala na mineralima koje smo ispitivali. Merenja smo vršili pomoću mikroelektroforetskog zetametra, američke proizvodnje [4].

Merenja elektrokinetičkog potencijala pokazuju da je pozitivan u kiseljoj, a nega-

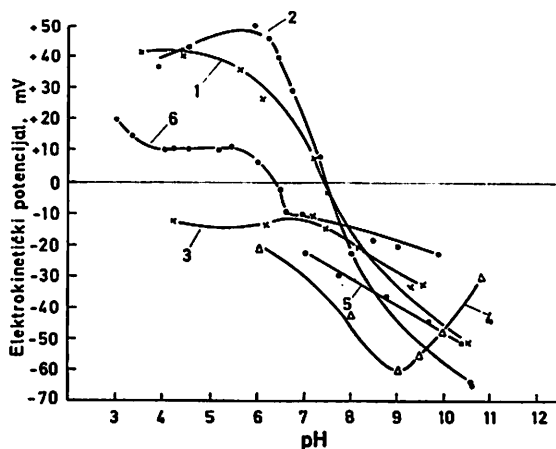
tivan u baznoj sredini i za sfalerit iz Leca i za marmatit iz Starog Trga. Izoelektrična tačka i za sfalerit i za marmatit nalazi se pri  $pH$  vrednosti oko 7,5 u slučaju primene  $HCl$  i  $NaOH$  kao regulatora sredine (sl. 1 i 2). Međutim, primenom  $H_2SO_4$ ,  $Na_2CO_3$  i  $Ca(OH)_2$  izoelektrična tačka se pomera ka baznoj sredini i nalazi se pri  $pH$  oko 7,7 za sfalerit, odnosno pri  $pH$  oko 8,1 za marmatit (sl. 2).

Positivan znak elektrokinetičkog potencijala u kiselj sredini potiče od katjona koji preovlađuju na površini minerala. U ispitivanim uslovima to mogu biti joni cinka, eventualno joni gvožđa. Međutim, u baznoj sredini znak naelektrisanja potiče od  $OH$  jona, koji preovlađuju.

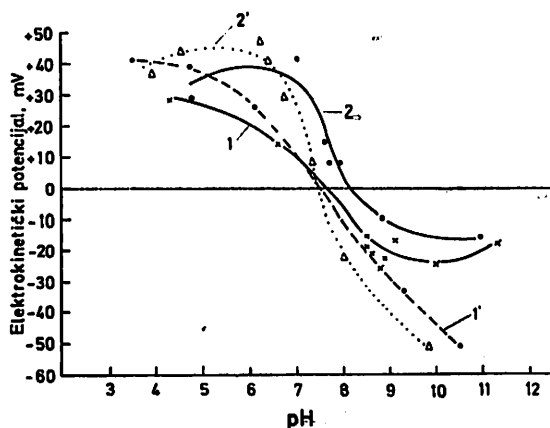
Elektrokinetički potencijal aktiviranih minerala (sfalerita i marmatita) umnogom se razlikuje od neaktiviranih, pa čak i među samim mineralima, a u zavisnosti od  $pH$  vrednosti, vrste regulatora i koncentracije bakar-sulfata. Naelektrisanje sfalerita je negativno pri svim  $pH$  vrednostima za koncentracije bakar-sulfata od 6,25 i 50 mg/l bez obzira na vrstu regulatora sredine (krive 1 i 1' na sl. 3 i 4). Međutim, zeta potencijal marmatita je negativan za sve  $pH$  vrednosti samo u prisustvu malih koncentracija bakar-sulfata (6,25 mg/l), kao što pokazuju krive 2 i 2' na sl. 3, dok u prisustvu većih koncentracija aktivatora (50 mg/l) marmatit dobija pozitivan znak pri  $pH$  vrednostima od 6,4 do 7,4, odnosno 8,1 (krive 2 i 2' na sl. 4). Negativno naelektrisanje u kiselj sredini potiče verovatno od sulfojedinjenja obrazovanih na površinama minerala, a u baznoj od hidroksida.

Što se tiče pozitivnog elektrokinetičkog potencijala za  $pH$  vrednosti od 6,4 do 7,4 odnosno 8,1, iako to nije detaljno izučavano, naša je pretpostavka da je do te pojave došlo kao posledica pojačane adsorpcije bakra verovatno zbog prisustva gvožđa u kristalnoj rešetki marmatita.

Naelektrisanje aktiviranog sfalerita i marmatita u prisustvu 20 mg/l  $K$ -etilksantata pokazuje velike razlike u zavisnosti od koncentracije bakar-sulfata kao aktivatora. Oba minerala imaju negativan elektrokinetički potencijal za sve vrednosti  $pH$ , ako su aktivirani sa 6,25 mg/l  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  i kolektirani sa 20 mg/l  $K$ -etilksantata (krive

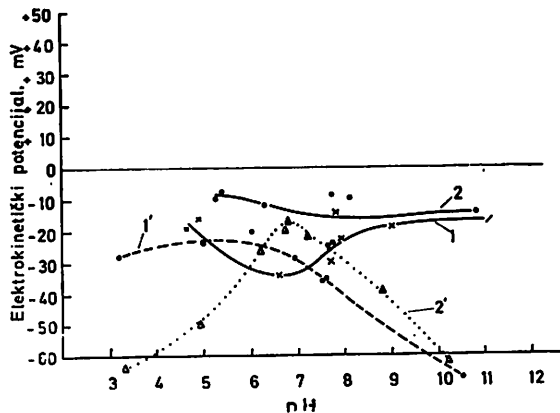


Sl. 1 — Elektrokinetički potencijal sfalerita — marmatita u zavisnosti od  $pH$  vrednosti  
1 — sfalerita, iz Leca; 2 — marmatita iz Starog Trga; 3 — sfalerita iz Podvirova; 4 — sfalerita ispitivanog u Mehanobru; 5 — isto; 6 — sfalerita koji je ispitivao M. C. Fuerstenau.

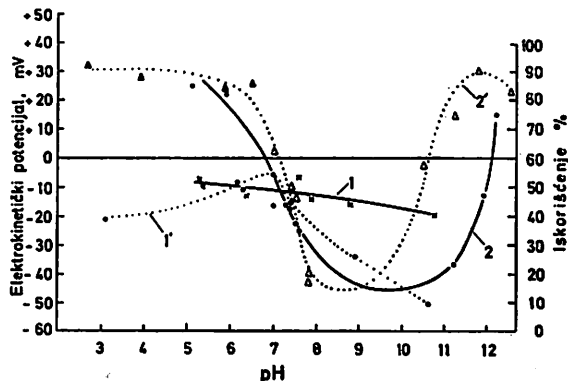


Sl. 2. — Elektrokinetički potencijal u zavisnosti od  $pH$  vrednosti.  
1 — ZP sfalerita u prisustvu  $H_2SO_4$ ,  $Na_2CO_3$  i  $Ca(OH)_2$ ; 1' — isto u prisustvu  $HCl$  i  $NaOH$ ; 2 i 2' ZP marmatita u odgovarajućim uslovima.

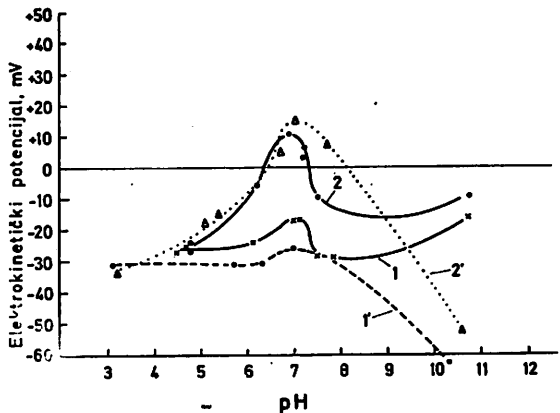
1 i 1' na sl. 5 i 6). Međutim, aktivirani sa 50 mg/l bakar-sulfata pa kolektirani, oba minerala imaju pozitivno naelektrisanje u kiselj sredini, dok u baznoj, kao i uvek, ostaje negativno. Izoelektrična tačka je pri  $pH$  vrednosti oko 8,9 odnosno oko 8,5 za sfalerit, a za marmatit oko 6,5 odnosno 7,5, u zavisnosti od regulatora sredine (sl. 7 i 8).



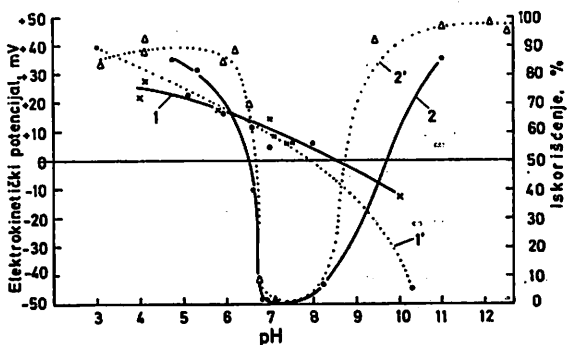
Sl. 3 — Elektrokinetički potencijal u zavisnosti od pH vrednosti  
1 — ZP sfalerita aktiviranog sa 6,25 mg/l  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  u prisustvu  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  i  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; 1' — isto u prisustvu  $\text{HCl}$  i  $\text{NaOH}$ ; 2 i 2' — ZP marmatita u odgovarajućim uslovima.



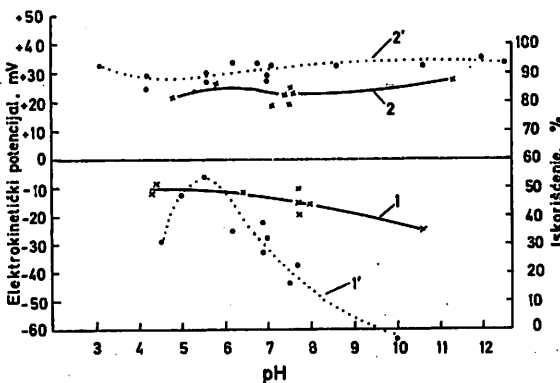
Sl. 6 — Elektrokinetički potencijal i flotacijsko iskorišćenje marmatita aktiviranog sa 6,25 mg/l  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  i kolektiranog sa 20 mg/l KEX ZP u prisustvu: (1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  i  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; (1')  $\text{HCl}$  i  $\text{NaOH}$ ; flotacijsko iskorišćenje u prisustvu: (2)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $2\text{Na}_2\text{CO}_3$  i  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; (2')  $\text{HCl}$  i  $\text{NaOH}$ .



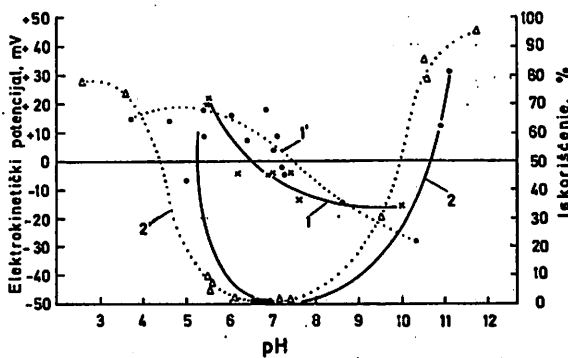
Sl. 4 — Elektrokinetički potencijal u zavisnosti od pH vrednosti  
1 — ZP sfalerita aktiviranog sa 50 mg/l  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  u prisustvu  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  i  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; 1' — isto u prisustvu  $\text{HCl}$  i  $\text{NaOH}$ ; 2 i 2' ZP marmatita u odgovarajućim uslovima.



Sl. 7 — Elektrokinetički potencijal i flotacijsko iskorišćenje sfalerita aktiviranog sa 50 mg/l  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  i kolektiranog sa 20 mg/l KEX ZP u prisustvu: (1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  i  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; (1')  $\text{HCl}$  i  $\text{NaOH}$ ; flotacijsko iskorišćenje u prisustvu: (2)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  i  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; (2')  $\text{HCl}$  i  $\text{NaOH}$ .



Sl. 5 — Elektrokinetički potencijal i flotacijsko iskorišćenje sfalerita aktiviranog sa 6,25 mg/l  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  i kolektiranog sa 20 mg/l KEX ZP u prisustvu: (1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  i  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; (1')  $\text{HCl}$  i  $\text{NaOH}$ ; flotacijsko iskorišćenje u prisustvu: (2)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  i  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; (2')  $\text{HCl}$  i  $\text{NaOH}$ .



Sl. 8 — Elektrokinetički potencijal i flotacijsko iskorišćenje marmatita aktiviranog sa 50 mg/l  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  i kolektiranog sa 20 mg/l KEX ZP u prisustvu: (1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  i  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; (1')  $\text{HCl}$  i  $\text{NaOH}$ ; flotacijsko iskorišćenje u prisustvu: (2)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  i  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; (2')  $\text{HCl}$  i  $\text{NaOH}$ .

### Zavisnost između rezultata flotiranja i elektrokinetičkog potencijala

Upoređivanjem rezultata flotiranja i elektrokinetičkog potencijala u cilju traženja neke zakonitosti između njih može se reći sledeće:

Sfalerit aktiviran malom koncentracijom bakar-sulfata i kolektiran *K*-etilksantatom ima negativan elektrokinetički potencijal različitog intenziteta u prisustvu različitih regulatora sredine, ali uvek dobro flotira uz približno konstantno iskorišćenje, s tim što bolje flotira u prisustvu *HCl* i *NaOH*, kao regulatora sredine, nego u prisustvu *H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>*, *NaCO<sub>3</sub>* i *Ca(OH)<sub>2</sub>*. Na osnovu toga, reklo bi se, da naelektrisanje nema uticaja na proces flotiranja sfalerita aktiviranog malom koncentracijom (6,25 mg/1) aktivatora. Moglo bi se eventualno reći, da je flotiranje uspešnije kada je apsolutna vrednost elektrokinetičkog potencijala veća (sl. 5).

Marmatit, pod istim uslovima aktiviran malom koncentracijom aktivatora (6,25 mg/1) pa kolektiran, ima, takođe, negativan elektrokinetički potencijal pri svim *pH* vrednostima — kao i sfalerit. Međutim, ponašanje u procesu flotiranja mu je u istim uslovima potpuno drukčije nego sfalerita. Naime, u kiseloj sredini do *pH* vrednosti oko 6,4 marmatit dobro flotira i iskorišćenje mu se kreće iznad 80%. Iznad ovih *pH* vrednosti proces flotiranja naglo jenjava, iskorišćenje otpada, tako da pri *pH* vrednosti oko 7,8 do oko 9,3, odnosno oko 8,5 do oko 10,5 pada na oko 15%, da bi zatim proces ponovo oživeo i pri *pH* vrednosti od oko 11,0 odnosno 12,0 iskorišćenje se postiže preko 80%. Na osnovu ovoga moglo bi se reći jedino to, da u izrazito baznoj sre-

dini sa porastom negativnog naelektrisanja raste i flotacijsko iskorišćenje (sl. 6).

Ispitivani minerali, aktivirani većim koncentracijama bakar-sulfata (50 mg/1) pa kolektirani, u kiseloj sredini imaju pozitivan elektrokinetički potencijal, a u baznoj negativan. Izoelektrična tačka im je pri *pH* oko 8,0, odnosno oko 8,5 za sfalerit i oko 6,5 odnosno oko 7,5 za marmatit — u zavisnosti od regulatora sredine. Pozitivan znak elektrokinetičkog potencijala u kiseloj sredini govori o nekoj specifičnoj adsorpciji. Što se tiče flotiranja, sfalerit dobro flotira u kiseloj sredini do *pH* vrednosti oko 6,4, odnosno oko 5,3 sa iskorišćenjem preko 80%. Isto tako dobro flotira u baznoj sredini pri *pH* iznad 9,3, odnosno 10,7 — u zavisnosti od regulatora sredine — takođe sa iskorišćenjem iznad 80%. U dijapazonu citiranih *pH* vrednosti, između 6,4 i 9,3 odnosno između 5,3 i 10,7 sfalerit naglo gubi flotacijska svojstva tako da uopšte ne flotira između *pH* 7,0 i 8,0 (sl. 7).

Marmatit u istim uslovima znatno slabije flotira od sfalerita. On flotira u kiseloj sredini, do *pH* vrednosti oko 4,4 odnosno oko 5,2, sa iskorišćenjem iznad 50% i u baznoj sredini iznad *pH* oko 10,0, odnosno oko 10,7 sa iskorišćenjem iznad 50%. U dijapazonu *pH* vrednosti između 4,4 i 10,0, odnosno između 5,2 i 10,7 marmatit naglo gubi sopstvenost flotiranja, da bi je potpuno izgubio za *pH* vrednosti između 6,0 i 8,0, odnosno između 6,5 i 8,5 (sl. 8). Na osnovu ovih podataka može se reći da ni sfalerit ni marmatit ne flotiraju, kada im je vrednost elektrokinetičkog potencijala oko nule. Sa porastom apsolutne vrednosti naelektrisanja (u kiseloj sredini pozitivnog, a u baznoj negativnog) i flotabilnost minerala je u porastu.

### SUMMARY

#### Electrokinetic Potential and Flotability of Lece Sphalerite and Stari Trg Marmatite

Detailed measurement of electrokinetic potential were completed on Lece sphalerite and Stari Trg marmatite under specified conditions. Comparison of the obtained results with those of above minerals flotation lead to the following conclusions:

— There is no complete dependence between electrokinetic potential and flotation results;

— Generally, it may be considered face is around zero (near the isoelectric point), the tested minerals do not float;

— Generally, it may be considered that the flotation process is more efficient at higher values of electrokinetic potential.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Elektrokinetisches Potential und die Flotationsfähigkeit der Zinkblende aus Lece und Marmatit aus Stari Trg

Es wurden eingehende Messungen des elektrokinetischen Potentials an der Zinkblende aus Lece und Marmatit aus Stari Trg unter bestimmten Bedingungen durchgeführt.

Durch Vergleich der erhaltenen Ergebnisse mit den Flotationsergebnissen dieser Minerale sind wir zu folgenden Schlussfolgerungen gekommen:

— es gibt keine vollständige Abhängigkeit zwischen dem elektrokinetischen Potential und den Flotationsergebnissen,

— wenn sich die elektrische Aufladung auf der Mineraloberfläche um die Null bewegt (um den isoelektrischen Punkt), dann lassen sich die untersuchten Minerale nicht flotieren,

— als Ganzes betrachtet, kann gesagt werden, dass beim grösseren Absolutwert des elektrokinetischen Potentials auch der Flotationsprozess erfolgreicher verläuft.

#### РЕЗЮМЕ

#### Электрокинетический потенциал и флотированность сфалерита из „Леца“ и марматита из „Старог Трга“.

Проведены детальные измерения электрокинетического потенциала на сфалерите из „Леца“ и марматите из „Старого Трга“ в определенных условиях. Сравнением полученных результатов с результатами флотации этих минералов, мы пришли к следующим заключениям:

— не существует полной зависимости между электрокинетическим потенциалом и результатом флотации.

— Когда назлектризованность поверхности минерала около 0 (возле изоэлектрической точки) исследованные минералы не флотируются.

— Генерально рассматривая, можно сказать, что при большей абсолютной величине электрокинетического потенциала и процесс флотирования успешнее.

#### Literatura

1. Jošić, M., 1975: Ispitivanje flotabilnosti marmatita iz Trepče i sfalerita iz Leca. — Rudarski glasnik br. 1, Beograd
2. Salatić, D., Đaković, D. i Puštrić, S., 1973: Dvojni električni sloj i flotabilnost sfalerita. — Rudarski Glasnik br. 4, Beograd.
3. Fuerstenau, M.C., Clisford, K.L. and Kuhn M.C. 1974: The Role of Zinc — anthate Precipitation in Sphalerite Flotation — International Journal of Mineral Processing, 1 (1974) 307—318, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
4. Salatić, D., 1967: Primena elektroforetskog zetametra u pripremi mineralnih sirovina. — Rudarski glasnik br. 3, Beograd.
5. Glembockij, V.A., 1972: Fiziko-himija flotacionnih processov, Moskva.
6. Mitrofanov, S.I. 1962: Issledovanie poleznych iskopaemyh na obogatimost', Moskva.

# Mineralni sastav azbesta iz Stragara i mogućnosti razrade novih tehnoloških procesa koncentracije azbesta

(sa 6 slika)

Dr ing. Mileta Simić — dr ing. Dragorad Ivanković

## Uvod

Azbest u ležištu Stragari pripada grupi horizontalnog azbesta koji je poznat u domaćoj literaturi pod nazivom »kožasti azbest« ili »stragarski azbest«. Karakterističan je način pojavljivanja azbesta u vidu azbestnih »krpa« i »krpica«, čija je veličina od nekoliko mm pa do desetak cm (ređe se javljaju azbestne »krpe« veličine i do 50 cm). Azbest se javlja u vidu vlaknaca, isprepletenih u vidu unakrsnog pletiva i spletenih istovremeno sa talk-lizarditskom masom, tako da daju izgled izolovanih manjih ili većih »krpa« i »krpica«, koje se nalaze između manjih komada serpentinita ili su, pak, »krpe« potpuno obuhvatile manje komade serpentinita.

Ležište azbesta »Stragari« nalazi se u eksploataciji već dugi niz godina (od 1935. god.) ali do sada nije pronađen odgovarajući tehnološki proces koncentracije, koji bi omogućio dobijanje azbestnog vlakna standardnog kvaliteta za primenu u azbestcementnoj industriji.

Sadašnjim tehnološkim procesom koncentracije azbesta, koji se razvio u toku proteklih 20 godina rada separacije azbesta u Stragarima proizvodi se azbest koji je našao primenu za proizvodnju azbestnih ploča »Stragarit« i mlevenog azbesta tzv. klase 7-R »Stragari«.

Imajući u vidu značajne rezerve azbestne sirovine u ležištu i nerešen tehnološki problem koncentracije, programirana su i

izvršena obimna laboratorijska i poluindustrijska ispitivanja u Rudarskom institutu u Beogradu u cilju pronalazenja novog tehnološkog procesa koncentracije azbesta.

Polazeći od činjenice da se azbest u ležištu »Stragari« javlja u specifičnom vidu kao azbestne »krpe« i »krpice«, smatrali smo da u prvoj fazi ispitivanja treba utvrditi mineralni i hemijski sastav azbesta i serpentinita i dati odgovor na pitanje od čega se sastoji azbestna sirovina.

Ranija ispitivanja azbesta iz Stragara (Pavlović S., 1949, 1952. i Očepek V., Grinšičar A., 1959) su pokazala da je »kožasti« azbest izgrađen od monokliničkog hrizotila, a nagoveštava i pojavljivanje lizardita.

## Hemijski sastav azbestne rude iz ležišta »Stragari«

Utvrđivanje hemijskog sastava azbesta i serpentinita iz ležišta azbesta »Stragari« izvršeno je u hemijskoj laboratoriji Rudarskog instituta (analitičar dipl. ing. S. Maksimović) na tri uzorka i to:

- uzorak čistog azbesta posebno ručno odabran
- uzorak azbesta iz ležišta, tj. uzorak čiste azbestne »krpe« bez makroskopskih vidljivih zrnaca serpentinita
- uzorak serpentinita bez vidljivih tragova sadržaja azbesta.



Rezultati hemijskih analiza daju se u tablici 1.

Tablica 1

Hemijski sadržaj %	Ispitivani uzorci		
	Azbest	Čist azbest	Serpentin
SiO <sub>2</sub>	40,47	40,15	37,15
MgO	42,38	42,74	40,89
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,00	0,93	0,25
FeO	0,30	0,20	1,60
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0,10	nema	5,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,43	1,43	0,90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ukupno)	1,87	1,65	7,85
CaO	nema	nema	nema
So <sub>3</sub>	0,07	0,07	0,10
K <sub>2</sub> O	0,08	0,08	0,08
Na <sub>2</sub> O	0,28	0,20	0,25
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0014	0,0043	0,58
Ni	0,10	0,12	0,35
H <sub>2</sub> O+	13,71	14,18	12,07
CO <sub>2</sub>	0,22	nema	0,73
Gubitak žarenjem	13,93	14,18	12,80

Na istim uzorcima iz ležišta azbesta »Stragari« izvršena je spektrohemijska analiza. Rezultati ovih ispitivanja daju se u tablici 2.

Tablica 2

Hemijski elementi	Ispitivani uzorci, ppm		
	Azbest	Čist azbest	Serpentin
Al	6000	2200	6000
Fe	>1%	>1%	>1%
Mg	>1%	>1%	>1%
Ca	300	500	3000
Ti	4	4	11
Mn	1400	1700	1600
Pb	10	16	10
Ga	—	—	—
V	4	5	7
Cu	3	4	10
Y	—	—	—
Zr	1000	1200	3500
Co	35	45	100
Cr	10	30	4000
Sc	—	—	—
Ba	—	—	—

Prema rezultatima analiza prikazanim u tablicama 1 i 2 može se konstatovati, da ispitivani uzorci azbesta i čistog azbesta imaju veoma sličan i gotovo identičan hemijski sastav. Postoje manje razlike u pogledu sadržaja pojedinih hemijskih elemenata, a jedino se razlikuju u pogledu sadržaja Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (magnetično gvožđe) i CO<sub>2</sub> koji čisti azbest ne sadrži.

Pregledom rezultata hemijske analize na uzorcima azbesta iz ležišta »Stragari« može se zaključiti da su ispitivani uzorci azbesta po hemijskom sastavu relativno čisti.

Hemijski sastav serpentinita je isti kao i azbesta, ali se on znatno razlikuje u pogledu sadržaja pojedinih hemijskih elemenata, što se ogleđa u sledećem:

- sadržaj SiO<sub>2</sub> i MgO je nešto niži kod serpentinita nego kod ispitivanih uzoraka azbesta
- sadržaj gvožđa u vidu FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> znatno je veći u serpentinitu nego u uzorcima azbesta
- sadržaj Ni i Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> je znatno veći u serpentinitu nego u uzorcima azbesta
- gubitak žarenjem je nešto niži kod serpentinita nego kod azbesta, usled manjeg sadržaja H<sub>2</sub>O+, iako je nešto povećan sadržaj CO<sub>2</sub> u serpentinitu u odnosu na azbest.

Sa gledišta koncentracije azbesta i postavljene teze da se koncentracija azbesta vrši postupkom magnetne separacije, veoma je važno konstatovati sledeće:

- postoji znatna razlika u pogledu sadržaja gvožđa u ispitivanim uzorcima azbesta i serpentinita. Ukupni sadržaj gvožđa u azbestu iznosi 1,87%, u čistom azbestu 1,65%, a u uzorku serpentinita 7,85%
- sadržaj gvožđa u obliku FeO nekoliko je puta veći u serpentinitu (1,60%), nego u uzorcima azbesta (0,30 i 0,20%)
- sadržaj gvožđa u vidu Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 50 puta je veći u serpentinitu, nego u uzorku azbesta (uzorak čistog azbesta ne sadrži Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>).

U tablici 3 prikazan je uporedni pregled hemijskog sastava azbesta i serpentinita iz ležišta »Stragari« u poređenju sa hemijskim

Tablica 3

## Hemijski sastav hrizotilnog azbesta i serpentinita iz pojedinih ležišta

Hemijski sastav %	Ležišta hrizotilnog azbesta					
	Stragari		Baženovo*)		Džetigarinsko*	
	Azbest	Serpentinit	Azbest	Serpentinit	Azbest	Serpentinit
$SiO_2$	40,15	37,15	42,33	36,38	41,69	38,36
$MgO$	42,74	40,89	38,57	39,53	38,19	39,08
$CaO$	0,07	0,42	0,38	0,38	0,23	0,25
$TiO_2$	trag	trag	0,01	trag	trag	0,02
$Al_2O_3$	0,41	1,13	0,71	0,53	0,32	0,77
$Cr_2O_3$	0,004	0,58	—	0,44	0,08	0,28
$Fe_2O_3$	1,43	5,73	2,12	4,92	3,55	3,34
$FeO$	0,20	1,60	0,96	1,79	1,23	3,05
$MnO$	0,22	0,21	0,06	0,08	0,08	0,15
$NiO$	0,15	0,44	0,20	0,32	0,24	0,24
$K_2O+Na_2O$	0,28	0,33	0,11	trag	—	—
$CO_2$	—	0,73	0,83	—	0,01	0,01
Gubitak žarenjem	14,18	12,80	14,25	15,90	13,78	14,12
Ukupno:			100,25	100,27	100,80	100,19

sastavom azbesta i serpentinita iz ležišta Baženovo i Džetigarinsko (SSSR). Poređenjem prikazanih rezultata može se konstatovati, da je hemijski sastav azbesta i serpentinita iz navedenih ležišta veoma sličan i da nema većih odstupanja izuzev u pogledu sadržaja  $Fe_2O_3$  i  $FeO$ . Azbest iz ležišta »Stragari« sadrži znatno manje  $FeO$  i  $Fe_2O_3$  nego serpentinit, u poređenju sa relativnim odnosom istih elemenata u ležištu Baženovo i Džetigarinsko.

#### Mineraloško-petrografska analiza azbestne rude iz ležišta »Stragari«

Mineraloško-petrografska ispitivanja azbestne rude iz ležišta »Stragari« izvršena su na ista tri uzorka na kojima su izvršena i kompletna hemijska ispitivanja: na čistom azbestu (ručno odabranom), azbestu iz rude »azbestna krpica« i na uzorku serpentinita (glavni nosilac minerala jalovine).

#### Uzorak azbesta iz rude

Usitnjeni uzorak azbesta iz rude je sivo-zelenkaste boje, masnog je opipa i prema

spoljašnjem izgledu pripada kategoriji »azbestnih krpica«.

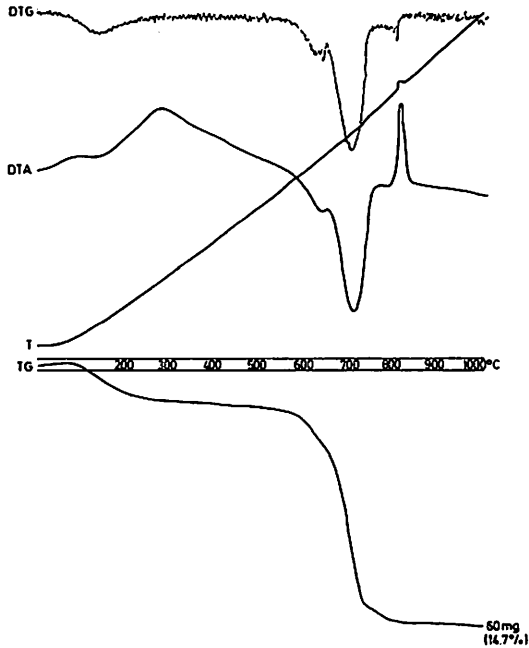
Pod mikroskopom se vrlo teško razdvajaju fiziografski oblici pojavljivanja minerala. Glavni deo uzorka je sastavljen od vlaknastog azbesta povezanog nevlaknastom sitnozrnatom masom masnog opipa, koja prema optičkim osobinama veoma liči na talk. Među izolovanim vlaknastim delovima azbesta neravnomerno su raspoređena zrna neprovidnih minerala. Deo ovih neprovidnih minerala izdvojen je magnetnom separacijom i određen kao magnetit. Treba naglasiti, da je udeo ovih minerala veoma mali i da ne može presudno da utiče na distribuciju mineralnih komponenti u uzorku.

Kompletna hemijska analiza (tablica 1) daje značajnu količinu alkalija i  $Al_2O_3$ , što indicira pojavljivanje alumosilikatnih minerala.

Spektrohemijska ispitivanja (tablica 2) ukazuju na nisko učešće mikroelemenata, izuzev mangana (1400 ppm) i nikla (1000 ppm), što je u skladu sa ovom tvorevinom.

Termoanalitička ispitivanja prikazana su originalnim termogramom (sl. 1); analizom

krivih i upoređivanjem sa krivama etalon-minerala dolazi se do zaključka:



Sl. 1 — Termogram uzorka rovnog azbesta iz Stragara.

- u temperaturnom intervalu 100 do 200°C oslobađa se adsorbovana voda
- u temperaturnom intervalu 580 do 740°C registrovan je karakterističan endotermni efekat otpuštanja konstitucione vode
- izraziti egzotermni efekat u intervalu 800—840°C je rezultat obrazovanja nove mineralne vrste forsterita, nastale rekristalizacijom posle rušenja prirodne strukture minerala u smeši.

Difrakcioni rentgenogram prikazan je na sl. 2. Glavni deo uzorka azbesta iz rude »Stragari« sastavljen je od hrizotila, koji je naročito markiran dubletom

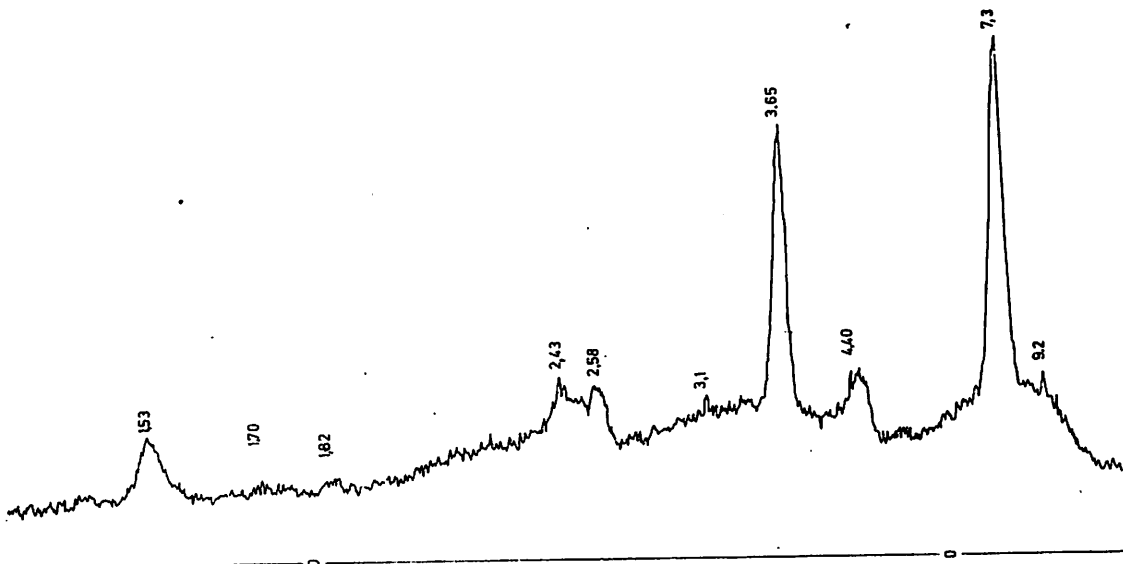
$$d/n - 2,58 \text{ \AA} \quad \text{i} \quad d/n - 2,43 \text{ \AA} \quad \text{i}$$

ostalim linijama hrizotila: 3,65; 7,30 i 4,40 Å.

Rendgenska ispitivanja ukazuju na sadržaj talka po refleksiji 9,20 i 3,10 Å.

Na osnovu svih izvršenih ispitivanja utvrđen je mineralni sastav azbesta iz rude »Stragari«:

- glavni, količinski najviše zastupljeni mineral azbesta iz rude »Stragari« je monoklinični hrizotil  $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ . Zajedno sa hrizotilom javlja se i talk  $Mg_3Si_3O_{10}(OH)_2$  i finodisperzni lizarđit (sastava kao i hrizotil)



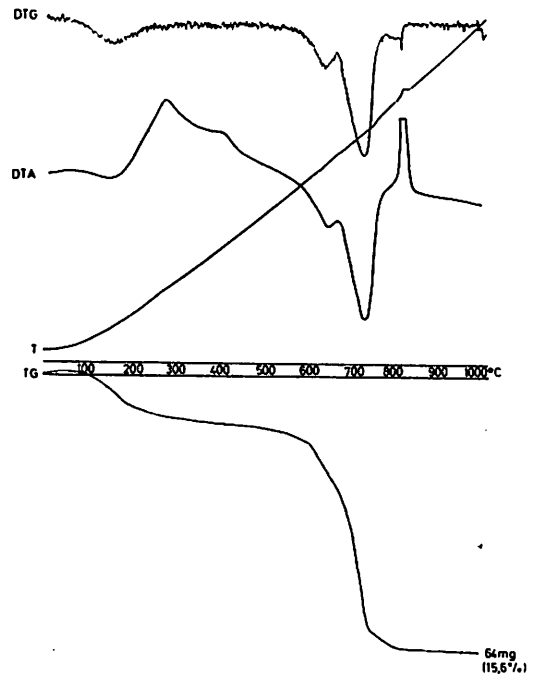
Sl. 2 — Rentgenogram uzorka rovnog azbesta iz Stragara.

— optičkim i fizičkim metodama određen je magnetit  $Fe_3O_4$  i magnezit  $MgCO_3$  u veoma malim količinama.

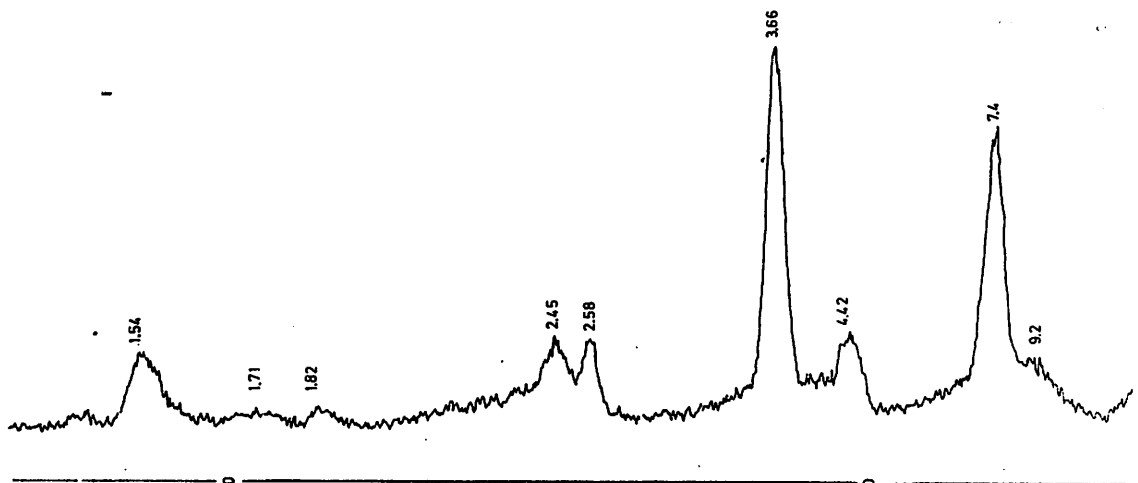
#### Uzorak čistog azbesta

Uzorak čistog azbesta dobijen je ručnim odabiranjem, a u cilju fizičko-hemijskih ispitivanja. Na usitnjenom uzorku izvršena su mikroskopska ispitivanja radi utvrđivanja raspodele minerala nosilaca gvožđa. Prema hemijskoj analizi (tablica 1) vidi se da nema veće razlike u sadržaju dvovalentnog i trovalentnog gvožđa u odnosu na sadržaj u azbestu iz rude. U slepljenom kožastom agregatu azbestnih vlaknaca, između tankih hrizotilskih vlaknaca konstatovana su sitna do 50 mikrona u prečniku zrna neprovidnih minerala. Količinski udeo ovih mineralnih zrna je mali, a magnetnom separacijom je izdvojen i utvrđen magnetit.

Spektrohemijska analiza (tablica 2) čistog azbesta zadržava isti odnos mikroelemenata, s tim što sadržaj mangana (1.700 ppm) i nikla (1.200 ppm) raste u odnosu na sadržaj u uzorku azbesta iz rude.



Sl. 3 — Termogram uzorka čistog azbesta iz Stragara.



Sl. 4 — Rentgenogram uzorka čistog azbesta iz Stragara.

Diferencijalno-termička ispitivanja su prikazana na dijagramu sl. 3 a na osnovu termograma može se konstatovati:

— pojava endotermnog efekta otpuštanja adsorbovane vode do 200°C a za-

tim snažan endotermni efekat u intervalu od 570—760°C koji odgovara gubitku konstitucione vode

— pojava egzotermnog efekta na 810°C je ista kao kod azbesta iz rude i obeležava formiranje forsterita

- daljim zagrevanjem uzorka čistog azbesta iznad 840°C ne zapažaju se termički efekti na krivama *TG*, *DTG* i *DTA* sve do postignute temperature od 1000°C.

Rendgenska difrakciona analiza čistog azbesta prikazana je na sl. 4. Minerali hrizotilske podgrupe odlikuju se jasno obeleženim dubletom refleksija d/n 2,57—2,56 Å i d/n 2,42—2,46 Å; ovde se javlja linija d/n 2,45 i d/n 2,58 Å, kao i ostale karakteristične refleksije d/n 3,66; 7,40 i 4,42 Å za hrizotil.

Uparedo s mineralom hrizotilske podgrupe registrovano je i prisustvo talka po refleksiji d/n 9,20 Å.

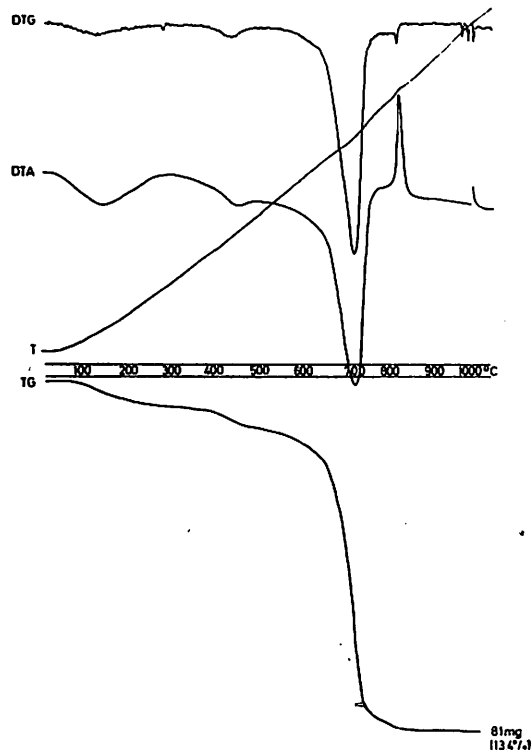
Prema rezultatima optičkih, hemijskih, spektrohemijskih, termoanalitičkih i rendgenskih ispitivanja uzorka čistog azbesta može se konstatovati sledeće:

- da ispitivani uzorak čistog azbesta nije u potpunosti monomineralna supstanca
- glavni mineral u ispitivanom uzorku je monoklinski hrizotil  $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ , a u manjoj meri talk  $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$  i finodisperzni lizardit.
- sadržaj minerala gvožđa je dokazan, ali je težinski udeo veoma mali, i ne može da utiče na raspodelu gvožđa u uzorku, te je gvožđe, konstatovano hemijskom analizom, verovatno vezano sa hrizotilom, što znači da se u procesu oplemenjivanja azbesta (fizičkim metodama) ne može očekivati smanjenje sadržaja gvožđa u koncentratu azbesta.

#### Uzorak serpentinita

Usitnjeni uzorak serpentinita je sivo-zelene boje, bez golim okom vidljivog hrizotilskog azbesta. Optička ispitivanja su izvršena na teškoj frakciji i magnetnoj frakciji ispitivanog uzorka serpentinita. Magnetna frakcija se sastoji od zrna magnetita izometričnog oblika sitnijih od 80 mikrona. Zrna magnetita nisu oslobođena, već su srasla sa silikatnim mineralima.

U teškoj frakciji (više od 2,8 gr/cm<sup>3</sup>) konstatovani su: magnetit kao osnovni mine-

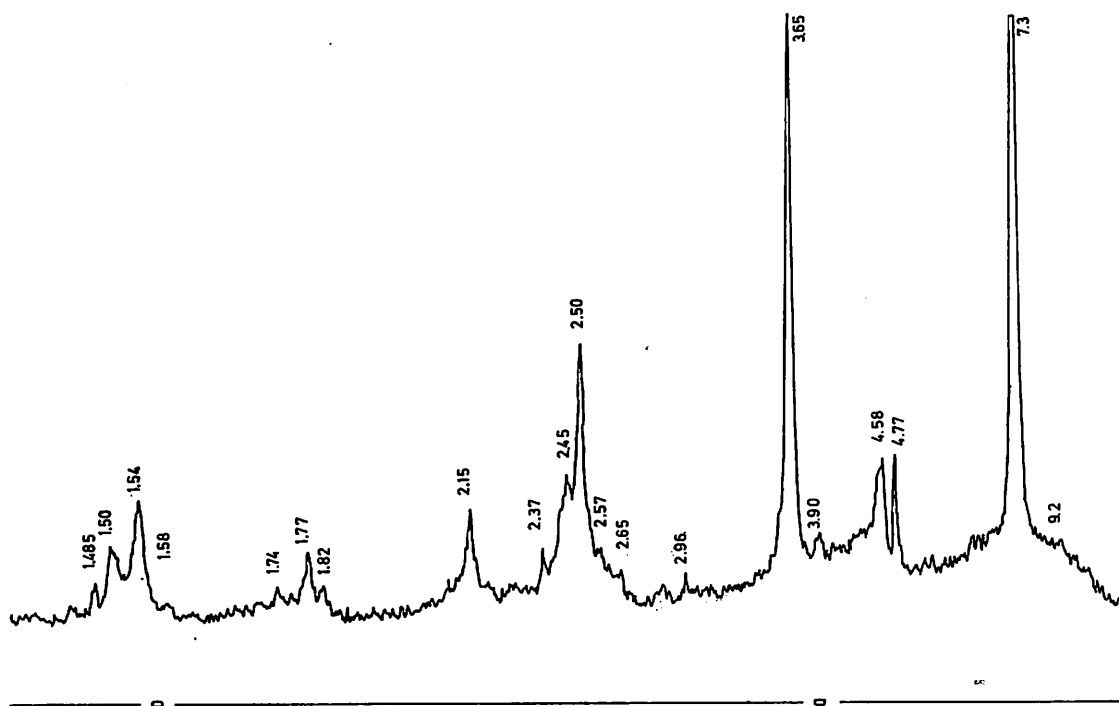


Sl. 5 — Termogram uzorka serpentinita.

ral, hromit, kao i retka zrna granata i pirit.

Termoanalitička analiza uzorka serpentinita iz ležišta »Stragari« prikazana je na termogramu (sl. 5). Na *DTA* krivi registrovana su tri endotermna efekta i jedan egzotermni efekat u intervalima temperature:

- 100 — 220°C endotermni efekat otpuštanja adsorbovane vode
- 420 — 460°C endotermni efekat s gornjom tačkom na 450°C koji registruje gubitak konstitucione vode iz minerala koji ovom metodom ne može da se odredi
- 620 — 750°C endotermni efekat koji registruje dehidroksizaciju minerala serpentinske grupe i obeležava rušenje kristalne rešetke prirodnih minerala i
- 810 — 840°C egzotermni efekat s gornjom tačkom na 820°C registruje rekristalizaciju forsterita (minerala olivinske grupe).



Sl. 6 — Rentgenogram uzorka serpentinita

Rendgenska difrakciona analiza uzorka serpentinita prikazana je na sl. 6. Upoređenjem sa rentgenogramom čistog azbesta i azbesta iz rude vidi se da rentgenogram serpentinita predstavlja složeniju mineralno-petrografsku građu, nego dva prethodno ispitivana uzorka.

Analizom rasporeda i intenziteta rendgenskih refleksija i poređenjem sa refleksijama čistog azbesta i azbesta iz rude zapaža se, da su registrovane sve refleksije kao i za prethodno analizirana dva uzorka. Pojava novih refleksija označava istovremeno i pojavu novih mineralnih vrsta, od kojih neke pripadaju istoj serpentinskoj grupi minerala a neke su van ove grupe.

I ovde je konstatovan karakterističan dublet d/n 2,58 i d/n 2,43 Å za hrizotilsku grupu, kao i dublet antigoritske grupe d/n 1,54 i d/n 1,58 Å, a refleksija 2,50 Å se veže za pojavu disperznog lizardita.

Složena parageneza serpentinskih minerala upotpunjena je pojavom brusita  $Mg(OH)_2$  (d/n 4,74; 2,37 i 1,77 Å) i talka (refleksija 9,20 Å).

Mineralni sastav serpentinita »Stragari«, prema ovim ispitivanjima, je veoma složen. Optičkim putem utvrđeni su sledeći minerali: magnetit, hromit, kalcit, magnezit, granat i pirit. Količinsko učešće ovih minerala je malo, izuzev magnetita koji se javlja u povećanom iznosu. Termooanalitičkim i rendgenskim ispitivanjima je utvrđeno, da se u serpentinitu pojavljuju obe podgrupe serpentinskih minerala, hrizotilska i antigoritska, zajedno sa talkom i lizarditom. Pojava brusita u mineralnoj paragenezi serpentinita »Stragari« može da bude značajna pri razjašnjenju geneze ležišta »Stragari«.

#### Zaključak

Utvrđivanje hemijskog i mineralnog sastava azbestne rude iz ležišta »Stragari« izvršeno na uzorcima: čist azbest (ručno odabran), azbest iz rude (azbestna »krpa«) i serpentinit (osnovna stena nosilac orudnjenja) je dalo sledeće rezultate:

- azbest iz rude ležišta »Stragari« pripada grupi hrizotilnog azbesta
- u pogledu hemijskog i mineralnog sastava azbest »Stragari« ne razlikuje se od hrizotilnog azbesta iz drugih poznatih ležišta u svetu
- specifičan način pojavljivanja azbesta u ležištu »Stragari« u vidu azbestnih »krpa« i »krpica« je, verovatno, posledica geneze ležišta. Ovakav način orudnjenja azbesta u ležištu nije imao uticaja na kvalitet azbestnog vlakna, već samo na vid pojavljivanja. Sa gledišta razvlaknjivanja azbesta ovakav način pojavljivanja predstavlja za sada nerešen tehnološko-tehnički problem
- uzorak čistog azbesta i azbesta iz rude (»krpa«) su u pogledu hemijskog sastava skoro identični, izuzev u pogledu sadržaja gvožđa u vidu  $Fe_2O_3$  (magnetit), te se na osnovu hemijske analize gvožđa u vidu  $Fe_3O_4$  može utvrditi stepen čistoće azbesta, tj. koliko je oslobođen od vezivne mase (talk-lizardita)
- mineralni sastav čistog azbesta i azbesta iz rude »krpe« je veoma sličan, samo što se u azbestnoj »krpi« javljaju u povećanom sadržaju magnetit, talk i lizardit; prema tome, moglo bi se zaključiti da se vezivna masa pretežno sastoji od talk-lizardita
- sa gledišta izdvajanja azbestnih vlakana iz azbestnih »krpa« i »krpica«, imajući u vidu da u pogledu hemijskog i mineralnog sastava ne postoje veće razlike čistog azbesta od azbesta u »krpicama«, postoje veoma mali izgledi u iznalaženju odgovarajućeg tehnološkog procesa za proizvodnju azbestnog vlakna iz rude ležišta »Stragari«
- u pogledu sadržaja gvožđa postoje znatne razlike u ispitivanim uzorcima azbesta i serpentinita i te se razlike ogledaju u sadržaju gvožđa u vidu  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$  i  $Fe_3O_4$ . Ukupan sadržaj  $Fe_2O_3$  u čistom azbestu iznosi 1,65%, a u serpentinitu 7,85%. Sadržaj gvožđa u vidu  $Fe_3O_4$  u čistom azbestu se javlja u tragovima, a u serpentinitu iznosi 5,00%. Ove konstatovane razlike u sadržaju gvožđa u azbestu i serpentinitu iz ležišta »Stragari« su dovoljni indikatori, da se na osnovu istih mogu zasnovati metode odvajanja azbesta od serpentinita
- prema mineralnom sastavu i sadržaju pojedinih minerala u uzorcima azbesta i čistog azbesta i u serpentinitu može se zaključiti da sa gledišta koncentracije azbesta postoji samo znatna razlika u pogledu sadržaja magnetita. Azbest iz rude (azbestna »krpa«) sadrži 0,10% magnetita, a uzorak serpentinita 5,00%, tj. oko 50 puta više nego azbest iz rude.

Izvršena laboratorijska ispitivanja utvrđivanja hemijskog i mineralnog sastava azbestne rude iz ležišta »Stragari« su potvrdila gledište, da azbest iz ležišta »Stragari« pripada grupi hrizotilnog azbesta i da postoje znatne razlike u sadržaju gvožđa u ispitivanim uzorcima azbesta i serpentinita i da iste razlike mogu da posluže kao osnova za iznalaženje novih metoda koncentracije azbesta. Pitanje razvlaknjivanja azbesta iz ležišta »Stragari« ostaje i dalje otvoreno, a prema utvrđenom hemijskom i mineralnom sastavu vezivne mase azbestnih vlakana u »krpama« sa poznatim metodama razvlaknjivanja, ne mogu se očekivati pozitivni rezultati.

#### SUMMARY

##### Mineral Composition of Stragari Asbestos and Possibilities of Developing New Technological Processes for Asbestos Concentration

Determinations of chemical and mineralogical compositions of asbestos ore from »Stragari« Deposit were completed on following samples: clean asbestos (hand picked), asbestos from the ore (»asbestos cloth«) and serpentinite (basic asbestos mineralization bearing rock).

It was found that asbestos »Stragari« belongs to the group of chrysotil asbestos and that it does not differ in regard with chemical and mineral composition from chrysotil asbestos from other known deposits worldwide.

Regarding asbestos concentration from »Stragari« deposit ore, it was found that substantial differences exist in iron content in the form of FeO and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (magnetite) in samples of clean asbestos and serpentinite. FeO content in clean asbestos is 0,20 per cent, and in serpentinite 1.60 per cent. Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> content in serpentinite totals 5.00 per cent, and in clean asbestos only a trace is found.

The differences in iron, i. e. magnetite, content may be very interesting from the viewpoint of new methods of concentration and asbestos extraction from »Stragari« ore.

The specific form of asbestos occurrence in »Stragari« deposit as »cloth« and »rags« (with sizes from several mm to ten cm) has no effect on asbestos fibre grade, but only on the form of occurrence.

From the standpoint of asbestos fibre separation from asbestos »cloth« and »rags«, bearing in mind that there are no major differences in chemical and mineral compositions between clean asbestos and asbestos in »rags«, the development of appropriate economical technological process for iron and asbestos extraction from »Stragari« ore is highly doubtful.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Die Mineralzusammensetzung von Asbest aus Stragari und Möglichkeiten neuer technologischer Aufbereitungsprozesse für die Asbestkonzentration

Bestimmung der chemischen und Mineralzusammensetzung des Asbestes aus der Lagerstätte »Stragari« wurde auf den Proben durchgeführt: reiner Asbest (handgeklaut), Asbest aus dem Erz (»Asbestfetzen«) und Serpentin (das Grundgestein der Asbestvererzung).

Die spezifische Art des Vorkommens von Asbest in der Lagerstätte »Stragari« in Form von »Fetzen« und »Fetzchen« (Größen von einigen mm bis zu 10 cm) hat keinen Einfluss auf die Asbestfasergüte sondern nur auf die Vorkommensart.

Es wurde festgestellt, dass der Asbest von »Stragari« zur Gruppe der Chrysotil-asbeste gehört und dass er sich hinsichtlich der chemischen und Mineralzusammensetzung von Chrysotilasbest aus anderen bekannten Lagerstätten in der Welt nicht unterscheidet.

Vom Standpunkt der Asbestkonzentration aus der Lagerstätte »Stragari« wurde festgestellt, dass bedeutende Unterschiede im Eisengehalt in Form von FeO und Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (Magnetisenerz) in den Proben von reinem Asbest und Serpentin bestehen. Der Gehalt an FeO beträgt im reinen Asbest 0,20% und im Serpentin 1,60%. Der Gehalt an Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> in Serpentin beträgt 5,00% und im reinen Asbest kommt es nur in Spuren vor.

Diese Unterschiede im Eisengehalt d.h. Magnetisenerz könnten sehr interessant sein vom Standpunkt der Ausarbeitung neuer Konzentrationsverfahren und Asbest aus dem Erz von »Stragari«.

Vom Standpunkt der Trennung von Asbestfasern aus Asbestfetzen und — fetzchen, wobei man bedenken muss, dass hinsichtlich chemischer und Mineralzusammensetzung keine grösseren Unterschiede zwischen reinem Asbest und »Fetzen« — Asbest bestehen, so dass die Aussichten zur Auffindung eines entsprechenden wirtschaftlichen technologischen Verfahrens zur Erzeugung von Asbestfasern aus dem Erz »Stragari« sehr gering sind.



## РЕЗЮМЕ

### Минеральный состав азбеста из „Страгара“ и возможность разработки новых технологических процессов концентрации азбеста

Установление химического и минерального состава руды азбеста из месторождения „Страгари“, осуществлено на образцах: чистый азбест (взят рукой), азбест из руды („Азбестная тряпка“) и серпентинит (основная стена носитель оруднения азбеста).

Специфический способ появления азбеста в месторождении „Страгари“ в виде „тряпок“ и „тряпочек“ (величиной несколько мм и до десяти см) не имеет влияние на качество азбестного волокна, а только на способ появления.

Установлено что азбест из „Страгара“ принадлежит группе хризотильного азбеста и что в смысле химического и минерального состава не различается от хризотильного азбеста из других известных месторождений в мире.

С точки зрения концентрации азбеста из руды месторождения „Страгари“ утверждено, что существуют значительные разницы в содержании железа в виде FeO и Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (магнетита) в образцах чистого азбеста и серпентинита. Содержание FeO в чистом азбесте 0,20%, а в серпентините 1,60%. Содержание Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> в серпентините 5,00%, а в чистом азбесте появляется только след.

Эти разницы в содержании железа т.е. магнетита, могут быть очень интересными с точки зрения разработки новых методов концентрата и азбеста из руды „Страгари“.

С точки зрения выделения азбестных волокон из азбестных „тряпок“ и „тряпочек“ имея в виду, что в смысле химического и минерального содержания не существует большая разница между чистым азбестом и азбестом в „тряпочках“, существуют очень небольшие возможности в нахождении соответствующего экономического технологического процесса для производства волокна азбеста из руды „Страгари“.

## Literatura

1. Ferjan, M., 1962: Studija raščešljavanja stragarskog azbesta i mogućnosti njegove upotrebe. »Rudarski glasnik«, 2/62, Beograd.
2. Ivanković D., 1975: Doprinos principima koncentracije siromašnih azbestnih ruda. Doktorska disertacija, Zagreb.
3. Karšulin, M., 1958: Studija o azbestu Stragari I. — »Zaštita materijala« 9.
4. Karšulin M., 1958: Studija o azbestu Stragari II — »Zaštita materijala« 10.
5. Marković, S., 1962: Mokri postupak za dobijanje azbesta iz sirovine rudnika azbesta Stragari. — »Rudarski glasnik« 3/62 Beograd.
6. Milutinović, Ž., 1965: Studija i metode razvlaknjivanja azbesta iz Stragara. — Doktorska disertacija, Zagreb.
7. Pavlović, S., 1949: Pojave kožastog azbesta u Stragarima i mogućnosti njegovog korišćenja. — »Glasnik SAN« I, sv. 3 392—394, Beograd.
8. Pavlović, S., 1952: Mineraloški sastav kožastog azbesta »Stragari«. — »Glasnik SAN« IV, sv. 1 56—57, Beograd.
9. Osepek, V., Grinšičar, A., 1959: Jugoslovenski serpentinosni azbest s posebnim obzirom na azbest Stragari. — »Geologija razprave in poročila« 5 knjiga, Ljubljana.
10. Sobolev, N.D., 1971: Vvdenije v asbestovedenije — »Nedra«, Moskva.

# Uticaj automatske kontrole mlevenja na kapacitet prerade rude u flotaciji Majdanpek

(sa 1 slikom)

Dipl. ing. Miloljub Grbović — dipl. ing. Milorad Grujić —  
dipl. ing. Ljutica Košutić

## Uvod

Ovaj članak, koji se nastavlja na članak »Automatizacija procesa mlevenja u flotaciji Rudnika bakra Majdanpek«\* u kome su prikazani osnovni principi automatske kontrole sekcije XI sa opisom opreme, daje upoređenje automatizovane sekcije XI sa ostalim, po veličini i uslovima rada istim, ali neautomatizovanim sekcijama.

Realizovana automatska kontrola mlevenja sekcije XI (sl. 1) sastoji se od tri osnovna nezavisna kola i to:

- automatskog održavanja željene gustine pulpe u mlinu sa šipkama, bez obzira na promene u kapacitetu prerade rude
- automatskog održavanja željenog nivoa pulpe u sanduku pumpe hidrociklona u zavisnosti od željene finoće samlevene rude i stepena dotrajalosti rotora pumpe
- automatske kontrole kružne šarže sa zadatkom da se promeni kapacitet prerade rude pri prelasku za mekše ili sitnije na tvrđu ili krupniju izdrobljenu rudu i obratno.

U nastavku su dati uporedni rezultati ostvareni sa automatizovanom i neautomatizovanim sekcijama mlevenja rude.

## Analiza dobijenih rezultata

U periodu januar—april 1976. g. praćen je rad automatizovane sekcije XI i vršena

\* »Rudarski glasnik« br. 3/76.

poređenja u odnosu na neautomatizovane sekcije V—X. Dobijeni rezultati za svaki mesec prikazani su u tablici 1.

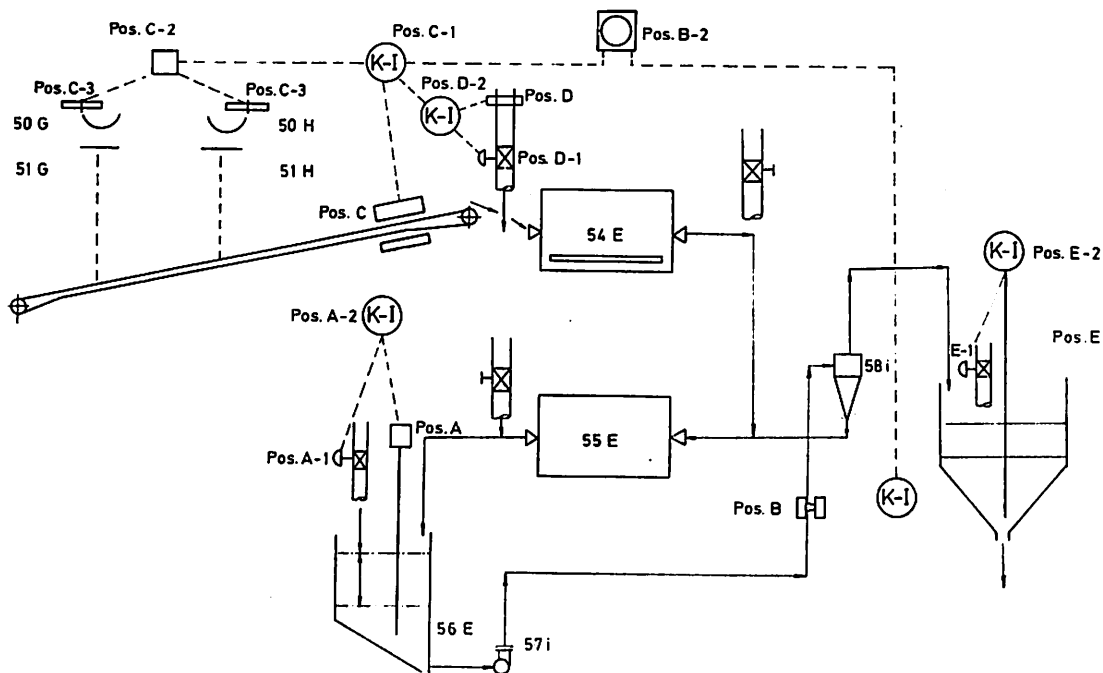
Analizom podataka navedenih u tablici 1, može se steći potpuna slika efikasnosti rada pojedinih sekcija.

Tablica 1

### Ostvareni časovni kapacitet prerade rude

Period	Seksija	Časovni kapacitet, t/h	Finoća samlevene rude	
			+ 65 meš. %	— 200 meš. %
Januar	V—VI	171,7	14,50	52,50
	VII—X	171,3	8,88	55,85
	XI	173,9	8,43	58,90
Februar	V—VI	176,4	13,95	52,50
	VII—X	170,8	10,93	52,23
	XI	175,9	8,57	58,78
Mart	X—VI	162,5	9,42	54,30
	VII—X	177,5	10,92	54,45
	XI	180,7	8,04	58,32
April	V—VI	178,6	10,39	55,51
	VII—X	167,5	9,69	55,79
	XI*	175,6	11,93	53,98
Januar—april	V—VI	172,4	12,05	53,69
	VII—X	171,8	9,79	55,41
	XI	176,6	9,20	57,54

\*) U aprilu je XI sekcija radila 20 dana sa neautomatizovanom rezervnom linijom hidrociklona.



SI. 1 — Sema automatizacije mlevenja.

Potrebno je da se svi podaci iz tablice 1 svedu na isti osnovni pokazatelj i posle toga izvrši upoređenje. Da bi se ustanovila razlika u stvarnom kapacitetu između automatizovane sekcije XI i neautomatizovane sekcije V—X, izračunati su specifični kapaciteti sekcija.

U tablici 2, pod tačkom (1) i (2) dati su izmereni podaci o radu pojedinih sekcija. Na bazi izmerenih podataka u tački (3) na istoj tablici izračunati su specifični kapaciteti po novostvorenim klasama krupnoće minus 0,074 mm.

Zapremina mlinova sekcija V i VI iznosi po 89,1 m<sup>3</sup> a sekcija VII—XI po 94 m<sup>3</sup>.

Prosečni specifični kapacitet mlinskih sekcija, dakle u ispitivanom periodu bio je:

Za sekcije V i VI  $q_1 = 0,950 \text{ t/m}^3/\text{h}$

Za sekcije VII—X  $q_2 = 0,950 \text{ t/m}^3/\text{h}$

Za sekciju XI  $q_3 = 1,023 \text{ t/m}^3/\text{h}$

Upoređenjem sekcija prema ostvarenom prosečnom specifičnom kapacitetu kao zajedničkom pokazatelju došlo se do sledećeg:

$$q_1 : q_2 : q_3 = 100 : 100 : 107,7$$

Tablica 2

Sadržaj klase minus 200 meš. u ulaznoj i samlevenoj rudi.

Proizvodni pokazatelj	Sekcije		
	V—VI	VII—X	XI
1. Časovni kapacitet t/h	172,4	171,6	176,6
2. Sadržaj klase minus 0,074 mm u % u			
— produktu drobljenja	4,6	3,4	3,1
— prelivu hidrociklona	53,69	55,41	57,54
3. Specifični kapaciteti po novostvorenim klasama (krupnoće minus 0,074 mm, t/h:			
— za mlinove sa šipkama	29,99	31,92	33,91
— za mlinove sa kuglama	54,64	57,33	62,23
— za sekcije	84,63	89,25	96,14

Iz ove analize proizilazi da je na sekciji XI ostvaren za 7,7% veći kapacitet nego na sekcijama V—X.

Radi sagledavanja što potpunijeg efekta automatizacije na povećanje kapaciteta analizirana je i potrošnja električne energije u toku celog ispitivanog perioda. Dobijeni podaci o energetskeim pokazateljima dati su u tablici 3.

Tablica 3

Utrošak elektroenergije

Energetski pokazatelji	S e k c i j a		
	V—VI	VII—X	XI
1. Opterećenje snaga motora mlinova, kW:			
— mlinova sa šipkama	469	467	472
— mlinova sa kuglama	1431	1426	1416
— sekcija	1900	1893	1888
2. KWh/t ostvarenog kapaciteta			
— za mlino ve sa šipkama	2,72	2,72	2,67
— za mlino ve sa kuglama	8,30	8,31	8,02
— za sekcije	11,02	11,03	10,69
3. KWh/t po novostvo- renim klasama (grup- moće (100% minus 0,074 mm):			
— za sekcije	22,45	21,21	19,64

Analizom energetskih pokazatelja iz tablice 3 može se zaključiti:

— mlinovi svih sekcija su radili sa približno istim opterećenjima, što dokazuje da su bili dobro popunjeni meljućim telima

— na sekciji XI utrošeno je manje KWh energije po toni novostvorene klase minus 200 meš, što dokazuje da je utrošena energija racionalnije iskorišćena u odnosu na neautomatizovane sekcije.

Pored navedenih podataka, u ispitivnom periodu je praćena kružna šarža i oštrina klasiranja na svim sekcijama.

Tablica 4

Kružna šarža i oštrina klasiranja

Tehnološki pokazatelji	S e k c i j a		
	V—VI	VII—X	XI
Kružna šarža, C	3,22	3,20	2,95
Oštrina klasiranja, E	52	53	57

Iz podataka navedenih u tablici 4 vidi se da je automatskom kontrolom sekcije XI kružna šarža smanjena, a oštrina klasiranja poboljšana u odnosu na ostale neautomatizovane sekcije.

Zaključak

Ostvareno povećanje kapaciteta prerade rude od 7,7% na automatizovanoj sekciji XI opravdava ugradnju automatske kontrole procesa mlevenja i na svim ostalim sekcijama.

Časovni kapacitet neautomatizovanih sekcija, pri mlevenju rude do oko 55% minus 200 meša iznosi:

Za sekciju I—IV	113 t/h · 4 = 452 t/h
Za sekciju V—VI	161 t/h · 2 = 322 t/h
Za sekcije VII—XI	170 t/h · 5 = 850 t/h
Ukupno bez automatike	1.624 t/h

Ugradnjom automatike kapacitet se povećava na  $1624 \cdot 1,077 = 1749$  t/h.

Na razlici u kapacitetu godišnje se dobija:

$$Q = 125 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 0,90 = 985.500 \text{ t}$$

Iz ove količine rude sa sadržajem 0,55% Cu uz flotacijsko iskorišćenje od 88%, dobiće se novih 18.500 t koncentrata bakra godišnje. Zajedno sa plemenitim metalima ovaj koncentrat vredi preko 140.000.000 dinara.

Investiciona ulaganja za automatizaciju svih jedanaest sekcija iznose oko 10.000.000 dinara.

Posle sagledavanja efekata automatizacije dobijenih radom sekcije XI, Rudnik bakra Majdanpek je odlučio da postepeno uvede automatsku kontrolu i na preostalih deset sekcija.

## SUMMARY

### **Effect of Grinding Automatic Control on the Capacity of Ore Processing in Majdanpek Flotation Plant**

The paper presents the results of full-scale application of automatic control of the grinding process in one section of Majdanpek flotation plant. The automated section yields a capacity increase of 7.7 per cent compared with unautomated sections. Presented are the overall effects to be achieved with the introduction of automation in all grinding sections.

## ZUSAMMENFASSUNG

### **Einfluss der automatischen Mahlkontrolle auf die Leistungsfähigkeit der Erzaufbereitung in der Flotationsanlage Majdanpek**

In dem Aufsatz sind die Ergebnisse der industriellen Anwendung der automatischen Kontrolle des Mahlprozesses in einer Sektion der Flotationsanlage in Majdanpek dargestellt. In der automatisierten Sektion beträgt die Erhöhung der Leistungsfähigkeit 7,7% in Bezug auf die nicht automatisierten Sektionen. Es wurde der Gesamteffekt gegeben, den das Bergwerk nach der Einführung der Automatik für alle Mahlsektionen erzielen wird.

## РЕЗЮМЕ

### **Влияние автоматической контроли размола на производительность, переработки руды в флотации Майданпек**

В статье приведены результаты промышленного применения автоматического контроля процесса на одном участке флотации Майданпек. На автоматизированном участке осуществляется увеличение производительности за 7,7% в отношении к неавтоматизированному участку. Показаны общие эффекты которые рудник осуществит после введения автоматики на всех участках размола.

**Autori:** Dipl. ing. Miloljub Grbović i dipl. ing. Ljutica Košutić, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd i dipl. ing. Milorad Grujić, rudnik Majdanpek  
**Recenzent:** Dr ing. Milorad Jošić, Rudarski institut, Beograd

## Ponašanje korisnih komponenti rude jednog rudnog tela ležišta Lipovac u elektromagnetnom polju

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Milan Milošević — dipl. ing. Stevan Đokić

### Uvod

Rudno ležište Lipovac, u okolini Aranđelovca, sastoji se od nekoliko rudnih tela, od kojih su dva većim delom istražena, a jedno je bilo u fazi istražnih radova u periodu kada smo vršili ispitivanja mogućnosti koncentracije minerala nikla i gvožđa.

Rudno telo ležišta Lipovac izgrađeno je od magnetita, fespina, hromita, hromspina, jakobsita, hematita, pentlandita, milerita, garnijerita i minerala jalovine. Sulfidni minerali su redovni pratioci mineralne asocijacije u ležištu Lipovac, ali su u ovom rudnom telu manje zastupljeni.

Cilj ovog članka je prikaz jednog dela tehnoloških ispitivanja izvršenih na rudi jednog rudnog tela ležišta Lipovac.

Tehnološkim ispitivanjima utvrđeno je ponašanje korisnih minerala u elektromagnetnom polju niskog intenziteta.

### Hemijsko-mineraloški sastav rovne rude

Sva kvalitativna ispitivanja rovne rude kao i sva tehnološka ispitivanja vršena su na kompozitnom uzorku više bušotina, sledećeg hemijskog sastava:

	%		%
<i>Fe</i> -ukupno	38,60	<i>Co</i>	0,04
<i>Fe</i> <sup>++</sup>	18,12	<i>SiO<sub>2</sub></i>	19,45
<i>Fe</i> <sup>+++</sup>	20,48	<i>Mo</i>	—

<i>Ni</i> -ukupni	0,96	<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	5,08
<i>Ni</i> -rastvorni	0,96	<i>Au</i>	—
<i>Ni</i> -nerastvorni	—	<i>Ag</i>	—
<i>S</i>	0,37	<i>Cu</i>	—
<i>Cr</i>	2,62	<i>CaO</i>	0,25
<i>Pb</i>	—	<i>Ti</i>	—
<i>Zn</i>	0,43	<i>Gubitak žarenjem</i>	4,26

Faznom analizom utvrđen je sadržaj nikla i gvožđa u sledećem vidu i to:

	%
<i>Ni</i> — sulfatni	—
<i>Ni</i> — sulfidni	0,15
<i>Ni</i> — silikatni	0,81
<i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	11,40
<i>Fe</i> — silikatno	10,51
<i>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub></i>	26,00
<i>FeS<sub>2</sub></i>	0,69

Rezultati fazne analize i nizak sadržaj *S* u uzorku ukazuju da je sadržaj sulfidnog nikla veoma nizak.

Mineraloškim ispitivanjem uzorka utvrđeni su sledeći rudni minerali:

	%
Magnetit	25,00
Spinel	15,85
Sulfidi nikla	0,21
Pirit	0,42
Ukupno:	41,48

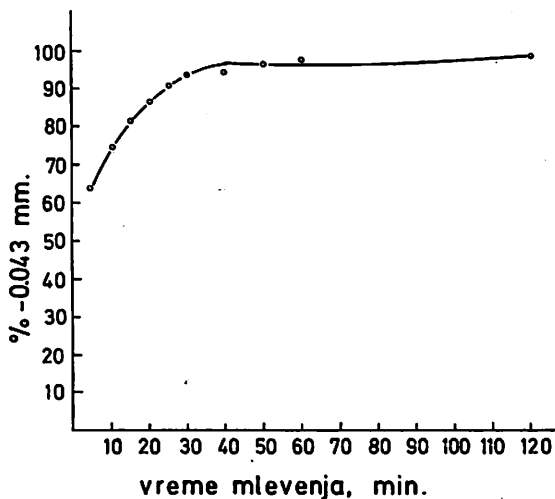
Strukturno-teksturane osobine rude određivane su na većem broju specimena i one su veoma različite za svaki specimen.

Magnetit se u većini slučajeva javlja sa Cr-spinelima, bilo da se spinel nalazi uklopljen u magnetitu, ili, pak, obratno.

Ima slučajeva da se minerali gvožđa i spinela javljaju i u slobodnim formama reda veličine 0,05—0,30 mm.

Milerit se obično javlja u veoma finim zrnima (od 0,005—0,03 mm) u magnetitu, a ponekad se javlja u vidu agregata reda veličine 0,02—0,09 mm, koji kao mlađa tvorevina cementuju pojedinačna zrna pentlandita (0,01—0,03 mm).

Pirit je predstavljen pojedinačnim zrnima reda veličine 0,01—0,07 mm. Kobalt se javlja sa silikatima gvožđa, mada često i slobodan kao agregat reda veličine 0,03—0,07 mm.



Sl. 1 — Dijagram meljivosti rude u funkciji vremena

### Ispitivanje meljivosti rude

Ispitivanje meljivosti rude vršeno je u laboratorijskom mlinu sa kuglama pri konstantnoj šarži kugli i pri konstantnom odnosu  $C : T = 1 : 3$  u funkciji vremena mlevenja.

Rezultati tih ispitivanja prikazani su u tablici 1 i na slici 1.

### Raspodela korisnih komponenti u proizvodima analizatora »Davis« u funkciji vremena mlevenja i finoće mliva

U cilju određivanja udela magnetitne komponente i drugih korisnih minerala

nikla i kobalta u proizvodima analizatora »Davis« rađene su analize u funkciji vremena mlevenja i finoće mliva.

Sve analize su rađene na uzorcima ruda koji su prethodno mokro mleveni u laboratorijskom mlinu sa kuglama pri konstantnim uslovima šarže kugli i odnosa  $C : T = 1 : 3$ , a u funkciji vremena mlevenja (finoća mliva).

Rezultati ispitivanja prikazani su u tablicama 2—11.

### Finoća mliva u funkciji vremena mlevenja

Tablica 1

Otvor sita u mm	Vreme mlevenja											
	5 min.		10 min.		15 min.		20 min.		25 min.		30 min.	
+0,074	32,44	32,44	18,80	18,80	12,40	12,40	7,70	7,70	5,52	5,52	3,66	3,66
-0,074+0,043	3,35	35,79	5,96	24,76	5,60	18,00	5,18	12,88	5,30	8,82	3,07	6,73
-0,043	64,21	100,00	75,24	100,00	82,00	100,00	87,12	100,00	91,18	100,00	93,27	100,00

Otvor sita u mm	Vreme mlevenja							
	40 min.		50 min.		60 min.		120 min.	
+0,074	2,79	2,79	1,75	1,75	1,00	1,00	0,13	0,13
-0,074+0,043	2,77	5,56	1,91	3,66	1,13	2,13	0,67	0,80
-0,043	94,44	100,00	96,34	100,00	97,87	100,00	99,20	100,00

Tablica 2

Rezultati analiza za uzorak finoće mliva 64,21‰—0,043 mm

Proizvod	T %	Sadržaj, %				Raspodjela, %			
		Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Ulaz	100,00	38,26	0,95	0,022	3,99	100,00	100,00	100,00	100,00
Magnetično	48,08	55,15	0,52	0,020	6,46	69,31	26,30	42,56	77,77
Nemagnetično	51,92	22,62	1,32	0,025	1,71	30,69	73,70	57,44	22,23

Tablica 3

Rezultati analiza za uzorak finoće mliva 75,24‰—0,043 mm

Proizvod	T %	Sadržaj, %				Raspodjela, %			
		Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Ulaz	100,00	38,19	0,90	0,016	4,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Magnetično	45,09	56,82	0,41	0,007	6,33	67,08	20,57	18,69	71,32
Nemagnetično	54,91	22,90	1,30	0,025	2,09	32,92	79,43	81,31	28,68

Tablica 4

Rezultati analize za uzorak finoće mliva 82,20‰—0,043 mm

Proizvod	T %	Sadržaj, %				Raspodjela, %			
		Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Ulaz	100,00	37,83	1,17	0,007	3,70	100,00	100,00	100,00	100,00
Magnetično	43,78	58,08	0,44	0,010	5,95	67,21	16,37	60,90	70,27
Nemagnetično	56,22	22,06	1,75	0,005	1,96	32,79	83,63	39,10	29,73

Tablica 5

Rezultati analize za uzorak finoće mliva 87,12‰—0,043 mm

Proizvod	T %	Sadržaj, %				Raspodjela, %			
		Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Ulaz	100,00	37,93	0,95	0,021	3,76	100,00	100,00	100,00	100,00
Magnetično	45,88	56,82	0,50	0,010	5,82	61,28	24,03	22,03	70,95
Nemagnetično	54,12	21,92	1,34	0,030	2,02	38,72	75,97	77,97	29,05

Tablica 6

Rezultati analize za uzorak finoće mliva 91,40‰—0,043 mm

Proizvod	T %	Sadržaj, %				Raspodjela, %			
		Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Ulaz	100,00	38,26	0,94	0,026	3,81	100,00	100,00	100,00	100,00
Magnetično	44,03	58,08	0,44	0,015	5,76	66,83	20,65	25,21	66,53
Nemagnetično	55,97	22,62	1,33	0,035	2,28	33,17	79,35	74,79	33,47



Tablica 7

Rezultati analize za uzorak finoće mliva 94,14‰—0,043 mm

Proizvod	T %	Sadržaj, %				Raspodjela, %			
		Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Ulaz	100,00	38,43	0,93	0,036	3,73	100,00	100,00	100,00	100,00
Magnetično	44,02	58,36	0,48	0,020	5,52	66,85	22,77	23,91	64,97
Nemagnetično	55,98	22,76	1,28	0,050	2,34	33,15	77,23	76,09	35,03

Tablica 8

Rezultati analize za uzorak finoće mliva 95,40‰—0,043 mm

Proizvod	T %	Sadržaj, %				Raspodjela, %			
		Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Ulaz	100,00	39,07	0,94	0,052	3,29	100,00	100,00	100,00	100,00
Magnetično	44,03	59,15	0,50	0,030	4,75	66,64	23,37	25,21	63,47
Nemagnetično	55,97	23,29	1,29	0,070	2,15	33,36	76,63	74,79	36,53

Tablica 9

Rezultati analize za uzorak finoće mliva 96,34‰—0,043 mm

Proizvod	T %	Sadržaj, %				Raspodjela, %			
		Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Ulaz	100,00	40,13	0,92	0,042	2,90	100,00	100,00	100,00	100,00
Magnetično	44,59	60,54	0,47	0,020	3,89	67,26	22,81	21,12	59,73
Nemagnetično	55,41	23,71	1,28	0,060	2,11	32,74	77,19	78,88	40,27

Tablica 10

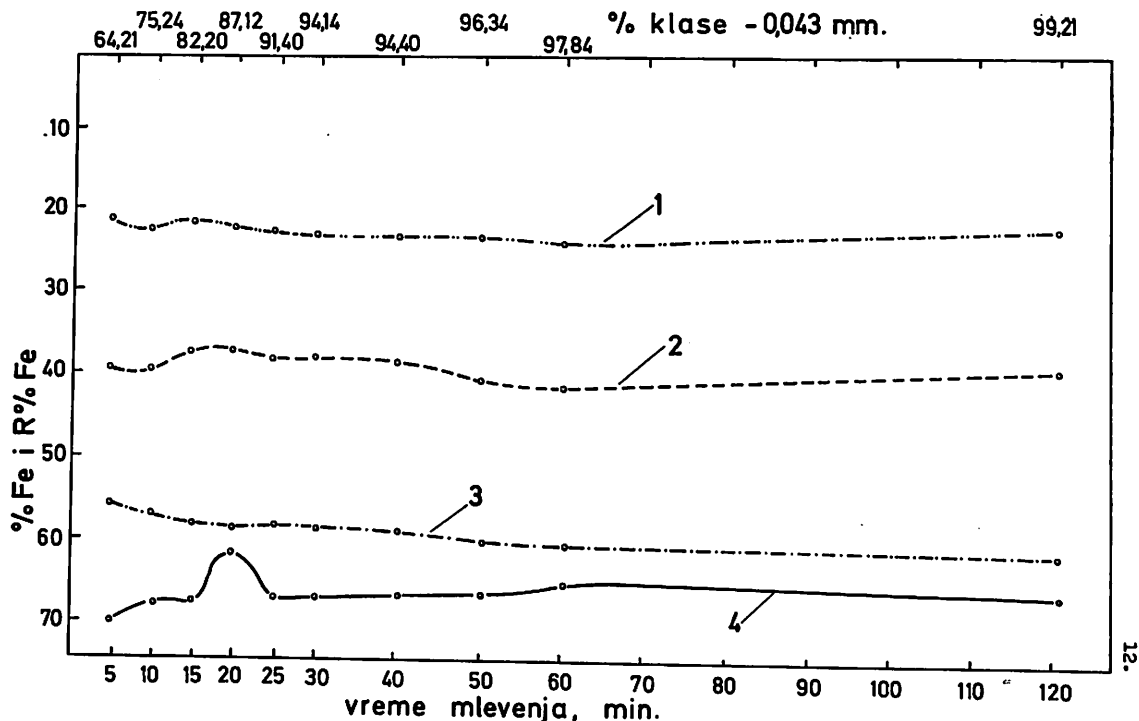
Rezultati analize za uzorak finoće mliva 97,84‰—0,043 mm

Proizvod	T %	Sadržaj, %				Raspodjela, %			
		Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Ulaz	100,00	40,21	0,96	0,053	2,58	100,00	100,00	100,00	100,00
Magnetično	43,48	60,95	0,48	0,030	3,65	65,90	21,60	24,79	61,47
Nemagnetično	56,52	24,27	1,34	0,070	1,76	34,10	78,40	75,21	38,53

Tablica 11

Rezultati analize za uzorak finoće mliva 99,21‰—0,043 mm

Proizvod	T %	Sadržaj, %				Raspodjela, %			
		Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Ni	Co	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Ulaz	100,00	40,30	0,85	0,037	3,77	100,00	100,00	100,00	100,00
Magnetično	43,00	62,83	0,46	0,021	5,80	67,33	23,18	75,94	66,04
Nemagnetično	57,00	23,00	1,15	0,050	2,25	32,67	76,82	24,06	33,96



Sl. 2 — Sadržaj i raspodela gvožđa u funkciji vremena mlevenja u proizvodima magnetske analize, na analizatoru »Davis«.

Legenda:

- Kriva 1 — sadržaj Fe u nemagnetskom proizvodu
- Kriva 2 — sadržaj Fe u rovnoj rudi
- Kriva 3 — sadržaj Fe u magnetskom proizvodu
- Kriva 4 — raspodela Fe u magnetskom proizvodu

Sadržaj i iskorišćenje korisnih komponenti *Fe*, *Ni*, *Co* i  $Cr_2O_3$  u proizvodima analizatora »Davis« prikazani su u slikama 2, 3, 4 i 5.

Na osnovu prikazanih rezultata o udelu magnetičnih komponenti određenih pomoću analizatora »Davis« na uzorcima rude sa finoćom mliva ostvarenom od 64 do 99% — 0,043 mm može se reći sledeće:

— magnetna analiza ukazuje da se ni dalekosežnim usitnjavanjem ne postižu znatne razlike u pogledu kvaliteta proizvoda magnetne analize

— sadržaj Fe u magnetitnom proizvodu kreće se u granicama od 55 do 63%, uz iskorišćenje *Fe* od 61—69%

— nemagnetski proizvod se odlikuje povećanim sadržajem *Ni* od 1,2 do 1,75% uz iskorišćenje *Ni* od 75—85%

— sadržaj i iskorišćenje *Co* u proizvodima magnetne analize je ravnomerno i ne zavisi od finoće

— proces usitnjavanja dovodi samo do delimičnog smanjenja  $Cr_2O_3$  u magnetičnom proizvodu čiji kvalitet i dalje ostaje nezadovoljavajući.

Radom na mokrom magnetnom analizatoru »Davis« dokazano je da se iz rudnog tela Lipovac može izdvojiti oko 43—46% težinski magnetične komponente sa sadržajem *Fe* od 49—62%, sadržajem nikla od 0,46% i sadržajem hromita od 3—5%.

Dobijeni magnetični proizvod i pored štetnih komponentata nije neinteresantan,

pa su nakon toga usledila poluindustrijska ispitivanja mokre elektromagnetne koncentracije na separatoru »Crocket« jačine magnetnog polja oko 2000 Gaussa.

#### Elektromagnetna koncentracija

Opiti elektromagnetne koncentracije rađeni su na uzorcima rude različite granulacije i to od 82 do 99,2% — 0,043 mm.

Svi opiti su izdvojeni pri istim uslovima jačine elektromagnetnog polja, a pri različitim finoćama mliva.

Rezultati ispitivanja daju se u tablicama 12, 13 i 14.

#### Opit 1

Uzorak rovne rude finoće mliva 82,00% — 0,043 mm separisan na elektromagnetnom separatoru »Crocket« pri jačini magnetnog polja od oko 2000 Gaussa. Koncentrat je jedanput prečišćavan.

Rezultati ispitivanja daju se u tablici 12.

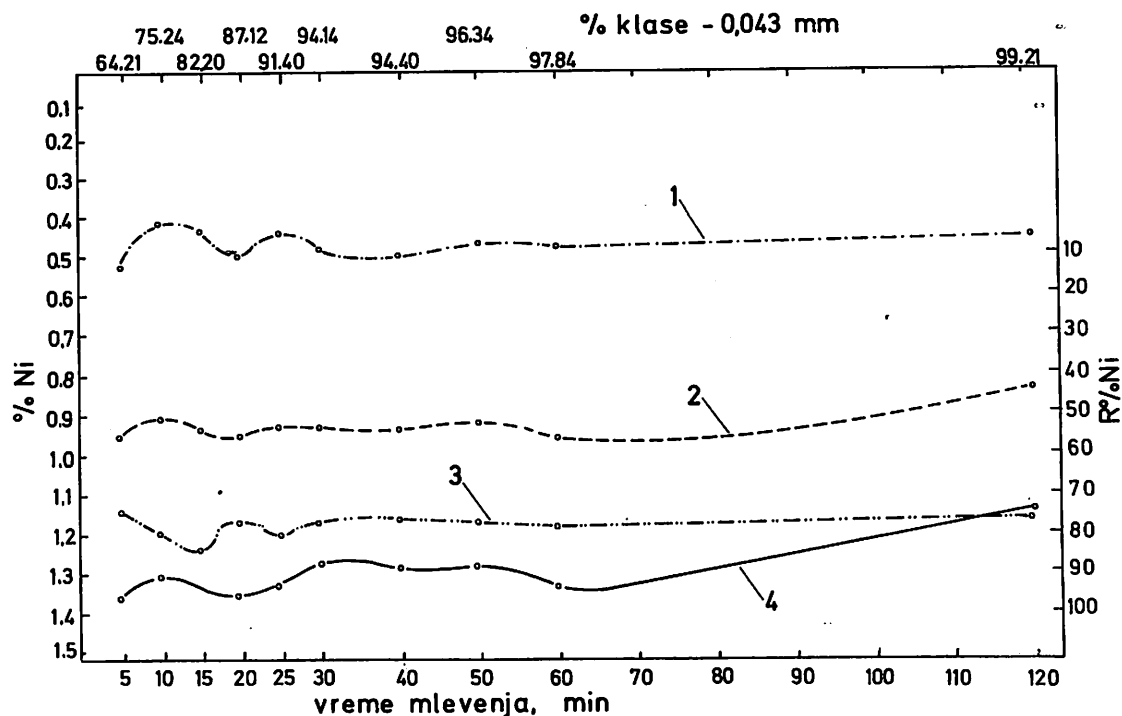
Tablica 12

Proizvodi	T %	Sadržaj, %		Raspodela, %	
		Fe	Ni	Fe	Ni
Ulaz	100,00	41,32	0,95	100,00	100,00
Koncentrat	64,42	49,98	0,73	77,92	49,58
Međuproizvod	15,34	24,85	1,31	9,23	21,18
Jalovina + mulj	20,24	26,24	11,37	12,85	29,24

#### Opit 2

Uzorak rovne rude finoće mliva 94,14% — 0,043 mm separiran na mokrom elektromagnetnom separatoru »Crocket« pri jačini magnetnog polja od 2000 Gaussa, sa jednim prečišćavanjem, ali bez objedinjavanja produkata mokre magnetne separacije.

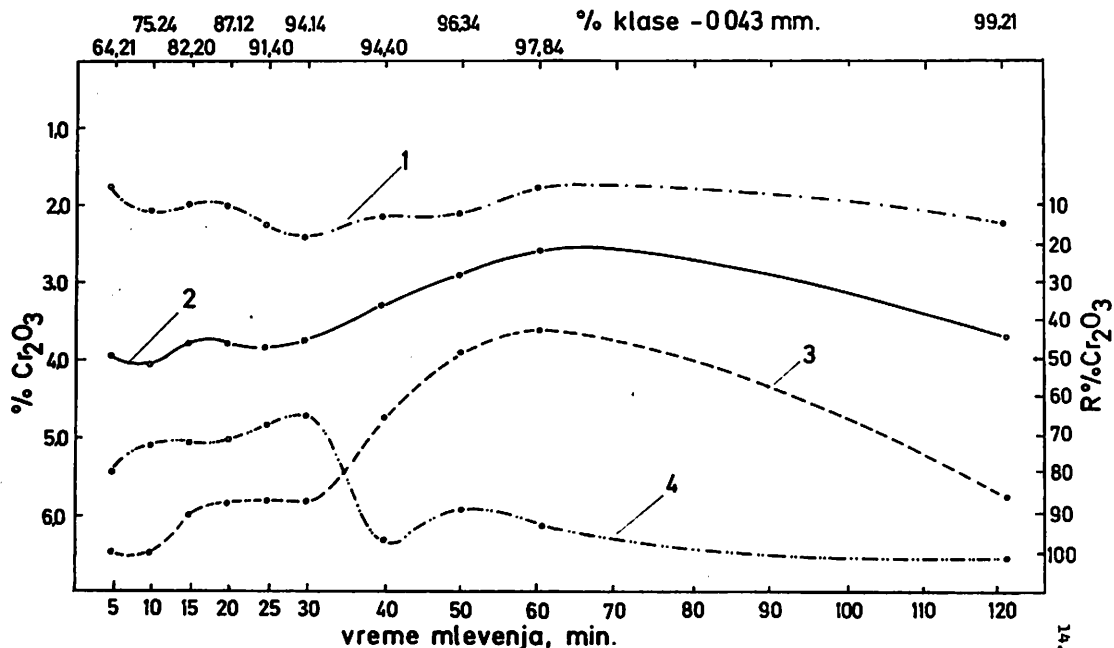
Rezultati ispitivanja daju se u tablici 13.



Sl. 3 — Sadržaj i raspodela nikla u funkciji vremena mlevenja u proizvodima magnetske analize na analizatoru »Davis«.

#### Legenda:

- Kriva 1 — sadržaj Ni u magnetskom proizvodu
- Kriva 2 — sadržaj Ni u rovnoj rudi
- Kriva 3 — raspodela Ni u nemagnetskom proizvodu
- Kriva 4 — sadržaj Ni u nemagnetskom proizvodu



Sl. 4 — Sadržaj i raspodela hromita u funkciji vremena mlevenja u proizvodima magnetne analize na analizatoru »Davis«.

Legenda:

- Kriva 1 — sadržaj  $Cr_2O_3$  u nemagnetskom proizvodu
- Kriva 2 — sadržaj  $Cr_2O_3$  u rovnoj rudi
- Kriva 3 — sadržaj  $Cr_2O_3$  u magnetskom proizvodu
- Kriva 4 — raspodela  $Cr_2O_3$  u magnetskom proizvodu

Tablica 13

Proizvodi	T %	Sadržaj, %				Raspodela, %			
		Fe	Ni	$Cr_2O_3$	Co	Fe	Ni	$Cr_2O_3$	Co
Ulaz	100,00	38,28	0,94	4,66	0,040	100,00	100,00	100,00	100,00
Koncentrat	51,62	51,10	0,67	5,70	0,050	68,89	36,35	63,05	52,50
Međuproizv. I	3,09	33,78	0,99	4,56	0,055	2,73	3,22	3,02	3,45
Međuproizv. II	10,18	28,20	1,19	3,92	0,025	7,49	12,73	8,55	5,17
Jalovina	19,78	22,89	1,31	3,54	0,050	11,82	27,23	15,00	20,15
Mulj	15,33	22,61	1,37	3,16	0,060	9,07	20,47	10,38	18,73
Jal + mulj	35,11	22,76	1,29	3,34	0,054	20,89	47,70	25,38	38,88

Opit 3

Uzorak rovne rude finoće mliva 99,20% — 0,043 mm, separisan na mokrom elektromagnetnom separatoru »Crocket«, pri istim uslovima kao u opitu 1.

Rezultati ispitivanja daju se u tablici 14.

Na osnovu rezultata mokre elektromagnetne separacije uzoraka rude različite finoće mliva na elektromagnetnom separatoru »Crocket« može se reći sledeće:

— U sva tri opita mokre magnetne separacije dobijeni su koncentracije magnetita sa

oko 50% Fe, 0,70% Ni, 5,5% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i 0,05% Co

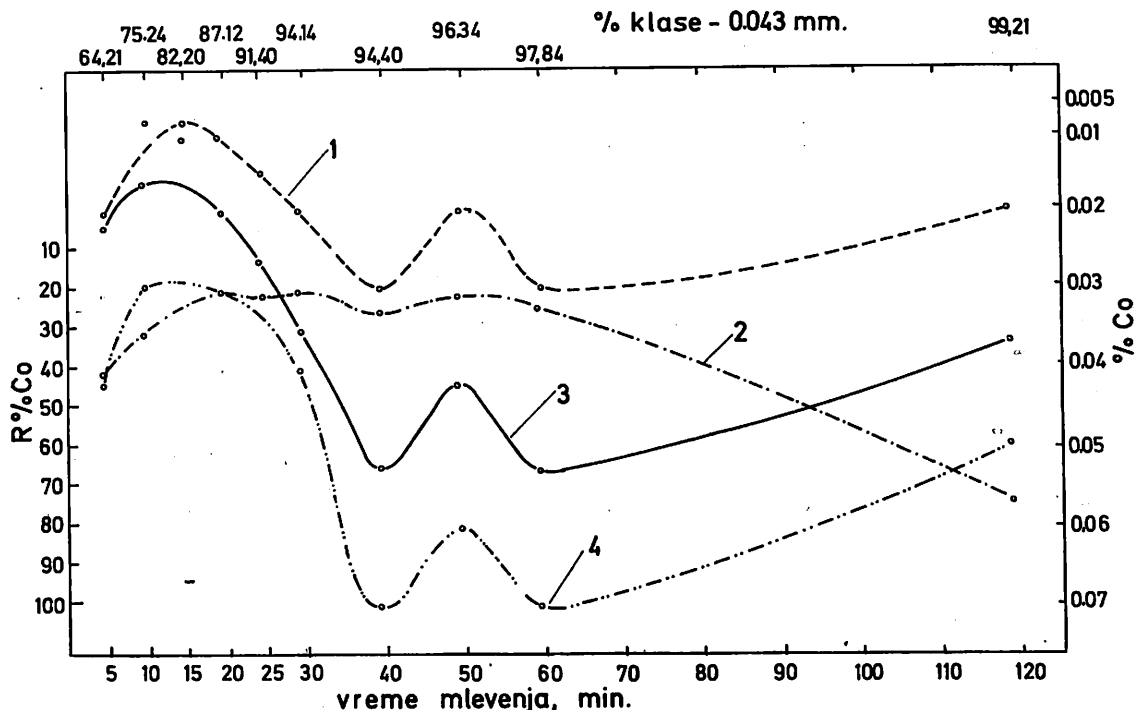
— iskorišćenja gvožđa se kreću od 58—78% zavisno od finoće mliva rude. Najveći gubici su kod opita gde je finoća mliva bila najveća.

Ovo se objašnjava prevelikim usitnjavanjem rude i znatnim gubicima najfinijih slobodnih čestica magnetita. Ovi gubici su uslovlili pad iskorišćenja i pad kvaliteta koncentrata.

Što se tiče minerala nikla, kobalta i hroma, njihovo ponašanje je manje-više slično kao u opitima magnetne analize.

Zbog dobijenih niskih kvaliteta koncentrata sva tri proizvoda magnetne separacije analizirana su na analizatoru »Davis«.

Rezultati analiza proizvoda mokre elektromagnetne separacije prikazuju se u tablicama 15, 16 i 17.



Sl. 5 — Sadržaj i raspodela kobalta u funkciji vremena mlevenja u proizvodima magnetske analize na analizatoru »Davis«.

Legenda:

- Kriva 1 — sadržaj Co u magnetskom proizvodu
- Kriva 2 — raspodela Co u magnetskom proizvodu
- Kriva 3 — sadržaj Co u rovnoj rudi
- Kriva 4 — sadržaj Co u nemagnetskom proizvodu

Tablica 14

Proizvodi	T%	Sadržaj, %			Raspodela %		
		Fe	Ni	Co	Fe	Ni	Co
Ulaz	100,00	40,90	0,91	0,031	100,00	100,00	100,00
Koncentrat	47,78	50,33	0,68	0,032	58,79	35,60	45,52
Međuproizvod	9,29	37,85	0,98	0,042	9,17	10,65	13,50
Jalovina + mulj	42,28	30,99	1,16	0,027	32,04	53,75	36,98

Tablica 15

## Rezultati analize koncentrata na analizatoru »Davis«

Proizvodi	T %	Sadržaj, %			Raspodela, %		
		Fe	Ni	Co	Fe	Ni	Co
Ulaz	100,00	50,33	0,68	0,032	100,00	100,00	100,00
Magnetično	66,62	62,83	0,46	0,030	83,15	44,82	63,13
Nemagnetično	33,38	25,41	1,18	0,035	16,85	55,18	36,87

Tablica 16

## Rezultati analize međuproizvoda na analizatoru »Davis«

Proizvodi	T %	Sadržaj, %			Raspodela, %		
		Fe	Ni	Co	Fe	Ni	Co
Ulaz	100,00	37,85	0,98	0,042	100,00	100,00	100,00
Magnetično	36,97	60,03	0,50	0,020	58,62	18,87	17,57
Nemagnetično	63,03	24,85	1,26	0,050	41,38	81,13	82,43

Tablica 17

## Rezultati analize jalovine na analizatoru »Davis«

Proizvodi	T %	Sadržaj, %			Raspodela, %		
		Fe	Ni	Co	Fe	Ni	Co
Ulaz	100,00	30,99	1,16	0,027	100,00	100,00	100,00
Magnetično	15,42	56,97	0,55	0,040	28,35	7,32	22,59
Nemagnetično	84,58	26,25	1,27	0,025	71,65	92,68	77,41

Iz priloženih rezultata može se videti da mokri elektromagnetni separator »Crocket« nije dao zadovoljavajuće rezultate.

Kontrolom proizvoda mokre elektromagnetne separacije na analizatoru »Davis« dobijeni su magnetni proizvodi sledećih kvaliteta: od koncentrata 62,83% Fe, od međuproizvoda 63,03% Fe i od jalovine 56,97% Fe.

Gubici Fe u pojedinim proizvodima mokre elektromagnetne separacije su znatni, što se, takođe, može videti iz rezultata magnetne analize.

### Zaključak

Prikazani rezultati su samo deo tehnoloških ispitivanja vršenih na jednom rudnom telu ležišta Lipovac.

Samo ležište je veoma interesantno po svom hemijskom i mineraloškom sastavu;

međutim, strukturno-teksturne osobine rude su takve da je veoma teško odvojiti korisno od nekorisnog.

Magnetnim analizama na analizatoru »Davis« i ispitivanjima mokre elektromagnetne koncentracije na separatoru »Crocket« dobijeni su rezultati, koji ukazuju na mogućnost dobijanja koncentrata gvožđa kvaliteta 50—62% Fe uz iskorišćenje Fe od oko 70%. Dobijeni koncentrat Fe sadrži u sebi 3—5,5% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i nešto primesa Ni i Co.

U nemagnetičnom proizvodu dolazi do znatne koncentracije minerala Ni, tako da nemagnetična frakcija predstavlja jedan pretkoncentrat sa sadržajem nikla i do 1,7%. Procesom flotacije se može flotirati sulfidni nikl, a procesom segregacije i flotacije ili, pak, nekim drugim metalurškim procesom i odvajati oksidni nikl.

## SUMMARY

### Behavior of Useful Components of the Ore from and Orebody of Deposit Lipovac in Electromagnetic Field

The paper presents the results of electromagnetic analysis and electromagnetic concentration of useful components of the ore from an orebody of deposit »Lipovac«.

Magnetic analyses on »Davis« analyzer and tests of wet electromagnetic concentration by »Crocket« separator yielded results indicating the possibility of producing an iron concentrate containing 50—62 per cent Fe and Fe recovery of about 70 per cent. The produced Fe concentrate contains 3—5.5 per cent  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  and small amounts of Ni and Co impurities.

The nonmagnetic product contains a high concentration of Ni minerals, so that the nonmagnetic fraction represents a preconcentrate with nickel content up to 1.7 per cent. Sulphide nickel may be extracted by flotation, while the oxide nickel may be removed by segregation and flotation or some other metallurgical process.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Das Verhalten der Erznutzkomponenten eines Erzkörpers der Lagerstätte »Lipovac« im elektromagnetischen Feld

In dem Aufsatz werden die Ergebnisse der elektromagnetischen Analyse und der elektromagnetischen Konzentration der Erznutzkomponenten aus einem Erzkörper der Lagerstätte »Lipovac« dargestellt.

Durch magnetische Analysen auf dem Analysator »Davis« und durch Untersuchungen der elektromagnetischen Konzentration auf dem Abscheider »Crocket« sind Ergebnisse erhalten, die auf Gewinnungsmöglichkeiten des Eisenerzkonzentrats mit einem Gehalt von 50—62% Fe bei Fe-Ausbringen von etwa 70% hinweisen. Das erhaltene Konzentrat enthält 3—5,5%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  und eine kleine Beimischung von Ni und Co.

In dem nichtmagnetischen Produkt kommt es zu einer grösseren Konzentration von Ni-Mineral, so dass die nichtmagnetische Fraktion ein Vorkonzentrat mit einem Ni-Gehalt sogar bis zu 1,7% Ni darstellt. Durch den Flotationsprozess kann das Nickelsulfid ausflotiert werden und durch Seigerungsprozess und Flotierung oder mit irgendeinem anderen Hüttenprozess kann Nickeloxid ausgeschieden werden.

## РЕЗЮМЕ

### Поведение полезных компонентов руды рудного тела месторождения „Липовац“ в электромагнитном поле

В статье приведены результаты электромагнитного анализа и электромагнитной концентрации полезных компонентов руды из одного рудного тела из месторождения „Липовац“.

Магнитными анализами на анализаторе „Девис“ и исследованием мокрой электромагнитной концентрации на сепараторе »Crocket« получены результаты которые указывают на возможность получения концентрата железа качества 50—62% Fe с использованием Fe около 70%. Полученный концентрат Fe содержит в себе 3—5,5%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и немного примеси Ni и Co.

В немагнитном производстве наступает значительная концентрация минерала Ni, таким образом немагнитическая фракция представляет собой один предварительный концентрат с содержанием никеля и до 1%. Процессом флотации можно флотировать сульфидный никель, а процессом сегрегации и флотации или же каким нибудь другим металлургическим процессом и выделять окись никеля.

Автори: Dipl. ing. Milan Milošević i dipl. ing. Stevan Đokić, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd  
Recenzent: Dr ing. Milorad Jošić, Rudarski institut, Beograd

## Pregled i analiza metoda za proračun mreža aspiracionih sistema namenjenih otprašivanju u objektima pripreme mineralnih sirovina

(sa 2 slike)

Dipl. ing. Dragoljub Urošević

### Uvod

Tehnička rešenja zaštite od štetnog dejstva mineralne prašine sastoje se u tome da se koncentracija prašine svede u granice predviđene zakonskim propisima. Time se povećava radna sposobnost i smanjuje opasnost po zdravlje čoveka. Pored humanizacije rada, primenjena tehnička rešenja zaštite povećavaju vek trajanja mehanizacije, čime se smanjuju ekonomski gubici privrednih organizacija i društvene zajednice u celini.

Problem otprašivanja sastoji se u sprečavanju izdvajanja prašine sa izvora posebnim postupcima, uz istovremeno sprečavanje da se ona prenese u okolinu. U kompleksu tehničkih mera, namenjenih otprašivanju, najznačajnije mesto zauzima sistem aspiracije i filtracije. Sistem se sastoji u odsisavanju zaprašenog vazduha sa izvora prašine (sito, drobilica, mlin, presipno mesto, transporter i sl.), zatim u njegovom prečišćavanju i izbacivanju u atmosferu. Primena aspiracionih sistema u rudarstvu vezana je, uglavnom, za površinske objekte, mada je realna i u podzemnoj eksploataciji, ukoliko postoji prostorna mogućnost za ugradnju. U principu, aspiracioni sistemi imaju univerzalni karakter i važe za sve industrijske objekte u kojima postoje objektivni uslovi za primenu ove tehničke mere otprašivanja.

Problem aspiracionih sistema obuhvata nekoliko oblasti izučavanja i to: određiva-

nje optimalnih količina vazduha potrebnih za otprašivanje pojedinih izvora, proračun mreže aspiracionog sistema, odvajanje prašine sa izborom optimalnih karakteristika filtera i izbor konstruktivnih karakteristika mesta pretovara.

Kako obrada svih oblasti zahteva veliki prostor, ovim člankom daje se samo pregled postupaka (metoda) za proračun mreža aspiracionih sistema.

Na sl. 1 data je uprošćena šema aspiracionog sistema, kakvi se najčešće primenjuju za otprašivanje u objektima pripreme mineralnih sirovina.

Mesto gde kontaktiraju aspiracioni sistem i prekrivka, na uređajima koji se otprašuju, naziva se aspiraciona hauba (1) ili odsisno mesto. To je u suštini konfuzor, postavljen na putu kretanja vazduha iz prekrivke u aspiracione cevi. Haube mogu biti različitog oblika, a površina poprečnog preseka na mestu spoja sa prekrivkom određuje se po relaciji:

$$F = \frac{Q}{v}, \text{ m}^2 \quad (1)$$

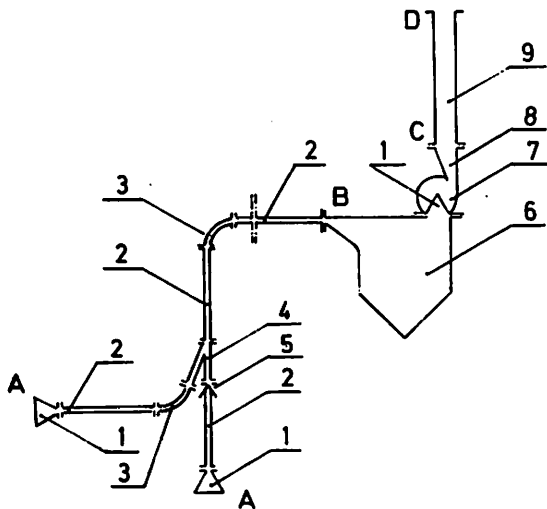
gde je:

$Q$  = količina vazduha za aspiraciju,  $\text{m}^3/\text{sec}$ ,

$v$  = brzina vazduha kroz presek  $F$ ,  $\text{m}/\text{sec}$  kreće se u granicama od 1—3  $\text{m}/\text{sec}$ .

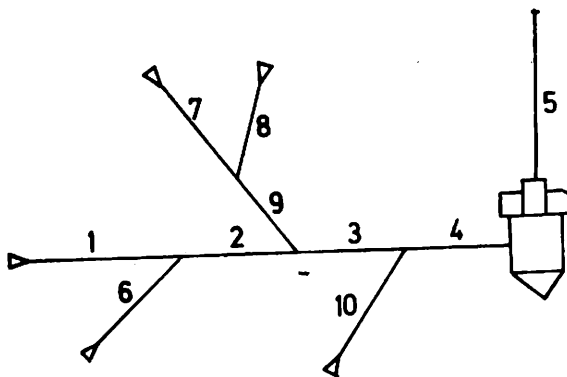
Pravolinijski delovi sistema (2) su limene cevi kroz koje vazduh struji, savlađujući





Sl. 1 — Aspiracioni sistem

1 — aspiraciona hauba; 2 — pravolinijski cevovod; 3 — koleno; 4 — račva, 5 — prigušnica; 6 — odvajač prašine; 7 — ventilator; 8 — difuzor; 9 — izduvni cevovod.



Sl. 2 — Linearna šema mreže aspiracionog sistema  
1—5 deonice magistralnog cevovoda; 6—10 — priključni ogranaci.

samo otpore trenja. Brzina strujanja vazduha kroz ovakve cevovode mora da omogućiti transport čestica prašine i isključi mogućnost taloženja prašine u njima. Zato, pri proračunu aspiracionih sistema, treba voditi računa da minimalne brzine kod:

— vertikalnih ogranaka i onih pod većim uglom od  $60^\circ$  treba da se kreću od 19—21 m/sec

— ogranaka pod nagibom između  $45^\circ$  i  $60^\circ$  prema horizontu, treba da su između 20 i 23 m/sec

— horizontalnih ogranaka i onih pod nagibom manjim od  $45^\circ$ , treba da se kreću između 20 i 25 m/sec

— cevovoda kroz koje struji prečišćen vazduh (kompresioni delovi sistema), treba da su između 14 — 18 m/sec.

Da bi se aspiracioni sistem mogao da smesti u ograničeni prostor građevinskog objekta, a i da bi se mogli pojedini ogranaci međusobno da spoje, izrađuju se različiti konstruktivni elementi kao: krivine (3) različitog radijusa, priključnice — račve (4) za dva ili više ogranaka i prelaznici sa kvadratnog na kružni presek i obrnuto.

Pri kretanju vazduha kroz ovakve elemente javlja se otpor kretanju vazduha. Veličina ovog otpora karakteriše svaki element i naziva se lokalni otpor, za čije je savlađivanje neophodna dodatna energija.

Regulacija količine vazduha po ogranacima ostvaruje se pravilnim proračunom prečnika i brzina strujanja vazduha ili postavljanjem prigušnica (5) u ogranaku sa manjim padom pritiska. Prigušnice mogu biti različitog tipa (leptir, klapna »šiber« i sl.), ali je najpogodnija prigušnica konfuzorskog tipa.

Dimenzija prigušnice zavisi od razlike pritiska između ogranaka, a određuje se po relaciji:

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{V}}, \text{ m} \quad (2)$$

gde je:

$Q$  = količina vazduha,  $\text{m}^3/\text{sec}$

$V$  = brzina strujanja vazduha

$$V = 3,9 \sqrt{\Delta h + V_0} \text{ m/sec} \quad (3)$$

gde je:

$\Delta h$  = razlika pritiska između ogranaka, mmVS

$V_0$  = brzina strujanja vazduha u ogranaku, u kome se postavlja prigušnica, pre ugradnje prigušnice, m/sec.

Uređaji koji imaju zadatak da prečiste zapašeni vazduh do određenog kvaliteta, nazivaju se odvajači prašine ili filtri (6). Oni rade na različitim principima, ali svi za svoj rad troše energiju koju stvara ven-

tilator. Zbog toga je sa aspekta ekonomije aspiracionog sistema važno koliko je energije (izražene u mmVS) potrebno ovim uređajima, da bi izvršili filtriranje zaprašenog vazduha do određene čistoće. Padovi statičkih pritisaka u filtrima za konstantnu količinu vazduha zavise kako od tipa i principa rada, tako i od proizvođača, a kreću se u granicama između 30—200 mmVS po jedinici (venturi sistemi imaju pad pritiska i do 400 mmVS).

Za ostvarivanje transporta zaprašenog vazduha, od mesta odsisavanja do filtra i izbacivanje prečišćenog vazduha u atmosferu, kod aspiracionog sistema, koriste se ventilatori (7). Oni mogu biti aksijalnog ili centrifugalnog tipa, ali se u ove svrhe najčešće upotrebljavaju centrifugalni ventilatori. Izbor ventilatora zavisi od pada pritisaka i količine vazduha, koja se transportuje u jedinici vremena. Pri tom, treba izabrati aerodinamičke karakteristike ventilatora konstruisanih za transportovanje zaprašenog vazduha.

Samo pravilno rešenje celokupne složene strukture »aspiracionog sistema« obezbeđuje optimalno otprašivanje. Mreža aspiracionog sistema bitan je element u ovom sklopu koji u znatnoj meri utiče na ekonomiju otprašivanja. Izbor najpogodnije metode proračuna mreže prvi je korak u procesu kompleksne optimalizacije. Ne ka iskustva Rudarskog instituta u primeni metoda proračuna data su ovim člankom.

#### Metode proračuna mreža aspiracionih sistema

Analize i proračuni mreža aspiracionih sistema mogu se izvoditi sa dva aspekta i to:

— na osnovu poznatih padova pritiska u mreži, raspodele količina vazduha, dužina cevovoda i lokalnih otpora, određuju se prečnici ogranaka i brzine vazduha u sistemu

— na osnovu poznatih brzina i količina vazduha, dužina i lokalnih otpora, određuju se prečnici ogranaka i gubici pritisaka u njima.

Pomenuti postupci podrazumevaju prethodno proračunate količine vazduha za svaki izvor prašine, koji je obuhvaćen otprašivanjem. Ovaj proračun se sastoji u određivanju optimalnih količina vazduha (za aspiraciju iz prekrivenih izvora prašine), na osnovu jednačine ravnoteže stanja. Količina vazduha, koja se odsisava iz prekrivke, jednaka je algebarskom zbiru količine vazduha koju materijal donosi svojim kretanjem kroz skliznicu i količine vazduha koja se odsisava kroz nehermetičnost prekrivke, odnosno

$$Q_a = Q_m + Q_h \quad (4)$$

Proračun potrebne količine vazduha za aspiraciju predstavlja posebnu metodologiju, koja se ovim člankom ne obrađuje.

U narednom tekstu biće obrađeno nekoliko danas u svetu poznatih i prihvaćenih metodologija za proračun mreže aspiracionih sistema, sa kritičkom ocenom i predlogom najoptimalnijeg postupka.

#### Metoda dinamičkih pritisaka

Metoda se primenjuje za proračun novih mreža. Cilj proračuna je određivanje prečnika ( $d_i$ ) i brzina ( $V_i$ ) svih deonica magistrale i ogranaka. Poznati elementi su raspodela ukupne količine vazduha ( $Q_i$ ) dužine pojedinih deonica i ogranaka ( $l_i$ ) i lokalni otpori ( $\xi_i$ ). U procesu proračuna početne brzine u deonicama i ogranacima se pretpostavljaju. Proračun se sastoji u zameni padova pritiska zbog trenja, padovima pritisaka zbog lokalnih otpora:

$$\frac{\lambda l}{d} \frac{V^2 \gamma}{2g} = \xi_z \frac{V^2 \gamma}{2g} \quad (5)$$

odnosno

$$\xi_z = \frac{\lambda l}{d} \quad (6)$$

Ukupni pad pritiska u ogranaku određuju se po relaciji:

$$\begin{aligned} h_0 &= h_t + h_l = \frac{\lambda l}{d} \frac{V^2 \gamma}{2g} + \xi \frac{V^2 \gamma}{2g} = \\ &= \frac{V^2 \gamma}{2g} \left( \frac{\lambda l}{d} + \xi \right) \end{aligned}$$

zamenom (6) dobija se:

$$h_0 = \frac{V_2 \gamma}{2g} (\xi_z + \zeta) = \xi_p \frac{V^2 \gamma}{2g} \quad (7)$$

gde je:

$$\xi_p = \xi_z + \xi$$

Na osnovu poznate količine i pretpostavljene brzine vazduha računa se približni prečnik cevovoda za početnu deonicu, po relaciji:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} \quad (8)$$

Za izračunavanje prividnog koeficijenta lokalnog otpora ( $\xi_p$ ) neophodno je izračunati i  $\lambda$  po relaciji:

$$\lambda = 0,42 (Q \gamma)^{-0,1} \quad (9)$$

Pomoću utvrđenih vrednosti određuje se pad pritiska početne deonice ( $h_1$ ) preko relacije (7). Istim postupkom odredi se pad pritiska i u prvom ogranku. Izjednačavanje pritiska postiže se promenom brzine vazduha u jednačini (8) za neku vrednost ( $v + \Delta v$ ), odnosno menja prečnik. Iterativnim postupkom sa korakom  $\Delta v$  računaju se padovi pritiska u početnoj deonici i prvom ogranku do izjednačenja, koje karakteriše dozvoljena greška  $\epsilon$ . Vrednost prečnika i brzine koja zadovoljava je rešenje zadatka.

U sledećoj deonici magistrale zadaje se vrednost proračunate brzine  $+ \Delta v$ . Poznatom količinom vazduha i relacijom (8) određuje se prečnik ove deonice. Za dimenzionisanje drugog ogranka sabira se pad pritiska u prvoj i drugoj deonici i izjednačuje sa padom pritiska u drugom ogranku. Kod određivanja pritiska drugog ogranka iterira se brzina po istom principu do postizanja vrednosti  $\epsilon$ . Suma padova pritiska na svim deonicama magistrale predstavlja ukupni potpritisak u mreži.

Navedena metoda nije pogodna za uobičajeni inženjerski proračun zbog velikog broja iteracija. Metoda daje dobre rezultate, ako se matematički modelira i kompjuterski obradi.

### Metoda specifičnih padova pritiska

Metoda se primenjuje za proračun novih mreža. Cilj proračuna je određivanje prečnika i brzina svih deonica i ogranaka. Poznati elementi su: količine vazduha, dužine deonica i ogranaka, lokalni otpori i ukupni pad pritiska u mreži.

U početku proračuna brzine vazduha se predstavljaju. Po relaciji:

$$hl_i = \Sigma \xi \frac{V^2 \gamma}{2g} \quad (10)$$

izračunaju se padovi pritiska za sve lokalne otpore.

Od ukupnog pada pritiska u sistemu ( $H$ ) orijentaciono se isključuje zbir padova pritiska zbog lokalnih otpora ( $\Sigma hl$ ). Ostatak predstavlja pad pritiska zbog trenja ( $h_t$ ) u magistralnom cevovodu. Ukoliko se ovaj pritisak rasporedi po celoj dužini magistralnog cevovoda ( $\Sigma l_t$ ), dobiće se specifični pad pritiska zbog trenja:

$$h_t = \frac{H - \Sigma hl_i}{\Sigma l_t}, \text{ mmVS/m}$$

U daljem radu ova veličina koristi se kod određivanja pada pritiska po ogranacima, prema relaciji:

$$h_i = h_t l_i + hl_i \quad (11)$$

Po navedenom postupku odrede se padovi pritiska u prvoj deonici i prvom ogranku. Usled orijentacionog usvajanja specifičnog pada pritiska zbog trenja, pritisak u deonici i ogranku neće biti isti, te je neophodno da se proračun ponovi za nove vrednosti  $h_t$  u ogranku do izjednačenja pritiska. Iteracija se izvodi na isti način kao u prethodnoj metodi, promenom brzine vazduha za vrednost  $\Delta v$  u relaciji (10). Nakon izjednačenja pritiska odrede se otpori prve deonice i prvog ogranka po relaciji

$$R_i = \frac{h_i}{Q_i^2} \quad (12)$$

U literaturi postoji više načina za određivanje prečnika cevovoda  $d$  u funkciji ot-

pora  $R$ . Jedna od poznatih relacija je sledeća:

$$R = \frac{0,336 h_t}{Q_t g \pi^2 d^5} + \frac{\Sigma \xi}{g \pi d^4} \quad (13)$$

Kako je u datoj relaciji prečnik dat eksplicitno, umesto matematičkog postupka koriste se nomogrami.

Proračunata vrednost prečnika ( $d$ ) i poznata količina vazduha ( $Q$ ) daju brzinu vazduha u ogranku prema jednačini:

$$V = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

Dobijena vrednost brzine u ogranku mora da odgovara usvojenoj vrednosti u postupku iteracije u granicama  $\pm \epsilon$ .

U drugoj deonici magistrale određuje se pad pritiska po relaciji (11) s tim što se za  $h_t$  uzima početna vrednost specifičnog pada pritiska zbog trenja i početna vrednost  $h_{tt}$ .

Sabiranjem padova pritisaka iz prve i druge deonice stvaraju se uslovi za proračun u ostalim deonicama i ograncima sistema po istom postupku.

Negativne strane ove metode sadržane su u iterativnom postupku i neophodnosti mašinske obrade. Proračun je nešto složeniji u odnosu na metodu dinamičkih pritisaka, ali rezultati su uglavnom isti.

Ukoliko se primenjuju nomogrami, metoda je pogodna za uobičajen inženjerijski proračun.

### Metoda ekvivalentnih dužina

Primena metode, polazni elementi i cilj proračuna isti su kao i u prethodnom postupku.

Karakteristična za ovu metodu je zamenjena padova pritisaka zbog lokalnih otpora, padovima pritisaka zbog trenja u cevovodu odgovarajuće (ekvivalentne) dužine. Za određivanje ekvivalentne dužine cevovoda koristi se relacija

$$l_e = \xi \frac{d}{\lambda} \quad (14)$$

pa prividna dužina cevovoda iznosi

$$l_p = l_e + 1 \quad (15)$$

Ukupan pad pritiska u ogranku izračunava se preko relacije:

$$h = \frac{\lambda l_p}{d} \frac{V^2 \gamma}{2g}, \text{ mmVS} \quad (16)$$

Kao što se iz izloženog vidi proračun po ovoj metodi sastoji se u određivanju prečnika ogranka na osnovu poznatog protoka vazduha i zadate brzine strujanja, a zatim  $l_e$  i  $l_p$  po datim relacijama, koristeći relacije za  $d$  i  $\lambda$  date u prethodnoj metodi.

Proračun paralelno priključenih ogrankana sa izračunatim vrednostima padova pritisaka, svodi se na određivanje onog prečnika priključnog ogranka pri kome su padovi pritisaka na mestu priključenja jednaki.

Osnova za promenu prečnika je izmena brzina u ograncima.

Metoda je pogodna za rad kod primene nomograma.

### Metoda ekvivalentnih otvora

U praksi se često postavlja zadatak fiksnih količina vazduha i brzina u magistralnom cevovodu, čime je unapred određen prečnik ovih deonica. Zadatak se svodi na određivanje prečnika i brzina u ograncima. Zadate veličine su količine vazduha, brzine u magistralnim deonicama, dužine i lokalni otpori.

Sušтина ovog postupka proračuna mreža aspiracionih sistema je u tome, da se svi padovi pritisaka u cevovodu zamene, samo jednim ekvivalentnim padom pritiska, koji se stvara na jednom ekvivalentnom otvoru ( $F_o$ ) kroz koji protiče ista količina vazduha kao kroz aspiracioni sistem. Pri tom se usvaja, da je pritisak koji se javlja kod otvora, samo usled brzine proticanja fluida, tj. dinamički.

$$h = \frac{V^2 \gamma}{2g} \quad (17)$$

Ako se u ovu relaciju uvede zamena  $V = \frac{Q}{F}$ , pa zatim izrazi  $F_o$  u funkciji od  $Q$ ,

dobiće se:

$$F_0 = Q \sqrt{\frac{\gamma}{2g h}} \quad (18)$$

Relacija (18) je osnova za proračun mreža aspiracionih sistema metodom ekvivalentnih otvora, jer se pomoću nje odgovarajućim transformacijama mogu izvesti jednačine za proračun površine otvora ekvivalentnog padu pritiska zbog trenja (izvođenje se ne daje u tekstu):

$$F_{0t} = \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{d^5}{\gamma l}} \quad (19)$$

i padu pritiska zbog lokalnih otpora:

$$F_{0l} = \frac{\pi d^2}{4 \sqrt{\xi}} \quad (20)$$

Zbir padova pritiska na ekvivalentnim otvorima magistralnih deonica daje mogućnost za proračun površine poprečnog preseka ukupnog ekvivalentnog otvora mreže.

Uopšte uzev, za redno priključene ogranke ukupni ekvivalentni otvor iznosi:

$$h_u = h_1 + h_2 + \dots + h_n$$

odnosno

$$\frac{Q_u \gamma}{F_u^2 2g} = \frac{Q_1 \gamma}{F_1^2 2g} + \frac{Q_2 \gamma}{F_2^2 2g} + \dots + \frac{Q_n \gamma}{F_n^2 2g} \quad (21)$$

U slučaju da je  $Q_1 = Q_2 = Q_n$  dobija se

$$\frac{1}{F_u^2} = \frac{1}{F_1^2} + \frac{1}{F_2^2} + \dots + \frac{1}{F_n^2} \quad (22)$$

Kod paralelno priključenih ogranaka ukupna površina ekvivalentnog otvora određuje se iz uslova da je suma količina vazduha u ograncima jednaka količini vazduha u magistrali.

$$Q_u = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n \quad (23)$$

odnosno:

$$F_u V_u = F_1 V_1 + F_2 V_2 + \dots + F_n V_n$$

Kod paralelne veze brzine u ograncima treba da su jednake iz čega sledi:

$$F_u = F_1 + F_2 + \dots + F_n \quad (24)$$

Proračun po ovoj metodi izvodi se prema sledećem redosledu. Iz zadate količine i brzine vazduha odredi se prečnik prve deonice magistralnog voda. Korišćenjem relacija (19 i 20) odrede se ekvivalentni otvori koji odgovaraju trenju i lokalnom otporu. Kako su ove veličine u serijskoj vezi sa istim protokom  $Q$  sumarni ekvivalentni otvor određuje se po relaciji (22). Površina ekvivalentnog otvora paralelnog ogranka proporcionalna je odnosu količina:

$$\frac{F_{M1}}{F_{O1}} = \frac{Q_{M1}}{Q_{O1}} \quad \text{odnosno} \quad F_{O1} = \frac{F_{M1} Q_{O1}}{Q_{M1}} \quad (25)$$

(indeksima  $M$  i  $O$  označene su magistralne deonice odnosno ogranci).

Iz relacije (19) izračuna se prečnik ogranka (povoljnije je korišćenjem nomograma). Brzina u ogranku računa se po relaciji:

$$V = \frac{4 Q}{\pi d^2}$$

Ekvivalentni otvor na početku druge magistralne deonice sastoji se iz zbira ekvivalentnih otvora prve deonice i prvog ogranka:

$$F_{M2} = F_{M1} + F_{O1} \quad (26)$$

Prema zadatoj količini i brzini vazduha u drugoj deonici magistralnog voda izračuna se prečnik  $d$ . Na osnovu jednačina (19 i 20) izračunavaju se ekvivalentni otvori za drugu deonicu. Ukupan ekvivalentni otvor druge deonice računa se po relaciji (29). Ekvivalentni otvor drugog paralelnog ogranka računa se po istom postupku. Na ovaj način dimenzionišu se svi paralelni ogranci pod uslovom određenih brzina i količina vazduha u magistralnom vodu.

Ova metoda veoma je pogodna za sisteme otprašivanja pošto se u magistralnim vodovima unapred određuju brzine koje ne dozvoljavaju sedimentaciju prašine.

Zbog složenosti proračuna metoda nije najpogodnija kod standardnih inženjerskih

proračuna bez matematičkog programiranja.

Korišćenje nomograma ne ubrzava znatno posao.

### Metoda ekvivalentnih otpora

Poznati sovjetski naučnik prof. Lobaev zaslužan za rešavanje niza teoretskih i praktičnih problema iz oblasti aerodinamike, dao jednu od najsavremenijih metodologija za proračun mreže aspiracionih sistema, koja je našla široku primenu kod projektovanja novih i rekonstrukcije starih aspiracionih i ventilacionih sistema. Metodologija omogućuje izradu proračuna u dva pravca:

— ukoliko su poznate količine vazduha i ukupni padovi pritiska u sistemu, proračun se svodi na određivanje odgovarajućih prečnika cevovoda svakog ogranka mreže posebno i

— ukoliko su poznate potrebne brzine strujanja i količine vazduha u ograncima, mogu se odrediti odgovarajući prečnici ogranka i padovi pritiska u njima.

Suština metode ekvivalentnih otpora je u sledećem.

Ako su poznati ukupni padovi pritiska u sistemu, onda se specifični pad pritiska, koji obuhvata padove prisaka zbog trenja i lokalnih otpora, određuje po relaciji:

$$h_{sp} = \frac{H}{\sum l_i}, \text{ mm VS} \quad (27)$$

gde su:

$H$  — ukupni pad pritiska u sistemu, mmVS

$l_i$  — dužine magistralnog ogranka (geometrijska karakteristika), m' pa je pad pritiska o posmatranom ( $I$ -tom) ogranku

$$h_i = h_{sp} l_i, \text{ mmVS} \quad (28)$$

Posle određivanja zbira koeficijenata lokalnih otpora  $\sum \xi$  i proračuna padova pritiska, određuje se prečnik odgovarajućeg ogranka. Pri tom se podrazumeva da su količine vazduha kroz ogranke i pojedina-

čne dužine ogranka unapred određene. Iz teorije strujanja fluida kroz cevovod, poznato je da je ukupni pad pritiska u cevovodu, jednak zbiru padova pritiska zbog trenja i lokalnog otpora, odnosno:

$$h = \left( \frac{\lambda l}{d} + \sum \xi \right) \frac{V^2 \gamma}{2g}$$

ili ako se ukupni pad pritiska izrazi kao funkcija količina vazduha:

$$h = A Q^3 \left( \frac{\lambda l}{d^5} + \frac{\sum \xi}{d^4} \right) \quad (29)$$

gde su:

$A = \frac{8\gamma}{2\pi g}$  — konstantna veličina

$Q$  = količina vazduha, m<sup>3</sup>/h

$\lambda$  = koeficijent trenja

Ako se izraz u zagradi jednačine (29) zameni sa

$$\varphi = \frac{\lambda l}{d^5} + \frac{\sum \xi}{d^4}$$

dobiće se vrlo jednostavna relacija za određivanje padova pritiska:

$$h = \varphi A Q^3, \text{ mmVS} \quad (30)$$

Iz relacije (29) jasno se vidi da koeficijent  $\varphi$  zavisi od konstruktivnih karakteristika cevovoda ( $\lambda$  i  $d$ ) i zbira koeficijenata lokalnih otpora ( $\sum \xi$ ), što znači, da se u masi različitih vrednosti za  $\lambda$ ,  $d$  i  $\sum \xi$  mogu naći takvi brojevi, koji bi dali identične vrednosti za  $\varphi$ . Ovim se može konstatovati da, koeficijent  $\varphi$  karakteriše sva aerodinamička svojstva cevovoda, pa se ova karakteristika često naziva kriterijum sličnosti cevovoda. Pored ovog, koeficijent  $\varphi$  se može definisati i na drugi način (iz relacije 30):

$$\varphi = \frac{h}{A Q^3}$$

a pomoću poznatih vrednosti za  $l$  i  $\sum \xi$ , može se odrediti prečnik cevovoda.

Analogno relaciji (30) padovi pritiska u magistralnom ogranku ili njemu priključnom ogranku, mogu se izraziti:

$$h_1 = \varphi_1 A Q_1^2, \text{ odnosno } h_o = \varphi_o A Q_o^2,$$

a iz uslova jednakosti pritiska na mestu priključenja sledi da je:

$$h_1 = h_o, \text{ odnosno: } \varphi_1 Q_1^2 = \varphi_o Q_o^2$$

$$\text{ili } \frac{Q_1}{Q_o} = \sqrt{\frac{\varphi_o}{\varphi_1}} \quad (31)$$

Kako su za svaki ogranak parametri  $Q$ ,  $l$ ,  $\Sigma\xi$  i  $\varphi$  unapred poznati ili se mogu izračunati, onda se za potrebnu brzinu ( $V$ ) strujanja vazduha kroz ogranak, može proračunati i prečnik ogranka.

### Metoda regulacije sistema pomoću prigušnica

Ovaj postupak se može sprovesti ukoliko su poznate količine vazduha, dužine deonica i ogranka i svi lokalni otpori, dok se brzine strujanja pretpostavljaju. Na osnovu ovih podataka računaju se prečnici ogranka, stvarne brzine strujanja i padovi pritiska u ograncima.

Proračunom potrebnog broja prigušnica na odgovarajućim mestima sistema, omogućena je potrebna raspodela količina vazduha po ograncima. Ukupan pad pritiska sistema definisan je zbirom padova pritiska u svim deonicama magistralnog cevovoda.

Metoda je vrlo pogodna za proračun primenom digitalnih računara, pa se u tom cilju u Rudarskom institutu radi na izradi matematičkog modela.

Analizirajući izložene metode proračuna aspiracionih sistema može se zaključiti sledeće:

- osnovni zadatak svake metode sastoji se u određivanju prečnika cevovoda, padova pritiska po ograncima i u sistemu, s obzirom da su brzine strujanja vazduha ograničene vrstom prašine u transportu;

- praktičnim radovima Rudarskog instituta pokazano je da se rezultati proračuna po pomenutim postupcima ne poklapaju, što svakako ukazuje na različit pristup autora ovoj problematici. Rešavanje je skopčano sa nizom promenljivih faktora, čiji se

pojedinačni udeo na različite načine tumači;

- regulaciju sistema izmenom prečnika ogranka, moguće je samo kod projektovanja novih postrojenja. Kod rekonstrukcije postojećih sistema, najprikladniji način regulacije je primenom dijafragmi konfuorskog tipa.

Često se i kod projektovanja novih aspiracionih sistema, za regulaciju koriste dijafragme, jer primena postupka izmenom prečnika cevovoda, zahteva ponovno proračunavanje brzina strujanja vazduha.

Iz izloženog može se zaključiti, da su sve prikazane metode proračuna aspiracionih sistema primenljive u praksi i da daju dobre tehničke pokazatelje kod primene u projektovanju otprašivanja.

Pojedine metode proračuna u praksi daju različite investicije, troškove eksploatacije, montaže i održavanja. Često se ovi troškovi mogu razlikovati i do 50%.

Praktičnim istraživačkim radovima Rudarskog instituta konstatovano je sledeće:

- za proračun novoprojektovanih i rekonstrukciju postojećih aspiracionih sistema, najpogodnija je metoda ekvivalentnih otpora

- regulaciju pritiska u sistemu treba vršiti postavljanjem prigušnica konfuorskog tipa

- brzine strujanja vazduha ne bi trebalo da su manje od 20 m/sec

- kod promene smera strujanja iz horizontalnog u vertikalni, povoljniji su manji poluprečnici krivina, dok je kod prelaza iz vertikalnog u horizontalan pravac pogodniji veliki poluprečnik krivine. U prvom slučaju gravitaciona sila deluje dodatno na centrifugalnu silu, dok u drugom slučaju gravitaciona komponenta deluje centripetalno (kod specifično teških prašina, krivine su izložene intenzivnom habanju, pa je neophodna ugradnja otpornih površina)

- proračun po predloženoj metodologiji, može se sa velikom tačnošću izvesti i uz pomoć nomograma. Nomogrami se ne prilažu uz tekst pošto postoje u odgovarajućoj literaturi

- za sprečavanje začepljenja cevovoda prašinom potrebno je:

— održavati brzine strujanja vazduha u cevovodu prema proračunu,

— isključiti mogućnost kondenzacije pare ili prodiranja vode u sistem cevovoda

— uključivati aspiracioni sistem u rad 3—5 min pre početka rada, a isključivati ga 3—5 min posle prestanka rada tehnološkog procesa.

Ukoliko u cevovodu dođe do taloženja prašine, najpre treba prašinu očistiti mlazovima vode, pa onda pustiti da sistem radi 15—30 min na »prazno«, kako bi se vlažne unutrašnje površine cevovoda osušile. Sledeći potez, u ovom slučaju, morao bi biti: provera brzine strujanja vazduha.

#### SUMMARY

##### **Review and Analysis of Methods for Calculating Aspiration Systems Network Designed for Dedusting Mineral Dressing Plants**

Calculation of aspiration systems network is one of primary tasks in dedusting design. Appropriate methodological approach to design solution secures optimum capital investments, operating costs and system maintenance costs, which under current conditions may have a high influence on final production effects. In this paper, the author's intention is to indicate the characteristics of some methods used for calculations and to suggest the use of the most optimum methodology.

#### ZUSAMMENFASSUNG

**Übersicht und Analyse des Verfahrens zur Berechnung der Netzsysteme für Staubabsaugung, die für die Entstaubungsobjekte in Aufbereitungsanlagen bestimmt sind**

Die Netzberechnung der Entstaubungssysteme ist eine von den Hauptaufgaben bei der Projektierung von Entstaubungsanlagen. Richtiges methodisches Herangehen an die Projektlösung sichert das Optimum der Investitionsanlagen, der Gewinnungskosten und der Systemunterhaltung, die unter gegenwärtigen Bedingungen einen grossen Einfluss auf den Endeffekt der Produktion haben können. Die Absicht des Verfassers ist, mit diesem Aufsatz auf die Charakteristiken einiger Verfahren hinzuweisen, die zur Berechnung benutzt werden und einen Vorschlag zur Nutzung der optimalen Methodik zu geben.



## РЕЗЮМЕ

### Обзор и анализ метода для расчета сетей аспирационных систем предназначенных обеспыливанию в сооружениях для подготовки минерального сырья

Расчет сетей аспирационных систем является одним из основных заданий при проектировании обеспыливания. Правильный методологический подход к решению проекта, оптимально обеспечивает инвестиционные вложения, расходы эксплуатации и поддержание систем которые в настоящих условиях могут иметь большое влияние на окончательные эффекты производства. Цель автора, чтобы этой статьей указать на характеристики некоторых методов которыми пользуются для расчета и дает предложение для использования самой оптимальной методологии.

## Literatura

1. Kamenev, P. N.: Otoplenie i ventilacija
2. Pavlov, V. N.: Obespylivajušćaja ventilacija elevatorov i skladov.
3. Urban J.: Pnevmatičeskij transport.
4. Eberhard Stief: Lufttechnische berechnungstafeln.
5. Gordon, G. M.: Dust Collection and Gas Cleaning.

Autor: dipl. ing. Dragoljub Urošević, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd  
Recenzent: dipl. ing. Ivan Ahel, Rudarski institut, Beograd

## Određivanje potrebne količine vazduha za različite proizvodne kapacitete širokih čela u Staroj jami rudnika Kakanj

Mr ing. Vaso Elezović — dipl. ing. Luka Sučević

### Uvod

Intenzivno uvođenje mehanizacije u tehnološki proces proizvodnje uglja vrši se u cilju oslobađanja rudara od najtežih fizičkih radnji, sa jedne strane, i u cilju povećanja produktivnosti rada i boljeg iskorišćavanja rudnog blaga sa druge strane. Povećanje produktivnosti rada, kao jedan od glavnih parametara pri upotrebi mehanizacije u procesu proizvodnje, uslovljeno je većom upotrebom i potražnjom uglja kao osnovnog energetskog goriva.

Mehanizovanje procesa proizvodnje uglja, a samim tim i unapređenje uslova rada, proisteklo je i kao osnovno rešenje problema deficitarnosti radne snage u rudarstvu.

Imajući u vidu navedene činjenice, Rudnik Kakanj je pristupio eksperimentalnoj primeni mehanizovanog dobijanja uglja sa SHP u Staroj jami na istočnom krilu IX sprata. Mehanizacija širokog čela obuhvatala je primenu hidraulične podgrade »Salzgitter« i mašine za dobijanje uglja KR-1.

Za otkopavanje na X spratu početkom 1976. g. uvedena je nova SHP tipa »Becorit« i mašina za dobijanje uglja EW-170-L Eickhoff.

U ovom članku, na osnovu podataka vršenih merenja od strane saradnika rudnika i saradnika Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta, izvršenih u poslednje tri godine, daje se prikaz bilansa metana, potrebnih količina vazduha i propusne sposobnosti ventilacionih puteva za široko čelo na IX i X spratu za različite obime proizvodnje.

### Određivanje bilansa metana

U otkopni prostor širokog čela i pripadajuće prostorije, metan se, uglavnom, izdvaja iz glavnog ugljenog sloja koji se otkopava i starog rada širokog čela.

Na osnovu praćenja i vršenih merenja pri svim promenama proizvodnje, apsolutna metanoobilnost širokog čela na IX spratu je iznosila:

- za proizvodnju od  $Q = 800$  tku/dan  $q_a = 7,18$  m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/min
- za proizvodnju od  $Q = 1200$  tku/dan  $q_a = 10,85$  m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/min
- za proizvodnju od  $Q = 1600$  tku/dan  $q_a = 14,57$  m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/min.

Dotok metana iz starog rada uglavnom se manifestuje na gornjem delu širokog čela i na delu ventilacionog hodnika, tzv. gasnog kanala, koji je rađen pored višeležećeg starog rada u deonicama od po 50 metara, sukcesivno sa napredovanjem širokog čela.

Prosečna vrednost dotoka metana iz starog rada je iznosila  $q_a = 3,91 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$ , koja se pri određivanju potrebne količine vazduha za provetravanje širokog čela mora uzeti u obzir.

Posle puštanja u rad širokog čela na X spratu, kao i uključivanja ventilacionog hodnika do višeležećeg starog rada, u dužini od 500 m, vršena su detaljna merenja ventilacionih parametara u periodu mart-avgust 1976. g. (merenja su vršena u sve tri smene i izvršeno je oko 7000 merenja). Na osnovu ovih merenja, prosečne vrednosti apsolutne metanoobilnosti X sprata pri promenama proizvodnje iznosile su:

- za proizvodnju  $Q = 1200 \text{ tku/dan}$   $q_a = 12,25 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$
- za proizvodnju  $Q = 1800 \text{ tku/dan}$   $q_a = 16,30 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$
- za proizvodnju  $Q = 2400 \text{ tku/dan}$   $q_a = 20,92 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$ .

Pri ovim merenjima dotok metana iz višeležećeg starog rada je iznosio  $q_a = 2,80 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$ . Dotok metana iz starog rada na X spratu u odnosu na IX sprat bio je manji za  $1,11 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$ . Smanjenje dotoka metana iz starog rada X sprata može se objasniti (kompaktnim zapunjavanjem starog rada, temperaturnim i gasnim stanjem u starom radu, kao i uticajem glavnog ventilatora duž izolacione linije starog rada IX—V sprat.

#### Potrebne količine vazduha za široko čelo i propusna sposobnost prostorija IX i X sprata

Količine vazduha, kojom su provetravana široka čela IX odnosno X sprata, određene su za ukupnu apsolutnu metanoobilnost širokih čela, uz uslov da koncentracija metana u izlaznoj vazdušnoj struji iznosi 0,80%; ovako dobijene količine vazduha, za mehanizovano široko čelo IX sprata, pri promenama proizvodnje, prikazane su u tabeli 1.

Tablica 1

Proizvodnja tku/dan	Ukupna apsolutna metanoobilnost $\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$	Količina vazduha	
		$\text{m}^3/\text{min}$	$\text{m}^3/\text{sec}$
800	11,09	1.390	23,16
1200	14,76	1.850	30,83
1600	18,48	2.310	38,50

Na osnovu vrednosti tablice 1 vidi se, da povećanje proizvodnje za 2 puta zahteva povećanje potrebne količine vazduha za 1,66 puta.

Količine vazduha za široko čelo na X spratu, pri navedenim vrednostima apsolutne metanoobilnosti, date su u tabeli 2.

Tablica 2

Proizvodnja	Ukupna apsolutna metanoobilnost $\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$	Količina vazduha	
		$\text{m}^3/\text{min}$	$\text{m}^3/\text{sec}$
1200	15,05	1880	31,33
1800	19,10	2390	39,83
2400	23,72	2965	49,42

Na osnovu vrednosti tablice 2 vidi se, da povećanje proizvodnje za 2 puta zahteva povećanje potrebne količine vazduha za 1,58 put, što je u odnosu na IX sprat manje za 0,08, s obzirom da je na X spratu manji dotok metana iz starog rada.

Za količine vazduha i profila ventilacionih prostorija širokog čela — IX sprata vrednosti brzina vazdušne struje, odnosno

propusne sposobnosti prostorija, date su u tablici 3, a za široko čelo na X spratu u tablici 4.

Tablica 3

Naziv jamske prostorije	Profil $F$ (m <sup>2</sup> )	Brzine vazdušne struje (m/sec) pri količinama vazduha		
		$V=23,16$ m <sup>3</sup> /sec	$V=30,83$ m <sup>3</sup> /sec	$V=38,50$ m <sup>3</sup> /sec
Ulazna prostorija širokog čela	14,0	1,65	2,20	2,75
Široko čelo	8,3	2,79	3,71	4,63
Ventilacioni hodnik	7,1	3,26	4,34	5,42

Tablica 4

Naziv jamske prostorije	Profil (m <sup>2</sup> )	Brzine vazdušne struje (m/sec) pri količini vazduha		
		$V=31,33$ m <sup>3</sup> /sec	$V=39,83$ m <sup>3</sup> /sec	$V=49,42$ m <sup>3</sup> /sec
Transportni hodnik širokog čela	9,0	3,48	4,42	5,49
Široko čelo	10,20	3,07	3,90	4,84
Paralelni ventilacioni hodnici	12,0	2,61	3,32	4,11

Iz navedenih vrednosti vidi se da su brzine kretanja vazduha u navedenim glavnim prostorijama u okvirima dozvoljenih brzina, izuzev širokih čela pri maksimalnoj proizvodnji od 1600 tku/dan, odnosno 2400 tku/dan. Povećana brzina vazduha u ovim slučajevima sa aspekta klimatskih uslova rada, ne predstavlja poseban problem s obzirom da se temperatura na širokim čeli-

ma kreće od 25 do 27°C, a vlažnost vazduha od 80—85%. Međutim, vođenje ove količine vazduha preko širokog čela stvara poteškoće usled uzvrtlavanja prašine, što se adekvatnim rešenjima svakako može sve-  
sti na najmanju meru.

Na osnovu prikazanih podataka za različite promene proizvodnje ovih širokih čela može se zaključiti:

— da je sa aspekta potrebnih količina vazduha i propusne sposobnosti ventilacionih prostorija okvirno ograničena proizvodnja sa približno 2400 tku/dan po jednom širokom čelu.

Pored povećanja porasta metana u dubljim otkopnim poljima, treba računati i na povećanje deformabilnosti jamskih prostorija, što problem ventilacije čini još težim. Radi toga je potrebno proučiti mogućnosti najpovoljnijeg načina izrade, veličine profila i podgrađivanja jamskih prostorija.

Pored toga, ravnomernijom raspodelom proizvodnje po krilima jame (zapadno krilo), smanjilo bi se opterećenje ventilacije pojedinih delova jame.

Kao jedna od mogućnosti rešenja ovih problema, bilo bi i povećanje dozvoljenih koncentracija metana u izlaznoj vazdušnoj struji ventilacionih odeljenja i jame, s obzirom na primenjene metode praćenja i automatsko isključenje električne energije u slučajevima prekoračenja dozvoljenih koncentracija. Ovo povećanje dozvoljenih koncentracija metana samo za 0,5% u uslovi-  
ma otkopavanja na X spratu osetno bi uticalo na vrednost potrebnih količina vazduha, tako da bi za proizvodnju od 1200 tku/dan potrebna količina vazduha iznosila  $V = 1160$  m<sup>3</sup>/min, odnosno manja za 720 m<sup>3</sup>/min, a za 2400 tku/dan količina vazduha bi bila  $V = 1825$  m<sup>3</sup>/min, odnosno manja za 1140 m<sup>3</sup>/min.

U prilog povećanju dozvoljenih koncentracija metana, govore i rezultati vršenih merenja, kojima su konstatovane neravnomernosti izdvajanja metana u toku otkopavanja na IX i X spratu jame.

## SUMMARY

### **Determination of Required Air Volumes for Different Production Capacities of Longwall Faces in Mine Kakanj Old Pit**

The paper presents, on the basis of data of completed measurements during the past three years by experts of Mining Institute Department for Ventilation and Technical Protection, methane balances, required air volumes and throughput capacities of ventilation routes for longwall faces on levels IX and X for different rates of production.

## ZUSAMMENFASSUNG

### **Bestimmung der erforderlichen Wettermengen für verschiedene Fördermengen der Strebruchbaue in der Stara Jama in Kakanj**

In diesem Artikel wird, auf Grund der aus durchgeführten Messungen erhaltenen Daten, die vom den Mitarbeitern der Abteilung für Wetterführung und Technischen Schutz des Bergbauinstituts in den letzten drei Jahren durchgeführt wurden, eine Darstellung der Schlagwetterbilanz, der erforderlichen Wettermengen und der Durchlassfähigkeit der Wetterwege in den Streben der IX und X Sohle für verschiedene Förderhöhen gegeben.

## РЕЗЮМЕ

### **Определение необходимого количества воздуха для разных производственных емкостей широких забоев в старой шахте рудника „Какань“**

В этой статье на основании данных полученных измерениями сотрудников из Учреждения по вентиляции и технической защите — Горного института, сделанных в течении последних трех лет, дается обзор баланса метана, необходимых количеств воздуха пропускной способности вентиляционных путей для широкого забоя на 9 и 10 этаже для различных объемов производства.

**Autori:** mr ing. Vaso Elezović i dipl. ing. Luka Sučević, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd

**Recenzent:** dipl. ing. Radoš Tanasković, Rudarski institut, Beograd

## Laboratorijska ispitivanja meljivosti uglja iz rudnika Pljevlja\*)

(sa 3 slike)

Dr ing. Ljubomir Novaković — dr ing. Radivoje Cvetičanin —  
dipl. tehn. Milorad Marković

### Uvod

Laboratorijska ispitivanja meljivosti uglja iz rudnika Pljevlja treba da utvrde kvalitet uglja iz ležišta Ljuće-Šumani i Potrlice rudnika Pljevlja, njihove promene i uticaj na osobinu mlevenja. Pored toga, treba ispitati uticaj petroloških komponenata i promenljivog sadržaja pepela.

Ovim ispitivanjima treba osvetliti i odnos kvaliteta i osobina značajnih za primenu uglja Pljevlja u kotlovima termoelektrane između ležišta Potrlica i Ljuće-Šumani.

Ispitivanja su proširena i na uticaj sadržaja vlage na osobinu mlevenja. Ovaj faktor ispitivan je zbog značaja sadržaja vlage za konstruktore i proizvođače mlinova, i pravilne eksploatacije mlinskih postrojenja.

Analizom sadržaja vlage i mineralnih materija potvrđena je opravdanost preporuke geološke službe rudnika uglja Pljevlja da se uzorci iz geoloških bušotina ne uzimaju u isključivoj zavisnosti od sadržaja pepela i kalorične vrednosti već da, pre svega, treba voditi računa o tri bitne partije uglja.

Kasniji rezultati potvrdili su da ovaj prikaz omogućava i utvrđivanje ne samo različitih masa uglja (čvrste, raspadnute i glinovite partije), već i ispitivanje uticaja različitih sadržaja mineralnih materija na meljivost uglja »Pljevlja«.

Za ispitivanje meljivosti uglja iz rudnika Pljevlja uzeti su sledeći uzorci:

Potrlica — površinski otkop:

uzorak iznad Šarca (br. 3); uzorak ispod Šarca (br. 8); uzorak srednji kvalitet ispod Šarca (br. 4); ksilitni deo uglja (br. 6); barski deo uglja (br. 5).

Potrlica, geološke bušotine K v 16, 17, 18, 19 i 20:

čvrst ugalj — uzorak br. 9; raspadnut ugalj — uzorak br. 2; glinovit ugalj — uzorak br. 10.

Ljuće-Šumani, geološke bušotine K v 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 i 15:

čvrst ugalj — uzorak br. 7; raspadnut ugalj — uzorak broj 1; glinovit ugalj — uzorak broj 11.

### Obrada uzoraka

Uzorci broj 1, 2, 10 i 11 pripremljeni su ručnim drobljenjem, a uzorci br. 3, 4, 5, 6, 7, 8, i 9 na mlinu sa 2 valjka.

Pripremljeni uzorci prosejani su kroz sito od 30 mm i svedeni na granulaciju — 30 mm.

\*) Ovaj rad je izvod iz studije »Laboratorijska ispitivanja meljivosti uglja iz rudnika Pljevlja«, koju su autori izvršili za potrebe rudnika Pljevlja.

Četvrtanjem su uzeti prosečni uzorci u količini od po cca 20 kg.

Izdvojeni prosečni uzorci prosejani su na situ od 6 mm. Granulacija + 6,0 mm ručno je zdrobljena (uzorci 1, 2, 10 i 11). Svi ostali uzorci zdrobljeni su u mlinu sa valjcima i svedeni na —6,0 mm. Od ovako pripremljenih uzoraka izdvojeno je po cca 9,5 kg i u sudovima sušeno do konstantne težine.

#### Sadržaj vlage

U toku sušenja uzimani su uzorci za ispitivanje uticaja vlage na koeficijent meljivosti.

Kod uzoraka 1, 3, 4 i 8 izvršena su tri opita, a kod uzoraka broj 5 i 6 četiri opita.

Kod uzoraka 2, 7, 9, 10 i 11 ispitivanja koeficijenta meljivosti vršena su samo sa uzorcima »suv na vazduhu«.

#### Priprema uzoraka

Uzorci sa potrebnim sadržajem vlage svedeni su, sa sitima 1,25 mm i 0,63 mm, na tri granulacije:

- 6,0 mm + 1,25 mm
- 1,25 mm + 0,63 mm
- 0,63 mm

Granulacija + 1,25 mm pripremljena je u mlinu sa diskovima (»mlin za kafu«) i svedena na dve granulacije:

- 1,25 mm + 0,63 mm
- 0,63 mm.

Prvi deo granulacije —1,25 + 0,63 mm obeležen je kao uzorak »bez predmlevenja«, a drugi kao uzorak »iz mlina sa diskovima«. Prosečni uzorak je sastavljen merenjem udela težine dela uzorka »bez predmlevenja« i dela »iz mlina sa diskovima«.

Ovako pripremljeni uzorci predstavljaju prosečne probe za određivanje koeficijenta meljivosti i ispitivanja uticaja svih značajnih faktora (vlaga, mineralne materije, ležište, petrološko poreklo i sastav, čvrst, raspadnut i glinovit ugalj).

Za merodavan sadržaj vlage uzeta je vlaga koja je određena istovremeno kad i koeficijent meljivosti.

#### Hemijske karakteristike uglja iz rudnika Pljevlja

Za ukupnu vlagu svih uzoraka, izuzev uzorka »ksilitne partije«, usvojena je vrednost od 36,0%. Ova odluka bazira na utvrđenim sadržajima ukupne vlage za 4 uzorka iz površinskog otkopa Potrlica.

Za ksilitne partije utvrđena je ukupna vlaga od 38,52%. Usvojena vrednost iznosi 38,60%.

#### Potrlica, površinski otkop

U uzorcima iz površinskog otkopa Potrlica sadržaj pepela bez vlage se kreće od 10,93%—27,23%.

Sadržaj ukupnog sumpora u odnosu na ukupnu vlagu, kreće se 0,70%—0,84%, odnosno 1,09%—1,35% na ugalj bez vlage. Ove vrednosti su niske i za buduću termoelektranu značajne, jer ukazuju da će termoelektrana u Pljevljima imati smanjenu poluciju SO<sub>2</sub> i SO<sub>3</sub> u atmosferu.

Sadržaj isparljivih materija u odnosu na ukupnu vlagu kreće se 25,15% — 29,88%, odnosno 52,34%—53,99%, računato na ugalj bez vlage i pepela. Ove vrednosti su niže od uobičajenih kod lignitnih ugljeva i ukazuju na viši stepen karbonizacije ugljene materije. Istovremeno, ovo znači i smanjenje povoljnih karakteristika za paljenje i sagorevanje uglja iz rudnika Pljevlja. Ovde treba reći, da je sadržaj isparljivih materija veći od onog koji je najčešći kod mrkih ugljeva, odnosno značajno veći od sadržaja isparljivih materija koji su najčešće kod kamenih ugljeva (38,97% za ugalj iz rudnika Ibar). [1].

Što se tiče donje kalorične vrednosti u odnosu na čistu ugljenu materiju, a ova karakteristika je, takođe, važan element za procenu sagorevanja uglja, treba reći da se ona kreće 6030 kcal/kg — 6230 kcal/kg. I ove vrednosti potvrđuju viši stepen karbonizacije ugljene materije (kod lignitnih ugljeva najčešća je vrednost u intervalu od 5100 kcal/kg do 6200 kcal/kg) ali je od značaja da su one niske i da ukazuju da ugljena materija iz rudnika Pljevlja treba da se pali i sagoreva bez teškoća. Kao jedan od dokaza su vrednosti za mrke ugljeve kod kojih se one kreću u intervalu od 6076 kcal/kg za određeni kvalitet uglja iz

rudnika Trbovlje do 7329 kcal/kg za jedan kvalitet uglja iz rudnika Kakanj (najčešće od 6300 do 7000 kcal/kg).

Uobičajeno je da tek kod kamenih ugljeva dolazi do teškoća u paljenju uglja, jer ovi ugljevi imaju visok stepen karbonizacije, visok sadržaj ugljenika, malo isparljivih materija i visoku kaloričnu vrednost. Ovakvo ponašanje za naše kamene ugljeve nije pravilo, jer se ugljevi iz Rudnika Raša i Ibarskih rudnika pale bez većih teškoća (imaju veći sadržaj isparljivih materija).

Sadržaj ugljenika za ugalj iz površinskog otkopa Potrlica kreće se od 68,01% do 70,76% (bvp).

Pepeo uzorka iz površinskog otkopa ima početak sinterovanja na 890°C do 980°C, tačku omekšavanja od 1040 do 1100°C, tačku polulopte od 1280° do 1290°C i tačku razlivanja od 1300°C do 1310°C. Ovi podaci potvrđuju da ovaj ugalj kod sagorevanja u velikim kotlovima termoelektrana ne bi trebalo da stvara veće teškoće zbog lepljenja.

#### Geološke bušotine iz ležišta Potrlica i ležišta Ljuče-Šumani

Uzorci 9 i 7 su čvrst ugalj iz geoloških bušotina i njihov sadržaj pepela kreće se od 20,61% kod Ljuče-Šumana do 34,20% kod Potrlice (sve bez vlage).

Isparljive materije uzoraka 9 i 7 kreću se od 54,33 do 54,39%, sadržaj ugljenika od 65,36 do 67,17% sadržaj S — ukupni od 1,41% do 1,66% i kalorična vrednost od 5798 kcal/kg do 6038 kcal/kg.

Navedene vrednosti ukazuju da se radi o istoj ugljenoj materiji kod koje u većoj meri varira samo sadržaj mineralnih materija.

Ovaj zaključak se odnosi i na topivost pepela, jer uzorak broj 9 ima početak sinterovanja na 900°C, a uzorak broj 7 na 920°C, temperature omekšavanja, polulopte i razlivanja se kreću u granicama 1060°C — 1110°C, 1305°C — 1270°C i 1330°C — 1285°C.

Uzorci 2 i 1 su raspadnute partije iz ležišta Potrlica i Ljuče-Šumani i njihov kvalitet je dat na tablici 1.

Tablica 1

		Potrlica	Ljuče—Šumani
Mineralne materije	(bv) %	51,29	45,15
S — ukupni	(bv) %	1,29	1,56
Isparljive materije	(bvp) %	58,45	56,34
Donja kalorična vrednost (bvp)	kcal/kg	5537	5492
Ugljenik (bvp)	%	64,00	63,34
Početak sinterovanja	°C	920	910
Tačka omekšavanja	°C	1000	1000
Tačka polulopte	°C	1400	1340
Tačka razlivanja	°C	+1400	1365

Navedeni podaci o kvalitetu raspadnutih partija u ležištima Potrlica i Ljuče-Šumani ukazuju da i kod njih nema značajnijih odstupanja.

Na kraju navodimo uporedne kvalitete glinovitih partija iz ležišta Potrlica i Ljuče-Šumani (tablica 2).

Tablica 2

		Uzorak br. 10	Uzorak br. 11
Mineralne materije	(bv) %	64,17	59,05
S-ukupni	(bv) %	1,00	1,00
Isparljive materije	(bvp) %	63,48	58,43
Donja kalorična vrednost (bvp)	kcal/kg	4992	5120
Ugljenik	(bvp) %	61,09	60,21
Početak sinterovanja	°C	920	880
Tačka omekšavanja	°C	1070	1160
Tačka polulopte	°C	1400	1400
Tačka razlivanja	°C	+1400	+1400

I ove partije u ležištima Potrlica i Ljuče-Šumani se ne razlikuju, jer je razlika u sadržaju mineralnih materija samo posledica različitih tektonskih poremećaja.



### **Sličnosti i razlike ležišta u Potrljici i ležišta Ljuće-Šumani**

Na osnovu brojnih kvalitetnih karakteristika može se zaključiti da su sve tri grupe uglja u oba ležišta istog porekla i istih uslova ugljenisanja.

Manje razlike u sadržaju mineralnih materija i isparljivih materija posledica su tektonskih montan-geoloških uslova i manjeg ili većeg sadržaja rezinita (smole).

### **Rezultati mikropetrografskih ispitivanja**

Cilj ovih ispitivanja bio je da se utvrdi strukturni sastav organske materije uglja, njeno poreklo, stepen karbonizacije, kao i da se odgovori na određena pitanja vezana za pojedina fizička svojstva ugljeva i da se izvrši poređenje ugljeva iz lokalnosti Potrljica i Ljuće-Šumani.

U članku se ne daju rezultati mikropetrografskih analiza, već samo komentar i zaključci.

### **Raspadnuti ugalj iz geoloških bušotina**

Upoređujući rezultate dobijene iz analiziranog tj. raspadnutog uglja ovih dveju lokalnosti, može se zaključiti da su razlike veoma male u pogledu tri osnovne komponente koje učestvuju u izgradnji ovog tipa uglja. Interesantno je, da se u ovom raspadnutom uglju pojavljuje dosta rezinita (smole), što je dokaz da je nastao razaranjem organskog tkiva viših biljaka. Raspadnut ugalj nastao je u procesu njegovog stvaranja, tj. procesima humifikacije i dejstvom bakterija i manjih tektonskih poremećaja, a naknadno je cementovan gelnom organskom materijom. Cementacija nije bila intenzivna zbog čega je i njeno fizička nestabilnost jasno uočljiva.

### **Čvrsti delovi iz površinskog otkopa Potrljica**

Upoređujući rezultate iz uzoraka br. 3, 4 i 8 uzetih iz čvrstih delova uglja, vidi se da je kod njih ravnomerno raspoređeno učešće tri osnovne komponente, od kojih je on pretežno sastavljen, i da su one zajedno sa ostalim mikrokomponentama cemen-

tirane gelnom materijom, zbog čega se odlikuju i velikom fizičkom stabilnošću, odnosno izuzetnom tvrdoćom. Sadržaj mikrokomponentata je približno isti, sa malom razlikom kod uzorka br. 8 gde je delimično povećan sadržaj humodetrinita. Gelificirano drvenasto tkivo je tako intenzivno humificirano da veoma često gubi drvenastu strukturu, i zbog pojačanog i intenziteta sjajnosti veoma liči na gelinit. Ovakvom strukturom organske materije, karakterišu se obično mrki ugljevi. Humodetrinit je predstavljen različitim zdrobljenim ostacima viših biljaka i impregnacijama piritskih sočiva.

### **Barski i ksilitni tipovi**

Upoređujući rezultate analiza za ova dva veoma različita tipa, koji se jasno i mikroskopski razlikuju, vidi se da je kod barskog tipa pretežno učešće humodetrinita, a kod ksilitnog učešće gelificiranog drvenastog tkiva. Svakako da se ova dva tipa ne mogu upoređivati. Karakteristično je, da je »barski tip« po svojoj strukturi veoma neuobičajen. Normalno je da je »barski tip« uglja više zemljast, nastao od nižeg rastinja, tj. travnate flore, što kod pljevaljskog uglja nije slučaj. Navodni barski tip pljevaljskog uglja nastao je od drvenastih biljnih oblika koji su kroz geohemijske procese veoma intenzivno humificirani, tako da stvoreni hum i detritus sadrže u sebi ostatke višeg rastinja sa jasnim sočivima smola zbog čega se i odlikuje velikom žilavošću. Kod ksilitnog tipa uočljivo je dobro gelificirano drvenasto tkivo, tako da on mestimično gubi svoju primarnu strukturu, prelazeći u pravi gelinit. U ovom preparatu značajno je veoma malo prisustvo humodetrinita, nastalog drobljenjem i razaranjem čvrstih drvenastih partija u procesu obrazovanja.

### **Čvrsti ugalj iz geoloških bušotina**

Čvrst ugalj ovih lokalnosti po svom petrografskom sastavu je skoro identičan. Male razlike zapažaju se kod sadržaja humodetrinita — ima ga više u lokalnosti Potrljica, a rezinita — nešto više u lokalnosti Ljuće-Šumani. S obzirom na povećan sadržaj rezinita treba očekivati i veću žilavost uglja, kao i više lako isparljivih materija, tj. gasova u ovom uglju. Rezinit je raspoređen u paralelnim nizovima.

### Glinoviti ugalj iz geoloških bušotina

Analiziranje glinovitog uglja iz obeju lokalnosti vršeno je na taj način, što je potpuno izdvojena organska materija od neorganske i tako ispitivana. Organski deo ugljene materije sastavljen je od istih mikrokomponentata od kojih se sastoji i ostali deo ugljenog sloja, tako da ne postoji nikakva razlika u mikropteroagrafskom sastavu ovih mugli i sočiva organske materije koja se pojavljuje u podini ugljenog sloja.

Neorganski deo sastoji se od peskovitih glina i čistih glina, veoma plastičnih, u kojima se nalaze ostaci organske materije. S obzirom na mali sadržaj organske materije u tom delu ugljenog sloja, kao i na fizička svojstva neorganskog dela ugljenog sloja, on se neće moći da koristi.

### Laboratorijsko ispitivanje koeficijenta meljivosti

Koeficijent meljivosti određen je po metodi Hardgrove.

### Rezultati ispitivanja

Posle izvršenih ispitivanja u mlinu Hardgrove kod svih uzoraka određen je propad na situ od 75 mikrona.

Rezultati ispitivanja su dati u tablici 3.

### Uticaj sadržaja vlage na koeficijent meljivosti

Iako metoda Hardgrove zahteva uzorke »suv na vazduhu« sprovedena su i ispitivanja koja su imala za cilj da utvrde značaj sadržaja vlage za koeficijent meljivosti. Iznenađujuće nas je intenzitet uticaja.

Kod uzoraka 3, 4 i 8 povećanjem sadržaja vlage sa 16,11%, 17,18% i 15,17% na 34,93%, 32,95% i 34,13% prouzrokuje se skok koeficijenta meljivosti sa 33,72  $H_{75}^0$  na 86,80  $H_{75}^0$ , sa 35,38  $H_{75}^0$  na 78,73  $H_{75}^0$  i sa 48,04  $H_{75}^0$  na čak 127,02  $H_{75}^0$  (sl. 1).

Utvrđeni značaj sadržaja vlage za meljivost uglja i činjenica da se ista u sirovom uglju kreće do 36%, navodi da bi bila korisna uporedna analiza značaja sadržaja vlage za dobro sagorevanje ugljenih čestica u ložištu kotlovskog postrojenja i ekonomičan rad mlinskog i kotlovskog postrojenja.

### Uticaj sadržaja mineralnih materija (pepeo) na koeficijent meljivosti

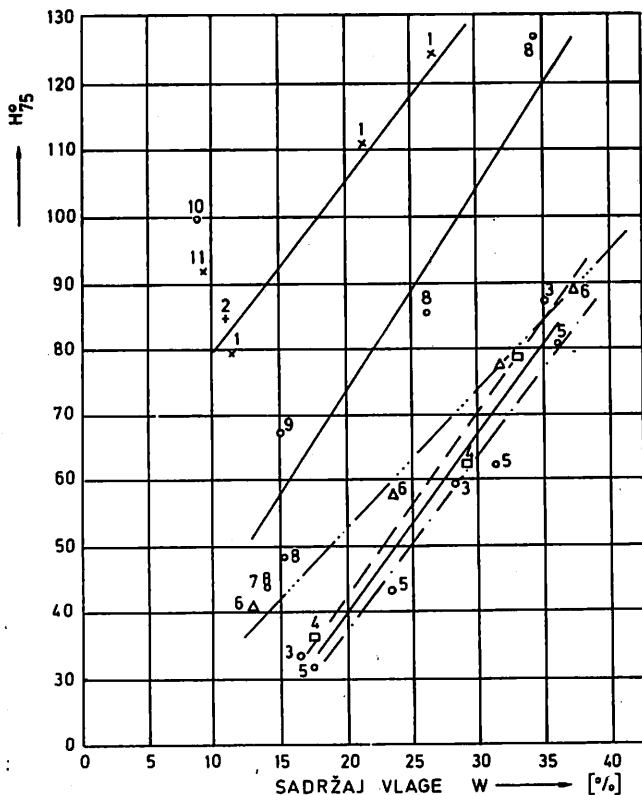
Značaj mineralnih materija, utvrđen kod svih lignitnih ugljeva, potvrđeno se i kod ispitivanja uglja iz rudnika Pljevlja (sl. 2).

Značajno je, da sadržaj mineralnih materija kod svih uzoraka (ležište Potrlica — površinski otkop, ležište Ljuče-Šumani-geo-

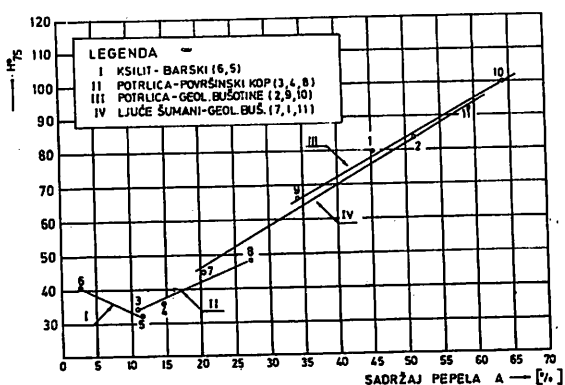
### Koeficijenti meljivosti ugljeva iz rudnika Pljevlja

Tablica 3

	Vlaga %	$H_{75}^0$	Vlaga %	$H_{75}^0$	Vlaga %	$H_{75}^0$	Vlaga %	$H_{75}^0$	pepeo %
Ležište Potrlica, površinski otkop									
uzorak br. 3	34,93	86,80	27,56	58,32	—	—	16,11	33,72	10,93
uzorak br. 4	32,95	78,73	28,84	62,20	—	—	17,18	35,38	14,74
uzorak br. 8	34,13	127,02	26,72	85,31	—	—	15,17	48,04	27,23
Ležište Potrlica, površinski otkop, barski i ksilitni delovi									
uzorak br. 6	37,61	88,44	31,86	76,16	23,55	57,91	13,03	40,83	4,06
uzorak br. 5	35,73	80,62	31,01	61,87	23,15	42,94	16,81	31,74	11,44
Ležište Potrlica, geološke bušotine									
uzorak br. 9	—	—	—	—	—	—	14,33	66,03	34,20
uzorak br. 2	—	—	—	—	—	—	11,22	83,88	51,29
uzorak br. 10	—	—	—	—	—	—	8,19	99,97	64,17
Ležište Ljuče-Šumani, geološke bušotine									
uzorak br. 7	—	—	—	—	—	—	13,62	43,79	20,61
uzorak br. 1	27,30	124,57	21,30	110,02	—	—	11,51	79,69	45,15
uzorak br. 11	—	—	—	—	—	—	9,77	91,72	59,05



Sl. 1 — Uticaj sadržaja vlage na koeficijent meljivosti.



Sl. 2 — Uticaj sadržaja mineralnih materija na koeficijent meljivosti.

loške bušotine i ležište Potrlica — geološke bušotine) potvrđuje pravilnost uticaja promenjenog sadržaja mineralnih materija na koeficijent meljivosti.

Ova ispitivanja su, bez odstupanja, dala dokaza da su i ugljena materija i mineral-

ne materije iz ležišta Potrlica i ležišta Ljuće-Šumani veoma sličnog kvaliteta i osobina mlevenja.

#### Uticaj strukturnog sastava organske materije uglja, njenog porekla i stepena karbonizacije na koeficijent meljivosti

Ispitivanja 11 uzoraka iz basena Pljevlja su potvrdila da se u oba ležišta (Potrlica i Ljuće-Šumani) radi o veoma sličnoj organskoj materiji, sličnog porekla, kvaliteta, pepela i karbonizacije, ali i izuzetno malih razlika između grupa »ksilit« i »barski«. Razlike, ne samo da su male, već se ksilitni delovi nešto lakše melju, tj. imaju veći koeficijent meljivosti.

Ponovo se skreće pažnja na konstataciju da barske partije nisu zemljastog, već drvenastog porekla, veoma intenzivno humificirane.

Čvrst, raspadnut i glinovit ugalj iz oba lokaliteta ima skoro identičan petrografski

sastav i razlike su vezane, uglavnom, za pojmove koji obeležavaju 3 kvaliteta: čvrst, raspadnut i glinovit ugalj.

#### Uticao ležišta na koeficijent meljivosti

Ispitujući značaj sadržaja vlage, kvaliteta mineralnih materija, sadržaja i kvaliteta genetskog porekla i stepena karbonizacije, utvrđeno je da su ona jednoznačna, tj. da nema bitnijih razlika između uglja iz ležišta Potrlica i uglja ležišta Ljuće-Šumani.

Karakteristične su krive uticaja sadržaja pepela na koeficijent meljivosti. Sve dobijene tačke leže na pravama skoro paralelnim, što ukazuje da se u rasponu mineralnih materija od cca 12% do cca 65%, i za oba ležišta, radi o istim kvalitetima i ugljene i mineralne materije.

Ispitivanja značaja kvaliteta: čvrst, raspadnut i glinovit ugalj na koeficijent meljivosti potvrdila su, da su razlike u ležištima male i da je suštinska zavisnost vezana ne za ležište, već za kvalitet koji je okarakterisan kao čvrst, raspadnut i glinovit ugalj.

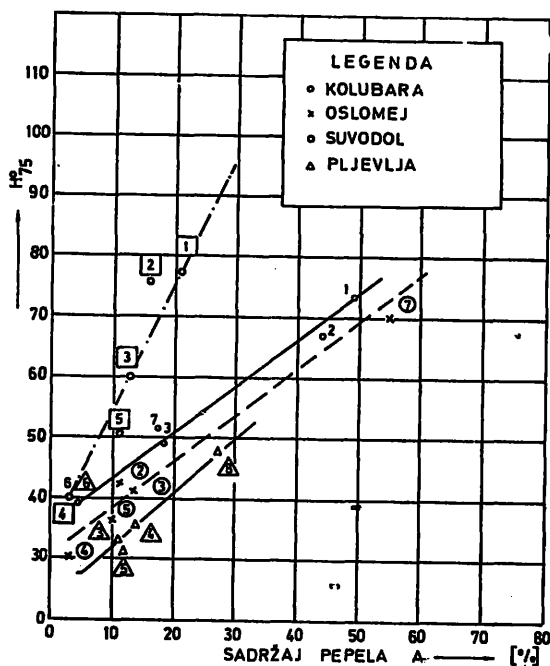
#### Zaključak

Rezultati ispitivanja 11 uzoraka iz ležišta Potrlica i Ljuće-Šumani potvrdila su da je ugalj iz oba ležišta i istih osnovnih karakteristika (hemijske analize, petrografska ispitivanja, strukturni sastav organske materije, poreklo, stepen karbonizacije, uticaj vlage na koeficijent meljivosti i uticaj mineralnih materija na koeficijent meljivosti).

Viši stepen karbonizacije uglja iz basena Pljevlja ukazuje da će isti, u velikim kotlovskim prostorijama, u poređenju sa lignitnim ugljevima, sagorevati kraćim plamenom.

Relativno visok sadržaj isparljivih materija treba da doprinese da se ugalj iz basena Pljevlja pali bez teškoće.

S obzirom na visoku zastupljenost čvrstih partija uglja u ležištima Potrlica i Ljuće-Šumani, smatramo da će ugalj takvog kvaliteta dominirati u proizvodnji ležišta Potrlica i Ljuće-Šumani. Pod ovim uslovom,



Sl. 3 — Uticaj sadržaja mineralnih materija na koeficijent meljivosti  $H_{75}$  (1)

kod izbora mlinskog postrojenja za termoelektranu Pljevlja, treba računati da će ugalj iz rudnika Pljevlja imati koeficijent meljivosti pretežno od 33,7  $H_{75}^{\circ}$  do 48,0  $H_{75}^{\circ}$ .

Partije raspadnutog i glinovitog uglja doprineće značajnom povećanju kapaciteta mlinskih postrojenja, pod uslovom da udeo glinovitog uglja ostane u razumnim granicama (zbog depljenja u mlinu, zagušivanja mlinskog postrojenja i šljakovanja ložišta).

Na kraju treba reći, da se ugalj iz basena Pljevlja teže melje od lignitnih ugljeva, gde se grade nove termoelektrane (baseni Kolubara, rudnik Oslovej i rudnik Suvodol).

## SUMMARY

### Laboratory Tests of Mine Pljevlja Coal Grindability

Tests on samples from deposits Potrlica and Ljuče — Šumani indicated that coals of identical grade are in question.

The mine is characterized by three grades: hard, weathered and clayey coals. Hard coal is dominant in the mine and its grindability factor ranges from 33.7  $H_{75}^{\circ}$  to 48.0  $H_{75}^{\circ}$ .

## ZUSAMMENFASSUNG

### Laboruntersuchungen der Kohlenmahlbarkeit aus der Grube Pljevlja

Durch Kohlenprobenuntersuchungen aus der Lagerstätte Potrlica und Ljuče-Šumani wurde festgestellt, dass es hier um die Kohle gleicher Qualität handelt.

Diese Lagerstätte wird durch drei Kohlenqualitäten gekennzeichnet: feste, verwitterte und tonhaltige Kohle. Die feste Kohle herrscht in dieser Grube vor und sein Mahlkoefizient beträgt von 33,7  $H_{75}^{\circ}$  — 48,0  $H_{75}^{\circ}$ .

## РЕЗЮМЕ

### Лабораторные исследования дробления угля из рудника „Плевля“

Исследованием угля из месторождения Потрлица и Люче — Шумани, установлено, что речь идет об угле одного и того же качества. Этот рудник характеризуется тремя качествами: чистый уголь, распадающийся и глинистый уголь.

Чистый уголь преобладает в этом руднике, а его коэффициент размалывания есть 33,7  $H_{75}^{\circ}$  — 48,0  $H_{75}^{\circ}$ .

## Literatura

1. Novaković, Lj., 1976: Ugljena materija i njena meljivost, Rudarski institut, Beograd.

**Autori:** dr ing. Ljubomir Novaković i teh. Milorad Marković, Zavod za termotehniku u Rudarskom institutu, Beograd i dr. ing. Radivoje Cvetičanin, Rudarsko-geološki fakultet- Beograd

**Recenzent:** mr ing. Borislav Perković, Rudarski institut, Beograd

# Iskorišćenje otpadne toplote gasmotorkompresora

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Vojislav Vuletić

*Snazan razvoj naše privrede karakterisan je sve većom proizvodnjom i potrošnjom energije. Kako je naša zemlja deficitarna sa pojedinim vrstama goriva, kao što je na primer nafta, koja moraju da se uvoze i čija cena na svetskom tržištu iz dana u dan raste, potrebno je pronaći mogućnost za što racionalnije korišćenje energije.*

*Korišćenje otpadne toplote, iz raznih postrojenja i procesa, može da poboljša energetska situaciju potrošača toplotne energije i smanji potrošnju goriva. Primer mogućnosti iskorišćenja otpadne toplote iz gasmotorkompresora ovde je obrađen.*

Pri sabijanju gasa u kompresorskim postrojenjima, gasu se dovodi toplota ekvivalentna indiciranoj snazi. Takođe, usled trenja klipa, gasu se predaje još jedan deo toplote. Kako se pri izotermskoj kompresiji troši najmanji rad, sabijanje gasa treba izvesti tako, da se što više približi izotermskoj kompresiji. To se može izvesti višestupnim sabijanjem i hlađenjem gasa posle svakog stupnja.

Hlađenje gasa je potrebno da bi se smanjila temperatura zidova cilindra i cilindarske glave uz istovremeno povećanje koeficijenta punjenja, jer za vreme usisavanja na gas pređe manja količina toplote. Da bi se održala radna temperatura kompresora u željenim granicama, poboljšala efikasnost i izdvojila vlaga i tečne primese koje idu zajedno sa gasom iz bušotine, potrebno je, takođe, da se gas posle sabijanja ohladi.

Pri izotermskoj kompresiji idealnog gasa, zbog  $T = \text{const.}$ , sledi, iz jednačine stanja idealnih gasova i na osnovu prvog zakona termodinamike, zbog konstantnosti unutrašnje energije idealnog gasa u izotermskom procesu kompresije, da se rad komprimovanja potpuno pretvara u toplotu, koja mora da se odvede u okolinu. Na taj način može da se realizuje pretpostavljeni idealni izotermiski proces.

Teoretski, količina toplote koja se odvede hlađenjem gasa, jednaka je količini energije utrošene za komprimovanje, uz uslov da su temperature gasa pre i posle

kompresije jednake. Jedan deo toplote gubi se iz kompresora zračenjem na okolinu. Taj gubitak iznosi oko 5% ukupne količine toplote. Preostala količina toplote predaje se rashladnoj vodi u hladnjacima.

Količina toplote dobijena hlađenjem gasa, koja je sadržana u rashladnoj vodi, može da se iskoristi na više načina u zavisnosti od temperature koju zahteva potrošač i načina njenog korišćenja (grejanje, ventilacija sa vazдушnim grejanjem, sanitarna topla voda itd.).

## Analiza iskorišćenja otpadne toplote u kompresorskoj stanici u Kikindi

Zavod za termotehniku Rudarskog instituta vršio je periodična ispitivanja gasmotorkompresora u kompresorskoj stanici u Kikindi. Izmerene veličine i rezultati, dobijeni ispitivanjem kompresora, pokazali su da se velika količina toplote koja se predaje gasu komprimovanjem, kasnije rashladnoj vodi, baca umesto da se iskoristi.

U kompresorskoj stanici je instalirano pet gasmotorkompresora proizvodnje firme CLARC, sledećih karakteristika:

- snaga motora  $P_m = 265 \text{ KS}$  pri  $600 \text{ min}^{-1}$
- broj obrtaja  $n = 600 \text{ min}^{-1}$
- potrošnja gasa za rad motora  $B = 0,267 \text{ nm}^3/\text{KSh}$
- pritisak gasa za napajanje motora  $P_{gm} = 2,1 \text{ kp/cm}^2$

- snaga kompresora  
 $P_k = 255$  KS
- broj stupnjeva  
 $s = 3$
- pritisak gasa na ulazu

- u I stupanj  $p_1 = 2$  kp/cm<sup>2</sup>
- maksimalni pritisak na kraju III  
stupnja  $p_k = 63$  kp/cm<sup>2</sup>
- kapacitet kompresora  
 $V = 1600$  nm<sup>3</sup>/h

Tablica 1

Izmerena veličina	Ozna- ka	Dimen- zija	Kompresor broj:				
			1	2	3	4	5
Pritisak gasa na ulazu u I stupanj	$p_{ul}$	kp/cm <sup>2</sup>	1,8	1,45	1,35	1,5	1,6
Temperatura gasa na ulazu u I stupanj	$t_{ul}$	°C	5	8	4,5	7	8
Pritisak posle I stupnja	$p_1'$	kp/cm <sup>2</sup>	6,15	5,3	4,4	5,25	5,57
Temperatura posle I stupnja	$t_1'$	°C	76	78	78	77	79
Pritisak gasa posle međuhladnjaka	$p_2$	kp/cm <sup>2</sup>	6,1	5,3	4,1	5,2	5,5
Temperatura gasa posle međuhladnjaka	$t_2$	°C	45	32	32	36	36
Pritisak gasa posle II stupnja	$p_2'$	kp/cm <sup>2</sup>	16,8	15,1	14,1	14,8	16,05
Temperatura gasa posle II stupnja	$t_2'$	°C	104	96	96	98	98
Pritisak gasa posle međuhladnjaka	$p_3$	kp/cm <sup>2</sup>	16,7	14,35	14,0	14,6	15,68
Temperatura gasa posle međuhladnjaka	$t_3$	°C	48	35	28	43	38
Pritisak gasa posle III stupnja	$p_3'$	kp/cm <sup>2</sup>	43,4	43,3	42,6	43,4	43,95
Temperatura gasa posle III stupnja	$t_3'$	°C	106	102	97	107	99
Pritisak gasa posle krajnjeg hladnjaka	$p_{12}$	kp/cm <sup>2</sup>	42,5	42,5	42	42,1	43
Temperatura gasa posle krajnjeg hladnjaka	$t_{12}$	°C	46	31	27	37	32
Broj obrtaja kompresora	$n$	min <sup>-1</sup>	630	631	637	652	620
Snaga kompresora	$P_k$	KW	169	152	119	147	154
Kapacitet kompresora	$V$	nm <sup>3</sup> /h	1448	1256	1082	1222	1242

Zadatak kompresora je da u sistemu gasovoda obezbedi dovoljan početan pritisak gasa, kako bi se gubitak energije pritiska usled strujnog otpora gasovoda savladao i gas dopremio u potrebnoj količini do potrošača

Ispitivanja koja su vršena na kompresorima pokazala su da kompresori nemaju parametre prema prospektu proizvođača, već da su prilagođeni potrebama korisnika.

U tablici 1 prikazane su karakteristične veličine, izmerene na ispitivanim kompresorima, potrebne za proračun količine toplote koju gas predaje rashladnoj vodi.

Unošenjem početnog stanja gasa u  $T$ - $s$  dijagram i usvajajući da je sabijanje u svakom stupnju izentropsko, a istiskivanje gasa izobarsko, dobija se  $T$ - $s$  dijagram sabijanja gasa. Na  $T$ - $s$  dijagramu (sl. 1) prikazano je sabijanje gasa u kompresoru broj 1 prikazano je sabijanje gasa u kompresoru broj 1 u Kikindi.

Kod višestupne kompresije najveći deo odvedene toplote predaje se međuhladnjacima. Ako je u jednom stupnju početna temperatura  $T_1$ , a konačna  $T_2$ , a  $T_1'$  početna temperatura sledećeg stupnja, onda treba u odgovarajući međuhladnjak odvesti sledeću količinu toplote:

$$Q_{mh} = c_p (T_2 - T_1') \quad (\text{kcal/nm}^3)$$

gde je  $c_p$  — srednja specifična toplota gasa.

Za protok gasa kroz stupanj kompresora  $V_o$  pri pritisku  $p_o$  i temperaturi  $T_o$ , ukupna količina toplote odvedena u međuhladnjak biće:

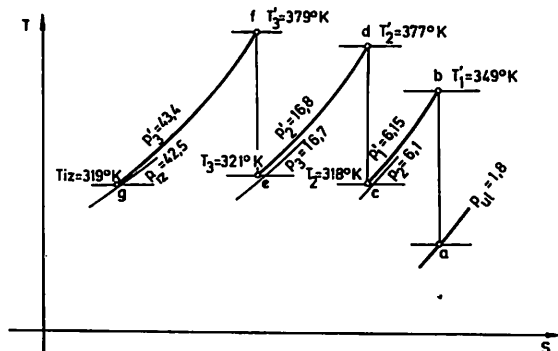
$$\dot{Q}_{mh} = \dot{V}_o \frac{p_o}{RT_o} c_p (T_2 - T_1') \quad (\text{kcal/h})$$

Gas koji se komprimuje i transportuje ima prosečan sastav, dat u molarnim procentima:

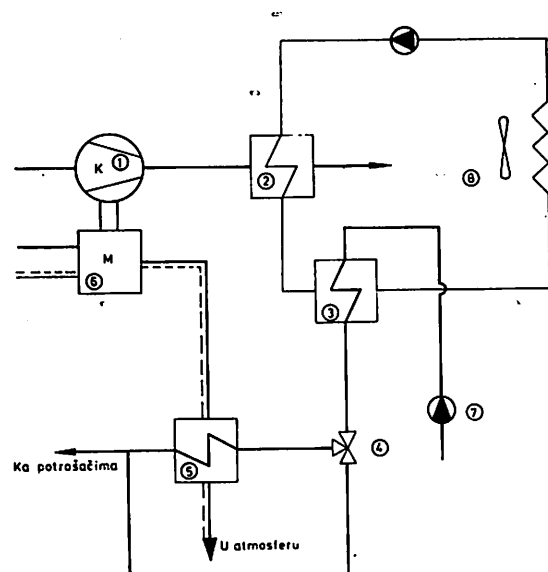
$$\begin{aligned} CH_4 &= 83,83 & nC_5H_{12} &= 0,37 \\ C_2H_6 &= 5,66 & C_6H_{14} &= 0,17 \\ C_3H_8 &= 4,28 & C_7H_{16} + t \cdot k &= 0,15 \\ iC_4H_{10} &= 1,23 & N_2 &= 1,76 \\ nC_4H_{10} &= 1,51 & CO_2 &= 0,76 \\ iC_5H_{12} &= 0,34 & \gamma &= 0,903 \quad (\text{kg/nm}^3) \end{aligned}$$

Specifična toplota pri stalnom pritisku  $c_p$  za smešu gasova određuje se na sledeći način:

$$c_p = \sum_{i=1}^n r_i \cdot c_{pi} \quad (\text{kcal/kmol}^\circ\text{C})$$



Sl. 1 — Sabijanje gasa u kompresoru broj 1 prikazano u  $T$ - $S$  dijagramu.



Sl. 2 — Sema kompresorskog postrojenja sa iskorišćenjem otpadne toplote.

gde je:

$r_i$  — zapreminski udeo pojedine komponente

$c_{pi}$  — specifične toplote pojedinih komponenti



Izračunata srednja specifična toplota za smešu gasova koja se komprimuje i transportuje iznosi:

$$c_p = 0,492 \text{ (kcal/nm}^3 \text{ } ^\circ\text{C)}$$

Na sl. 2 je šematski prikazano moguće rešenje iskorišćenja toplote dobijene komprimovanjem gasa u jednom gasmotor-kompresoru. Kompresorska stanica u Kikindi nalazi se na gasnom polju u otvorenom objektu. Pogonski uslovi zahtevaju naizmeničan rad kompresora, tako da su u pogonu uvek najmanje tri kompresora. U zimskom periodu, zbog nenadanih zastoja i obustavljanja rada, predviđeno je da rashladna tečnost bude antifriz, kako bi se izbegla mogućnost zamrzavanja. Iz tog je razloga usvojena šema po kojoj je sistem rashladne vode odvojen od sistema potrošnje tople vode.

Zagrejan gas komprimovan u kompresoru (1) dovodi se na radnu temperaturu u hladnjaku (2). Potrošna topla voda se zagreva u razmenjivaču toplote (3) hladeći rashladnu vodu, koja cirkuliše u zatvorenom sistemu, zatim preko regulacionog ventila (4) ide u razmenjivač toplote (5) koji je smešten u izduvnoj cevi motora kompresora (6). Količina toplote sadržana u izduvnim gasovima, u razmenjivaču toplote (5) se predaje potrošnoj toploj vodi, koja se, zagrejana do željene temperature, odvodi potrošačima. Utrošena voda se nadoknađuje iz posebno građenog rezervoara ili iz vodovoda. Ukoliko ne postoji potreba za korišćenjem tople vode, obustavlja se rad cirkulacione pumpe (7), a hlađenje rashladne vode se vrši pomoću ventilatora vazduhom u hladnjaku (8).

### Bilans toplote kompresorske stanice

#### Bilans toplote kompresora broj 1

Snaga na kolenastom vratilu	145.000 kcal/h = 100%
Količina toplote iz međuhladnjaka I	22.000 kcal/h = 15,17%
Količina toplote iz međuhladnjaka II	40.000 kcal/h = 27,59%
Količina toplote iz krajnjeg hladnjaka	43.000 kcal/h = 29,65%
Količina toplote odneta komprimovanim gasom	29.000 kcal/h = 20,00%
Gubitak toplote zračenjem na okolinu	11.000 kcal/h = 7,59%

Iz prikazanog bilansa se vidi da gas rashladnoj vodi u međuhladnjacima i krajnjem hladnjaku predaje 105.000 kcal/h. Ako

usvojimo da su početna i krajnja temperatura rashladne vode 30 odnosno 85°C, možemo da odredimo potrebnu količinu rashladne vode za hlađenje gasa u međuhladnjacima i krajnjem hladnjaku:

$$G_v = \frac{Q_{rv}}{t_{iz} - t_{ul}} = \frac{105.000}{85 - 30} = 1,91 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Ukoliko se potrošna topla voda koristi za sanitarne potrebe, raspoloživa količina toplote, sadržana u rashladnoj vodi, može da obezbedi sledeću količinu:

$$G_{rv} = \frac{Q_{rv}}{t_{iz} - t_{ul}} = \frac{105.000}{60 - 10} = 2,1 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

gde je:

$t_{iz}$  — izlazna temperatura sanitarne tople vode (60°C)

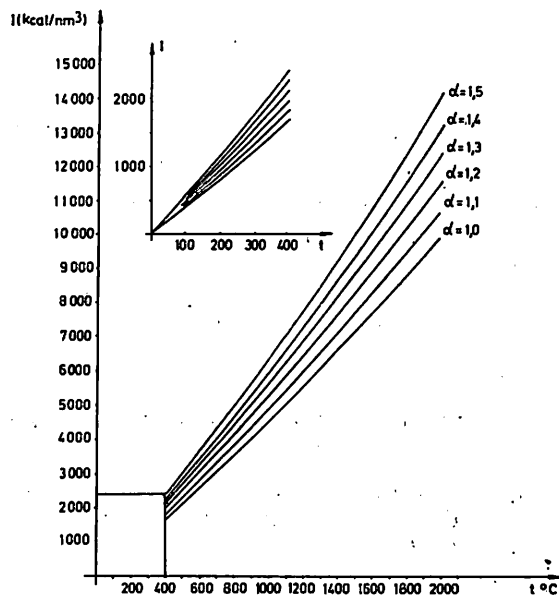
$t_{ul}$  — srednja godišnja temperatura vode za napajanje postrojenja (10°C)

Ukoliko se potrošna topla voda koristi za grejanje objekata ili za termičku pripremu napojne vode kotla, neophodna joj je viša temperatura. U razmenjivaču toplote izduvni gasovi — potrošna topla voda, smeštenom u izduvnoj cevi motora, dobiće se potrebna količina toplote za dogrevanje potrošne tople vode.

Temperatura izduvnih gasova iz gasmotorkompresora ispred razmenjivača toplote je  $t_g' = 350^\circ\text{C}$ . U razmenjivaču toplote izduvni gasovi se hlade i predaju potrošnoj toploj vodi određenu količinu toplote. Zbog

gabarita i konstruktivnih karakteristika razmenjivača, ne sme krajnja temperatura da bude suviše niska. Ako pretpostavimo

da će temperatura izduvnih gasova iza razmenjivača biti 150°C, na osnovu stehiometrijskog proračuna i I—t dijagrama ga-



Sl. 3 — I—t dijagram sagorevanja prirodnog gasa u gasmotokompresoru.

sa koji sagoreva u cilindrima motora kompresora (sl. 3), dobićemo sledeće karakteristike dimnih gasova pre i posle razmenjivača:

$$\begin{aligned} t_g' &= 350^\circ\text{C} \\ I_g' &= 1530 \text{ kcal/nm}^3 \\ t_g'' &= 150^\circ\text{C} \\ I_g'' &= 620 \text{ kcal/nm}^3 \end{aligned}$$

Potrošnja goriva u motoru:

$$B = 61,4 \text{ nm}^3/\text{h}$$

Na osnovu karakteristika izduvnih gasova i količine goriva koje sagoreva u motoru možemo da odredimo krajnju temperaturu potrošne tople vode iza razmenjivača:

$$t_{pv}'' = t_{pv}' + \frac{Q_g}{G_{pv}} \quad (^\circ\text{C})$$

$$Q_g = B (I_g' - I_g'') \quad (\text{kcal/h})$$

$$Q_g = 61,4 (1530 - 620) = 55800 \text{ kcal/h}$$

$$t_{pv}'' = 60 + \frac{55800}{2100} = 60 + 26 = 86 \text{ }^\circ\text{C}$$

Ispred razmenjivača izduvni gasovi—potrošna topla voda postavljen je regulacioni ventil, tako da količina i temperatura potrošne tople vode, prema potrebi, može da se menja. Ukupna količina toplote, koja za jedan sat može da se iskoristi od kompresora broj 13 iznosi:

$$Q_{uk} = Q_{rv} + Q_g = 160.800 \text{ kcal/h}$$

U kompresorskoj stanici je instalirano pet gasmotorkompresora od kojih su tri u toku sve tri smene uvek u pogonu, tako da se u tim uslovima eksploatacije može da iskoristi minimalno 482.400 kcal/h.

U tablici 2 je prikazana moguća ušteda goriva u kompresorskoj stanici u Kikindi, iskorišćenjem otpadne toplote gasmotor-kompresora. Količina otpadne toplote je preračunata na čvrsto, tečno i gasovito gorivo.

Tablica 2

	Toplotna moć	Cena goriva	Moguća ušteda		
			goriva	novca	
	kcal/kg (kcal/nm <sup>3</sup> )	din/kg (din/nm <sup>3</sup> )	kg/h (nm <sup>3</sup> /h)	t/god. (nm <sup>3</sup> /god.)	din/g. (x 10 <sup>3</sup> )
Mrki ugalj »Zenica«	3825	0,38295	126,1	1105	423,2
Tečno gorivo	lako	3,73*	48,24	422,6	1576,3
	teško	1,675*	50,8	445	745,4
Prirodan gas	8.500	1,00*	56,75	497,10	497

\* Cena fco distributer (»Jugopetrol« i »Naftagas«)

## **Zaključak**

Energetska kriza koja je izazvala po-  
skupljenje nafte i njenih derivata, kao i  
ograničene rezerve klasičnih energetske-  
ih izvora, primorala je mnoge zemlje da po-  
kušaju da reše problem pokrivanja energet-  
skih potreba, kao i supstituciju pojedinih  
vrsta energije drugima.

Naša zemlja se, takođe, nalazi u ener-  
getskoj krizi. Nedostaju nam znatne koli-  
čine električne energije, a predviđa se i  
osetna nestašica tečnog goriva, koje se ve-  
likim delom nabavlja iz uvoza.

Racionalnim korišćenjem energije i is-  
korišćenjem otpadnih toplota raznih pro-  
cesa, moguća je ušteda energije i sred-  
stava.

## **SUMMARY**

### **Recovery of Gasmotorcompressor Waste Heat**

Rapid development of our economy is characterized by ever increasing power pro-  
duction and consumption. Since our country is short of some types of fuel, such as  
crude oil, requiring imports at prices growing from day to day on world market,  
it is necessary to find out possibilities for most rational power utilization.

Utilization of waste heat from various plants and processes is capable of impro-  
ving the power situation of consumers of heat power and reducing fuel consumption.  
The paper deals with the possibility of recovery of gasmotorcompressor waste heat.

## **ZUSAMMENFASSUNG**

### **Abwärmeausnutzung aus den Gasmotorkompressoren**

Ständige und schnelle Entwicklung unserer Wirtschaft ist durch ständig sich  
vergrößernde Energieerzeugung und -verbrauch gekennzeichnet. Da unser Land mit  
verschiedenen Brennstoffarten direkt schlecht versorgt ist, wie z.B. Erdöl, das einge-  
führt werden muss und dessen Preis auf dem Weltmarkt von Tag zu Tag steigt, ist  
es erforderlich Möglichkeiten für möglichst rationelle Energienutzung zu finden.

Abhitzeverwertung, aus verschiedenen Anlagen und Prozessen, kann die energeti-  
sche Verbrauchersituation der Wärmeenergie verbessern und den Brennstoffverbrauch  
herabsetzen. Ein Beispiel für die Möglichkeit der Abhitzeverwertung aus den Gasmot-  
orkompressoren wurde hier bearbeitet.

## РЕЗЮМЕ

### Использование отходящего тепла из газового компрессора

Сильное развитие нашего хозяйства характеризуется все большим и большим производством и расходом энергии. Так-как наша страна в некоторых сортах горючего дефицитна, как на пример в нефти, которую надо ввозить и цена которой изо дня в день на мировом рынке все повышается, необходимо найти возможности для самого рационального использования энергии.

Использование отходящего тепла из разных сооружений и процессов, может улучшить энергетическое положение потребителей тепловой энергии и уменьшить расход горючего. Здесь обработан пример использования отходящего тепла из газового компрессора.

### Literatura

1. Frenkelj M. I., 1969: Poršnevye kompresory. — Mašinstroenie.
2. Jankov R., 1973: Klipni kompresori. Mašinski fakultet, Beograd.
3. Malić D., 1975: Termodinamika i termotehnika, VI izdanje. — Građevinska knjiga, Beograd.
4. Materijali proizvođača kompresora: CLARC, KSB, ATLAS COPCO.
5. Statistički godišnjak rudnika uglja za 1975. god., Rudarski institut Beograd.

Autor: dipl. ing. Vojislav Vuletić, Zavod za termotehniku u Rudarskom institutu, Beograd  
Recenzent: mr ing. Borislav Perković, Rudarski institut, Beograd

## Prilog određivanju osnovnih tehničko-tehnoloških i organizaciono-investicionih parametara za radioničke komplekse površinskih otkopa uglja

(sa 4 slike)

Mr ing. Branko Kapor — mr ing. Slobodan Ivković — dipl. ing.  
Radmila Malešević

### Uvod

Porastom veličine jedinica za otkopavanje i transporta na površinskim otkopima uglja uočena je tendencija porasta uloge održavanja.

Bez obzira na tehničko unapređenje jedinica za otkopavanje u pravcu većeg proizvodnog kapaciteta, uočen je stalan porast učešća broja radnika na održavanju u ukupnom broju radnika koji su angažovani na površinskom otkopu.

Primeru radi, učešće proizvodne radne snage na održavanju, u odnosu na ukupnu radnu snagu na površinskim otkopima

u Nemačkoj Demokratskoj Republici (DDR), je iznosila:

1928. godine	13 — 16%
1950/60. godine	18 — 22%
1966. godine	25 — 30%

Sa druge strane, ako se posmatra evolucija nosivosti transportnih kamiona i struktura troškova vezana za ovaj način transporta, kao funkcija nosivosti, na otkopima u SAD u periodu 1950 — 1970. godina zabeleženi su sledeći podaci\*) o troškovima izraženim kao procenat učešća u ukupnim troškovima:

Nosivost kamiona	15 t	50 t	100 t
Održavanje	24%	44%	51%
Radna snaga za opsluživanje	59%	33%	16%
Gorivo i mazivo	4%	4%	3%
Dodatni troškovi radne snage	6%	4%	3%
Amortizacija	7%	16%	26%

\*) Koeficijenti su dobijeni na osnovu statističke analize. Elaborat se nalazi u tehničkoj dokumentaciji RI-a.

Prema tome, očigledno je da održavanje proizvodne, transportne i pomoćne opreme na površinskim otkopima postaje sve značajnija oblast projektovanja, izgradnje i organizacije savremenih površinskih otkopa uglja.

Značajniju aktivnost u okviru održavanja, pored operativnog održavanja i nadgledanja mašina na licu mesta, razvija radionički kompleks kao centralni radionički objekat.

Otuda značaj pitanja na koje treba dati odgovor u smislu definisanja ovog kompleksa u pogledu veličine, tehnološke strukture broja radnika, broja i vrste mašina, arhitektonsko-građevinskih i investicionih parametara itd.

U ovoj metodologiji radionički kompleks nije precizno definisan u pogledu zadataka koje treba da ima. Prilikom rešavanja ovoga pitanja bilo je nužno uvažiti različitost uslova koji se sreću u praksi površinskih otkopa, u odnosu na program održavanja, mogućnost obezbeđenja rezervnih delova, blizinu mašinske industrije, uslove tržišta usluga i tržišta rezervnih delova, stepen saradnje i razmene usluga u oblasti održavanja opreme između površinskih otkopa, koncentraciju sredstava, opreme i kadra na jednom površinskom otkopu itd.

S obzirom na navedene neodređenosti i višestruku zavisnost rešenja od velikog broja faktora i s obzirom na brojnost navedenih uslova koji utiču na definiciju radioničkog kompleksa, do danas nisu nađene metode koje bi na naučnoj osnovi rešavale ovaj problem. Zato se danas mora koristiti statistički pristup ovom zadatku, pri čemu osnovu za ovu metodologiju predstavlja iskustvo uhodanih radioničkih pogona izraženo kao statistička vrednost.

Jasno je, da dobijeni rezultati predstavljaju orijentaciju od koje se prema konkretnim prilikama odstupa, u zavisnosti koji od navedenih faktora utiče na definitivno rešenje.

#### A. Proračun godišnjeg fonda časova radioničke i remontne aktivnosti po tehnološkim strukturama

Kao podloga za proračun godišnjeg fonda časova radioničke i remontne aktivnosti

služi prethodna globalna podela opreme po tehnološkoj funkciji u eksploataciji uglja, i to:

- osnovna proizvodna oprema (bageri za otkrivku, bageri za ugalj, odlagači, pomoćni bageri)
- osnovna transportna oprema (transportne trake, damperi)
- pomoćna oprema (oprema za planiranje, utovarači, mašine za pomeranje, vozila, buldozeri, tegljači itd.)
- elektrooprema i električne mašine (elektromotorni pogon, elektromotorni razvod, trafostanica i razvodna postrojenja)
- gumene trake.

Godišnji fond radnih časova, potrebnih za održavanje opreme po navedenoj tehnološkoj strukturi, određuje se obrascima:

Za osnovnu proizvodnu opremu:

$$T_o = G_o \cdot K_o \text{ (čas/god)} \quad (1)$$

Za osnovnu transportnu opremu:

$$T_t = G_t \cdot K_t \text{ (čas/god.)} \quad (2)$$

Za pomoćnu opremu:

$$T_p = G_p \cdot K_p \text{ (čas/god.)} \quad (3)$$

Za elektroopremu i mašine:

$$T_e = G_e \cdot K_e = (G_o + G_t + G_p) / K_e \text{ (čas/god.)} \quad (4)$$

Za gumene trake:

$$T_g = L_g \cdot K_g \text{ (čas/god.)} \quad (5)$$

gde su:

- $G_o$  — ukupna težina osnovne proizvodne opreme ( $M_p$ )
- $G_t$  — ukupna težina transportne opreme ( $M_p$ )
- $G_p$  — ukupna težina pomoćne opreme ( $M_n$ )
- $G_e$  — težina merodavna za proračun fonda časova za održavanje el. opreme ( $M_p$ )
- $L_g$  — ukupna dužina gumenih traka (noseći i povratni krak) (m)

$Ko = 30,0$  — godišnji norma parametar radioničkog vremena za osnovnu proizvodnu opremu (NČ/Mp)

$Kt = 13,0$  — GNP za transportnu opremu (NČ/Mp)

$Kp = 54,0$  — GNP za pomoćnu opremu (NČ/Mp)

$Ke = 10,5$  — GNP za elektroopremu (NČ/Mp)

$Kg = 2,7$  — GNP za gumene trake (NČ/ni)

$Kl = 28,9$  — GNP za el. lokomotive (NČ/MI)

Ukupno vreme potrebno za održavanje opreme za jednu godinu iznosi:

$$\Sigma T = T_o + T_t + T_p + T_e + T_g \text{ (čas/god.)}(6)$$

## B. Raspodela radioničkog vremena po tehnološkim strukturama na ručno — montažni i mašinski rad

Raspodela radioničkog vremena datog po tehnološkoj strukturi u poglavlju (A) vrši se na osnovu mase statističkih podataka.

Raspodelu određuju koeficijenti raspodele i proračunato radioničko vreme za jednu proizvodnu godinu ( $T_i$ ) prema sledećim obrascima:

### 1. Osnovna proizvodna oprema

a. ručno-montažni rad

b. mašinski rad

$$(Tr)_o = 0,7779 T_o \text{ (čas/god.)}$$

$$(Tm)_o = 0,2221 T_o \text{ (čas/god.)}$$

### 2. Transportna oprema

a. ručno-montažni rad

b. mašinski rad

$$(Tr)_t = 0,7739 T_t \text{ (čas/god.)}$$

$$(Tm)_t = 0,2261 T_t \text{ (čas/god.)}$$

### 3. Pomoćna oprema

a. ručno-montažni rad

b. mašinski rad

$$(Tr)_p = 0,7291 T_p \text{ (čas/god.)}$$

$$(Tm)_p = 0,2709 T_p \text{ (čas/god.)}$$

### 4. Elektrooprema

a. ručno-montažni rad

b. mašinski rad

$$(Tr)_e = 0,8 T_e \text{ (čas/god.)}$$

$$(Tm)_e = 0,2 T_e \text{ (čas/god.)}$$

### 5. Gumene trake

a. ručno-montažni rad

b. mašinski rad

$$(Tr)_g = 0,8286 T_g \text{ (čas/god.)}$$

$$(Tm)_g = 0,1714 T_g \text{ (čas/god.)}$$

## C. Raspodela ručno — montažnog i mašinskog rada na pojedine radionice radioničkog kompleksa

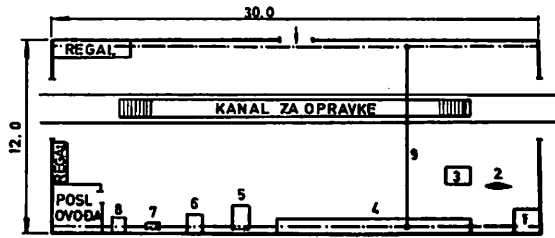
U zavisnosti od veličine površinskog otkopa, odnosno broja i kapaciteta rudarske opreme, može se razlikovati radionički kompleks sa radionicama za veće otkope i centralna radionica sa odeljenjima za manje površinske otkope. Pored ovih, na samim površinskim otkopima, po pravilu, na montažnom delu, izgrađuju se takozvane priručne radionice. Ove služe za montažu bagera, a kasnije za interventno održavanje i remont.

Za površinske otkope koji imaju centralni radionički kompleks ili centralnu radionicu J. B a h r predlaže priručnu radionicu prikazanu na sl. 1 kao standardni tip.

Ako se uslovljenim programom održavanja i proračunom dobije ukupna radionička površina između 2 — 3.000 m<sup>2</sup>, odnosno manje površine za pojedine radioničke aktivnosti, prema iskustvu koje izlaže J. B a h r, ove je tehnički i tehnološki opravdano objediniti u okviru jednog građevinskog objekta. Tipičan primer za ovakav slučaj je prikazan na sl. 2.

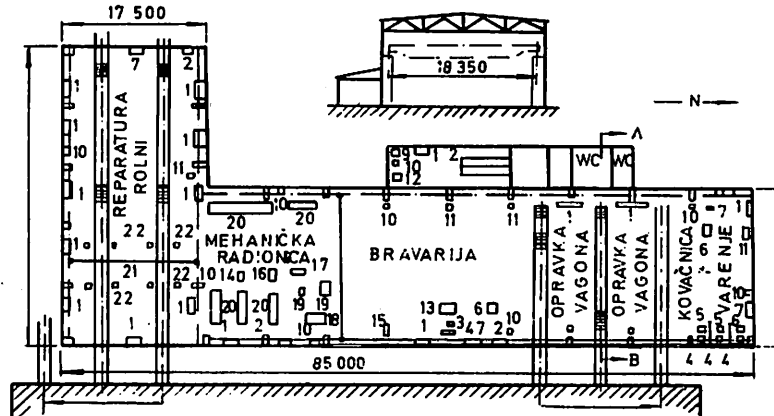
Za površinske otkope većeg kapaciteta, kada se proračunom dobijaju veće površine za pojedine radioničke aktivnosti, J. B a h r predlaže organizaciju ovih radioničkih aktivnosti u zasebnim i samostalnim građevinskim objektima koji međusobno čine radionički kompleks.

\* Koeficijenti su dobijeni na osnovu statističke analize. Elaborat se nalazi u tehničkoj dokumentaciji Ri-a.



Sl. 1 — Tipična priručna radionica na samom površinskom otkopu ( $P \approx 400 \text{ m}^2$ )

1 — kovačka vatra; 2 — nakovanj; 3 — ploča za ravnjanje; 4 — bravarski sto sa paralelnim menjelima; 5 — kratkohoda rendisaljka; 6 — stubna bušilica  $\varnothing 25$ ; 7 — dvostrano točilo; 8 — agregat za zavarivanje, pokretni 350 A; 9 — kran, sa elektro pogonom, nosivost 5t.



Sl. 2 — Tipično rešenje centralne radionice sa objedinjenim radioničkim aktivnostima ( $P \approx 2500 \text{ m}^2$ )

1 — bravarski radni sto; 2 — regal; 3 — grejanje zakivaka; 4 — agregat za zavarivanje; 5 — sto za zavarivanje; 6 — ploča za ravnjanje; 7 — kovačka vatra; 8 — nakovanj; 9 — električna peć; 10 — dvostrano točilo; 11 — stubna bušilica; 12 — univerzalna brusilica; 13 — makaze za lim; 14 — testera za lim; 15 — kružna testera; 16 — glodalica; 17 strug za navoje; 18 — dugohoda rendisaljka; 19 — dubilica; 20 — strug; 21 — kran nosivosti 20/5Mp.

Kao tipičan primer radionice za mehaničku obradu metala i proizvodnju rezervnih delova J. Bahr predlaže tip prikazan na sl. 3, a tipsko rešenje zasebne radionice za vulkaniziranje, po predlogu istog autora, prikazano je na sl. 4.

Osnovne radionice jednog radioničkog kompleksa na površinskim otkopima, po pravilu su:

- I — Radionica za reparaturne i montažne radove (bravarija) sa odeljenjem za termičku obradu metala
- II — Radionica za mehaničku obradu metala i proizvodnju rezervnih delova
- III — Radionica za reparaturu pomoćne opreme
- IV — Radionica za elektromontažne radove i opravku elektro opreme
- V — Radionica za vulkaniziranje i popravku traka
- VI — Alatnica
- VII — Radionica za sopstvene opravke alata i mašina.

Na osnovu statističke raspodele radnog vremena po pojedinim radionicama (odeljenjima), što zavisi od potrebnog kapaciteta radioničkih aktivnosti, dobijeni su empirijski obrasci za izračunavanja radioničkog vremena (čas/god.).

#### Radionica I

$$\tau_I = (\tau_r)_I + (\tau_m)_I = 0,9799/(Tr)_o + (Tr)_i + 0,0998 (Tm)_o + 0,1 (Tm)_i \quad (\text{čas/god.}) \quad (7)$$

#### Radionica II

$$\tau_{II} = (\tau_r)_{II} + (\tau_m)_{II} \quad (8)$$

$$(\tau_r)_{II} = 0,0201 (Tr)_o + 0,02 (Tr)_i + 0,0199 (Tr)_p + 0,01 (Tr)_e \quad (\text{čas/god.})$$

$$(\tau_m)_{II} = 0,9002 (Tm)_o + 0,8999 (Tm)_i + 0,5 (Tm)_p + 0,7 (Tm)_e \quad (\text{čas/god.})$$

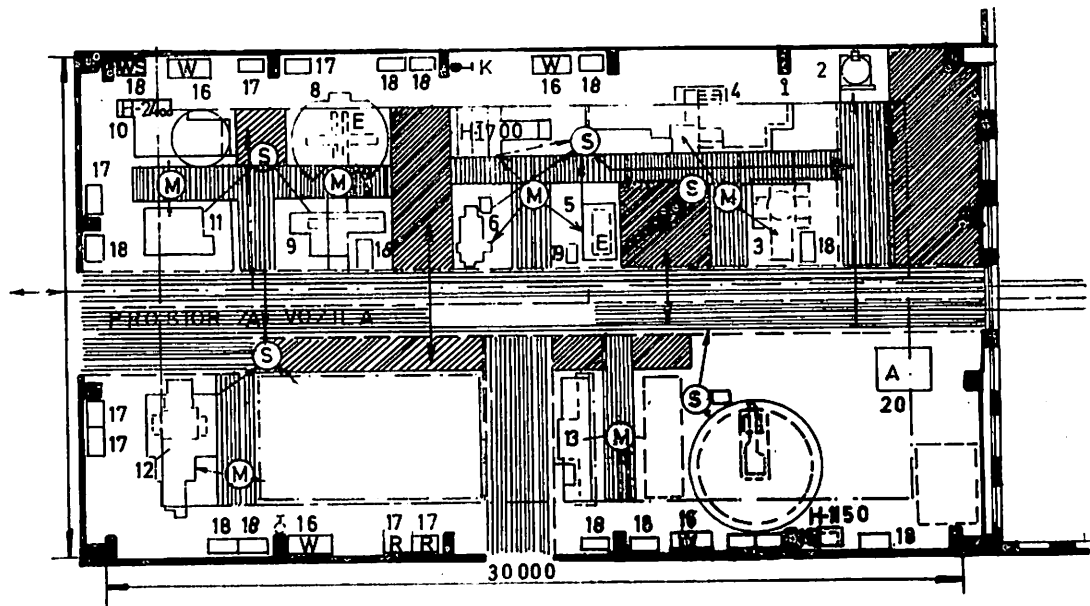
#### Radionica III

$$\tau_{III} = (\tau_r)_{III} + (\tau_m)_{III} \quad (9)$$

$$(\tau_r)_{III} = 0,98 (Tr)_p \quad (\text{čas/god.})$$

$$(\tau_m)_{III} = 0,5 (Tm)_p \quad (\text{čas, god.})$$

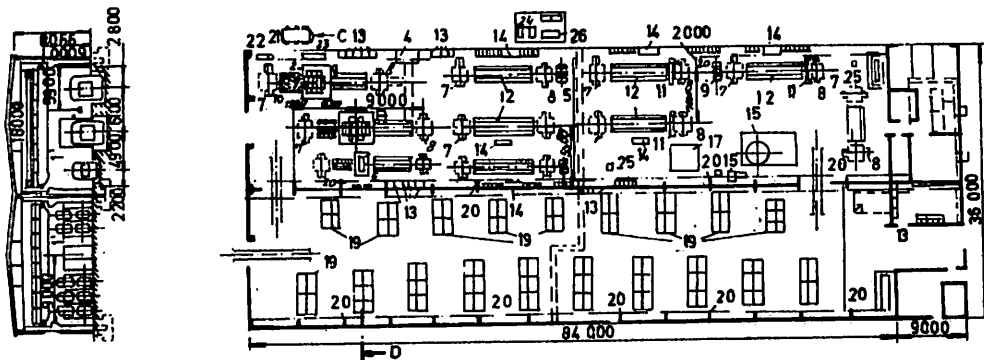




- |       |                                     |     |  |
|-------|-------------------------------------|-----|--|
| ⊙ (M) | Mogućnost opsluživanja mašina       | ≡   | glavni transport                       |
| ⊙ (S) | ostavljanja špona                   | ≡≡  | među transport                         |
| →     | put materijala                      | ≡≡≡ | površine za neobrađene i gotove delove |
| →     | transport odpadaka od skupljača     | ⊙   | priključak komprimiranog vazduha       |
| →     | transport komada na mašine pomoću k | ⊙   | priključak vodovoda                    |
| →     | transport komada međulagerovanjem   | —   | površina opsluživanja kranom           |

Sl. 3 — Tipско rešenje zasebne radionice za mehaničku obradu metala i proizvodnju rezervnih delova

1 — kran, nosivost 5Mp; 2 — lomljenje špona; 3 — dubilica; 4 — dugohoda rendisaljka; 5 — dubilica; 6 — dubilica; 7 — dubilica; 8 — univerzalna glodalica; 9 — glodalica; 10 — glodalica za zupčanike; 11 — glodalica za zupčanike; 12 — vertikalna bušilica; 13 — brusilica; 16 — bravarski sto; 17 — regal; 18 — orman za alat; 20 — ploče za ravnjanje.



Sl. 4 — Tipско rešenje zasebne radionice za vulkaniziranje guma sa magacinom

1 — kran, nosivost 12 Mp; 2 — hidraulična presa; 3 — hidraulična presa; 4 — hidropostrojenje; 5 — hidraulična presa; 6 — klipna pumpa; 7 — kalem za namotavanje; 8 — kalem za odmotavanje; 9 — kalem za namotavanje žice; 10 — transporter; 11 — uređaj za svlačenje; 12 — radni sto; 13 — čelični regal; 14 — sto za odlaganje; 15 — vakum postrojenje za sušenje; 16 — vakum pumpa; 17 — uređaj za kipavanje; 18 — brusilica; 19 — magacioniranje traka; 20 — vazdušni grejači; 21 — hlađenje kondenzata; 22 — kondenzator; 23 — pumpa; 24 — pumpa za kondenzat; 25 — usisavanje prašine; 26 — rezervoar za kondenzat.

#### Radionica IV

$$\begin{aligned} \tau_{IV} &= (\tau_r)_{IV} + (\tau_m)_{IV} & (10) \\ (\tau_r)_{IV} &= 0,99 (Tr)_e \quad (\text{čas/god.}) \\ (\tau_m)_{IV} &= 0,3 (Tm)_e \quad (\text{čas/god.}) \end{aligned}$$

#### Radionica V

$$\tau_V = (\tau_r)_V + (\tau_m)_V = (Tr)_\theta + (Tm)_\theta \quad (\text{čas/god.}) \quad (11)$$

### D. Proračun radne snage po pojedinim radionicama

Broj direktno proizvodnih radnika za radionice od I do V (vidi poglavlje C) određuje se prema obrascu:

$$(Nr)_i = \frac{\tau_i}{Fr} \quad (12)$$

gde je:

$Fr$  — godišnje proizvodni fond časova jednog radnika. Vrednost  $Fr$  je promenljiva i zavisi od uslova organizacije rada.

Može se računati sa 52 jedinice po 42 časa što daje 2184 časa. Ova veličina se umanjuje za državne praznike, što iznosi oko 2140 časova godišnje po jednom radniku. Ovo se umanjuje za:

— godišnje odmore	1,4%
— bolovanje	4,5%
— razna odsustva	3,6%

što ukupno iznosi

$$Fr = 2140 - 0,105 \cdot 2140 = 1915 \text{ čas/god.}$$

U DDR za 1965. ostvareno je 1930 čas, u »Kolubari« na polju »D« za 1974. godinu ostvareno je 1920 časova godišnje po radniku  $i = (I, II, III, IV, V)$  indeks koji označava radionice u sklopu radioničkog kompleksa.

Ukupan broj radnika računa se po obrascu:

$$\Sigma Nr = (Nr)_i + (N_1)_i + (N_2)_i + (N_3)_i + (N_4)_i \quad (13)$$

gde su:

$(N_1)_i$  — broj pomoćnih radnika za  $i$ -tu radionicu koji se uzima oko 0,2  $(Nr)_i$

$(N_2)_i$  — inženjersko-tehnički kadar 0,133  $(Nr)_i$

$(N_3)_i$  — ostali radnici i službenici 0,046  $(Nr)_i$

$(N_4)_i$  — pomoćni personal 0,015  $(Nr)_i$

Radionica (ili odeljenje) VI (alatnica) priprema i izrađuje alat za obradu i montažu za potrebe ostalih radnika i operativnog održavanja. Broj radnika je određen relacijom.

$$(Nr)_{VI} = 0,0204/(Nr)_I + (Nr)_{II} + (Nr)_{III} + (Nr)_{IV} + (Nr)_V \quad (14)$$

Radionica (odeljenje) VII (sopstvene opravke) održava opremu prethodnih šest radionica, montažnog dela, kranove, dizalice itd. Radna snaga je određena relacijom:

$$(Nr)_{VII} = 0,045/(Nr)_I + (Nr)_{II} + \dots + (Nr)_V \quad (15)$$

Radna snaga sračunata prema obrascima (12), (13) i (14) nije razgraničena na radnu snagu koja radi u radionici i radnu snagu koja obavlja operativno održavanje na licu mesta uglavnom zbog toga, što ova poslednja zavisi od specifičnih uslova za organizaciju pregleda i remonta mašina na licu mesta.

Po pravilu, organizacija radioničkih aktivnosti podrazumeva rad u I i II smeni, a znatno manji i u III smeni. Organizacija radionica u tri smene smanjuje građevinski prostor objekta, i broj radioničkih mašina, ali je rad u noćnoj smeni nešto skuplji i manje produktivan.

Za radionice sa skupom i visokoproduktivnom opremom (specijalne automatske mašine) treba postaviti organizaciju u tri smene. Razume se da su od uticaja geografski položaj, komunikacije, udaljenost centralne radionice od rudničke kolonije itd.

### E. Proračun radioničkih mašina

Ako se usvoji, da jedna radionička proizvodna mašina u jednoj smeni godišnje može da ostvari proizvodni fond od  $F_m = 2225$  časova može se, na osnovu proračunatog vremena mašinskog rada u radionici, odrediti potreban broj mašina u radionicama I, II, III, IV i V po obrascu:

$$(Nm)_i = \frac{(\tau_m)_i}{S \cdot F_m} \quad (16)$$

gde su:

- $i$  — vreme mašinskog rada (čas/god.)
- $i$  — radionice I, II, III, IV i V
- $s$  — broj smena u proizvodnom danu.

Za radionicu (odeljenje) VI može se usvojiti broj mašina prema obrascu:

$$(N_m)_{VI} = 0,8 (Nr)_{VI} \quad (17)$$

Za radionicu (odeljenje) VII broj mašina je određen relacijom

$$(N_m)_{VII} = 0,1136 (Nr)_{VII} \quad (18)$$

## F. Struktura zaposlenih

Struktura zaposlenih po zanimanjima se može sagledati samo detaljnom analizom prilikom izrade glavnog projekta za već odabranu opremu i usvojen program održavanja i remonta.

Orijentacije radi, daje se statistički podatak za površinski otkop »Peres«

— bravari	47%
— kovači	3%
— strugari	3%
— bušači, frezači, rendisači	3%
— varioci	4%
— električari, elektromehaničari	22%
— vulkanizeri	14%
— limari, stolari, zidari	4%

Očigledno je, da je radna snaga na mehaničkoj obradi metala (3% + 3%) niska, što se objašnjava specifičnim programom održavanja koji podrazumeva proizvodnju rezervnih delova od strane trećeg lica ili isporučioaca opreme

## G. Arhitektonsko-građevinski parametri za radionice

Površina, građevinski oblik, visina, organizacija radioničkog prostora se veoma razlikuju kod postojećih rudnika. Po pravilu, grade se radionice navedene u poglavlju (C) kao jedinstven građevinski objekat ili kao kompleks građevinskih objekata uključivo i pomoćne magazinske objekte.

Na osnovu statističkih podataka došlo se do empiričkog obrasca, pomoću koga se može odrediti neto proizvodnja, pomoćna i kancelarijska površina:

$$P_i = (Nr')^i \varphi_i \cdot \lambda \text{ (m}^2\text{)} \quad (19)$$

gde su:

$(Nr')$  — broj direktno proizvodnih radnika, u prvoj smeni uz uslov da je u prvoj smeni zaposlen najveći broj radnika; indeks ( $i$ ) označava radionicu (I, II, III, IV, V, VI i VII)

$\varphi_i$  — specifična površina radionice po jednom zaposlenom radniku

$\lambda$  — koeficijent povećanja proizvodne površine s obzirom na pomoćne površine. Uzima se  $\lambda = 1,2-1,3$ .

Vrednost empirijskog faktora ( $\varphi_i$ ) za različite radionice kreće se u granicama:

$\varphi_I = 12-16 \text{ m}^2$  po direktno proizvodnom radniku

$\varphi_{II} = 15-18 \text{ m}^2$  po direktno-proizvodnom radniku

$\varphi_{III} = 40-60 \text{ m}^2$  po direktno proizvodnom radniku

$\varphi_{IV} = 10-15 \text{ m}^2$  po direktno proizvodnom radniku

$\varphi_V = 20-30 \text{ m}^2$  po direktno proizvodnom radniku

$\varphi_{VI} = 7-10 \text{ m}^2$  po direktno proizvodnom radniku

$\varphi_{VII} = 7-10 \text{ m}^2$  po direktno proizvodnom radniku

Ukupna površina radioničkog kompleksa ili radionice je definisana obrascem:

$$P = \sum_{i=I}^{i=VII} P_i \text{ (m}^2\text{)} \quad (20)$$

Ovako dobijene površine mogu se, zavisno od brojnih vrednosti, građevinskih zahteva i karakteristika opreme koja se održava, komponovati kao nekoliko hala, pri čemu broj hala može biti i veći i manji od sedam. Na primer, pri razvijanju površina u pravougaoni oblik može se dogoditi da je hala III (koja odgovara površini  $P_{III}$ ) relativno kratka, pa se može izvesti kao deo hale II sa jedinstvenom kranskom

stazom i istim kranom, ili pošto su  $P_{VI}$  i  $P_{VII}$  obično male površine, mogu se izvesti kao jedna hala, itd.

Po pravilu su sve radioničke površine pokrivena kranovima, pri čemu nosivost kрана zavisi u svakoj hali od težine delova koji se remontuju. Oriјentacije radi, obično se primenjuju kranovi nosivosti 10—25 Mp.

#### H. Arhitektonsko-građevinski parametri magacinskih i drugih objekata

Pored radioničkih objekata radionički kompleks čine magacinski objekti, upravno-administrativni objekat, kupatila, zdravstvena stanica, menza itd. Ovi poslednji mogu biti objedinjeni u jednom objektu, što je veoma čest slučaj.

Magacinski objekti, prema iskustvu u DDR-u, mogu se definisati prema sledećim odnosima (površina).

a) magacin lakozapaljivog materijala  
 $Pm = 0,02 P \text{ (m}^2\text{)} \quad (21)$

b) magacin za flaše sa kiseonikom  
 $Pk = 0,007 P \text{ (m}^2\text{)} \quad (22)$

c) magacin čeličnih polufabrikata  
 $Pp = 0,20 P \text{ (m}^2\text{)} \quad (23)$

d) glavni magacin sa kranom  
 $Pgm = 0,35 P \text{ (m}^2\text{)} \quad (24)$

e) objekat za pranje i farbanje  
 $Pf = 0,035 P \text{ (m}^2\text{)} \quad (25)$

f) garaža sa servisom  
 $Pg = 0,055 P \text{ (m}^2\text{)} \quad (26)$

g) upravna zgrada  
 $Pz = 0,02 P \text{ (m}^2\text{)} \quad (27)$

h) zgrada kupatila, garderobe, zdravstvene stanice i menze  
 $Pzk = \varphi \cdot \Sigma Nr \text{ (m}^2\text{)} \quad (28)$

gde su:

$\varphi = 0,4—0,6 \text{ m}^2/\text{rad.}$  — specifična površina po jednom zaposlenom radniku

$\Sigma Nr$  — ukupan broj zaposlenih radnika

Dobijene površine treba shvatiti kao oriјentacione veličine, a podelu na objekte od (a) do (h) kao uslovnu, sa ciljem da se omogući proračun potrebnih ulaganja.

Množenjem ovako dobijene površine aktuelnom jediničnom cenom određiće se potrebna investiciona ulaganja u građevinske objekte.

S obzirom na empirički karakter (statistički) proračunavanja po ovoj metodologiji, korisno je navesti podatke J. Bahra koji, takođe, koristi statistički pristup, ali pristupa ovom zadatku sa različitom analitičkom radioničke strukture. J. Bahr predlaže sledeće normative za površine radionica:

— za glavne i centralne radionice  
 $30 \text{ m}^2/\text{rad.}$

— za priručne radionice  
 $14 \text{ m}^2/\text{rad.}$

— za čelične konstrukcije  
 $30 \text{ m}^2/\text{rad.}$

— kovačnice, odeljenje za zavarivanje  
 $30 \text{ m}^2/\text{rad.}$

— bravarska radionica  
 $16 \text{ m}^2/\text{rad.}$

— radionica za vagone i el. lokomotive  
 $50 \text{ m}^2/\text{rad.}$

— radionica za mehaničku obradu metala  
 $38 \text{ m}^2/\text{rad.}$

— elektro radionica  $18 \text{ m}^2/\text{rad.}$

Na ove površine dodaje se, po istom autoru, 6—20% za magacine, alatnicu, kancelarije, socijalne prostorije, stepeništa, kompresore itd.

#### J. Analiza troškova proizvodnje i investicionih ulaganja

Ako se prema broju mašina, koji je određen u poglavlju (E), odredi vrsta i nabavna vrednost, tada se sabiranjem vrednosti građevinskih objekata i radioničke opreme dobijaju ukupna investiciona ulaganja u centralni radionički kompleks. Tada godišnji troškovi održavanja mogu biti određeni po obrascu:

$$T_o = J_u \cdot E + T_m + T_{ld} \text{ (din/god.)} \quad (29)$$

odnosno

$$T_o = J_u \cdot E + T_m + \sum N_r \cdot \Psi \cdot R \cdot V_n \text{ (din/god.)} \quad (30)$$

gde su:

$J_u$  — ukupna investiciona ulaganja (din)

$E$  — koeficijent efektivnosti ulozenih sredstava; uzima se  $E=0,25-0,35$

$T_m$  — (1—2)  $T_{ld}$  — materijalni troškovi (din/god.)

$\sum N_r$  — ukupan broj zaposlenih radnika

$\Psi = 1,12-1,18$  — koeficijent povećanja radne snage usled godišnjih odmora, bolovanja i drugih gubitaka živog rada

$R \cong 240$  — broj efektivnih radnih dana u proizvodnoj godini

$V_n$  — bruto vrednost nadnice (din/nad.)

Sada se može vršiti analiza investicionih ulaganja u radionički kompleks i troškova održavanja po sledećim obrascima:

— Ulaganja po jedinici težine:

$$i'' = \frac{J_u}{G_o + G_t + G_p} \text{ (din/Mp)} \quad (31)$$

— Ulaganja po jedinici težine osnovne opreme:

$$i''' = \frac{J_u}{G_o} \text{ (din/Mp)} \quad (32)$$

— Ulaganja po jedinici kapaciteta otkopa:

$$i''' = \frac{J_u}{W} \text{ (din/Mp)} \quad (33)$$

— Troškovi održavanja po jedinici kapaciteta otkopa:

$$T_o = \frac{J_u \cdot E + T_m + \sum N_r \cdot \Psi \cdot R \cdot V_n}{W} \text{ (din/Mp)} \quad (34)$$

— Vrednost norma časa:

$$N\check{C} = \frac{J_u \cdot E + \sum N_r \cdot \Psi \cdot R \cdot V_n}{N_r \cdot Fr} \text{ (din/N.čas god)} \quad (35)$$

### Zaključak

Izložena metodologija, sa dovoljnim stepenom tačnosti, može da se primeni kao podloga za izradu studijskih i idejnih projekata radioničke tehnologije i odgovarajućih objekata. Pri tome je neophodno stalno prisustvo kreativnog inženjerskog razmišljanja o specifičnim uslovima i zahtevima konkretnog projektnog zadatka. Ovo praktično znači, da projektant, koristeći ovu metodologiju, u zavisnosti od programa radioničke aktivnosti, koji za različite slučajeve i okolnosti može biti različit i odgovarajući tome menjati neke parametre.

Neophodno je, na kraju, učiniti napomenu, da ovu metodologiju treba smatrati početnom teoretskom podlogom, koju u toku projektovanja treba usavršavati.

### SUMMARY

#### Contribution to the Determination of Basic Techno-Technological and Organizational-Investment Parameters for Workshop Complexes of Coal Open-Cast Mines

The paper considers the conditions and problems of determining basic parameters which define a workshop complex in open-cast coal mines as a basis for designing such facilities.

The workshop complex and utilized technology as a basic accompanying activity of open-cast coal mining currently represent an increasingly important condition for rational and profitable utilization of expensive production equipment.

Having in view the importance of correct determination of facility size, technical and technological structure of workshop activities, the authors presented a design methodology which defines the workshop complex attached to coal open-cast mines.

## ZUSAMMENFASSUNG

### **Beitrag zur Bestimmung der technisch-technologischen und organisatorisch-Investitions-Grundparameter für die Werkstättenkomplexe der Kohlentagebaue**

In dem Beitrag werden Bedingungen und Fragen zur Bestimmung der Grundparameter, die den Werkstättenkomplex auf den Braunkohlentagebauen definieren, einer Betrachtung unterzogen, die als Unterlage zur Projektierung dieser Grubenobjekte dienen.

Der Werkstättenkomplex und seine Technologie als nach-folgende Kohlentagebau-Grundtätigkeit stellt heute eine sehr wichtige Bedingung für eine rationell und wirtschaftlich erfolgreiche Nutzung der aufwendigen Gewinnungsausrüstung, dar.

Wen man vor den Augen die Bedeutung der richtigen Bestimmung der Objektmessungen, technische und technologische Strukturen der Werkstatttätigkeit hat, sind die Autoren davon ausgegangen, die Methodik der Projektierung darzulegen, durch welche der Werkstattkomplex am Kohlentagebau definiert wird.

## РЕЗЮМЕ

### **Приложение к определению основных технико-технологических и организационно-инвестиционных параметров для цеховых комплексов открытого способа разработки угля**

В статье рассмотрены условия и вопросы для определения основных параметров которые определяют цеховые комплексы на поверносных забоях угля как основание для проектирования этих горных объектов.

Цеховой комплекс как и технология которая принадлежит ему как основная сопровождающая активность открытого способа разработки угля, теперь представляют все значительнее условие для рационального и экономически успешного использования дорогого производственного оборудования.

Имея в виду значение правильного определения размеров объекта, технические и технологические структуры активностей, авторы изложили методологию проектирования которая определяет цеховой комплекс к открытому способу разработки угля.

## Literatura

**Bahr J., 1970: Instandhaltung dargestellt an Beispielen des Bergbaus, Leipzig.**

**Autori: mr ing. Branko Kapor, mr ing. Slobodan Ivković i dipl. ing. Radmila Malešević,  
Zavod za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu, Beograd  
Recenzent: dipl. ing. Milivoje Makar, Rudarski institut, Beograd**

# Prilog analizi stanja sistema površinski otkop — priprema uglja — — termoelektrana

(sa 5 slika)

Prof. ing. Bratoljub Milović — mr ing. Slobodan Ivković

## Uvod

Moguća projektna rešenja proizvodnog kompleksa koji se sastoji od sistema:

- $S_I$  — površinski otkop uglja
- $S_{II}$  — postrojenje za pripremu
- $S_{III}$  — postrojenje za otpremu uglja do termoelektrane, proizilazi iz opšte analize rada svakog od ovih sistema kompleksa.

Upoznavanjem karakteristika rada i kapaciteta svakog od njih, može se postaviti principijelna tehnološka šema kompleksa koja, više ili manje, sa stanovišta funkcije i potrebnog kapaciteta zadovoljava u pogledu namene kompleksa: da snabdeva krajnjeg potrošača (termoelektranu) dovoljnom količinom uglja u nekom vremenskom intervalu. Istovremeno, razradom neke ili više tako postavljenih tehnoloških šema, mogu se sagledati i suma investicija i troškovi proizvodnje.

Osnovne postavke pri takvom razmatranju od kojih se mora poći su:

— termoelektrana je relativno veoma pouzdan pogon. Ona proizvodi električnu energiju u skladu sa potrebama potrošača. Ako se posmatra elektrana velike snage koja se, po pravilu, sastoji od niza blokova, onda je to bazno postrojenje koje je, praktično, stalno u radu, pa i varijacije kapaciteta proizvodnje nisu znatne u funkciji vremena. Otuda proizilazi osnov-

na postavka u ovakvom razmatranju: termoelektrana može prestati sa proizvodnjom električne energije samo kada nema goriva; iz ovog sledi i zahtev da tehnološke jedinice, koje snabdevaju termoelektranu ugljem, moraju biti tako postavljene da potpuno sigurno vrše svoju funkciju;

— površinski otkop uglja nema kontinualnu proizvodnju u funkciji vremena; varijacije kapaciteta su znatne uz relativno velike zastoje; analiza kapaciteta proizvodnje [1] daje kriterijume za srednji, maksimalni i ekstremni kapacitet;

— postrojenje za pripremu uglja treba da uskladi karakteristike površinskog otkopa i termoelektrane, dakle, da primajući ugalj diskontinualno i u promenljivim količinama, prerađuje i otprema ga kontinualno, praktično konstantnim kapacitetom;

— postrojenje za otpremu uglja do termoelektrane je direktni nastavak postrojenja za pripremu uglja; ono ne treba da ometa rad ovog postrojenja i treba da transportuje sve količine prerađene u njemu kapacitetom i dinamikom potrošnje u termoelektrani.

Dakle, suština problema ovakvog kompleksa je u logičnom zahtevu da prvo površinski otkop radi optimalno, bez smetnji od strane postrojenja za pripremu uglja (jer to omogućuje maksimalnu njegovu produktivnost uz minimalne investicije), drugo, da termoelektrana dobija kontinualno po-

trebne količine uglja, pošto to obezbeđuje njenu optimalnu proizvodnju od koje zavisi opšta proizvodnja privrednog regiona vezanog za energiju proizvedenu u njoj.

### Osnovne postavke

Posmatraćemo svaku jedinicu kao sistem I, II i III sa već usvojenim oznakama  $S_I$ ,  $S_{II}$ ,  $S_{III}$ . Sve tri jedinice čine kompleks, a svaka od njih sastoji se od niza elemenata  $E_1, E_2, \dots, E_i, \dots, E_n$ .

U okviru ovog, a naročito u narednim razmatranjima, imaćemo u vidu sledeće pretpostavke:

— zastoji pojedinih elemenata sistema su eksponencijalno raspoređeni;

— vremena rada pojedinih elemenata sistema su, takođe, eksponencijalno raspoređena. Ova i prethodna postavka dokazane su merenjima u nizu slučajeva\*;

— vremena rada i vremena zastoja svih elemenata sistema, kao i samih sistema su međusobno nezavisna;

— stanje sistema se menja, ako nastupi zastoj ili ako se zastoj okonča;

— zastoji ne mogu nastati na elementu koji radi u praznom hodu ili je već u zastoj.

Stanje u kojima se nalaze elementi sistema označićemo sa:

$R$  — kada se element nalazi u radu

$H$  — kada je element u kvaru (zastoj u radu nekog elementa zbog sopstvenog kvara)

$Z$  — kada je element sposoban da radi ali ne može da radi zbog kvara nekog elementa u proizvodnom nizu (prinudni zastoj).

Sistem sastavljen od  $n$  elemenata ili kompleks sastavljen od  $m$  sistema može se nalaziti samo u stanjima:

$R$  — sistem ili kompleks radi (proizvodi)

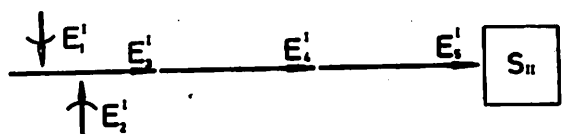
$H$  — sistem ili kompleks ne radi (ne proizvodi).

Na osnovu opštih postavki i usvojenih oznaka posmatraćemo pojedine sisteme, njihov zajednički rad i kompleks u celini za različite varijante rešenja pojedinih sistema i celog kompleksa.

### Sistem I — površinski otkop

Na površinskom otkopu, u ovde posmatranom slučaju, rade dve mašine na dobijanju uglja: rotorna i vedričar. Ove mašine omogućuju kontinualni transport dobijenog uglja do postrojenja za preradu. Veza je, dakle, ostvarena sa tri tračna transporter, od kojih je samo  $E_3$  prijemni transporter vezan za bagere.

Sema sistema I prikazana je na sl. 1.



Sl. 1 — Sema sistema I.

Legenda:

$E_1^I$  — rotorni bager

$E_2^I$  — bager vedričar

$E_3^I, E_4^I, i E_5^I$  — tračni transporteri

$S_{II}$  — sistem II — postrojenje za pripremu uglja.

Ako posmatramo sistem I kao nezavisnu jedinicu, karakteristična stanja u kojima se on može nalaziti su prikazana u tablici 1.

\* M. Makar, D. Stojanović: Ispitivanja kapaciteta bagera. — Rudarski institut, Beograd, 1973.



Tablica 1

Stanje	Stanje elemenata $S_I$						Stanje sistema I
	$E_1^I$	$E_2^I$	$E_3^I$	$E_4^I$	$E_5^I$		
1	R	R	R	R	R	R	Radi punim kapacitetom
2	H	R	R	R	R	R	Radi i kapacitet sistema I je $Q_{SI} = Q_{E_1}$
3	R	H	R	R	R	R	Radi i kapacitet sistema I je $Q_{SI} = Q_{E_1}$
4	Z	Z	H	Z	Z	H	Ne radi
5	Z	Z	Z	H	Z	H	Ne radi
6	Z	Z	Z	Z	H	H	Ne radi
7	H	H	Z	Z	Z	H	Ne radi
.	.	.	.	.	.	.	Sistem u ostalim stanjima ne radi

Tablica 2

Stanje	Stanje elemenata sistema I i celog sistema I						Stanje sistema II.		Stanje kompleksa koji se sastoji samo od sistema I i II
	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$S_I$			
1	R	R	R	R	R	R	R	R	Kompleks radi punim kapacitetom
1'	Z	Z	Z	Z	Z	Z	H	H	Ne radi zbog kvara $S_{II}$
2	H	R	R	R	R	R	R	R	Radi sa $Q = Q_{E_2}$
2'	H	Z	Z	Z	Z	Z	H	H	Ne radi zbog kvara $S_2$
3	R	H	R	R	R	R	R	R	Radi sa $Q = Q_{E_1}$
3'	Z	H	Z	Z	Z	Z	H	H	Ne radi
4	Z	Z	H	Z	Z	H	Z	H	Ne radi
5	Z	Z	Z	H	Z	H	Z	H	Ne radi
6	Z	Z	Z	Z	H	H	Z	H	Ne radi
7	H	H	Z	Z	Z	H	Z	H	Ne radi
.	.	.	.	.	.	.	.	.	Ne radi

Stanja 1, 2 i 3 omogućuju rad sistema I, pri čemu stanje 1 daje puni kapacitet proizvodnje, dok stanja 2 i 3 omogućuju rad sistema ali sa kapacitetom jedne od mašina za dobijanje uglja. Sva ostala stanja obustavljaju rad sistema.

Ako ovaj sistem vezemo za sistem II koji, takođe, ima kontinualnu proizvodnju i ova dva sistema posmatramo kao jedinstveni proizvodni niz — ne upuštajući se u analizu sistema II koji može biti u stanjima  $R$  i  $H$  — to će uticati i na stanja sistema I. Sistem I može biti u stanju  $Z$ , što je posledica kvara (zastoja) sistema II, dok i sistem II ulazi u stanje  $Z$  zbog kvara u sistemu I.

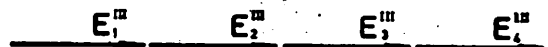
Na osnovu ovog dobija se tablica 2.

Povezivanje sistema I i II, zavisno od zastoja u sistemu II, dovodi do potpunog zastoja sistema I u bilo kom se stanju on nalazio. Stanjima 1, 2 i 3, kada sistem I može da proizvodi, odgovaraju stanja 1', 2' i 3', kada on ne može da proizvodi (nalazi se u prinudnom zastoju) zbog kvara na sistemu II. Time se proizvodni efekat površinskog otkopa (sistem I) smanjuje. Ovo smanjenje izaziva, razume se, s jedne

ova druga pojava moraju se povećati kapaciteti mašina na otkopu (dakle i investicije), što ne poboljšava ekonomske efekte, ali bar obezbeđuje u raspoloživom vremenu kapacitet potrebe potrošnje uglja u termoelektrani.

### Sistem III

Sistem III — postrojenje za utovar sastoji se od nekoliko elemenata: prijemnog bunkera, zatvarača, dodavača i železničke kompozicije ili tračnih transportera koji otpremaju ugalj do termoelektrane. Sema takvog postrojenja je data na sl. 2, a stanja u kojima se može naći data su u tablici 3.



Sl. 2 — Sema sistema III

Kod ovog sistema je karakteristično da je samo jedno stanje u kome sistem radi (1). Sva ostala stanja obustavljaju rad siste-

Tablica 3

Stanje	Elementi sistema III						Stanje sistema III
	$E_1^{III}$	$E_2^{III}$	$E_3^{III}$	$E_4^{III}$			
1	R	R	R	R	R		Sistem radi
2	H	Z	Z	Z	H		Sistem ne radi
3	Z	H	Z	Z	H		Sistem ne radi
4	Z	Z	H	Z	H		Sistem ne radi
5	Z	Z	Z	H	H		Sistem ne radi
	.	.	.	.	.		

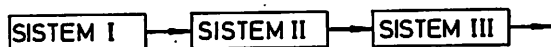
strane povećanje cene koštanja jedinice proizvoda, a s druge, onemogućava postizanje potrebnog kapaciteta. Da bi se eliminisala

ma. Bez obzira na jednostavnost sistema, banalni uzroci mogu izazvati zastoj, npr. nedostatak uglja u bunkeru (ako je posle-

dica zastoja sistema II), promena kompozicija na utovarnom mestu, zasvođenje uglja na izlazu i sl., dakle, kvarovi su posledica pojava unutar sistema, ali i van njega.

### Stanja kompleksa

Na osnovu dosadašnjih tablica, može se posmatrati stanje kompleksa sastavljenog od 3 sistema. Stanje kompleksa po najjednostavnijoj šemi prikazano je na sl. 3 i tablici 4.

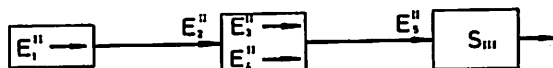


Sl. 3 — Sema kompleksa.

### Varijante rešenja sistema II i njegova stanja

#### Varijanta I

Tehnološka šema je u ovom slučaju najprostija. Pretpostavićemo da postoje dve paralelne linije drobljenja, istog kapaciteta koji je ravan kapacitetu površinskog otkopa.



Sl. 4 — Sema sistema II.

Stanja sistema su prikazana na tablici 5. Očigledno je da jednostruke vezne linije ometaju rad sistema. Prvo logično poboljšanje šeme se sastoji u »dupliranju« kapaciteta ovih linija pa je šema prikazana na sl. 5.

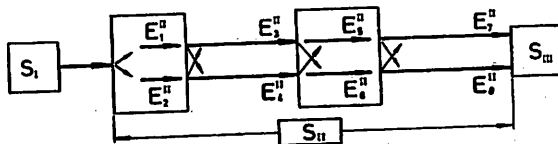
Tablica 4

Stanje	Stanje sistema				Stanje kompleksa
	SI	SII	SIII		
1	R	R	R	R	Radi
2	H	Z	Z	H	Ne radi
3	Z	H	Z	H	Ne radi
4	Z	Z	H	H	Ne radi

Ovako pojednostavljen kompleks, očito, može da radi samo kada su svi sistemi u radu. Zastoj bilo kog od njih izaziva »kvar kompleksa«.

Nije teško uočiti da je sistem II onaj sistem koji može eliminisati zastoje kompleksa na taj način, što može eliminisati stanja (Z) pojedinih sistema ili što može omogućiti rad kompleksa, kada su pojedini sistemi ili njihovi elementi u kvaru. Zato ćemo analizirati posebno ovaj sistem.

Šanje šeme se sastoji u »dupliranju« kapaciteta ovih linija pa je šema prikazana na sl. 5.



Sl. 5 — Sema sistema II sa unetim rezervnim linijama.

Tablica 5

Stanje	Stanje elemenata sistema II					Stanje sistema	
	$E_1^{II}$	$E_2^{II}$	$E_3^{II}$	$E_4^{II}$	$E_5^{II}$		
1	R	R	R	R	R	R	Sistem radi
2	H	Z	Z	Z	Z	H	Ne radi
3	Z	H	Z	Z	Z	H	Ne radi
4	R	R	H	R	R	R	Radi
5	R	R	R	H	R	R	Radi
6	Z	Z	Z	Z	H	H	Ne radi
7	Z	Z	H	H	Z	H	Ne radi
.	.	.	.	.	.	.	Ne radi

Ako, ujedno, uklopimo u kompleks i sisteme I i III sa sistemom II dobijaju se karakteristična stanja prikazana na tablici 6.

Iz tablice 6 se vidi da je »dupliranje« linija u sistemu II dalo određene rezultate u okviru sistema II posmatranog posebno. U svim osnovnim stanjima (oznaka stanja bez indeksa) do stanja 9 sistem radi. Kompleks može da radi ili ne radi, zavisno od stanja sistema I i III. U ostalim stanjima sistema II (10 i dalje) kompleks ne radi.

Na stanje kompleksa bitno utiču stanja sistema I i III (oznaka »1'« i »1''« koje odgovaraju osnovnim stanjima sistema II). Svaki zastoje na ovim sistemima izaziva zastoje kompleksa.

Ovde se moramo vratiti na karakteristike pojedinih sistema ([1] i uvodni deo ovih razmatranja) kako bismo mogli da bar približno ocenimo stanje u tablici 6.

Karakteristično je da su  $S_I$ ,  $S_{II}$  i  $S_{III}$  di-

rektno vezani u proizvodnu kontinualnu liniju. Zastoje sistema I veoma su česti, pa su stanja H sistema I — koja izazivaju stanje H kompleksa — veoma česta i dugotrajna. Paralelno sa tim, stanja H sistema III su česta i imaju dvojaki karakter: zastoje u samom sistemu zbog bilo kojeg uzroka unutar sistema (najčešće zastoje usled ranžiranja kompozicija), ili stanja Z sistema I i II, izazvana ograničenim kapacitetom sistema III (kod koga se zahteva  $Q_{III} = \text{const.} \neq Q_I$ ). Dakle, bez obzira na relativno veliku pouzdanost sistema II po ovakvoj šemi, kompleks je vrlo nepouzdan, praktično onemogućen u radu.

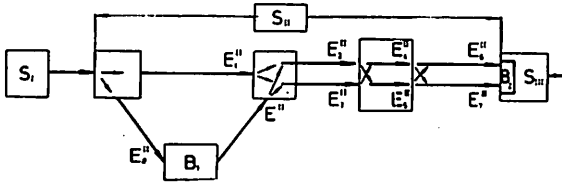
Iz ovog sledi, da se sistem II mora postaviti tako da, bez obzira na stanja unutar njega samog, omogući rad sistema I pod optimalnim uslovima i da, istovremeno, omogući rad sistema III i kod parcijalnih stanja H sistema II kompenzujući istovremeno zastoje sistema III.

Tablica 6

Stanje	S <sub>I</sub>	Sistem elemenata u sistemu II									S <sub>III</sub>	Stanje kompleksa		
		E <sub>1</sub> <sup>II</sup>	E <sub>2</sub> <sup>II</sup>	E <sub>3</sub> <sup>II</sup>	E <sub>4</sub> <sup>II</sup>	E <sub>5</sub> <sup>II</sup>	E <sub>6</sub> <sup>II</sup>	E <sub>7</sub> <sup>II</sup>	E <sub>8</sub> <sup>II</sup>	S <sub>II</sub>				
1°	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	Radi
1'	H	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	H	Ne radi
1''	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	H	H	Ne radi
2°	R	H	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	Radi
2'	H	H	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	H	Ne radi
2''	Z	H	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	H	H	Ne radi
3°	R	R	H	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	Radi
3' i 3''	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	Ne radi
4°	R	R	R	H	R	R	R	R	R	R	R	R	R	Radi
4' i 4''	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	Ne radi
5°	R	R	R	R	H	R	R	R	R	R	R	R	R	Radi
5' i 5''	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	Ne radi
6°	R	R	R	R	R	H	R	R	R	R	R	R	R	Radi
6' i 6''	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	Ne radi
7°	R	R	R	R	R	R	H	R	R	R	R	R	R	Radi
7' i 7''	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	Ne radi
8°	R	R	R	R	R	R	R	H	R	R	R	R	R	Radi
8' i 8''	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	Ne radi
9°	R	R	R	R	R	R	R	R	H	R	R	R	R	Radi
9' i 9''	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	Ne radi
10°	Z	H	H	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	H	Ne radi
11°	Z	Z	Z	H	H	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	H	Ne radi
12°	Z	Z	Z	Z	Z	H	H	Z	Z	Z	Z	Z	H	Ne radi
13°	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	H	H	Z	Z	Z	H	Ne radi
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Ne radi

## Varijanta II

Jedno od mogućih rešenja dato je na slici 6.



Sl. 6 Šema kompleksa po varijanti II.

U sistem su uneta skladišta  $B_1$  i  $B_2$ .  $B_1$  je skladište kompleksa čija se veličina mora definisati optimizacijom.  $B_2$  je rezerva u okviru sistema III. Naime, kvarovi sistema III su najčešći zbog zastoja u ranžiranju kompozicija. Svaki takav zastoj izaziva zastoj sistema II; da bi se ovi zastoji eliminisali,  $B_2$  treba da omogući njegov rad za izvesno vreme. Razume se i ova veličina se može izračunati uzimajući u obzir uzroke ovih zastoja koji imaju vrednost od 10–20 min.

Uz ove napomene, stanja sistema i kompleksa data su u tablici 7.

Ovakav prikaz glavnih stanja kompleksa u zavisnosti od stanja sistema II zahteva komentar:

— u tablici nisu data sva moguća stanja sistema i kompleksa, jer ne bi bitno izmenila ovako dobijenu sliku, utoliko pre, što je verovatnoća nastajanja ovih stanja zanemarljivo mala.

Oznake stanja date su:

— bez indeksa — osnovno stanje kada rade sistemi  $S_I$  i  $S_{III}$  a menja se samo stanje sistema II

— sa oznakom »'« — stanje kada je sistem I u kvaru

— sa oznakom »"« — stanje kada je sistem III u kvaru, ali  $B_2$  nije pun i ne izaziva zastoj sistema II

— sa oznakom »'"« — stanje kada je  $S_{III}$  u kvaru,  $B_2$  je pun, pa je izazvan zastoj sistema II u nekom stanju ovog sistema.

— Sistem I (proizvodnja uglja) je uvek u radu, bez obzira na stanja sistema II i III, sem u stanju 9''' kada je u prinudnom zastoju zbog kvara elementa  $E_{II_8}''$  sistema II i u stanjima označenim sa »'« — kada je sam sistem I u kvaru. Karakteristično je da po ovoj šemi sistem I ima optimalne uslove za proizvodnju, jer praktično može da postigne maksimalni proizvodni efekat zbog nepostojanja smetnji sa strane.

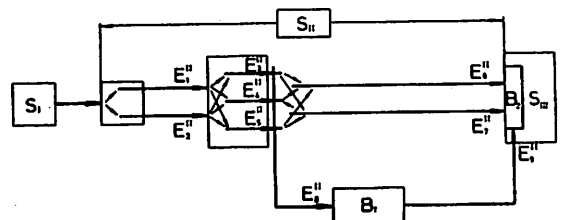
— Sistem II u prikazanim stanjima, praktično, može uvek da radi. Sistem ne upada u stanje H, mada su njegovi pojedini elementi ili parovi elemenata u kvaru. Ovo je posledica postojanja  $B_1$  i veze  $E_8$  i  $E_9$ , kao i postojanja tehnološke rezerve u linijama. Nisu navedena stanja paralelnog kvara parova mašina, jer su parovi, u stvari, tehnološke rezerve.

— Sistem III bitno utiče na rad kompleksa. Postojanje rezerve  $B_2$  omogućuje da  $S_{II}$  nastavi sa radom određeno vreme i kod kvara  $S_{III}$ . Prestanak kvara u tom intervalu vremena (što je najčešći slučaj) omogućuje da se stanja označena sa »'"« eliminišu ili javljaju veoma retko.

— Dakle, unošenjem u  $S_{II}$  elemenata  $E_8''$ ,  $E_9''$ ,  $B_1''$  i  $B_2''$  omogućen je optimalan rad sistema  $S_I$ .  $S_{II}$  je praktično stalno u radu i omogućuje postizanje kontinualnog kapaciteta u skladu sa radom sistema  $S_{III}$  kao i odgovarajuće povećanje pouzdanosti kompleksa.

## Varijanta III

Nameće se još jedna varijanta prikazana na sl. 7.



Sl. 7 — Šema kompleksa po varijanti III.

Stanje	S <sub>I</sub>	Stanje sistema II										S <sub>III</sub>	Stanje kompleksa i primedbe	
		Stanje sistema II												
		E <sub>1</sub> <sup>II</sup>	E <sub>2</sub> <sup>II</sup>	E <sub>3</sub> <sup>II</sup>	E <sub>4</sub> <sup>II</sup>	E <sub>5</sub> <sup>II</sup>	E <sub>6</sub> <sup>II</sup>	E <sub>7</sub> <sup>II</sup>	E <sub>8</sub> <sup>II</sup>	E <sub>9</sub> <sup>II</sup>	S <sub>II</sub>			
1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	Radi element E <sub>9</sub> <sup>II</sup> . Radi ako je Q <sub>1</sub> > Q <sub>3</sub> za Q <sub>2</sub> = Q <sub>III</sub> . Ne radi za Q <sub>1</sub> < Q <sub>3</sub> . Radi E <sub>9</sub>
1'	H	Z	R	R	R	R	R	Z	R	R	R	R	R	Radi mada je sistem S <sub>1</sub> u kvaru
1''	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	H	Ne radi, ali sistem I i sistem II mogu da rade. Sistem II je u zastoju ako se ne otkloni kvar S <sub>3</sub> u određenom vremenu
1'''	R	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	H	Ne radi; S <sub>1</sub> radi. Kompleks ne radi jer je B <sub>2</sub> pun zbog dužeg zastoja na S <sub>III</sub>
2	R	H	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	Radi. S <sub>II</sub> radi mada je E <sub>4</sub> <sup>II</sup> u kvaru
2'	H	H	R	R	R	R	R	Z	R	R	R	R	R	Radi mada je S <sub>1</sub> i E <sub>1</sub> <sup>II</sup> u kvaru
2''	R	H	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	H	Ne radi; S <sub>3</sub> prima ugaj dok se B <sub>2</sub> ne napuni
2'''	R	H	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	H	Ne radi; B <sub>2</sub> je pun a kvar sistema III još nije otklonjen. S <sub>1</sub> radi
3	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	Radi, napomene kao za stanje 1.
3'	H	Z	H	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	Radi; sistem 1 ne radi
3''	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	H	Ne radi; S <sub>III</sub> prima ugaj dok se B <sub>2</sub> ne napuni
3'''	R	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	H	Ne radi; B <sub>2</sub> je pun a kvar sistema III još nije otklonjen. S <sub>1</sub> radi
4	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	Radi; isto kao i stanje 3.
4'	H	Z	R	R	R	R	R	Z	R	R	R	R	R	Radi; isto kao i stanje 3'
4''	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	H	Ne radi; isto kao stanje 3''
4'''	R	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	H	Ne radi; isto kao i stanje 3'''
5	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	Radi
5'	H	Z	R	R	R	R	R	Z	R	R	R	R	R	Radi, mada sistem I ne radi
5''	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	H	Ne radi; isto kao i stanje 3''
5'''	R	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	H	Ne radi; isto kao i stanje 3'''
6	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	Radi
6'	H	Z	R	R	R	R	R	Z	R	R	R	R	R	Radi, mada sistem I ne radi
6''	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	H	Ne radi; isto kao i stanje 3''
6'''	R	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	H	Ne radi; isto kao i stanje 3'''
7	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	Radi
7'	H	Z	R	R	R	R	R	Z	R	R	R	R	R	Radi, mada sistem I ne radi
7''	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	H	Ne radi; isto kao stanje 3''
7'''	R	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	H	Ne radi; isto kao i stanje 3'''
8	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	Radi
8'	H	Z	R	R	R	R	R	Z	R	R	R	R	R	Radi, mada sistem I ne radi
8''	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	H	Ne radi; isto kao i stanje 3''
8'''	R	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	H	Ne radi; isto kao i stanje 3'''





Analiza stanja kompleksa po ovoj varijanti daje praktično iste rezultate kao i prethodna. Razlika će, razume se, biti samo u investicionim ulaganjima i tretmanu mašina, kao i u konkretnim projektnim rešenjima, što sve za sada nećemo uzeti u razmatranje. I ovde odlučujući značaj u skladnom radu kompleksa ima unošenje rezerve  $B_1$  u sistem II.

Naime, ovde je očigledno da kapaciteti veza  $E_1$  i  $E_2$  moraju biti prilagođeni maksimalnom kapacitetu proizvodnje uglja na površinskom otkopu i da će raditi u ritmu otkopa, sa istim vremenskim iskorišćenjem. Elementi  $E_3$ ,  $E_4$  i  $E_5$  treba da budu, takođe, dimenzionisani na maksimalni kapacitet proizvodnje površinskog otkopa. Ako se želi obezbeđenje tehničke rezerve javljaju se novi elementi  $E_5'$ , a zato i novi element  $E_7'$ . Sve ovo vodi povećanju investicija i nešto nepovoljnijem tretmanu mašina nego u prethodnom slučaju što se odražava na produktivnost postrojenja i cenu proizvodnje.

I u ovom slučaju je, za razliku od varijante 1, dopuna izvršena kroz elemente  $E_8$ ,  $E_9$  i  $B_1$ , isto kao i kod varijante 2, pa je u tome bitna razlika dveju ovakvih koncepcija.

### Osvrt na ekonomske efekte

Realizacija sistema II sa skladištem  $B_2$  utiče bitno na dimenzionisanje površinskog otkopa kroz izbor kapaciteta mašina.

Uzmimo da je otkop dimenzionisan na kapacitet od  $10 \cdot 10^6$  Mp/god. (u I fazi i daljnih  $10 \cdot 10^6$  Mp/god. u II fazi) i da je u sistem  $S_{II}$  ugrađeno skladište  $B_2$  i elementi  $E_8$  i  $E_9$ . U I fazi učinak je 25 Mp/nadnici.

Ako se uz ovako postavljen sistem I izgradi sistem II po prvoj varijanti (bez elemenata  $B_2$ ,  $E_8$  i  $E_9$ ) zbog smetnji koje nastaju u radu sistema I ostvariće se manja godišnja proizvodnja. Na osnovu proračuna (koji zbog obimnosti ne mogu biti navedeni), kao i na osnovu konkretnih merenja, to smanjenje iznosi 8—30%. Ako uzmemo skromnu vrednost od 8%, površinski otkop će proizvesti u I fazi 800.000 Mp manje uglja godišnje.

U II fazi je kapacitet površinskog otkopa povećan za  $10 \cdot 10^6$  Mp/god. pa je ukupna proizvodnja  $20 \cdot 10^6$  Mp/god., a učinak je — logično — povećan na 30 Mp/nadnica.

Jedinična cena proizvoda površinskog otkopa za oba principijelna rešenja i oba kapaciteta je data u tablici 8.

Tablica 8

Vrsta troškova	I faza za kapacitet: $10 \times 10^6$ Mp/god.		II faza za kapacitet: $20 \times 10^6$ Mp/god.	
	$10 \times 10^6$ Mp/god.	$9,2 \times 10^6$ Mp/god.	$20 \times 10^6$ Mp/god.	$18 \times 10^6$ Mp/god.
Tr. materijala (proporc.)	109.300	100.556	218.600	196.740
Tr. sredstava (fiksni)	511.000	511.000	1.022.000	1.022.000
Tr. rada (fiksni)	83.400	83.400	166.800	166.800
Tr. zaj. potr. (fiksni)	3.800	3.800	7.600	7.600
Ukupno:	707.500	698.755	1.415.000	1.393.140
Jedin. cena koštanja din/Mp	70,75	75,95	70,75	77,40

Za I fazu, kod kapaciteta od  $10 \cdot 10^6$  Mp/god. proizvodnje uglja, jedinična cena koštanja je 70,75 din/Mp. Ako se ne bi ugradili elementi  $B_1$ ,  $E_8$  i  $E_9$ , jedinična cena bi bila 75,95 din/Mp, pa je ugradnja ovih elemenata omogućila da se troškovi proizvodnje uglja smanje na 5,20 din/Mp.

Razume se, ugradnja ovih elemenata u sistem II zahteva dodatna ulaganja i angažovanje dodatnog osoblja. To povećava troškove (sredstava i rada) za 0,9 din/Mp. Neto pozitivan efekat je dakle 4,3 din/Mp, što za godišnju proizvodnju iznosi  $43 \cdot 10^6$  din/god, koliko približno iznosi dodatna investicija za ugradnju  $B_1$ ,  $E_8$  i  $E_9$ .

Za II fazu troškovi će biti manji za 6,65 din/Mp kod rešenja po varijanti III. Kod povećanja kapaciteta nije potrebno ulagati sredstva ni povećavati radnu snagu pa (pošto su dodatni troškovi u odnosu na varijantu I ostali isti), neto pozitivan efekat iznosi 5,75 din/Mp.

Ove brojke, mada nisu uzeti u obzir svi uticaji na ekonomske efekte i mada služe kao ilustracija dosadašnjeg izlaganja, dovoljno govore o osnovnim rezultatima ovakve analize stanja pojedinih sistema i celog kompleksa:

— analiza stanja sistema u okviru proizvodnog kompleksa — kao metod — omogućuje sagledavanje mogućnosti za zadovoljenje tehnoloških zahteva svakog sistema u okviru tehnoloških zahteva za ceo kompleks;

— istovremeno, analiza stanja omogućuje eliminaciju svih eventualnih smetnji za zadovoljenje ovih zahteva;

— analizom stanja dolazi se do tehnološke šeme kompleksa i sagledavaju kritična mesta. Iz ovog proizlaze konkretna idejna rešenja. Ovako dobijena rešenja omogu-

ćuju definisanje parametara mašina i detaljna tehnička rešenja kritičnih mesta radi eliminacije eventualnih zastoja ili njihovu procenu;

— na osnovu ovakve analize može se odabrati nivo automatizacije rada postrojenja koji će obezbediti maksimalnu produktivnost kompleksa, bez nepotrebnih preterivanja u tome;

— omogućeno je da se paralelno mogu vršiti ekonomske analize koje vode maksimalnom ekonomskom efektu i definiše racionalni obim investicija;

— analiza stanja sistema i celog proizvodnog kompleksa omogućuje odabiranje varijanti koje će biti ispitivane — u daljem procesu rada — sa stanovišta pouzdanosti i omogućiti time optimizaciju kompleksa.

#### SUMMARY

##### **Contribution to the Analysis of the State of the System Open-Cast Mine — Coal Preparation — Power Generation Station**

Starting from the general consideration presented in a previously published paper (1), the author considered the problems of the production complex open-cast mine — coal preparation — delivery to power generation station through an analysis of the state of individual systems and the complex as a whole. The analysis of the state of systems and the complex enables the arrival to a solution which will secure the optimum conditions of exploitation, taking into account the production specificities of each system. The analysis indicated the importance of storage construction in System II, enabling optimum operating conditions for System I in line with continuous delivery of coal to the power generation station. At the same time, the analysis of the state provides a basis for further activities on rational definition of possible plant automation, complex reliability testing and optimization of system elements.

#### ZUSAMMENFASSUNG

##### **Beitrag zur Analyse des Systemzustands Tagebau — Kohlenaufbereitung — Wärmekraftwerk**

Ausgehend von den allgemeinen Überlegungen, die in einer früheren Arbeit (1) veröffentlicht wurden, hat der Verfasser die Förderkomplexprobleme Tagebau-Kohlenaufbereitung-Zufuhr bis zum Wärmekraftwerk durch Zustandsanalyse der einzelnen Systeme und Komplexe als Ganzes betrachtet. Die Zustandsanalyse der Systeme und Komplexe ermöglicht, dass eine Lösung gefunden wird, die optimale Gewinnungsbedingungen sicherstellt, wobei mit den Eigenheiten der Produktion eines jeden Systems gerechnet wird. Diese Zustandsanalyse weist auf die Bedeutung eines Zwischenlagers im System II hin, das optimale Betriebsbedingungen des Systems I unter Sicherstellung einer kontinuierlichen Kohlenzufuhr bis zum WKW, ermöglicht. Gleichzeitig gibt die Zustandsanalyse eine Grundlage für weitere Arbeit an einer rationellen Definierung der evt. Automatisierung der Anlage, für weitere Untersuchung der Zuverlässigkeit des Komplexes und der Optimierung der Systemelemente.

## РЕЗЮМЕ

### Приложение к анализу систем открытого способа разработки — подготовка угля — тепловая электрическая станция

Исходя от общих рассмотрений вынесенных в прежде объявленной работе (1) автор, проблему производственного комплекса открытого способа разработки — подготовка угля — доставка до тепловой электростанции, наблюдал путем анализа положения отдельных систем и комплекса в целом. Анализ положения отдельных систем и комплекса, дает возможность предвидеть решения которые обеспечат оптимальные условия для выемки, принимая во внимание при этом специфичность производства каждой системы. Этот анализ положения указывает на значение постройки склада в системе 2, который даст возможность оптимальных условий работы системы 1, с обеспечением непрерывной отправки угля к тепловой электростанции.

Одновременно анализ положения дает основание для дальнейшей работы на полезном определении возможного автоматизирования оборудования, исследования надежности комплекса и улучшения элементов системы.

## Literatura

1. Milović, B., 1976: Opšti problemi projektovanja centralnog drobiličnog postrojenja za ugalj u sklopu kompleksa površinski otkop — termoelektrana. — Rudarski glasnik 3/76, Beograd.
2. Betrich, S., 1971: Mathematische Methoden in der Operationsforschung, VRB, Leipzig.
3. Sajkiewicz, J., 1973: Zasada redukcji systemow maszynowych i dr. — Gornictwo No. 10, Wroclaw.

Autori: prof. ing. Bratoljub Milović i mr ing. Slobodan Ivković, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd i Rudarski institut, Beograd  
Recenzent: dipl. ing. Milivoje Makar, Rudarski institut, Beograd

## Metodologija primene postupka proračuna stabilnosti grafičkom metodom lamela (J. Lowe) za rad na elektronskom računaru

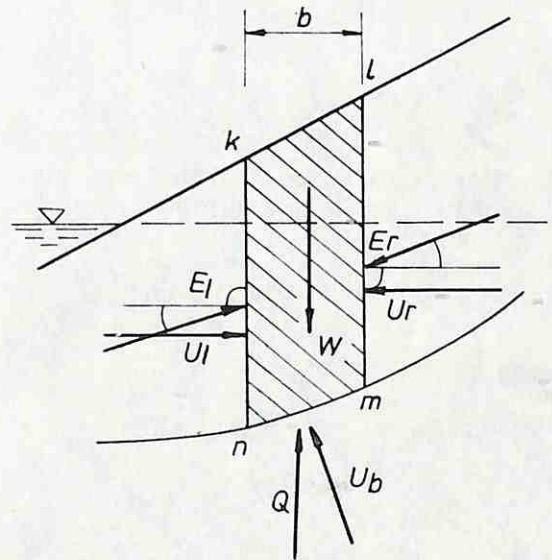
(sa 5 slika)

Dipl. ing. Aleksandar Stamatović — dipl. ing., dipl. mat. Jovan Vujić

Savremena naučna misao i razvoj prakse u oblasti mehanike tla, kao naučne discipline, predstavlja primenu odgovarajućih metoda analiza stabilnosti koje će garantovati sigurnost prilikom izvođenja projektovanih radova.

Za pravilno sagledavanje problema i teškoća koje se mogu pojaviti prilikom izvođenja radova ovakve vrste, u zavisnosti od svojstava terena kao radne sredine, potrebno je, pre svega, dobro proučiti fizička, mehanička i tehnološka svojstva stenskih masa. Prema tome, na već odabranom inženjersko-geološkom preseku terena, kod koga su definisani klizna ravan, slojevitost i nivo podzemne izdani, može se kao jedna od metoda za određivanje faktora sigurnosti primeniti grafička metoda lamela. Prednost ove metode je u tome, što klizna ravan ili zona klizanja ne moraju da budu kružno cilindričnog oblika, već to može da bude i bilo koja nepravilna klizna površina.

Primenom grafičke metode lamela od aktivnih sila u obzir se uzimaju sledeće: težina lamele  $W$ , aktivni pritisci  $E$ , i  $E_1$  na bočnim površinama lamele, rezultujuća sila  $P$  na dno lamele i pritisci usled nivoa podzemne izdani  $U$ , i  $U_1$  na bokove i dno lamele. Takođe se kod ove metode mogu uzeti u obzir i dinamičke sile koje su prisutne pri upotrebi mehanizacije na površinskim otkopima. Pravci dejstva sila koje deluju u jednoj lameli prikazani su na slici 1.



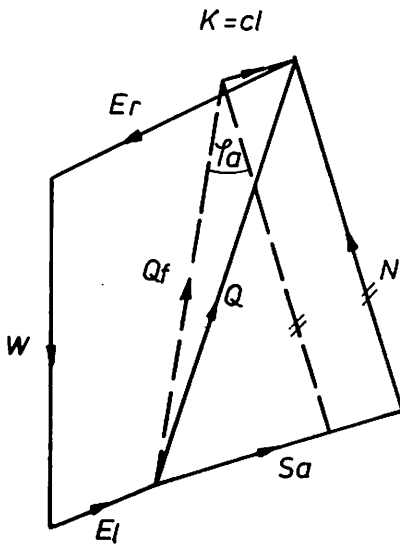
Sl. 1 — Sile koje deluju na jednu pojedinačnu lamelu.

Sleganje sila u jednoj lameli prikazano je na slici 2.

Kosina će se nalaziti u graničnom stanju ravnoteže kada je  $\varphi_D \leq \varphi$

Koeficijent sigurnosti dobija se iz relacije  $F = \text{tg } \varphi / \text{tg } \varphi_D$

Počevši od najviše lamele, za svaku lamelu se crtaju planovi sila u nastavku jedan za drugim do poslednjeg, za najnižu lamelu (slika 3). Poligon će se zatvoriti ukoliko se sile otpora trenja  $N \text{tg } \varphi = N \text{tg } \varphi_D / F$



Sl. 2 — Poligon sila u jednoj lameli.

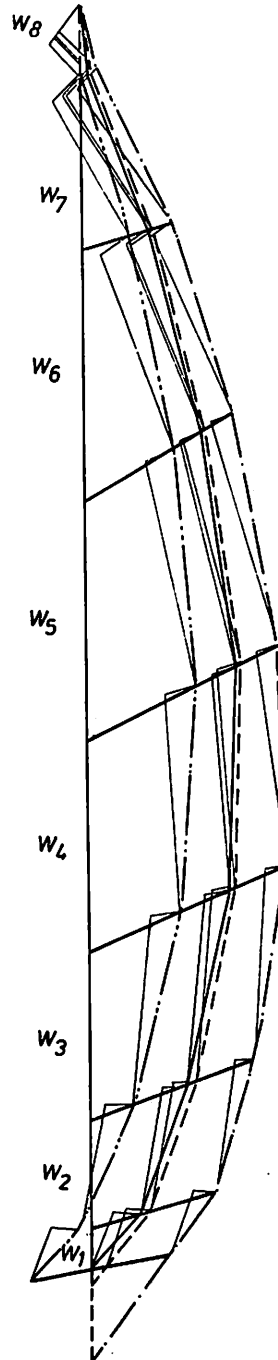
dobro odaberu. Najčešće će se poligon zatvoriti posle nekoliko biranja ugla  $\varphi_D$ .

Da bismo postigli što veću tačnost i preciznost ove metode, a i projektantu olakšali i ubrzali rad, pristupili smo programiranju ove metode na elektronskom računaru IBM 360.

Ulazni podaci za elektronski računar grupisani su u pet tablica na osnovu kojih se kucaju kartice.

Inženjersko-geološki presek terena, na kome će se izvršiti analiza stabilnosti kosine, obeležen je tačkama koje razdvajaju i definišu različite litološke članove, nivo podzemne izdani, kao i kliznu ravan ili zonu klizanja (slika 4). Između dve susedne tačke granice su aproksimirane pravom linijom, tako da, ako želimo veću tačnost, rastojanje između dve tačke mora biti što kraće.

U tablicu 3 unose se, s leva na desno, nizovi tačaka koje razdvajaju litološke članove za svaku litološku površinu, a na kraju se još jednom nanosi niz koji definiše površinu nivoa podzemne izdani.



Sl. 3 — Zatvaranje poligona sila.

Tablica 1

Ukupan broj površina	Koeficijent za uzgon	Kriterijum: Q=1; Q=0	Početna vred. ugla trenja	I 10; 3 F 10,0
K	C	0	F I	
5	04	1	10	

Tablica 2

MM	10	I 3 MM—Kaže koliko ima ukupno tačaka za očitavanje																	
NN — 20 I 4 — Kaže koliko ima tačaka koje ograničavaju pojedine površine neravnom (max 20)																			
4	4	4	5	4															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Tablica 3

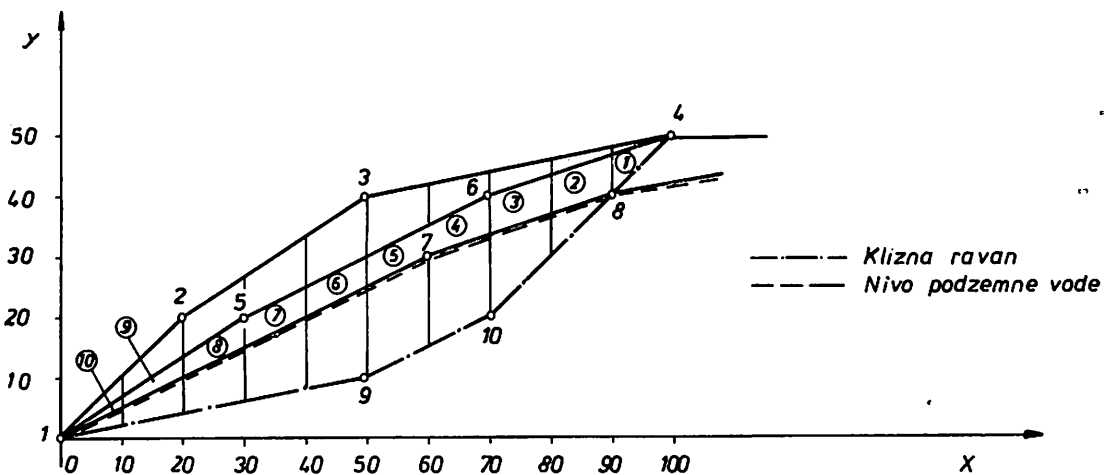
Red. br. pov.	Redni broj tačaka koje ograničavaju pojedine površine neravnomernosti																		
I 3	20 I 3																		
1	1	2	3	4															
2	1	5	6	4															
3	1	7	8	4															
4	1	9	10	8	4														
5	1	7	8	4															

Tablica 4

8 F 100																Redni broj i koordinate tačaka 8 F 10,0															
	RB	Cx	Cy		RB	Cx	Cy		RB	Cx	Cy		RB	Cx	Cy		RB	Cx	Cy												
x	1	0	0	x	17			x	33			x	49			x	65														
	2	20	20		18				34				50				66														
	3	50	40		19				35				51				67														
	4	100	50		20				36				52				68														
x	5	30	20	x	21			x	37			x	53			x	69														
	6	70	40		22				38				54				70														
	7	60	30		23				39				55				71														
	8	90	40		24				40				56				72														
x	9	50	10	x	25			x	41			x	57			z	73														
	10	70	20		26				42				58				74														
	11				27				43				59				75														
	12				28				44				60				76														
x	13			x	29			x	45			x	61			x	77														
	14				30				46				62				78														
	15				31				47				63				79														
	16				32				48				64				80														

Tablica 5

Zapreminske težine $\gamma$								16 F 5,0
Redni br.	$\gamma$	Redni br.	$\gamma$	Redni broj	$\gamma$	Redni broj	$\gamma$	Samo $\gamma$ se unosi
1	2	6		11		16		
2	1,8	7		12		17		
3	1,0	8		13		18		
4		9		14		19		
5		10		15		20		



Sl. 4 — Primer pripreme inženjersko-geološkog preseka terena za rad na elektronskom računaru.

Na osnovu tablice 3 popunjava se tablica 2.

U tablicu 1 unose se podaci o broju radnih sredina iz tablice 3, koeficijent efektivne poroznosti, podatak da li postoji nivo podzemne izdama ili je kosina odvodnjena i početna vrednost elemenata unutrašnjeg otpora tla, tj. ugao unutrašnjeg trenja  $\varphi$ .

Koordinate tačaka koje definišu granice litoloških članova unose se u tablicu 4. Za svaki litološki član vrši se statistička obrada podataka zapreminskih težina koja se unosi u tablicu 5.

U tablicama 1—5 dat je brojni primer preseka terena prikazanog karikiranim geološkim profilom na slici 4. Na osnovu ovih ulaznih podataka i programa za grafičku metodu lamela, prilažemo rezultate (listinge) dobijene obradom primera na slici 4.

U prvom delu listinga daju se ulazni podaci da bi se mogla proveriti verodostojnost ulaznih podataka. U nastavku su dati rezultati zatvaranja poligona sila, kako bi se dobio otpor koji je potreban da bi razmatrana kosina bila u graničnom stanju ravnoteže. Smatramo, da je ravnotežno sta-

PRORACUN KOSINA PO METODI LOVEA DELJENJEM NA LAHELE

K= 5 C= 0,40 Q= 1,00 FI= 10,00  
 MM 10  
 NN 4 4 4 5 4

I= 1  
 NIZ N 1 2 3 4  
 I= 2  
 NIZ N 1 5 6 4  
 I= 3  
 NIZ N 1 7 8 4  
 I= 4  
 NIZ N 1 9 10 8 4  
 I= 5  
 NIZ N 1 7 8 4

I CX(I) CY(I)  
 1 0,00 0,00  
 2 20,00 20,00  
 3 50,00 40,00  
 4 100,00 50,00  
 5 30,00 20,00  
 6 70,00 40,00  
 7 60,00 30,00  
 8 90,00 40,00  
 9 50,00 10,00  
 10 70,00 20,00

I GAMA(I)  
 1 2,00  
 2 1,80  
 3 1,00

24,DEFI,FI	3.2000	10.0000							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-709.1240	-236.3043	472.8198	709.1240					
42,FI,DEFI,DPX	11.6000	1.6000	-709.124						
24,DEFI,FI	1.6000	11.6000							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-641.7568	-236.3043	405.4526	641.7566					
42,FI,DEFI,DPX	13.2000	1.6000	-641.757						
24,DEFI,FI	1.6000	13.2000							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-575.0305	-236.3043	338.7263	575.0303					
42,FI,DEFI,DPX	14.8000	1.6000	-575.031						
24,DEFI,FI	1.6000	14.8000							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-508.8342	-236.3043	272.5300	508.8340					
42,FI,DEFI,DPX	16.4000	1.6000	-508.834						
24,DEFI,FI	1.6000	16.4000							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-443.0681	-236.3043	206.7638	443.0679					
42,FI,DEFI,DPX	18.0000	1.6000	-443.068						
24,DEFI,FI	1.6000	18.0000							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-377.6304	-236.3043	141.3262	377.6301					
42,FI,DEFI,DPX	19.6000	1.6000	-377.630						
24,DEFI,FI	1.6000	19.6000							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-312.4231	-236.3043	76.1190	312.4229					
42,FI,DEFI,DPX	21.2000	1.6000	-312.423						
24,DEFI,FI	1.6000	21.2000							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-247.3486	-236.3043	11.0443	247.3486					
42,FI,DEFI,DPX	22.8000	1.6000	-247.349						
24,DEFI,FI	1.6000	22.8000							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-182.3127	-236.3043	-53.9916	182.3127					
42,FI,DEFI,DPX	24.4000	1.6000	-182.313						
24,DEFI,FI	1.6000	24.4000							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-117.2208	-236.3043	-119.0835	117.2208					
42,FI,DEFI,DPX	26.0000	1.6000	-117.221						
24,DEFI,FI	1.6000	25.9999							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-51.9771	-236.3043	-184.3272	51.9771					
42,FI,DEFI,DPX	27.6000	1.6000	-51.977						
24,DEFI,FI	1.6000	27.5999							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	13.5138	-236.3043	-249.8181	13.5138					
39,FI,DEFI,DPX	26.8000	0.8000	13.514						
24,DEFI,FI	0.8000	26.7999							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-19.2693	-236.3043	-217.0350	19.2693					
42,FI,DEFI,DPX	27.2000	0.4000	-19.269						
24,DEFI,FI	0.4000	27.1999							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-2.8876	-236.3043	-233.4167	2.8876					
42,FI,DEFI,DPX	27.6000	0.4000	-2.888						
24,DEFI,FI	0.4000	27.5999							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	13.5133	-236.3043	-249.8176	13.5133					
39,FI,DEFI,DPX	27.4000	0.2000	13.513						
24,DEFI,FI	0.2000	27.3999							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	5.3102	-236.3043	-241.6145	5.3102					
39,FI,DEFI,DPX	27.2000	0.2000	5.310						
24,DEFI,FI	0.2000	27.1999							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-2.8890	-236.3043	-233.4153	2.8890					
42,FI,DEFI,DPX	27.3000	0.1000	-2.889						
24,DEFI,FI	0.1000	27.2999							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	1.2091	-236.3043	-237.5134	1.2091					
39,FI,DEFI,DPX	27.2500	0.0500	1.209						
24,DEFI,FI	0.0500	27.2499							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-0.8407	-236.3043	-235.4636	0.8407					
42,FI,DEFI,DPX	27.2750	0.0250	-0.841						
24,DEFI,FI	0.0250	27.2749							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	0.1834	-236.3043	-236.4877	0.1834					
39,FI,DEFI,DPX	27.2620	0.0120	0.183						
24,DEFI,FI	0.0125	27.2624							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-0.3296	-236.3043	-235.9747	0.3296					
42,FI,DEFI,DPX	27.2690	0.0060	-0.330						
24,DEFI,FI	0.0062	27.2686							
21DPX,P1X,P2X,REZUL	-0.0729	-236.3043	-236.2314	0.0729					

UGAO TRENJA FI= 27,269



nje postignuto kada potrebni dopunski otpor ne prelazi  $0,1 \text{ Mp/m'}$ . Postizanjem ovog uslova proračun analize stabilnosti se završava i računar štampa vrednost uglja  $\varphi_D$  kojim je postignuto ravnotežno stanje.

#### Objašnjenje listinga

#### 24 DEFI, FI

FI —  $\varphi$  — ugao unutrašnjeg trenja koji ulazi u proračun

DEFI —  $\Delta\varphi$  — priraštaj ugla unutrašnjeg trenja, za slučaj da poligon nije zatvoren

#### 21 DPX, P1X, P2X, REZUL

REZUL — rezultanta dopunskog otpora da bi se ravnoteža postigla

P2X —  $P_{2x}$  — horizontalna komponenta (sl. 5)

P1X —  $P_{1x}$  — horizontalna komponenta (sl. 5)

DPX —  $\Delta P_x$  — razlika  $P_{1x} - P_{2x}$

#### 42 FI, DEFI, DPX

DPX —  $\Delta P_x$

DEFI —  $\Delta\varphi$

FI —  $\varphi$  — automatski uzete nove vrednosti ugla pošto se sa prethodnim nije zatvorio poligon

#### 39 FI, DEFI, DPX

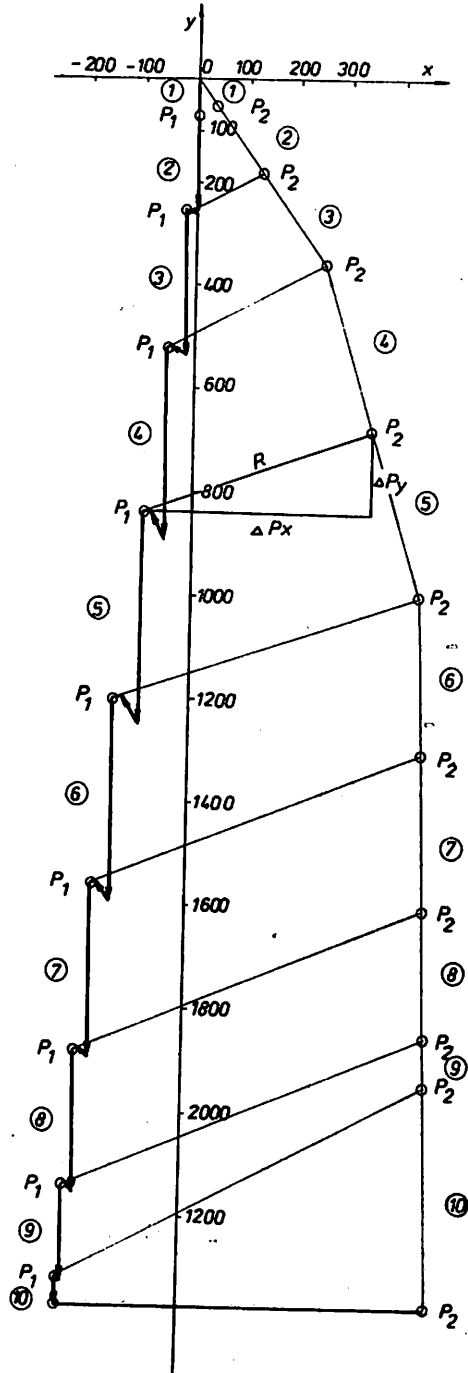
DPX —  $\Delta P_x$

DEFI —  $\Delta\varphi$

FI —  $\varphi$  — nova vrednost ugla unutrašnjeg trenja.

#### UGAO TRENJA FI

FI —  $\varphi$  — ugao unutrašnjeg trenja sa kojim je poligon sila zatvoren sa tačnošću  $0,1 \text{ Mp/m'}$ .



Sl. 5 — Poligon sile.

Na slici 5 dat je poligon sila samo za prvu vrednost ugla trenja  $\varphi = 10^\circ$ , u slučaju da je klizište podeljeno na 10 lamela koje su obeležene kružićima sa brojem. U programu je kosina podeljena na 50 lamela, pošto je na osnovu iskustva ustanovljeno da kosinu nije potrebno deliti na veći broj lamela.

Koristeći ovaj program izvršili smo analizu stabilnosti za klizište zapadnog dela površinskog otkopa Belačevac, pri čemu je utvrđena potpuna saglasnost faktora sigurnosti na odabranim presecima terena sa

prethodno izvršenom analizom stabilnosti po metodi A. Bishopa.

#### **Zaključak**

Kod proračuna stabilnosti kosina grafičkom metodom lamela na elektronskom računaru znatno su ubrzani proračuni, izbegnuta je mogućnost grešaka, koje bi se kod grafičke interpretacije sa ovako velikim brojem podataka sigurno javile.

S obzirom da se rezultati dobijaju brže i pouzdanije, pruža se mogućnost njihovog efikasnijeg korišćenja kod projektovanja.

#### **SUMMARY**

##### **Methodology of Stability Calculation applying Strip Graphic Method (J. Lowe) performed by Computer**

When stability of slopes is calculated by computer applying strip graphic method, calculations are speeded-up and there is no chance for making errors, which are otherwise inevitable with graphic interpretation containing so many data.

Since the obtained results are more reliable, they can be more efficiently used when design is made.

#### **ZUSAMMENFASSUNG**

##### **Anwendungsmethodik des Berechnungsverfahrens der Standfestigkeit durch graphische Lamellenmethode (J. Löwe) für die Arbeit mit der elektronischen Rechenanlage**

Bei der Berechnung der Böschungsstandfestigkeit mit der graphischen Methode auf der elektronischen Rechenanlage sind die Berechnungen wesentlich beschleunigt, die Fehlermöglichkeit ist umgegangen, weil die Fehler bei der graphischen Auswertung mit so einer grossen Datenanzahl sicherlich zur Erscheinung gekommen wären.

Mit Rücksicht darauf, dass die Ergebnisse schneller und zuverlässiger erhalten werden, wird die Möglichkeit für wirkungsvolle Benutzung bei der Projektierung geboten.

## РЕЗЮМЕ

**Методология применения поступка расчета устойчивости графическим методом ламели (J. Lowe) для работы на электронной вычислительной машине**

Для расчета устойчивости откосов графическим методом ламели на электронной вычислительной машине значительно ускорены расчеты, уклонена возможность ошибок которые бы при любой графиченой вычеслительной машине значительно личеством данных, безусловно бы появились.

Принимая во внимание что результаты получаются быстрее и надежные, имеется, возможность их эффективного использования при проектировании.

## Literatura

Kézdi, A.: Handbuch der Bodenmechanik Band II      Lowe, J., 1967: Stability Analysis of Embankments. — Proc ASCE CM4.

Autori: dipl. ing. Aleksandar Stamatović i dipl. ing., dipl. mat. Jovan Vujić, Rudarski institut — Beograd  
Recenzent: prof. dr ing. Mirko Perišić, Rudarski institut, Beograd

## Rudarstvo gvožđa u istočnoj Srbiji

Dr Vasilije Simić

U istorijskim izvorima srednjeg veka i turskog vremena, istočna Srbija pomenuta je češće, nego ma koja druga oblast proizvodnje gvožđa. A nikada, pa ni danas, prema savremenim merilima, nije imala značajnijeg udela u proizvodnji gvožđa. U poslednjih 120 godina pokušavano je dva puta da se organizuje proizvodnja gvožđa, ali bez uspeha. Sada se radi na tome, da se iz desetomilionske proizvodnje majdanpečkog rudišta, koliko se godišnje otkopa, iskoriste kristalići magnetita i proizvedu značajne količine koncentrata.

Još je K. Jireček zabeležio (Istorija Srba I, str. 284, II, str. 174) da je u srednjem veku, u pokrajini Kučevo, kod Železnika, proizvedeno gvožđe. Pošto nije naveo izvore, verovatno je to zaključio iz naziva mesta, što je sasvim opravdano, da je tu moralo biti proizvodnje gvožđa. Inače M. Dinić, pišući opširno o Braničevu, ne pominje proizvodnju gvožđa, iako pominje proizvodnju olova u Železniku. Prema turskim izvorima iz druge polovine 15. veka, pod Rtnjem, kod sela Lukova, postojalo je kovačko selo Sasi. Njegovi kovači za vidinski sandžak kovali su razne predmete. Polovinom 16. veka i nešto kasnije, u Kučajni, odnosno njenoj okolini, bilo je proizvodnje gvožđa i livenja topovskih kugli (Đ. Petrović). Najzad, za vreme austrijske okupacije Srbije 1718—1738. bilo je nešto proizvodnje gvožđa u Majdanpeku. Toliko je zabeleženo u pisanim izvorima.

Promatranja po terenima istočne Srbije pokazala su, da su rude gvožđa otkopavane svuda, gde god su se našle, bez obzira ka-

kvo će se gvožđe iz njih istopiti. Vađene su iz olovno-cinkovih, bakarnih, skarnovskih, feromanganskih i infiltracionih ležišta, zatim iz kristalastih škriljaca, serpentina, krečnjaka, sa gvozdenih šešira, čak možda i iz deluvijalnih tvorevina. Postojala su dva perioda značajnijeg otkopavanja gvozdenih ruda i proizvodnje gvožđa: antički i turski. Potrebe za gvožđem bile su najveće za vreme radova na proizvodnji zlata iz rasipa i kvarcnih žica. Hiljade kopača valjalo je snabdeti gvozdenim alatom za kopanje, zgrtanje, lomljenje i tucanje zlatonosnih stena, šljunkova, brežnih nanosa. Prilikom ovakvog rada alat se brzo trošio, a često se morao zamenjivati novim. Za ove potrebe Rimljani sigurno nisu dovezili gvožđe sa strane, kad je gvozdenih ruda bilo na licu mesta: Majdanpek, Rudna Glava, Crnajka, Mosna, Deli Jovan, Reškovica, Kučajna i drugde. Najverovatnije je međutim, da je u to vreme gvožđe proizvedeno i iz magnetskog peska, zaostalog u teškom šlihu posle proizvodnje zlata. Za turskog vremena, gvožđe se, takođe, proizvodilo gde god je za to bilo uslova: rude, ugljena i većih radnika.

### Negotinska krajina

Za nekadašnju proizvodnju gvožđa rude su otkopavane na nekoliko mesta i iz različitih stena: kristalastih škriljaca, krečnjaka, serpentina. Iako je kvalitet dobijenog gvožđa bio veoma dobar, jer su rude iz kristalastih škriljaca i krečnjaka bile ne samo bogate, već i bez štetnih sastojaka, ovo

rudarstvo nije dostiglo neke veće razmere. Imalo je čisto lokalni značaj i verovatno se zbog toga o njemu ne zna ništa.

**Sikole.** — Ovo selo leži na istočnom podnožju Deli Jovana. Oko 2 km istočno od naselja, na putu za Gradište, po krečnjacima, vide se rupe, iz kojih je vađena gvozdена ruda. U njima je nađeno i nešto rudarskog alata. U blizini se nalaze ostaci troskišta, čija topionica nije koristila vodu. Rudarstvo je nesumnjivo antičko. Zapadno od Sikola, u Miljkovcu i Jaseničkoj reci, zapaženi su predmeti rimske civilizacije, zajedno sa troskama. Nalaženi su crepići, noževi, srebrni novci, komadi topljenog bakra, komadići malahita i hematita. Svakako neko antičko preduzeće za proizvodnju gvožđa i bakra. Inače, u Sikolu u jurskim sedimentima ima pojava hematita.

**Jabukovac.** — Oko sela Jabukovca bilo je proizvodnje gvožđa u doba kad je za topljenje korišćena tekuća voda. Oko 4 km severozapadno od Jabukovca na brdu Kornjet, iz nekoliko okana u krečnjacima vađena je gvozdена ruda, verovatno neki limoniti infiltracionog porekla ili hematiti iz jurskih sedimentata. Nepun kilometar od rudišta bila je podignuta topionica gvožđa na Suvom potoku, desnoj pritoci reke Vratne. Troske ima s obe strane potoka. Još jedno troskište topionice gvožđa otkriveno je između Jabukovca i Štubika. Nedaleko odatle nalazi se ležište hematita u kristalastim škriljcima.

Oko Jabukovca ima nekoliko pojava hematita sa tragovima nekadašnjeg rudarskog rada. Ostaci topionica nisu zapaženi, ali nisu ni traženi po okolnim rečicama i potocima. Za staru proizvodnju gvožđa, tursku, srednjovekovnu ili antičku, hematiti su bili izvanredno povoljni. Rude su bogate, a njihovo gvožđe čisto i kovno. Iz kristalastih škriljaca ruda se lako otkopavala. No kako se radovi u škriljcima brzo zarušavaju, tragovi nekadašnjeg rudarstva najčešće ostaju nezapaženi. Za staru proizvodnju gvožđa interesantna pojava hematita nalazi se na putu iz Jabukovca u Vratnu, u potoku Ungurjanu. Tamo su jedri hematiti srasli sa kristalastim škriljcima. Dalje, prema severoistoku kod sela Kupusišta, veoma čisti hematiti javljaju se kao interkalacije u kristalastim škriljcima, sa blizu 70% Fe.

## Tupižnica — Rtanj

Pojave gvozdenih ruda, hematita i magnetita na zapadnim padinama Tupižnice promatrao je još sedamdesetih godina prošlogog veka S. Mačaj »fizikus« okružen crnorečkog. D. Antula ih je uneo u kartu priloženu njegovom delu »Pregled rudišta u Kraljevini Srbiji, 1900«. Od tada su u literaturi pomenuta nekoliko puta. Antula je u prvoj deceniji našega veka promatrao u selu Lasovu, na levoj strani reke, tri niza starih rudarskih radova. Kako na kopinama nije našao ruda, smatrao je da se tu radilo na zlatu. U blizini sela, kraj izdanaka hematita, video je malo troskište, čije troske nisu ispitivane. I u Mačajevoj zbirci nalazili su se primerci hematita i magnetita iz Lasova. Ovde se, svakako, radi o nekadašnjem rudarstvu gvožđa. Gvozdenih ruda ima i u selu Bučju, desetak kilometara južno od Lasova. Povrh sela ima starih rudarskih radova, ali se ne zna za kakvim se rudama tragalo. Kroz selo protiče Kovačka reka, pomenuta u turskim dokumentima od 1483. i 1586. godine.

**Savinac.** — Selo Savinac leži na desnoj strani Crnog Timoka, skoro na srednjoj kraći između Zaječara i Boljevca. U prošlom veku ono se zvalo Valakonje, pa je pod tim imenom ušlo u rudarsku literaturu. Rudište gvozdenih ruda nalazi se na visu Crvena stena (vlaški Tilva Roš) i Herder ga je promatrao 1835. godine. Žica gvozdene rude, ista kao i u Majdanpeku, debela je oko dva hvata i sastoji se od hematita i limonita. Herder je smatrao da se ovde, kraj Timoka, mogu podići topionice gvožđa, jer su rude lako topljive i obećavaju dobro gvožđe. Topionice bi mogle snabdevati gvoždem ne samo Timočku Krajinu, već bi se ono moglo izvoziti u Tursku. »Rudarstvo na ovome mestu« pisao je Herder, »seže u najstarija vremena, jer se na brdu, kraj rudnih jama nalaze troskišta, što ukazuje na veoma primitivnu proizvodnju gvožđa«. Početkom našeg veka hemijski su ispitane troske sa Crvene stene i u njima nije bilo bakra. Kako su ovde nađene bakarne sekire, rudarstvo gvožđa moglo bi biti prastaro.

**Severno podnožje Rtnja.** — Između sela Lukova i Jablanice, na sever-

nom podnožju Rtnja poznati su od vjkada ostaci staroga rudarstva kraj rečice Vrelo. Herder ih je posetio 1835. godine i zapazio troskište, niz svrtnjeva i ostatke polusrušene rudarske crkvice. Troskište je bilo srednje veličine, uravnjeno i zasejano kukuruzom. Prema spoljašnjem izgledu, troska bi mogla biti od olovnih ruda. Jasno se zapažao rov kojim je dovođena voda topionici. Oko četvrt časa odatle, video je dva reda malih i plitkih svrtnjeva, gotovo sasvim zasutih i obraslih. Kao da su to bili samo istražni radovi.

Ovo staro rudarstvo, četiri decenije kasnije, slikovitije je predstavio M. Đ. Milićević: »Kod sela Jablanice, na levoj strani Timoka, prema Rtnju, po sata na sever od sela, s desne strane reke Vrelo nahode se grdne gomile šljake, i velike zakopine gde su rude vađene. Tu ima i jedan jaz oko 300 hvati dugačak, koji je vodio vodu do jednog vrlo velikog skoka, na kom su sada brestovi, debeli kao čovek. I iza toga skoka grdne su gomile opet te zgre«. Prema jednoj belešci u Starinaru od 1887. godine tu su nađeni novčići iz Konstantinova vremena »kod mesta Vrela, gde je bila nekad topionica gvožđa, sudeći po mnogoj zguri koja se tamo nalazi«. Po narodnom kazivanju, ovde je nekada bio samokov, pa se i mesto sa troskom tako zove.

Prilikom nedavnih geoloških ispitivanja istočne Srbije, ostaci staroga rudarstva na Vrelu, bar onako kako ih je opisao M. Đ. Milićević pre jednog veka, skoro se i ne vide. Nalazio se samo po koji komad troske i magnetita sa 38% Fe. Međutim, prema turskim izvorima iz druge polovine 15. veka, u ovom kraju postojalo je selo Sasi »čiji su stanovnici — hrišćani, od starine bili kovači. Svake godine izrađivali su za potrebe vidinske tvrđave 400 gvođenih šipki i 210 vrhova za strele i za timarnike 30 potkovicica i 190 vrhova za strele«. O. Zirojević smatra da bi ovo selo moglo biti kod Lukova, M. Đ. Milićević je zabeležio, da se jedno brdo, na zapadnom podnožju Rtnja zove Šaški deo.

### Kučajna sa okolinom

Ovo naše staro rudište olovno-cinkovih ruda, izuzetno obogaćenih zlatom i srebrom, već četvrt veka, s vremena na vreme, pomi-

nje se u turskim izvorima iz 16. veka, kao središte proizvodnje artiljerijske municije, olovnih i gvođenih kugli za topove. Istina, o nekakvom rudniku gvožđa znalo se i ranije, iz putopisa *Hansa Dernšvama* iz polovine 16. veka. On je zabeležio da oko Smedereva postoji »rudnik gvožđa zvani Kučajna«.

Pre nego što bude bilo reči o proizvodnji gvožđa, za trenutak se treba osvrnuti na geografski položaj Kučajne i njenu prošlost. Naselje je nastalo kraj rudišta koje je sem olova, kao osnovnog proizvoda (po količini) davalo još bakra, zlata i srebra. U užoj i široj okolini Kučajne, u Peku i Mlavi, na dosta mesta ima zlatonosnih nanosa iz kojih je od vjkada ispirano zlato. Nedaleko od Kučajne, u Melnici i rečici Oreškovići, ima ruda olova, bakra i gvožđa, otkopavanih svojevremeno. U samom kučajnskom rudištu nema gvođenih ruda, do nešto nečistog limonita, ali ih ima u široj okolini na više mesta. Po zavojevanju Srbije Turci su po značajnijim rudarskim mestima postavili kadije, da pored ostalog upravljaju i rudarskom proizvodnjom. I Kučajna je postala turski kadiluk. U 16. veku Turska je iz tog kadiluka dobijala zlato, srebro, olovo, bakar i gvožđe, najvažnije metale za ekspanziju carstva. Ali to nije bila proizvodnja samo kučajnskog rudišta (možda ono u to vreme i nije bilo aktivno), već rudnika i topionica u kadiluku. I docnije, Kučajna je ostala najglavnije naselja celoga kraja. Polovinom 17. veka posećuje je Hadži Kalfa, ali ne pominje njeno rudarstvo. U 18. veku, za vreme austrijske okupacije, ona je sresko mesto, a rudište je ponovo otvoreno.

Prema današnjem poznavanju pojava gvođenih ruda u široj okolini Kučajne, one su svojevremeno mogle biti otkopavane u selima Melnici, Čovdinu, Starčevu, Rakovoj Bari, rečici Reškovići, a možda i još na nekom mestu. Kako staro rudarstvo ovoga kraja nije podrobnije ispitivano, ne zna se pouzdano položaj nekadašnjih topionica, sem tamo gde su još sačuvana troskišta. No ova su najčešće odneta, a ukoliko su i sačuvana, troske nisu sistematski analizirane. Valja, međutim, reći, da je još u prošlom veku zapaženo, da je u okolini Kučajne bilo skorašnjeg rudarstva gvožđa.

Melnica. — Dok je držao u zakupu rudište u Kučajni (od 1862. god. pa nada-

lje) F. Hofman je podrobno ispitivao širu okolinu. Nažalost o tome je pisao vrlo malo, a sve beleške propale su za vreme prvog svetskog rata. Melnica je najbliža Kučajni. Leži oko 8 km prema jugoistoku. U dolini potoka Petakovice (Petkovic) otkrio je Hofman »dosta moćnu žicu magnetita, u kome ima dosta olova i srebra i koji je, sudeći po troskama i starim iskopinama, morao biti, i to u ne baš davno doba, eksploatisan«. Ovo oštroumno zapažanje F. Hofmana potvrđuju turski dokumenti iz 16. veka o proizvodnji gvožđa u Kučajni. U gornjem toku petakovačke doline Hofman je video debelu žicu gvozdene rude. Ona se pružala prema jugu do u Vitanovačku reku. S. Pavlović misli da se ovde radi o gvozdenom šeširu nekog sulfidnog rudišta. Postoji i treći tip ruda u ovome kraju, feromanganski. Na Pajkinoj (k. 623) i Antinoj (k. 649) čuki vide se prostrani raskopi u feromanganskim rudama. One su bile sasvim pogodne za livenje topovskih kugli, pa su ih svakako za to i koristili.

Pre četvrt veka u Melnici su se mogli promatrati ostaci tri troskišta: dva u Petakovačkoj i jedno u Braničkoj reci. Možda je bilo i još koje. Njihove troske nisu analizirane. Sudeći prema starim rudarskim radovima, troske su od topionice gvožđa, a delom i bakra. U vezi sa rudarstvom u Melnici treba pomenuti selo *Plavčevo*, čije kuće leže severoistočno od Antine Čuke. Naziv sela upućuje na proizvodnju i preradu gvožđa. *Plavač* se u našem starom rudarstvu zvao radnik, koji je otapao sirovo gvožđe na ognjištu prilikom njegove prerade na samokovu. U susednom selu Vitovnici nalazi se manastir, po predanju zadužbina kralja Milutina. Bogomolja je najverovatnije podignuta zbog okolnih rudnika. U 16. veku, kad se u okolini Kučajne najintenzivnije rudarilo, manastir je još služio. Zabeležena su i neka veoma interesantna predanja koja ukazuju ne neke stare veze rudarstva Erdelja sa Kučajnom. Po jednom predanju u selu Melnici (Mlava, Lj. Jovanović) »na mestu Gršljanu bilo je pre 300 i više godina rudarsko okno što i sada nosi naziv Čumurana«. Na njemu su radili rudari iz Almaža u Erdelju. Na Gršljanu zaista ima starih radova, a videli su se i ostaci staroga puta za Kučajnu.

Oreškovića ili Reškovića. — Na savremenim topografskim kartama reka je ubeležena kao Reškovića. Putnici je, međutim, nazivaju Oreškovicom, pa mislim da je to pravilnije. Ona ističe iz zapadnih ogranaka Homolja. Pošto se sastane sa Bistricom uliva se u Mlavu kod Malog Laola. Negde na izlazu Oreškovice iz klisure treba da se nalaze ostaci nekadašnjeg naselja topioničara i rudara koji su otkopavali rude s obe strane reke. Naselje je moralo biti značajnije; krajem prošlog veka još su se videli ostaci sedam troskišta. Ime rudarskog naselja ostalo je nepoznato, kao i tolikih drugih širom srednjovekovne Srbije. Možda se zvalo Oreškovića, jer se tako zvao i manastir u dolini reke, zadužbina, po predanju, kneza Lazara.

Prvobitno rudarstvo Oreškoviće je prastaro. Odlomci gmnčarije, otkriveni u blizini rudišta, ukazuju na prelaz iz bronzanog doba u gvozdenu. Verovatno je bilo i antičkog rudarstva, kad je u okolini prepiran zlatonosni nanos. Srednjovekovno i rudarstvo iz turskog vremena dokazuju troskišta, poređana duž reke, nizvodno od rudišta. O starom rudarstvu u dolini Oreškoviće znalo se u zemlji i pre Herderovog putovanja. Kad je Herder posetio Oreškovicu, avgusta 1835. godine, video je neko troskište i kraj njega »staru zidinu nekadašnje topionice ili bakarnog samokova. Kraj troskišta još se nalazilo rude, istina zatravljenе. Sastojala se od okrastog limonita sa malahitom«. Kad je M. Đ. Milićević bio tamo sedamdesetih godina prošlog veka, čuo je da narod ovu zidinu zove *Kuznica*. Svakako se ovde radilo o ruševinama samokova. »Oko nje leži mnoga zgura« piše Milićević.

U dolini Reškoviće mogle su biti otkopavane rude gvožđa, bakra i srebronosnog olova. Iako je tamo bilo sedam troskišta, troske su ispitivane samo sa dva. U njima je bilo olova, a bakra je nađeno 0,25% i 0,51%. Najverovatnije je da su troske od topionice gvožđa, čije su rude bile zagađene sulfidima olova i bakra. Uostalom, stari rudarski otkopi, svrtnevi i raskopi u oolitским rudama nesumnjivo dokazuju rudarstvo gvožđa. Kako su još u prošlom veku bile očuvane zidine nekadašnje topionice i samokova, ovo je rudarstvo nesumnjivo iz nekog skorašnjeg perioda rada, iz 16. ili početka 17. veka, kad je rudarstvo Kučaj-

ne bilo najaktivnije. U to vreme služio je i susedni manastir. Na kraju napomenimo, da, se negde u blizini nalazi brdo *Plavčevića*, toponim karakterističan za proizvodnju i preradu gvožđa.

**Crni Vrh — Čovdin.** — Negde na zapadnim padinama Crnoga Vrha, prema Čovdinu, poznata je deblja žica hematita sa nešto limonita i starim radovima. Troškišta topionica nisu otkrivena iako moraju biti negde u blizini. Ovo, svakako, nije jedina pojava gvozdenih ruda na Crnom Vrh, eksploatisanih u vreme kad je Kučajna bila središte proizvodnje (16. vek).

**Mali Bujanj.** — U selu Ranovcu, severozapadno od Kučajne, na kosi Mali Bujanj, krajem prošlog veka promatrani su skladovi hematita sa limonitom »koji u vidu glomaznog stenja vire iz trave«. Ne govori se da li je na njima bilo starih otkopa i da li u okolini ima troskišta. Teško bi bilo shvatiti, da tako povoljna pojava ruda u blizini proizvodnog središta ostane ne-taknuta. Ruda se odatle mogla preneti na neko pogodno mesto za topljenje, gde je bilo dovoljno vode i goriva.

**Rakova Bara.** — Ovde je Hofman 1888. godine, na mestu Šumeđ, promatrao »rudište klupčasto izlučenog, glinovitog limonita (Bohnerze) ... ruda je ovde stvorena u nanosu i naslagana u dosta moćne banke; pojedini uklupci biće i do 100 kgr. teški«. U istom selu video je i »stare topioničke radove koji su ovde, sudeći po gomilama troski, morali u veliko biti razvijeni«. Smatrao je da su od topionica olova; ruda je dopremana iz Kučajne. Pretpostavka je neodrživa. U okolini Kučajne bilo je dovoljno vodene snage i goriva, pa nije bilo potrebe da se ruda tako daleko transportuje. Ovde se, svakako, radi o troskištima topionica gvožđa a ruda je bila glinoviti limonit, koji se veoma lako otkopavao.

## Resava

Na staro rudarstvo Resave uopšte, prvi je skrenuo pažnju F. Hofman. Sedamdesetih godina prošloga veka on je u dva navrata ispitivao Kučajske planine. Prvi put je 1874. godine ograničio terene sa pojavama mrkog uglja između reka Crnice i Resavice, a drugi put je 1879. godine ispitivao pojave ruda i uglja koje gravitiraju tek povu-

čenoj privremenoj trasi moravske železničke pruge. Oba puta našao je ostatke nekadašnjeg rudarstva bakra. U Resavi i nešto južnije video je zaostale gomile rude i brežuljke od zgure u dolini Crnice, zatim stare zakopine u okolini Crvene Jabuke i najzad ... zgure u grčkoj i resavičkoj dolini«. Rasute troske promatrao je u dolini Bigreničke reke, zatim u predelu Dubrave. Sve su to, po njemu, ostaci nekadašnjeg rudarstva bakra. Rude su otkopavane u crvenim peščarima.

Prilikom ovih ispitivanja Hofman je otkrio i pojave gvozdenih ruda u selu Židilju. U pojasu dugom oko 3 km zapazio je nekoliko limonitskih izdanaka, debelih i do 8 m. Ruda je bogata gvoždem (84%  $Fe_2O_3$ ) a bez štetnih sastojaka. Primerci ovih ruda bili su izloženi 1885. godine na rudarskoj izložbi u Budimpešti. Pojave ovako izuzetno bogatih ruda, pogodnih za proizvodnju dobrog kovnog gvožđa, sigurno nisu mogle ostati neprimećene, pogotovu ne u Resavi, oduvek dobro naseljenoj, šumovitoj i bogatoj tekućim vodama. Ovo nisu i jedine pojave gvozdenih ruda u Kučajskim planinama. Ima tamo i drugih gvozdenih ruda (sideritsko-šamozitskih, magnetita i hematita). Kontakt gvoždevitih crvenih peščara i krečnjaka veoma je pogodan za obrazovanje manjih ležišta ruda infiltracionog porekla, osobito cenjenih od starih rudara zbog lakog topljenja i mekog gvožđa.

Troskišta što ih je Hofman promatrao, bar u većini slučajeva, neće biti od topljenja bakarnih ruda. Prema skorašnjim ispitivanjima crveni peščari su samo s mesta na mesto slabo orudnjani i nisu mogli snabdevati bakarnom rudom toliki broj topionica. Zbog toga smatram da je većina pomenutih troskišta od topljenja gvozdenih ruda. Iako otkriveno pre jednog veka, staro rudarstvo gvožđa u Resavi, uopšte uzev, veoma je oskudno poznato. Ono se samo naslućuje, iako ga je nesumnjivo bilo. Prve decenije ovoga veka, ispitujući naselja i poreklo stanovništva u Resavi, S. Mijatović je pomenuo više mesta, gde je video tragove staroga rudarstva. Verujući da je Resava, osobito Gornja, bila u prošlosti značajno rudarsko područje, ostatke starog rudarstva video je i tamo, gde ih je teško dokazati. Poštujući dobre namere istraživača i njegovu zainteresovanost nekadaš-



njim rudarstvom, ipak se mora reći, da neka zapažanja nisu dovoljno uverljiva. Ali to nikako ne umanjuje značaj Mijatovićevo- ga rada. Njegova su ispitivanja omogućila, da se sada može pisati o rudarstvu gvožđa u Resavi.

Podaci o nekadašnjem rudarstvu su različiti. To su najpre toponimi, uslovno ukazujući na nekadašnje rudarstvo. *Rupni potok* je deo atara sela Bogave. Ima dva *Gumništa* u selima Dvorištu i Strmostenu. To su, takođe, delovi seoskog atara. *Majdan* je lokalnost u Židilju, tamo gde su izdanci gvozdenih ruda, a *Kolišta* i *Rupčage* su u selu Ročevcima. Mijatović dalje navodi, da su neke rupe u selu Vrlanu rudarske, da u selu Gložanu ima starog rudarskog alata, u selu Troponju bila je, po predanju, neka rudarska naseobina, a u selu Medveđi nalažene su zemljane rudarske lampe, u Strmostenu rudarski alat, a u Svilajncu dvostruki rudarski čekić. Koliko su navedeni podaci o nekadašnjem rudarstvu od opšteg značaja, utoliko su važnija zapažanja da u selu Židilju »po planini i u hataru, ima ostataka od rudarskih okana, oko kojih se nalaze starijske rudarske i vojničke stvari, stari novci i komadi posuđa«. Nesporne tragove starog rudarstva, troske, Mijatović je video samo u selima Sladaja, Stenjevac i Strmosten. Troske u Židilju nije zapazio, iako ih je Hofman promatrao sedamdesetih godina prošloga veka.

Predanja o nekadašnjem rudarstvu Resave su veoma interesantna. Selo *Kovanica* »dobilo je ime po tome, što su tu nekada kovani oklopi za junake«; po drugom predanju »što je tu bila rudarska kovnica ili kovanica... kako se i danas u Srba ovoga kraja zove ona zgrada ili suvota u kojoj se gvožđe kove«. Selo *Mačevac* prozvalo se po tome, što su u njemu nekada kovani mačevi. Najinteresantnije i jedinstveno je kod nas predanje, zabeleženo u selu Strmostenu. »Predanje kaže, da je ovde bilo naselje još pre Kosova, a stanovnici su bili Latini, koji su se zanimali vađenjem i topljenjem ruda. Latini su odatle otišli, pa su za vreme kneza Lazara došli Srbi koji su se, po predanju, takođe zanimali rudarstvom«. Latini su živeli na Selištu, a Srbi rudari u Starom Selu. Oba stara naselja odaju »komadi lončarije, oružja, rudarske stare alatke, stari novci i dr.«. Otkopani su i temelji stare cr-

kve. Predanje je istorijski dokazano, jer su na rudnicima srednjovekovne Srbije rudare katolike, u ovom slučaju prvenstveno Sase, zamenili domaći ljudi, baš u vreme kneza Lazara, kad je na rudnicima bilo izuzetno malo Sasa.

Iz svega što je do sada navedeno o nekadašnjem rudarstvu Resave, može se sa dosta verovatnoće zaključiti, da je ono počelo u srednjem veku, pre Kosovske bitke. Rudišta bakra otvorili su Sasi-Latini iz narodne legende. Ovo je rudarstvo bilo kratkog veka, jer su u crvenim peščarima retka nagomilanja bakarnih minerala koja su bila u stanju da obezbede dužu proizvodnju. Za vreme vlade despota Stevana, kad je u Resavi građena tvrđava i manastir Manasija, naglo je oživelo rudarstvo gvožđa, kojega je svakako bilo i ranije. Središte države pomerilo se prema severu, pa je gvožđe bilo potrebno ne samo za gradnju tvrđave, već i za odbranu zemlje. Utoliko više, što su sva južna rudišta gvozdenih ruda bila već pod Turcima. Česti nalasci gvozdenih predmeta u Resavi i legende o kovanju gvožđa ukazuju na povećanu proizvodnju gvožđa za despotove vlade. Manasija je, u sopstvenom vlastelinstvu, u Resavi, imala verovatno svoje rudnike gvožđa i kovačka sela, kao i drugi manastiri u Srbiji. U Velikom Popoviću, početkom našega veka, postojala je još Kovačka mala, čiji su žitelji starinci, a prezivali su se Kovač, Kovačevići i Kovačići. To je, svakako, bilo kovačko selo manastira Manasije.

### Stara Planina

Rudarstva gvožđa bilo je po svoj Srbiji, savremenoj i srednjovekovnoj, na različitim mestima, lakše ili teže pristupačnim. A bilo ih je u bespuću, čak i u savremenim uslovima. Jedno takvo mesto nalazilo se u selu Topli Do, u srcu Stare Planine, neposredno ispod Midžora. Geolog i profesor Sava Marković promatrao je u slivu Toplodolske reke nekoliko troskišta topionica gvožđa kraj tekućih voda, što znači da su srednjovekovne ili turske. Rudišta sa kojih su rude topljene nije promatrao. Međutim, negde ispod Midžora ima magnetit-skih pojava.

## Literatura

- Antula D., 1904: U bakarnim rudištima u atarima opština borske i kriveljske. Rudarski glasnik.
- Dimić M., 1889: Dopis iz Zaječara, Starinar.
- Dinić M., 1958: Braničevo u srednjem veku, Požarevac.
- Zirojević O., 1973: Srednji vek i period turske vladavine. Bor i okolina, Bor.
- Jovanović Lj., 1903: Mlava. Naselja i poreklo stanovništva, Knj. 2. SAN, Beograd.
- Mačaj S., 1892: Crnorečki okrug. Glasnik srpskog učenog društva, knj. 73.
- Mijatović S., 1930: Resava. Naselja i poreklo stanovništva knj. 26. SAN, Beograd.
- Milićević M. Đ., 1876: Kneževina Srbija, Beograd.
- Pavlović S., 1939: Prethodna ispitivanja nekih naših metaličnih rudišta. — Godišnjak geološkog instituta I, Beograd.
- Petrović Đ., 1966: Neki podaci o izradi topovskih kugli u Srbiji i Bosni u XV i XVI veku. Vesnik vojnog muzeja.
- Herder S. A. W., 1946: Bergmännische Reise in Serbien etc. Pest.
- Hofman F., 1875: Izveštaj gospodinu ministru finansije o pojavljivanju kamenog uglja i o ograničenju prostora za državu u Senju, Beograd.
- Hofman F., 1892: Izveštaj o rudarskim istraživanjima po požarevačkom i od časti krajinskom okrugu. — Godišnjak rud. odelj. I.

## Nova oprema i nova tehnička dostignuća

### Okrugla donja užad za izvozna postrojenja okna

Kako saopštava British Ropes Ltd. u V. Britaniji su, sa izuzetkom 5 okana, sva izvozna postrojenja opremljena okruglim užetima. Okrugla užeta rade bez ikakvih smetnji čak i kod rastojanja sredine koša od 1,6 m. Potrebna fleksibilnost se podešava na date uslove konstrukcijom pljosnatih struka, tako da produženje okna ispod horizonta ne mora da bude dublje nego kod normalnog donjeg užeta. Iznose se sledeće prednosti: manje površina podložnih koroziji; kompaktna konstrukcija pruža veći otpor mehaničkom oštećenju; užeta se pletu mašinski, pa su prema tome jeftinija.

»Glückauf« 112 (1976) 15, str. 903

### Mašina za prskanje betona Konkretor

Nasuprot postupku suvog prskanja kod mašine za prskanje betona Neuhäuser KG ovde se dodaje potrebna voda već u mešalici. Na taj način se održava tačan odnosno voda-cement. Svež beton, gotov za prskanje, sprovodi se kroz cev za ubrzanje tankim mlazom do mlaznice za na-

bacivanje. Potreban pritisak vazduha se kreće od 3,5 do 4 bara, prečnik cevi ili creva NW 50 ili NW 65. Po horizontalnim prostorijama može se prskati na dužinu do 65 m. Kako proizvođač saopštava, s obzirom na zahtevani kvalitet betona (garantovane vrednosti 400 kg/m<sup>3</sup>), a za bolje transportovanje, treba izabrati agregat krupnoće do 8 ili do 16 mm. Pre svega, u frakcijama zrna do 5 mm treba dati prednost tucaniku a ne šljunku. Udeo cementa ne treba da bude veći od 280 do 300 kg/m<sup>3</sup>, tada se može kod odnosa voda-cement od 0,4 očekivati dobra lepljivost i lak transport. Kotao za mešanje ima oblik kruške i obložen je izmenljivim limovima. Mešalica garantuje solidno i ravnomerno mešanje materijala. Pogon može da bude elektrohidraulički, elektromehanički ili pneumatski.

»Glückauf« 112 (1976) 14, str. 189

### Rotacioni kompresor Hydrovane 170 E sa prigušivačem buke

Nivo buke rotacionog kompresora sa prigušenim zvukom firme Air Centre iznosi samo 60 dB (A) na rastojanju od 1 m. Tako niska vred-

nost buke se postiže kompaktnim poklopcem za zvuk bez posebnih dodataka za dovod i odvod vazduha. U njega je ugrađen Hydrovane kompresor 170 PU. Efektivna količina vazduha iznosi 4,3 m<sup>3</sup>/min sa pogonom od 30 kW i radnim pritiskom od 7 bara. U mašinu je ugrađen vazduhom hlađeni dodatni rashlađivač komprimovanog vazduha. Time se prigušuje razvijanje buke, a povećava ekonomičnost, jer ugrađeni rashlađivač vazduha hladi usisnom vazdušnom strujom bez dodatnih motora za ven-

tilator. Izlazna temperatura vazduha je samo za 3°C viša od temperature okoline; kondenzat se automatski odvodi. Od aparata postoje: komandni prekidač i ispusna slavina, manometar, pokazivač temperature izlaznog vazduha i ulja, brojač radnih časova i signalne lampe za struju, rad kompresora i kvarove. Kompresor je dug 2,25 m, 0,82 m širok i 1,27 m visok. Ima mandni prekidač i ispustna slavina, manometar, dana za sve delove i za trossmnski rad.

»Glückauf« 112 (1976) 13, str. 737

## Kongresi i savetovanja

### 72. sednica Komiteta za ugalj Evropske ekonomske komisije

Sednica je održana u vremenu od 20. do 25. septembra 1976. god. u Ženevi.

Ovom skupu su prisustvovali predstavnici iz sledećih zemalja: Savezna Republika Nemačka, Belgija, SAD, Francuska, Grčka, Mađarska, Italija, Poljska, Demokratska Republika Nemačka, SSSR, SSR Ukrajina, Rumunija, Engleska, Švedska, Švajcarska, Čehoslovačka, Turska i Jugoslavija. Pored toga, bile su zastupljene i sledeće organizacije:

- Međunarodna organizacija za rad (OIT)
- Savet za uzajamnu ekonomsku pomoć (CAEM)

- Evropska ekonomska zajednica (CEE)

Po pozivu Sekretarijata na Sednici su bili i:

- jedan funkcioner Sekretarijata Organizacije za ekonomsku kooperaciju i razvoj (OCDE, Pariz)

- jedan predstavnik Internacionalnog instituta za primenu analize sistema (IIAAS, Luxemburg, Austrija).

Sednicu je otvorio Z. Wegrzyk (Poljska), predsednik kome je izašao mandat, i rekao da se sednica održava u momentu kada ugalj iziskuje potrebnu pažnju odgovornih političara i energetičara, kao i u momentu kada se odvijaju događaji koji će stimulisati međudržavnu kooperaciju u okviru Evropske ekonomske komisije i njenog Komiteta za ugalj.

Dnevni red sednice je bio:

1. izbor Biroa za Komitet za ugalj
2. tekuća pitanja u vezi odluka Evropske ekonomske komisije koje su donete na trideset i prvoj sednici 16. jula 1976. (Dokument: Ugalj/R. 23.)
3. energetske problemi u području Evropske ekonomske komisije
4. aktuelni razvoj, internacionalna trgovina i srednjoročne i dugoročne perspektive industrije uglja
  - a. stanje uglja u području Evropske ekonomske komisije u 1975. god. i njegove perspektive (Dokument: Ugalj/R. 24 i prilozi)
  - b. aktivnosti radne grupe za tržište uglja. (Dokumenti: Ugalj/WP. 1/28 i ugalj/WP. 1/30)
  - c. preliminarno razmatranje programa rada Komiteta za ugalj u ovoj oblasti (Dokument: Ugalj/R. 25, radni sektori: 04.1; 04.2 i 04.3.7.).
5. naučna i tehnološka saradnja na odabranim problemima iz rudarstva
  - a. izveštaj sa specijalnog sastanka u Ženevi, održanog 25—27. februara 1976. god. po pitanju rudnika sa površinskom eksploatacijom (Dokument: Ugalj/AC. 1/2).
  - b. aktivnosti grupe eksperata za pitanja produktivnosti i upravljanje problematikom u industriji uglja i kratak izveštaj o zaključnim studijama (sastanak održan u Ženevi 16—18. juna 1976. Dokument: Ugalj/GE. 1/8).
  - c. izveštaj sa trećeg sastanka direktora Nacionalnih instituta za istraživanja u rudarstvu,

- održanog u Londonu od 8. do 12. marta 1976. god. (Dokument: Ugalj/GE. 4/4).
- d. preliminarno razmatranje programa rada Komiteta za ugalj u ovoj oblasti. (Dokument: Ugalj/R. 25; radni sektori: 04.3.1. 04.3.2; 04.3.3; 04.3.4; 04.3.6; 04.3.8; 04.4.2 i 04.5).
  6. naučna i tehnička saradnja u pripremi i korišćenju uglja
    - a. izveštaj sa Simpozijuma o gasifikaciji i likvefakciji uglja koji je održan u Diseldorfu januara 1976. god. (Dokument: Ugalj/SEM. 3/2).
    - b. izveštaj sa Seminara o tehnologijama za korišćenje niskokaloričnih goriva koji je održan u Varni aprila 1976. god. (Dokument: Ugalj/SEM. 4/2.)
    - c. aktivnosti grupe eksperata za korišćenje i pripremu čvrstih goriva uključiv i kratak prikaz zaključenih studija (Sastanak održan u Ženevi 14—16. juni 1976. Dokument: (Ugalj/GE. 3/8.)
    - d. preliminarno razmatranje programa rada Komiteta za ugalj u ovoj oblasti. (Dokument: Ugalj/R. 25. Radni sektori: 04.3.5; 04.3.6; 04.3.8; 04.4.2 i 04.4.6.)
  7. problemi radne i životne sredine koji proizilaze iz procesa u industriji uglja
    - a. pripreme Simpozijuma o problemima radne i životne sredine koji proizilaze iz procesa u industriji uglja. Simpozijum će se održati u Katovicama, Poljska, 18—22. oktobra 1976.
    - b. preliminarno razmatranje programa rada Komiteta za ugalj u ovom domenu. (Dokument: Ugalj/R. 25. Radni sektor: 04.4.1.)
  8. statistike i informacija
    - a. aktivnosti grupe eksperata za statistike uglja koja je održala sastanak u Ženevi od 21. do 23. juna 1976. god. uključiv i kratak prikaz zaključenih studija. (Dokument: Ugalj/GE. 2/8.)
    - b. preliminarno razmatranje programa rada Komiteta za ugalj u ovoj oblasti. (Dokument: Ugalj/R. 25, radni sektor: 04.6.)
    - c. ostvarivanje kontakata. (Ugalj/R. 29.)
  9. aktivnosti drugih glavnih organa koji pripadaju Evropskoj ekonomskoj komisiji i drugih međudržavnih organizacija koje se bave problemima za koje je zainteresovan i Komitet za ugalj (Dokument: Ugalj/R. 26; Ugalj/R. 28.)
  10. program rada
    - a. program rada za 1976—1981. god. (Dokument: Ugalj/R. 25; Ugalj/R. 23.)
    - b. predlog sastanaka (Dokument: Ugalj/R. 27.)

Dipl. ing. M. Mitrović

## Prikazi iz literature

Arcimovič, G. V., Poladko, E. P. i Svešnikov, I. A.: **Novi tipovi instrumenata za bušenje bušotina** (Novye tipy instrumenta dlja burenija špurov)

Novosibirsk, »Nauka«, 1977, II kvartal, (Institut fizikotehničkih problem Severa Jakutskogo filiala Sibirskogo otdelenija AN SSSR)

U knjizi su izloženi rezultati analitičkih i eksperimentalnih ispitivanja koja su obavili autori u oblasti proučavanja mehanizma razaranja stena pri udarnom i udarno-rotacionom bušenju. Navode se osnovni principi konstrukcija novih tipova instrumenata za bušenje. Dati su rezultati laboratorijskih i industrijskih ispitivanja.

Monografija je rađena za inženjere i naučno-tehnički kadar, koji se bavi eksploatacijom i izradom instrumenata za bušenje, kao i za predavače i studente viših škola i tehnikuma rudarskog profila.

Afonin, V. P. i Guničeva, T. N.: **Rentgenospektralna fluorescentna analiza stena i minerala** (Rentgenospektral'nyj fluorescentnyj analiz gornyh porod i mineralov)

Novosibirsk, »Nauka«, 1977, II kvartal, (Institut geohimii Sibirskogo otdelenija AN SSSR)

Razmotrene su teorijske osnove i praktična primena rentgenospektralne fluorescentne metode analize hemijskog sastava materijala. Osnovna pažnja posvećena je postupcima analize stena i minerala na modernoj višekanalnoj aparaturi sa automatskom obradom rezultata merenja. Knjiga je interesantna za eksperte koji se bave rentgenospektralnom analizom u pratećim granama rudarstva: crnoj i obojenoj metalurgiji, industriji cementa i stakla i nekim drugim granama industrije.

**Benevolenskaja, N. N.: Studija o ergonomici (Etjudy po ergonomike)**

Novosibirsk, »Nauka«, 1977, II kvartal, (Institut gornogo dela Sibirskogo otdelenija AN SSSR)

Monografija je posvećena klasifikaciji i analizi veza u sistemu »čovek-mašina«; predlažu se kvantitativni kriterijumi ergonomске ocene mašina, metode proračuna ekonomske efikasnosti i načini materijalnog stimulansa rada u oblasti ergonomije. Posebna pažnja se obraća na ulogu faktora rizika operatora u dobijanju objektivne informacije o mašini. Knjiga se preporučuje za široki krug inženjerskih i medicinskih radnika, kao i za studente.

**Borba sa silikozom (Bor'ba s silikozom)**

M., »Nauka«, 1977, IV kvartal, (Institut gornogo dela im. A. A. Skočinskogo)

U zborniku su izloženi rezultati naučno-istraživačkih radova sovjetskih naučnika u periodu 1973—1975. god. u oblasti borbe sa teškim profesionalnim bolestima rudara. Zbornik se sastoji od dva dela: tehnika otprašivanja vazduha i ispitivanja prašine u jamama i u preduzećima rudarske industrije; patogeneza i lečenje silikoze i drugih pneumokonioza.

**Dokukin, A. V. i Rudinkin, Ju. A.:**

**Tehnički progres u podzemnom dobijanju uglja. Ocena efektivnosti i prognoziranje (Tehnički progress v podzemnoj dobyče uglja. Ocenka effektivnosti i prognozirovanie)**

M., »Nauka«, 1977, II kvartal, (Institut gornogo dela im. A. A. Skočinskogo)

Na osnovu prakse rada na analizi i prognoziranju, u knjizi su navedene metode koje se koriste za prognoziranje tehnike i tehnologije koje se koriste u industriji dobijanja uglja. Predložena je šema razrade prognoza i određeni su obimi prognoziranja, pravca daljeg razvoja i poboljšanja pokazatelja rada u industriji uglja. Knjiga se preporučuje za inženjersko-tehnički kadar i ekonomiste, koji se bave rešavanjem problema tehničko-ekonomske analize i prognoziranja u industriji.

**Aktuelna pitanja teorije i prakse upravljanja**

(Aktual'nye voprosy teorii i praktiki upravljenja)  
M., »Nauka«, 1977, IV kvartal, (Institut problem upravljenja)

Zbornik je posvećen rešenjima problema optimalnog upravljanja složenim objektima. Pokazane su metode za rešavanje ekstremalnih zadataka. Govori se o primeni statističkih metoda u teoriji upravljanja, o korišćenju računске tehnike; dotaknuti su problemi automatizovanih informacionih sistema i sistema upravljanja, dat je prilog metoda tehničke kibernetike u ekonomici i medicini. Zbornik se preporučuje za stručnjake u oblasti automatskog upravljanja.

**Alekseev, G. N.: Osnove naučno-tehničkog prognoziranja u energetici (Osnovy naučno-tehničkog prognozirovanija energetiki)**

M., »Nauka«, 1977, IV kvartal, izd. VINITI.

Monografija je posvećena prognoziranju razvoja stacionarnih i transportnih uređaja. Daje se klasifikacija oblika izvora energije i uređaja za transformaciju energije, kao i kriterijumi njihove energetske efektivnosti.

**Gorskij, Ju. M.: Informacioni aspekti upravljanja i modeliranja (Informacionnye aspekty upravlenija i modelirovanija)**

M., »Nauka«, 1977, II kvartal, (Naučnyj sovet po kompleksnym problemam energetiki)

Monografija je posvećena problemima upravljanja i pitanjima opažanja koja su u vezi sa njima. Na bazi usvojenih pojmova formiraju se počeci organizacione varijante informacione teorije upravljanja i modeliranja. Pokazuju se mogućnosti korišćenja informacionih metoda za analizu sistema tipa »čovek-mašina«, »čovek-priroda«. Knjiga je preporučljiva za specijaliste za sisteme analize i kibernetike, kao i za specijaliste koji se bave pitanjima formiranja industrijskog intelekta. U praktičnim priložima, knjiga je orijentisana na zadatke koji se odnose na sisteme automatskog upravljanja u elektroenergetici.

**Žukov, V. V.: Proračun elemenata sistema podzemnog otkopavanja prema faktoru čvrstoće (Račun elementov sistem podzemnoj razrabotki po faktoru pročnosti)**

L., »Nauka«, 1977, II kvartal, (Kol'skij filial im. S. M. Kirova AN SSSR)

U knjizi su proanalizirani osnovni faktori koji utiču na čvrstoću elemenata sistema podzemnog otkopavanja ležišta ruda i kriterijumi ocene stabilnosti podzemnih uređaja. Izložena je metodika proračuna naponskog stanja stena varijacionom metodom, dati su primeri rešenja zadataka za različite masive. Navode se rezultati ispitivanja ponašanja elementa strukture promerljivog geometrijskog oblika. Knjiga se preporučuje za radnike naučno-istraživačkih i projektnih instituta koji se bave pitanjima proračuna parametara i projektovanjem sistema otkopavanja.

**Kombinovane metode obogaćivanja kod kompleksne prerade mineralne sirovine (Kombinirovannye metody obogašćenija pri kompleksnoj pererabotke mineral'nogo syr'ja)**

M., »Nauka«, 1977, IV kvartal, (Naučnyj sovet po fizičeskim i himičeskim problemima obogašćenija poleznyh iskopaemyh)

U zborniku su razmotreni problemi dobijanja dragocenih komponenata iz kompleksnih ruda korišćenjem procesa obogaćivanja, hidro- i pirometalurških procesa, elektrohemijskih reakcija, vibracija, bakteriološkog izluživanja i

drugih tehnoloških metoda prerade mineralne sirovine. Zbornik se preporučuje za stručnjake u oblasti obogaćivanja ruda obojenih i retkih metala i za metalurge.

**Kombinovane metode pri kompleksnom obogaćivanju mineralnih sirovina (Kombinirovannye metody pri kompleksnom obogaščenii poleznyh iskopaemyh)**

L., »Nauka«, 1977, III kvartal, (Kol'skij filijal im. S. M. Kirova AN SSSR)

Razmatraju se problemi povećanja efektivnosti i kompleksnosti obogaćivanja mineralnih sirovina primenom kombinovanih metoda prerade mineralne sirovine. Posebna pažnja posvećena je pitanjima intenzifikacije tehnologije i povećanju pokazatelja kompleksne prerade ruda. Razmotren je niz pitanja mehanizma novih procesa prerade ruda i teorije flotacije. Knjiga se preporučuje specialistima koji se bave pitanjima mehanizma prerade mineralne sirovine.

**Kuznecov, V. M.: Matematički modeli miniranja (Matematičeskie modeli vzryvnogo dela)** Novosibirsk, »Nauka«, 1977 I kvartal, (Institut gornog dela Sibirskogo otdelenija AN SSSR)

U monografiji se razmatraju matematički modeli miniranja. Knjiga je predviđena za naučne radnike, inženjere, predavače i studente koji se bave problemima dejstva eksplozije u stena-ma i čvrstim sredinama.

**Kuznecov, S. V.: Prirodna poroznost slojeva uglja i metode njenog određivanja (Prirodnaja pronicaemost' ugol'nyh plastov i metody ee opredelenija)**

M., »Nauka«, 1977, I kvartal, (Institut fiziki Zemli im. O. Ju. Šmidta, Sektor fiziko-tehničkih gornyh problem)

U cilju borbe sa izdvajanjem gasova u rudnicima uglja, proučeni su slojevi uglja kao porozne sredine, razmotrene su osnove teorije filtracije tečnosti i gasa kroz njih, izložene su metode određivanja prirodne propustljivosti gasonosnih slojeva prema podacima prirodnih merenja, obavljanja jamskih osmatranja i metode obrade rezultata. Dati su primeri proračuna za niz slojeva uglja Donbasa. Knjiga se preporučuje inženjerima koji se bave problemima borbe sa izdvajanjem gasa u rudnicima uglja.

**Naučno-tehnički problemi osvajanja Kurske magnetne anomalije (Naučnotehničeskie problemy osvoenija KMA)**

M., »Nauka«, 1977, II kvartal, (Naučno-issl. int-p problemama KMA im. A. D. Ševjakova)

U zborniku je razmotrena praksa izgradnje i rada rudarskih kombinata i rudnika, tehnologija podzemnog i površinskog otkopavanja ruda, racionalno korišćenje stena otkrivke i niz drugih aktuelnih pitanja. Izdanje je posvećeno velikom sovjetskom naučniku — rudaru M. I. Agoškovu.

**Ovodenko, B. K., Aršinov, S. S.: Kosine koje privremeno nisu u radu na površinskim otkopima (Vremennye nerabočie borty v kar'erah)** L., »Nauka«, 1977, II kvartal, (Kol'skij filijal im. S. M. Kirova AN SSSR)

Knjiga je posvećena problemima regulisanja radova na otkrivicima ostavljanjem privremenih »neradnih« kosina na površinskom otkopu. Prve godine rada površinskog otkopa sa ostavljanjem privremenih »neradnih« kosina razmatra se kao dinamički sistem. Uzajamne veze parametara ovog sistema proučene su i utvrđene za sve stadijume funkcionisanja privremenih »neradnih« kosina. Data je teorijska osnova celishodnosti ostavljanja privremenih »neradnih« kosina u periodu prelaska na ciklično-kontinualnu tehnologiju dobijanja rude. Knjiga se preporučuje za rudare — stručnjake za površinsko otkopavanje.

**Okolović, A. M. i Figurkova, L. I.: Karakteristike flotacije sfalerita iz polimetalčnih sulfidnih ruda (Osobnosti flotacii sfalerita iz polimetalličeskikh sul'fidnyh rud)**

M., »Nauka«, 1977, IV kvartal, (Institut fiziki Zemli im. O. Ju. Šmidta, Sektor fiziko-tehničkih gornyh problem)

U knjizi su razmotrene flotacione i površinsko-aktivne osobine sfalerita iz domaćih ležišta i prikazani su načini za poboljšanje selektivne flotacije, tehnologije flotacije cinka pri optimizaciji potrošnje osnovnih reagenata uz vođenje računa o kvalitetu rude koja dolazi na preradu. Knjiga je predviđena za tehnologe i rudare-pripremaše, stručnjake koji se bave sistemima automatizovane kontrole i regulisanja procesa flotacije.

**Pozin, E. Z., Melamed, V. Z. i Azovceva, S. M.: Mlevenje uglja pri rezanju (Izmel'čenie uglej pri rezanii)**

M., »Nauka«, 1977, I kvartal, (Institut gornog dela im. A. A. Skočinskogo)

U monografiji su opisani rezultati eksperimentalno-analitičkih ispitivanja granulometrijskog sastava uglja, koji se podvrgava razaranju jednim instrumentom, kao i radnim organima mašina za otkopavanje uglja. Izložene su naučne osnove klasifikacije ugljeva prema mlevenju i obrazovanju prašine pri rezanju, proračuna granulometrijskog sastava (uključujući frakcije prašine) na osnovu parametara i režima razaranja uglja radnim organima različitih tipova.

**Praktični zadaci mehanike stena (Prikladnye zadaci mehaniki gornyh porod)**

M., »Nauka«, 1977, II kvartal, (Institut fiziki Zemli im. O. Ju. Šmidta, Sektor fiziko-tehničkih gornyh problem)

U knjizi su date moderne predstave o polaznom naponskom stanju stenskog masiva koji je formiran pod uticajem niza rudarsko-geoloških faktora. Razmotrena su opšta pitanja mehanike

stena; prirodno naponsko stanje stena u masivu; analiza i modeliranje naponskog stanja masiva oko jamskih prostorija; kontrola stanja masiva pomoću instrumenata; stabilnost otkopanog prostora i jamski pritisak. Knjiga se preporučuje rudarskim inženjerima.

Revuženko, A. F., Staževskij, S. B. i Semajkin, E. I.: **Novi zadaci mehanike rastresitih sredina** (Novye zadači mehaniki sypučih sred) Novosibirsk, »Nauka«, 1977, II kvartal, (Institut nogornogo dela Sibirskogo otdelenija AN SSSR)

U monografiji se izlažu rezultati eksperimenata na modelima, koji su izvedeni na novom priboru za homogeno smicanje. Ispituju se deformacione osobine materijala, kao i osobine linija klizanja koje se javljaju pri smicanju. Razmotreni su matematički modeli rastresitih sredina, postavke i rešenja različitih zadataka. Izrađene su inženjerske šeme proračuna pritiska elastičnih podgrada koje se koriste u rudarstvu.

Tester, Ju. B. i Zvekov, V. A.: **Automatizovani sistemi upravljanja proizvodnjom u podzemnim rudnicima** (Avtomatizirovannye sistemy upravlenija proizvodstvom na podzemnyh rudnikah) M., »Nauka«, 1977, IV kvartal, (Institut fiziki zemli im. O. Ju. Smidta. Sektor fiziko-tehničkih gornyh problem)

U knjizi je sakupljena praksa primene automatskih sistema upravljanja proizvodnjom u rudarskim preduzećima u cilju rešenja zadatka operative analize i regulisanja proizvodnje. Navode se ekonomsko-matematički modeli planiranja, pokazana je struktura i karakteristike informacionog, matematičkog i tehničkog opremanja sistema za automatsko upravljanje proizvodnjom. Preporučuje se za ekonomiste, stručnjake za planiranje, inženjersko-tehnički kadar u rudarstvu.

Ušakov, G. D.: **Aparatura i metode proučavanja deformacija stena** (Apparatura i metody izučenija deformacij gornyh porod) Novosibirsk, »Nauka«, 1977, II kvartal, (Institut geologii i geofiziki Sibirskogo AN SSSR)

U radu su razmotreni aparati sa visokim pritiskom za proučavanje deformacija materijala. Opisani su različiti uređaji: hermetička ambalaža za izolaciju uzoraka od sredine koja prenosi pritisak, grejač, uređaj za merenje osnovnog opterećenja i visokotemperaturne metode ispitivanja na sabijanje i rastezanje kako suvih uzoraka, tako i uzoraka sa pornim pritiskom. U radu se daju eksperimentalni rezultati na deformaciji enstatita koji sadrži olivin i bazalta, koji su dobijeni na ovoj aparaturi.

Čanturina, V. A. i Nazarova, G. N.: **Elektrohemijska tehnologija u procesima obogaćivanja i hidro metalurgije** (Elektrohimijskaja tehnologija v obogatitel'no-gidrometallurgičeskikh processah) M., »Nauka«, 1977, I kvartal, (Naučnyj sovet po fizičeskim i himičeskim problemam obogaščenija poleznyh iskopaemnyh)

U knjizi su izloženi rezultati ispitivanja i industrijskih provera procesa koji se dešavaju na površini elektroda. Ispitivan je uticaj produkata elektrohemijskih reakcija na flotacione osobine reagenata, reakcija taloga sa mehurićima elektrolitičkih gasova pri flotaciji bez reagenata, kao i elektrohemijska flotacija i elektroflotacija taloga koji sadrže metale.

Čemezov, E. N., Muksunov, N. H. i Dovidenko, G. P.: **Obrazovanje i obaranje prašine u jamama severoistoka** (Obrazovanie i podvalenie pyli na šahtah Severo-Vostoka) Novosibirsk, »Nauka«, 1977, IV kvartal, (Institut fiziko-tehničkih problem Severa Jakutskogo filiala Sibirskogo otdelenija AN SSSR)

U monografiji su sakupljeni rezultati ispitivanja autora na proučavanju obrazovanja i usavršavanju postupaka i sredstava sniženja zaprašnosti u uslovima otkopavanja stalno smrznutog stenskog masiva. Dat je pregled postojećih teorija razaranja stena kod proučavanja mehanizma obrazovanja prašine. Razmotreni su različiti postupci borbe sa prašinom za specifične uslove otkopavanja ležišta severoistoka.

Krumm, L. A.: **Metode redukovano gradijenta pri upravljanju elektroenergetskim sistemima** (Metody privedennogo gradijenta pri upravlenii elektroenergetičeskimi sistemami) Novosibirsk, »Nauka«, 1977, I kvartal, (Sibirskij energetičeskij institut Sibirskogo otdelenija AN SSSR)

U knjizi se razmatraju osnovne postavke metode redukovano gradijenta za primenu kod rešenja zadatka kompleksne optimizacije, koji je u vezi sa upravljanjem procesima u složenim elektroenergetskim uslovima.

**Matematička teorija gorenja i eksplozije** (Matematičeskaja teorija gorenija i vzryva) M., »Nauka«, 1977, III kvartal, (Institut problem mehaniki)

U monografiji su sakupljena teorijska ispitivanja toplotnih i lančanih eksplozija, teorije paljenja, iniciranja talasa rasprostiranja laminarnog plamena, stabilnosti gorenja, granica rasprostiranja, prelaska od jednog režima na drugi itd. Knjiga je predviđena za stručnjake u oblasti energetike, reaktivne tehnike i hemijske tehnologije.

Burkov, V. N.: **Teorija aktivnih sistema** (Teorija aktivnyh sistem) M., »Nauka«, 1977, III kvartal, (Institut problem upravljenija)

U knjizi su razmotreni modeli organizacionih sistema koji se koriste za analizu i ocenu mehanizama funkcionisanja u sistemu narodne privrede. Daju se postavke zadataka upravljanja u ekonomici i metode za njihovo rešavanje.

Denisov, V. I.: **Matematičko snabdevanje sistema elektronski računar — eksperimentator**

(regresiona i disperziona analiza) (Matematičeskoe obespečenie sistemy EVM — eksperimentator — regressionnyj i depressionnyj analiz) M., »Nauka«, 1977, I kvartal, (Naučnyj sovet po kompleksnoj probleme »Kibernetika«)

Monografija je posvećena teoriji optimalnog planiranja eksperimenta. Opisuju se novi rezultati planiranja eksperimenta dobijeni različitim metodama. Navedeni sistem algoritma može se koristiti pri radu velikih sistema za obradu informacija.

Krug, K. G., Sosulin, Ju. A. i Fatuev, V. A.: **Planiranje eksperimenta u zadacima identifikacije i ekstrapolacije** (Planirovanie eksperimenta v zadacah identifikacii i ekstrapoljacii) M., »Nauka«, 1977, II kvartal, (Naučnyj sovet po kompleksnoj probleme »Kibernetika«)

Monografija je posvećena rešavanju široke klase zadataka na planiranju eksperimenta u različitim granama nauke i tehnike. Izrađuju se tačni i kontinualni planovi, daje se sinteza signala za identifikaciju dinamičkih objekata, pokazane su optimalne ekstrapolacije.

Homjenjuk, V. V.: **Optimalni sistemi upravljanja** (Optimal'nye sistemy upravlenija) M., »Nauka«, 1977, II kvartal, (Institut avtomatiki i processov upravljenja DVNC AN SSSR)

Monografija sadrži uslove optimalnosti i transverzalnosti dinamičkih sistema upravljanja. Razmatraju se problemi optimizacije dinamičkih sistema upravljanja prema kriterijumima neaditivnosti, mini-maks kriterijumu.

**DIN-priručnik 22** (DIN-Taschenbuch 22). — Norme za veličine i jedinice u prirodnim naukama i tehnici (AEF-priručnik = AEF-Taschenbuch); Deutscher Normenausschuss. 4. prerađeno i prošireno izdanje 1974, Berlin; Beuth-Vertrieb GmbH 1974. 368 strana, cena DM 66.—

Osnovne norme za jednoznačan način pisanja jednačina, znakova formula i jedinica su buhvaćene u 4. izdanju DIN priručnika 22. U njemu je sadržano ukupno 68 DIN normi, od kojih je u poređenju sa poslednjim izdanjem 12 novih i 5 u izmenjenoj redakciji i to o fizičkim jednačinama i jedinicama, o nazivima i znacima formula, o grafičkim predstavama i koordinatnim sistemima, kao i o drugim matematičkim znacima i pojmovima.

Mantle, E: **Sprečavanje zagađivanja vazduha u industriji negvozdenih metala** (Prevention of air pollution in the non-ferrous metals industries, BNF Metals Technol. Center, Grové Lab., Wantage, Oxon 1974. 200 strana; The Int. Wrought Copper Council, London.

U uvodnom poglavlju se ukazuje najpre na Alkali act od 1863. godine, koji se kao okvirno zakonodavstvo stalno prilagođava i proširuje na najrazličitije industrije. Sada uobičajena praksa ograničenja emisije počiva na određivanju imisionih vrednosti, koje predstavljaju jedan

deo vrednosti MAK (oko 1/30, kod toksičkih supstanci 1/40) u okolini emitentnog izvora i odgovarajućih zahteva u pogledu visine dimnjaka i količine emisije.

Potom slede podaci o načinu i količini specifičnih emisija primarne i sekundarne industrije negvozdenih metala kod topljenja i legiranja bakra, olova, cinka aluminijuma, kao i proizvodnje mesinga uz navođenje koncentracije emisija, količine i faktora. Naročito su interesantne primarne mere za smanjenje emisije na proizvodnim mestima i na upotrebljenom materijalu (tehniku topljenja, okrupnjavanje prašinih proizvoda, skidanje ulja, recikling). Posle opisa podloga tehnike vazduha kod odstranjivanja štetnih materija (hvatanje, odvođenje, ventilatori) i osnova za proračun visine dimnjaka (navode se i strani propisi) (VDI 2289) navode se glavni principi tehnike izlučivanja, i navode se oblici izvođenja i mogućnosti primene. Delo se završava poglavljem o tehnici merenja emisija i na radnom mestu.

**Izveštaj Instituta za istraživanje silikoze za 1974. godinu.** (Bericht des Silikose-Forschungsinstituts der Bergbau-Berufsgenossenschaft für das Jahr 1974.) — Bergbau-Berufsgenossenschaft, Bochum (1975). Jedanaest naučnih priloga saradnika Instituta za istraživanje silikoze, 126 strana, 59 slika, 209 lit. podataka, 8 tablica, 53 referata o sopstvenim publikacijama saradnika Instituta.

Ovaj petogodišnji izveštaj Instituta za istraživanje silikoze obaveštava istražne institute, preduzeća-članove, sindikat i nadležna zainteresovana za istraživanje i suzbijanje silikoze i treba, kao i u ranijim godinama, da dà podsticaj za diskusiju naučnika.

To je, istovremeno, i detaljan izveštaj instituta o započetim i do kraja usavršenim postupcima na tehničko-prirodno-naučnom sektoru. Na medicinskom sektoru proširena je radna oblast, te nije rađeno samo na istraživanju silikoze sa njenim dijagnostičkim i terapijskim problemima nego i na području, koje dodiruje medicinu rada.

I u ovom izveštaju nisu navedeni svi izvedeni radovi, nego u naučnim člancima podnosi naučni istraživač izveštaj o završenom istraživanju. Izveštaji odeljenja za tehniku i prirodne nauke obrađuju pitanja tehničkog suzbijanja prašine, pri čemu se naročita prednost daje podsekaćicama sa valjkastim utovaračem kombinovanim kanalom za duvanje i usisavanje korišćenjem Coanda efekta. Treba pomenuti radove na poboljšanju impregnacije čela radilišta, primeni postrojenja za drobljenje i rotovent i smanjenju stvaranja prašine kod izrade pratećih hodnika od anhidrita. Osim toga, bavilo se rudarsko-tehničko odeljenje pitanjima merenja prašine, ispitivanjem čekića za bušenje, najteže konstrukcije, profesionalnim higijenskim gradiranjem radnih procesa i metalnih rudnika. S tim su uvek bila povezana mineraloška, rendgenografska i IC-spektrografska ispitivanja prašine, koja se zadržava u plućima zajedno sa probama prašine, koje su uzimane stabilnim i pokretnim aparatima. U tom se članku govori



o novom, gravimetrijskom aparatu za merenje sitne prašine.

U daljim člancima odeljenja tehnike i prirodnih nauka tretirana su ispitivanja o odvajanju prašine silama inercije, začepljivanju minskih bušotina u vezi sa stvaranjem prašine i uticaju električnih naboja na čestice prašine.

Od medicinskih radova tog instituta vredi da se pomene izveštaj o istražnim radovima za poslednjih 18 godina, iz kog se vidi, da je istražni program dobijao sve veći obim, a naposljetku i zbog toga, što su nadležna i instituti davali nove zadatke. Sledeća specijalna radna područja tretirana su u opširnim člancima »Značaj akutne ekspozicije sumpornom dioksidu za zdrave i bolesne sa hroničnim oboljenjima disajnih organa«, dalje »Patogeneza plućnog emfizema i komplikacije kod pneumokonioze rudarskih radnika«. Na kraju se daje izveštaj o sopstvenim publikacijama saradnika u izveštajnoj godini.

**Ispitivanja o ponudi i potražnji mineralnih sirovina, VI molibden** (Untersuchungen über Angebot und Nachfrage mineralischer Rohstoffe, VI. Molybdän); Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover i Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin; 139 strana, 66 tablica i 13 dijagrama, 34 priloga; Berlin/Hanover 1975.

Godine 1970. prema nalogu Ministarstva za privredu započete studije o ponudi i potražnji mineralnih sirovina obogaćene su studijom o oplemenjivanju čelika molibdenom. Molibdenit kao jedini mineral molibdena ima ekonomski značaj i dobija se skoro isključivo iz ležišta izražena u obliku štokverka, ili kao glavna komponenta (tip Climax) ili kao nusproizvod kod dobijanja bakra (tip »porphyry-copper ore«). Svetska rudarska proizvodnja molibdena porasla je od 42720 t metala 1964. god. na 85447 t 1974. god. tj. u proseku godišnje 7% 1974. god. otpalo je 59,6% svetske rudarske proizvodnje na SAD, 15,7% na Kanadu, 11,4% na Čile i 10,3% na SSSR.

Od sigurnih i verovatnih ruda molibdena — 8,76 mil. t metala — nalazi se 82,7% u zemljama zapadnog sveta i više od 80% na američkom kontinentu, naročito u SAD (40%), Čileu (24%) i Kanadi (oko 6%). U odnosu na proizvodnju u 1974. god. svetske zalihe imaju statički vek trajanja 103 godine, a pod pretpostavkom godišnjeg porasta proizvodnje od 4 do 6% semidina-mički vek od 54 i 22 godine. Otkrivanjem novih ležišta i razvojem novih tehnologija za pripremanje znatno su se povećale rezerve ležišta u poslednjoj deceniji.

Između 1963. i 1973. godine porasla je potražnja molibdena u svetu (bez upotrebe starog metala) od 41400 na 92400 t, godišnje u proseku za 8% više nego rudarska proizvodnja, što je izjednačeno rezervama stockpille iz strateških rezervi SAD. Od potrošnje u 1973. godini otpalo je više od 86% na zemlje zapadnog sveta sa težištima potrošnje u Americi (39), Zap. Evropi (35) i Aziji (12). U zapadnom svetu se troši oko

55% molibdena za niskolegirane čelike, 21% za nerđajuće čelike, 6% za gvozdeni i čelični liv, 5% za superlegure i 13% za hemikalije, maziva i ostala mesta upotrebe.

U periodu 1964. i 1974. god. povećana je proizvodnja legiranog plemenitog čelika u zapadnom svetu od 23,5 na 48,5 mil. t, a od toga nerđajući čelici od 3,1 na 6,8 mil. t. Na osnovu prognoza budućeg rasta proizvodnje čelika, računava se sa povećanjem potrošnje molibdena u svetu na 149 000 do 171 000 t do 1990. god. U zemljama zapadnog sveta trošice se, verovatno, do tog trenutka između 122,000 i 143,000 t molibdena, tako da bi udeo mogao da padne samo malo — na oko 84%. Slično kao i u 1973. godini biće i 1990. potrošeno oko 54% molibdena u zapadnom svetu za izradu nerđajućih čelika (bez nerđajućih čelika), a daljih 24% za izradu nerđajućih čelika. Udeo potrošnje molibdena za gvozdeni i čelični liv opašće verovatno do 1990. godine na 3%, dok će učešće drugih područja ostati nepromenjeno.

**Kolokvijum o produbljivanju okana i izradi tunela, Berlin, 1975.** (Schacht- und Tunnelbau-Kolloquium, Berlin 1975); predavanja, priredio H. Eichmeyer; 198 strana, Universitätsbibliothek der TU Berlin, Abt. Publikationen 1 Berlin 12; cena: 8 DM.—

Ovaj kolokvijum, održan 2. i 3. maja 1975. nastavlja se redovno svake godine od 1964. radi izmene iskustava. Ove godine održano je 8 predavanja na sledeće teme: bušeno okno Asse 4, kosa okna (niskopi), bunker za rovni ugaj u jami, aparati za merenje kod izrade tunela (novi austrijski način izrade tunela); ponašanje gorskog masiva; metro u Ruru, izrada hodnika po jalovini sa mobilnim utovaračima sa lopatama i pogađivanje sidrima, brzina bušenja.

**Rečnik metalurgije, mineralogije, geologije, rudarstva i nafte** (International Dictionary of Metallurgy, Mineralogy, Geology and the Mining and Oil Industries); Angelo Cagnacci-Schwicker

Englesko-francusko-nemačko-italijanski rečnik izdat je 1970. godine i ima 27246 stručnih izraza na svakom jeziku. Osnovni jezik je engleski. Rečnik ima 1530 strana, format 15,5 × 23,5 cm, laneni povez cena 110 DM. Od 1976. prodaju vrši: BAUVERLAG GmbH, D 6200 Wiesbaden 1.

Ovaj 4-jezični rečnik, sa oko 3000 ključnih reči za svaki jezik, pregledan je, tako da se lako mogu naći odgovarajući pojmovi. Raspored i numerisanje je izvršeno prema engleskom jeziku (uz svaki engleski stručni izraz stoji u tom »gnězdu« francuski, nemački i italijanski prevod). Postoje odvojeni registri po azbučnom redu za francuski, nemački i italijanski jezik.

Ubačeno je 2000 sinonima, tako da se mogu naći reči različitog značenja. Nisu uneti pojmovi koji se nalaze u svim rečenicama, sem nekoliko izuzetaka.

## Bibliografija

### Eksploatacija mineralnih sirovina

El'sukov, V. N., Baryčev, S. G. i dr.: **Dinamički modeli industrijskih procesa u rudarstvu** (Dinamičeskie modeli proizvodstvennyh processov v gornodobyvajuščej promyšlennosti) »Sb. nauč. tr. Novosibr. elektrotehn. in-t«, (1976), vyp. 11, str. 126—139, (rus.)

Asszonyi, Cs.: **Računska tehnika u rudarstvu** (A szénbányászati számítástechnikai koncepciója) »Bányász, és kohász. lapok. Bányász.«, (109) (1976)1, str. 15—21, 78, 80, (madj.)

Trofimov, Ju. F.: **Razrada i uvođenje efikasnih sistema premija u udruženju »Vorkutaugolj«** (Razrabotka i vnedrenie effektivnyh sistem premirovanija v obedinenii »Vorkutaugol'«) U sb. »Puti povyš. effektivn. truda v uslovijah tehn. prevooruzh. ugol'n. prom-sti«, M., (1976), str. 79—82, (rus.)

Jakovlev, N. A.: **Usavršavanje normiranja rada u uslovima tehničke opremljenosti** (Soveršenstvovanie normirovanija truda v uslovijah tehničeskogo prevooruzhenija otrasli) U sb. »Puti povyš. effektivn. truda v uslovijah tehn. prevooruzh. ugol'n. prom-sti«, M., (1976), str. 98—102, (rus.)

Čerepov, Ju.: **Praksa u dostizanju produktivnosti rada po radniku većoj od 1700 t za mesec** (Opyt dostizhenija proizvoditel'nosti truda na rabočego bolee 1700 t v mesjac) U sb. »Puti povyš. effektivn. truda v uslovijah tehn. prevooruzh. ugol'n. prom-sti«, M., (1976), str. 53—56, (rus.)

Andrjuščenko, E. I.: **Usavršavanje organizacije rada i povećanje iskorišćenja radnog vremena u jamama Minugleproma USSR** (Soveršenstvovanie organizacii truda i ulučenie ispol'zovanija rabočego vremena na šahtah Minugleproma USSR) U sb. »Puti povyš. effektivn. tru-

da v uslovijah tehn. prevooruzh. ugol'n. prom-sti«, M., (1976), str. 48—53, (rus.)

Kurnosov, A. M. i Minevič, A. S.: **Osnovni pravci za povećanje efikasnosti rada u preduzećima industrije uglja u uslovima tehničkog progressa** (Osnovnye napravljenija povyšeni-ja effektivnosti truda na predpriyatijah ugol'noj promyšlennosti v uslovijah tehničeskogo progressa) U sb. »Puti povyš. effektivn. truda v uslovijah tehn. prevooruzh. ugol'n. prom-sti«, M., (1976), str. 3—17, (rus.)

Kniševickaja, R. P.: **Savetovanje — seminar o optimalnom planiranju**, 2 dec. 1975. g. (Soveščanie — seminar po optimal'nomu planirovaniju, 2 dek. 1975. g.) »Ugol' Ukrainy«, (1976)3, str. 53, (rus.)

Majzel', L. L.: **Sistem koji obezbeđuje normativno planiranje u industriji uglja** (Sistema normativnogo obespečenija planirovanija v ugol'n. prom-sti) M., »Nedra«, (1976), 272 str., il., (knjiga na rus.)

Uzunov, Kr.: **Metoda povećanja sigurnosti u industrijskom planiranju** (Metod za povišavane nadežnostta na proizvodstvenija plan) »V'glišča«, 31(1976)2, str. 12—16, (bugar.)

Kojčev, G. i Velez, M.: **Usavršavanje metoda projektovanja primenom modela za prognoziranje** (Us'v'ršenstvuvane na metodite na proektirane s prilagane na prognozni modeli) »V'glišča«, 31(1976)1, str. 18—22, (bugar.)

Cvetkov, I. S.: **Izbor racionalnih pokazatelja koncentracije rudarsko-investicionih radova u izgradnji rudnika** (Vybor racional'nyh pokazatelej koncentracii gorno-kapital'nyh rabot v šahtnom stroitel'stve)

U sb. »Vopr. vskrytija, podgotovki i rekonstrukcii glubok. šaht Kuzbassa«, Novosibirsk, (1975), str. 136—139, (rus.)

Cvetkov, I. S.: **Ekonomska efikasnost i perspektive koncentracije rudarsko-investicionih radova pri rekonstrukciji jama Kuzbasa** (Ekonomičeskaja effektivnost' i perspektivy koncentracii gorno-kapital'nyh rabot pri rekonstrukcii šaht Kuzbassa)  
U sb. »Vopr. vskrytija, podgotovki i rekonstrukcii glubok. šaht Kuzbassa«, Novosibirsk, (1975), str. 127—131, (rus.)

Laird, W.: **Novi sistemi i mašine za probijanje hodnika ubrzavaju probijanje pripremljenih hodnika** (New system and tunneling machine could speed main, submain entries)  
»Coal Mining and Process«, 12(1975)12, str. 68—70, 72, 78—79, (engl.)

Bertacchi, P.: **Sistematska registracija podataka o radu kombajna za probijanje hodnika** (Rilevamento sistematico dei dati relativi all'avanzamento ad al funzionamento di una macchina foratrice)  
»Boll. Assoc. miner. subalp.«, 12(1975)4, str. 460—463, (ital.)

**Mehanizacija probijanja hodnika** (Tunnelling lag) »Mining Mag.«, 134(1976)3, str. 159, (engl.)

Duffaut, P. i Piraud, J.: **Podgrađivanje podzemnih prostorija u prošlosti i budućnosti** (Soutènement des tunnels profonds autrefois et aujourd'hui)  
»Ind. minér. Sér. mine«, (1976)1, str. 15—31, (franc.)

Abramov, G. A., Kulinič, V. S. i Lovzovskij, V. F.: **Postupak određivanja osobina čvrstoće uzoraka stena** (Sposob opredelenija pročnostnyh svojstv obrazcov gornyh porod) (In-t geotehn. meh. AN USSR)  
Avt. sv. SSSR, kl. E 21 c 39/00, Nr. 468005, prijav. 7.07.72, Nr. 1807200, objav. 19.04.75.

Kostomarov, N. E. i Puškarev, V. I.: **Određivanje čvrstoće stenskog masiva** (K opredeleniju pročnosti massiva gornyh porod)  
»Kolyma«, (1975)12, str. 9—12, 3 il., 2 tabl., 8 bibl. pod., (rus.)

Čirkov, S. E.: **Čvrstoća stena pri troosnom sabijanju silama nejednake jačine** (Pročnost' gornyh porod pri trehosnom neravnokomponentnom sžatiji)  
»Fiz.-tehn. probl. razrabotki polezn. iskopaemyh«, (1976)1, str. 11—17, 4 il., 2 tabl., 10 bibl. pod.

Klika, Z. i Židek, R.: **Određivanje stvarne i relativne gustine stena i minerala. I. Osnove izbora metoda određivanja** (Stanoveni skutečne a zdánlive hustoty minerálu a hornin. I. Vybrané metody)  
»Sb. věd. pr. VSB Ostravě R. horn.-geol.«, 21(1975)1, str. 73—81, 5 il., 11 bibl. pod., (češ.)

Klika, Z.: **Određivanje stvarne i relativne gustine stena i minerala. II ocena vibraconih metoda određivanja** (Stanoveni skutečne a zdánlive hustoty hornin a minerálu. II. Hodnoceni vybraných metod)  
»Sb. věd. pr. VSB Ostravě R. horn.-geol.«, 21(1975)1, str. 61—71, 4 il., 5 bibl. pod., (češ.)

Thomas, H. E.: **Merenje stepena raspucalosti stena dodavanjem komprimovanog vazduha** (Evaluation des fissures par injection d'air)  
»Excavator«, (1976)390, str. 30—34, 4 il., 2 bibl. pod., (franc.)

Sokolov, V. I. i Šivrin, O. N.: **O metodi određivanja termo-fizičkih osobina stena** (K metodike opredelenija teplofizičeskikh svojstv gornyh porod)  
Petrozavod. un-t. Petrozavodsk, (1976), 11 str., 5 bibl. pod., (Rukopis dep. u VINITI-u 18. maja 1976, Nr. 1754—76 Dep.)

Jalymov, N. G.: **Ispitivanje jamskog pritiska kod otkopavanja ležišta ruda Kirgizije** (Issledovanie gornogo davlenija pri podzemnoj razrabotke rudnyh mestoroždenij Kirgizii)  
Frunze, »Ilim«, (1976), 202, str., (knjiga na rus.)

Kostomarov, N. E.: **O pojavi jamskog pritiska kod obavljavanja meračkih radova u jamskim prostorijama** (Ob učete projavlenij gornogo davlenija pri proizvodstve markšejderskih rabot v gornyh vyrabotkah)  
»Tr. Sverdl. gorn. i-ta«, (1975), vyp. 123, str. 56—60, 2 il., 1 tabl., 11 bibl. pod. (ruz.)

Bublik, F. P., Gromov, Ju. V. i dr.: **Uređaj za proučavanje jamskog pritiska pri modeliranju na ekvivalentnim materijalima** (Ustrojstvo dlja izučenija gornogo davlenija pri modelirovanii ekvivalentnymi materialami) (VNII gorn. geomeh. i markšejd. dela)  
Avt. sv. SSSR, kl. G 01 n 3/02, Nr. 47420, prijav. 30.11.73, Nr. 1972583, objav. 29.09.75.

Mikoš, T.: **Laboratorijska ispitivanja izbora optički aktivnih materijala za zapreminske mo-**

dele fotoelastičnih dinamometara (Badania laboratoryjne nad dobozem materialów optycznych na modele przestrzenne elastoptycznych dynamometrów kopalnianych)

»Zesz. nauk. AGH«, (1975)500, str. 119—139, 12 il., 5 tabl., 7 bibl. pod., (poljs.)

Martos, F.: Ispitivanja geomehničkih procesa na modelima (L'étude sur modèles réduits des phénomènes mécaniques des roches)

»Publ. Hung. Mining Res. Inst.«, (1975)18, str. 191—205, 21 il., 6 bibl. pod., (franc.)

Musatov, L. G. i Mihajlov, Ju. V.: Ispitivanje naponskog stanja stenskog masiva uz vođenje računa o puzanju u prisustvu zona različite gustine (Issledovanie naprjaženoga sostojanija gornogo massiva s učetom polzučesti pri naličii zon različnoj plotnosti)

»Sb. tr. Mosk. inž.-stroit. in-t«, (1975)125—126, str. 181—183, 2 il., 2 bibl. pod., (rus.)

Filcek, H., Szumiński, A. i Zorychta, A.: Koncentracija napona oko hodnika kvadratnog poprečnog preseka u svetlu ispitivanja na modelima od optički aktivnog materijala (Koncentracija naprežen wokól wyrobiska chodnikowego o przekroju kwadratowym w swietle elastoptycznych badań modelowych)

»Zesz. nauk. AGH«, (1975)500, str. 7—26, 23 il., 1 tabl., (polj.)

Oganezov, E. S.: Ispitivanje uticaja hidrauličnog zasipa na stabilnost pripremljenih hodnika (Issledovanie vlijanija gidravličeskoj zakladki na ustojčivost' podgotovitel'nyh vyrabotok)

»Nauč. tr. Vses. n.-i. i proekt.-konstruk. ugol'n. in-t«, (1975), vyp. 51, str. 155—157, 2 il., 1 tabl. (rus.)

Eremeev, G. A.: Ispitivanja pojava jamskog pritiska u pripremljenim prostorijama koje su probijene kroz natkopani masiv u uslovima jame »Komsomol'skaja« kombinata »Čeljabinsk-ugolj« (Issledovanija projavljenij gornogo davlenija v podgotovitel'nyh vyrabotkah, projdennyh v nadrabotannom massive v uslovijah šahty »Komsomol'skaja«, kombinata »Čeljabinsku-gol'«)

»Tr. Sverdl. gorn. in-ta«, (1975), vyp. 123, str. 61—65, 2 il., 1 tabl., 4 bibl. pod., (rus.)

Kejrovič, E. N., Sin, A. P. i Gerasimenko, L. P.: Modeliranje procesa pomeranja bočnih stena u hodnicima na elektron-

skom računaru »MINSK-22« (Modelirovanie processa smeščenij bokovyh porod v štrekah na EVM »Minsk-22«)

»Nauč. tr. Vses. n.-i. i proekt.-konstruk. ugol'n. in-t«, (1975), vyp. 51, str. 122—124, (rus.)

Bajkežin, A. E., Ponomarev, V. T. i dr.: Ispitivanje pojave jamskog pritiska pri radu kompleksa KM-87DN na kosom sloju (Issledovanie projavljenij gornogo davlenija pri rabote kompleksa KM-87DN na naklonnom plaste)

»Nauč. tr. Vses. n.-i. i proekt.-konstruk. ugol'n. in-t«, (1975), vyp. 51, str. 24—27, (rus.)

Šatalov, S. S., Smirnov, V. A. i Preobraženskij, V. B.: Telemetrijska aparatura za registraciju i prognoziranje jamskih udara (Telemetričeskaja apparatura dlja registracii i prognozirovanija gornyh udarov)

»Tr. VNII gorn. geomeh. i markšejd. dela«, (1975), sb. 98, str. 29—34, 2 il., 3 bibl. pod., (rus.)

Smirnov, V. P., Skrjabin, V. A. i Klimov, G. M.: Usavršavanje kontrole otkopavanja slojeva opasnih na gorske udare (Soveršenstvovanie kontrolja za otrabotkoj plastov, opasnnyh po gornym udaram)

»Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1976)3, str. 15—16, (rus.)

Vjatkin, A. P., Medvedev, G. I. i Studzinskij, S. A.: Povećanje udaljenosti prenošenja smeše za zasipavanje kroz cevi u gravitaciono-pneumatskom režimu (Uveličenie dal'nosti podači zakladočnyh smesej po trubam v samotečno-pnevmatičeskom režime)

»Gornyj ž.«, (1976)4, str. 34—36, 3 il., 5 bibl. pod., (rus.)

Mazij, S. i Czaban, S.: Pogodnost flotacionih otpadaka za zasipavanje jamskih prostorija u svetlu ispitivanja sposobnosti ofiltravanja (Przydatność odpadów flotacji rud mierzi do podsadzania wyrobisk górniczych w swietle badań odsaczalności)

»Rudy i metale niezeli«, 20(1975)2, str. 58—61, (polj.)

Mehrhoff, S. i Voss, K. H.: Značenje potpunog zasipavanja za industriju uglja SR Nemačke u budućnosti (Die zukünftige Bedeutung des Vollversatzes für den bundesdeutschen Stainkohlenbergbau)

»Glückauf«, 112(1976)7, str. 317—322, 7 il., 3 tabl., 21 bibl. pod., (nem.)

**Rudarska industrija, Razaranje stena** (Gornorudnoe proizvodstvo. Razrušenje gornyh porod)

(Tr. In-ta gorn. dela. M-vo čern. metallurgii SSSR, vyp. 48), Sverdlovsk, (1975), 98 str. il., (knjiga na rus.)

**Tehnika i tehnologija radova na bušenju i miniranju** (Tehnika i tehnologija buro-vzryvnyh rabot)

(Sb. nauč. tr. N.-i. i proekt. in-t ugol'n. prom-sti, vyp. 3), Kíev, (1975), 54 str., il., (knjiga na rus.)

**Usavršavanje opreme za bušenje u jamama i rudnicima** (Emphasis to be on underground mine development)

»Mining Eng.«, (Gr. Brit.) 135(1976)182, str. 443, 1 il., (engl.)

**Borovkov, A. A., Dobrobovskij, S. I. i Kletanin, G. I.: Uređaj za bušenje bušotina** (Ustrojstvo dlja burenija špurov) (Gos. z-d pnevmat, mašin »Pnevmatika«) Avt. sv. SSSR, kl. E 21 c 3/04, B 25 d 17/24, Nr. 471439, prijav. 22.01.74, Nr. 1992059, objav. 3.09.75.

**Petrov, N. G. i Rodionov, N. S.: Uslovi primene i tehnika eksploatacije instrumenata za bušenje bušotina u jamama industrije uglja** (Uslovija primenenija i tehnika ekspluatacii instrumenta dlja burenija špurov na šahtah ugol'noj promyšlennosti)

U sb. »Probl. povyš. stojkosti burov. instrumentov«, Novokuzneck, (1975), str. 8, (rus.)

**Ljunberg, M. S.: Ispitivanja industrijskih eksploziva niske osetljivosti** (Le méthode d'essais par impact de projectile) »Explosifs«, (1975), oct.-déc., str. 231—233, 2 tabl., 3 il., 6 bibl. pod., (franc.)

**Persson, P. A.: Određivanje osetljivosti minskih punjenja** (La methode d'essais par impact de projectile pour la détermination de la sensibilité des explosifs)

»Explosifs«, (1975), oct.-dec. str. 230, (franc.)

**Menšik, M., Tamchyna, V. i Vokáč, F.: Postupak pripremanja sigurnosnog praškastog ili poluzelatiniziranog eksploziva za kori-**

**šćenje u rudarstvu** (Zpusob výroby dulne bezpečne praškovite, připarne položelatinované trhaviny)

Patent ČSSR, kl. 78 c 1, (C 06 b 1/04), Nr. 154413, prijav. 22.04.71, Nr. PV 2909—71, objav. 15.08.74.

**Pšečenko, V. A. i Kalimulin, I. D.: Novi oblik hidroampula za povećanje sigurnosti miniranja** (Novyj vid gidroampuly dlja povyšeniya bezopasnosti vzryvnyh rabot)

»Ugol' Ukrainy«, (1976)3, str. 40—41, 1 il., 2 tabl., (rus.)

**Bilokon', V. P., Il'in, V. I. i dr.: O intenzifikaciji bušenja i miniranja na površinskim otkopima rude gvožđa** (Ob intenzifikaciji buro-vzryvnyh rabot na železorudnyh kar'erah)

»Tr. In-ta gorn. dela. M-vo čern. metallurgii SSSR«, (1975), vyp. 48, str. 42—46, 1 tabl., 1 il., 7 bibl. pod. (rus.)

**Jakovljević, T.: Odnos horizontalnog i vertikalnog bušenja minskih bušotina u procesu masovnih miniranja na površinskim otkopima** (srp.-hrv.)

»Rud.-metal. zb.«, (1976)1, str. 69—78, 5 il., 4 tabl., 3 bibl. pod., (srp.)

**Babuškin, P. N. i Razuev, B. S.: Ispitivanje postupka prinudnog dodavanja granulisanih eksploziva u bušotine mašinama za punjenje na površinskim otkopima** (Issledovanie sposobov prinuditel'noj podači granulirovannyh VV v skvažiny zarjadnymi mašinami na kar'erah)

»Sb. tr. N.-i. i proekt.-konstruk. in-t gorn. i obogat. mašinostroenija«, (1975), vyp. 13, str. 49—53, 5 il., (rus.)

**Rihter, E. B.: Praksa rada i putevi povećanja efektivnosti mašina za punjenje minskih bušotina** (Opyt raboty i puti povyšeniya efektivnosti mašin po zahradke vzryvnyh skvažin) »Sb. nauč. tr. N.-i. i proekt. in-t ugol'n. prom-sti«, (1975), vyp. 3, str. 47—51, 1 il., 1 tabl., (rus.)

**Pečerkin, A. G. i Babuškin, P. N.: Klasifikacija mašina za punjenje minskih bušotina na površinskim rudarskim radovima** (Klasifikacija mašin dlja zarjaženija skvažin na otkrytyh gornyh rabotah)

»Sb. tr. N.-i. i proekt. konstruk. in-t gorn. i obogatit. mašinost.«, (1975), vyp. 13, str. 42—45, 1 tabl., (rus.)

Ili'in, V. I. i Majtak, I. I.: **Uticao narušenosti ležišta moćnih strmih slojeva na izbor optimalnih tehnoloških rešenja za pripremanje jamskih polja** (Vlijanie narušenosti mestoroždenij moćnyh krutyh plastov na vybor optimal'nyh tehnologičeskikh rešenij po podgotovke šahtnyh polej)

U sb. »Vopr. vskrytija, podgotovki i rekonstrukcii glubok. šaht Kuzbassa«, Novosibirsk, (1975), str. 37—40, (rus.)

Kazakov, S. S., Leleko, B. P. i Šul'ga, V. G.: **Oprema na kompleksno-mehanizovanim otkopima** (Oborudovanie kompleksnomehanizirovannyh lav)

Kiev, »Tehnika«, (1976), 280 str., il., (knjiga na rus.)

Karcev, I. K., Tkačenko, V. N. i Besmertnyj, V. M.: **Ekstenzivno i intenzivno korišćenje uskozahvatne tehnike u jamama Ukrajine** (Ekstenzivnoe i intensivnoe ispol'zovanie uzkozahvatnoj, tehniki na šahtah Ukrainy)

»Ugol' Ukrainy«, (1976)3, str. 18—19, 2 tabl., (rus.)

Pahtusov, Ju. G.: **Primena kombajna K-56 MG kod otkopavanja strmih slojeva** (Primeneie kombajnov K-56MG pri obrabotke krutyh plastov)

»Naučn. soobšč. In-t gorn. dela im. A.A. Skočinskogo«, (1975), vyp. 134, str. 82—87, (rus.)

Kudrjašov, E. I., Karmyš'in, N. V. i dr.: **Otkopni kombajna za ugalj** (Občistnoj ugol'noj kombajni)

Avt. sv. SSSR, kl. E 21 c 27/02, Nr. 474613, prijav. 4.07.73, Nr. 1941967, objav. 25.09.75.

Alekseenko, V. B., Maškovcev, I. L. i dr.: **Ispitivanje tehnoloških šema otkopavanja moćnih blago nagnutih slojeva sa malim rastojanjem između slojeva** (Issledovanie tehnologičeskikh shem vyemki moćnyh pologih plastov s nebol'shim opereženiem meždu slojami)

U sb. »Geologija i gorn. delo«, M., (1975), str. 80—81, (rus.)

Genthe, M.: **Postupak otkopavanja uglja iz potkopanih slojeva starih jama** (Verfahren zum Abbauen der Kohle im Bereich eines nicht mehr benötigten Blindschachtes)

(Bergwerkverband GmbH)

Patent SR Nemačke, kl. E 21 C 41/04, E 21 F 1/16, Nr. 1902009, prijav. 16.01.69, objav. 14.08.75.

Maškovcev, I. L., Bragincev, V. F. i dr.: **Postupak otkopavanja moćnih blagonagnutih slojeva** (Sposob razrabotki moćnyh pologih plastov)

(Un-t družby narodov im. Patrisa Lumumby)

Avt. sv. SSSR, kl. E 21 c 41/04, E 21 c 41/00, Nr. 487235, prijav. 26.11.71, Nr. 1719971, objav. 13.01.76.

Tarhosz, A., Soja, J. i dr.: **Postupak otkopavanja moćnog ugljenog sloja** (Sposob wybierania warstwy podstropowej grubego pokladu wegla)

(Kopalnia Wegla Kamiennego »Julian«)

Patent NR Poljske, kl. 5 b 41/04, (E 21 c 41/04), Nr. 72487, prijav. 5.04.72, Nr. P 154569, objav. 25.11.74.

Zamarski, B. i Duži, O.: **Osnovi projekta otkopavanja moćnih slojeva uglja u Ostravsko-karvinskom basenu** (Konceptni návrh dobývání mocných sloji v ostravsko-karvinském reviru)

»Uhli«, 24(1976)1, str. 10—14, (češ.)

Černišov, B. S.: **Važna rezerva produktivnosti rada na rudnicima obojene metalurgije** (Važnyj rezerv povyšeniija proizvoditel'nosti truda na rudnikah cvetnoj metallurgii)

U sb. »5-ja Nauč.-tehn. konf. Ural'sk. politehn. in-ta, 1976. Tezisy dokl. Sek. Inž-ekon. fak. Vyp. 9. C. 1«, Sverdlovsk, 1976, str. 54, (rus.)

Sadecki, J. i Wanielista, K.: **Rézerve povećanja produktivnosti rada u rudnicima bakra** (Czynniki wzrostu wydajności pracy w kopalniach rud miedzi)

»Rudy i metale niezeł.«, 20(1975)11, str. 525—529, 3 tabl., 10 bibl. pod., (polj.)

Nazarčik, A. F., Voronjuk, A. S. i Bogdanov, G. I.: **Osnovni pravci usavršavanja sistema i tehnologije podzemnog otkopavanja ležišta ruda** (Osnovnye napravlenija soveršenstvovanija sistem i tehnologii podzemnoj razrabotki rudnyh mestoroždenij)

U sb. »Tehnoł. razrabotki mestorožd. tverd. polezn. iskopaemyh. T. 12 (Itogi nauki i tehn. VINITI AN SSSR)«, M., 1976, str. 215—274, 13 il., 7 tabl., 58 bibl. pod., (rus.)

Bădescu, I.: **Materijali za određivanje modula ispuštanja magazinirane rude i za proračun geometrijskih parametara sistema otkopavanja rudnih ležišta** (Contribuții la modul de

evacuare a minereului inmagazinat si calculul parametrilor geometrici ai metodelor de exploatare)

»Mine, petrol si gaze«, 26(1975)8, str. 384—390, 12 il., 4 tabl., 5 bibl. pod., (rumun.)

Nowakowski, T., Kowal, R. i dr.: **Kombajn za otkopavanje rude** (Kombajn do urabiania rudy)

(Zaklady Konstrukcyjno-Mechanizacyjne Przemyslu Weglowego) Patent NR Poljske, kl. 5 b 27/28, (E 21 c 27/28), Nr. 70406, prijav. 24. 12. 71, Nr. P. 152487, objav. 20. 05. 74. .

**Tehnologija površinskog otkopavanja** (Tehnologija otkrytyh gornyh rabot)

Sb. tr. N.-i. i proekt. in-t ugol'n. prom-sti, Kiev, (1975), 110 str., il., (knjiga na rus.)

**Površinsko otkopavanje mrkog uglja u SR Nemačkoj i rekultivacija otkopanih površina** (Lignite mining in Germany involves vast reclamation/relocation work)

»West. Miner«, 49(1976)3, str. C24—C25, 4 il., (engl.)

Graichen, W. i Lambertz, A.: **Praksa rada industrijsko-tehničkog odseka površinskog otkopa Fortuna u SR Nemačkoj** (Arbeitsvorbereitung im Tagebau Fortuna der Rheinischen Braunkohlenwerke AG Entwicklung, Erfahrungen und künftige Aufgaben)

»Braunkohle«, 28(1976)1—2, str. 17—22, A2, A4, 3 il., (nem.)

Simkin, B. A. i Škuta, Ju. K.: **Analičko modeliranje ležišta i njihovog površinskog otkopavanja** (Analitičeskoe modelirovanie mestoroždenij i ih otkrytoj razrabotki)

M., »Nauka«, (1976), 152 str., il. 34, 1 tabl., 163, bibl., (knjiga na rus.)

Thiele, V.: **Pitanje rešenja tehnoloških šema transporta pri površinskom otkopavanju zona obrušavanja** (Prispěvek k rešení technologie do-pravy při těžbě závalových polí)

»Zpr. VUHU. Most«, (1976)1—2, str. 3—14, 6 il., (češ.)

Melent'ev, Ju. I. Pestrjakov, V. A.: **Seizmičko dejstvo masovnih miniranja na rudarske mašine i opremu pri površinskom otkopavanju** (Sejsmičeskoe vozdejstvie massovyh vzryvov na gornye mašiny i oborudovanie pri vedenii otkrytyh gornyh rabot)

»Sb. nauč. tr. Magnitogorsk, gorno-metallurg. in-t«, 1975, vyp. 151, str. 29—39, 5 il., 3 tabl. 5 bibl. pod., (rus.)

Seroštan, V. I., Ermolenko, V. A. i dr.: **Analiza bilansa kalendarskog vremena rotornih kompleksa ERG-120 na površinskim otkopima udruženja »Ukrogneupornerud«** (Analiz balansa kalendarskog vremena rotornyh kompleksov ERG-120 na kar'erah ob'edinenija »Ukrogneupornerud«)

»Ogneupory«, (1976)4, str. 11—14, 1 tabl., 4 bibl. pod., (rus.)

Trümper, Th.: **Hidraulički rotorni bager** (Hydraulischer Schaufelradbager beim Dammbau)

»Fördern und Heben«, 26(1976)3, str. 225—228, 192, 10 il., 4 bibl. pod., (nem.)

Korak, J., Martens P. N. i Zöllner, G.: **Utovarivači na točkovima za površinske otkope sa tvrdim stenama** (Radlader als Ladegerät im Festgestein-Tagebau)

»Fördern und Heben«, 26(1976)3, str. 215—220, 190, 192, (nem.)

Man'ko, N. N. i Ponomarev, V. A.: **Intenzifikacija brzine kretanja željezničkog transporta na površinskim otkopima** (Intensifikacija skorosti dviženija železodorožnogo transporta na otkrytyh razrabotkah)

»Gornyj ž.«, (1976)3, str. 46—48, 2 il., 3 bibl. pod., (rus.)

**Primena kiper sa istovarom pozadi koji su obloženi gumom na površinskom otkopu Bougainville** (Rubber-lined rear dumpers for Bougainville)

»Mining J.«, 286(1976)7339, str. 309, (engl.)

Močalov, A. M. i Krjačko, O. Ju.: **Ocena stabilnosti jalovišta na površinskim otkopima** (Ocena ustojčivosti otvalov na kar'erah)

»Tr. VNII gorn. geomeh. i markšejd. dela«, (1975), sb. 96, str. 100—106, 2 il., 5 bibl. pod., (rus.)

Stanek, J.: **Dinamičko dejstvo stenske mase koja se rasipa na stabilnost jalovišta** (Dinamičký účinek dopadajících hmot na stability výsypkového stupně)

»Zpr. VUHU. Most«, (1976)1—2, str. 43—46, 1 il., (češ.)

Dötsch, K.: **Stabilnost hidrodlogališta** (Über die Standsicherheit von Spülhalden)

»Neue Bergbautechnik«, 6(1976)1, str. 61—67, 6 il., 1 bibl. pod., (rus.)

Fisenko, G. L. i Kostin, E. V.: **Stabilnost kosina (površinskih otkopa) koje su orientisane dijagonalno na prostiranje slojeva (Ustojčivost' bortov (kar'erov), orientirovannyh diagonal'no k prostiraniju plastov)**

»Tr. VNII gorn. geomeh. v markšejd. dela«, (1975), sb. 96, str. 94—99, 4 il., 2 bibl. pod., (rus.)

Galust'jan, E. L.: **Postupci kontrole kosina pri površinskom otkopavanju (Sposoby upravljenja ustojčivost'ju otkosov pri otkrytyh razrabotkah)**

»Tr. VNII gorn. geomeh. i markšejd. dela«, (1975), sb. 96, str. 120—132, 3 il., 3 tabl., 7 bibl. pod., (rus.)

Zajčenko, G. E.: **Kompleksno otkopavanje mineralnih sirovina i rekultivacija zemljišta — važni zadaci rudara (Kompleksnaja dobyča poleznyh iskopaemyh i rekultivacija zemel' — važnejšie zadaci gornjakov)**

»Ogneupory«, (1976), str. 31—35, (rus.)

Karpinskij, G. E.: **Karakteristike rekultivacije površine odlagališta kod različitih sistema otkopavanja (Osobennosti vosstanovljenija poverhnosti otvalov pri različnyh sistemah razrabotki)**

»In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, (1975), vyp. 131, str. 94—98, 3 bibl. pod., (rus.)

McMillan, H. i Carlson, R.: **Ispitivanje čvrstih čestica koje se izdvajaju pri obradi otpadnih voda, za poboljšanje sastava zemljišta na mestu otkopavanja na površini (Ispol'zovanie tverdyh častic, izvlekaemyh pri obrabotke stočnyh vod, dlja vosstanovljenija sostava počv na meste vedenija otkrytyh rabot)**

»Trans. Soc. Mining Eng. AIME« 258(1975)4, str. 273—278.

**Industrijska ispitivanja mašina predviđenih za rudarsko-tehničku rekultivaciju odlagališta (Strip-mine reclamation gear tested)**

»Elec. World«, 184(1975)10, str. 104, 3 il., (engl.)

#### **Priprema mineralnih sirovina**

Oprescu, A., Mitu, S. i Borcea, M.: **Proučavanje mogućnosti obogaćivanja kompleksne rude Južnog Karpata (Contrinutii la studiul po-**

**sibilitătilor de preparare a unui minerau complexdin Carpatii Meridionali)**

»Stud. tehn. si econ. Inst. geol.«, B(1974)50, str. 121—134, 10 il., 6 tabl., 1 bibl. pod., (rumun.)

Geogescu, B., Oprescu, A. i dr.: **Ispitivanje mogućnosti obogaćivanja piritne rude koja sadrži zlato i mnogo arsena iz ležišta Banat (Cercetări privind posibilitătile de prepare a unui minereu piritos auro-argentifer cu continut ridicat de mispichel din muntii Banatului)**

»Stud. tehn. si econ. Inst. geol.«, B(1974)50, str. 91—119, 9 il., 7 tabl., 4 bibl., pod., (rumun.)

Pandulescu, C., Polici, G. i dr.: **Ispitivanje obogaćivanja sulfidne rude obojenih metala u rejonu severne zone Dobrudže (Cercetări de prepare asupra unui minereu cu impregnatii de sulfuri neferoase din zona nordică a Dobrogei)**

»Stud. tehn. si econ. Inst. geol.«, B(1974)50, str. 137—153, 15 il., 4 tabl., (rumun.)

Kulikov, I. M., Ruseckaja, G. D. i dr.: **Osnovni pravci usavršavanja šeme obogaćivanja polimetalične rude u Kličkinskoj fabrici za obogaćivanje (Osnovnye napravlenija soveršenstvovanija shemy obogaščenija polimetalličeskoj rudy Kličkinskoj obogatitel'noj fabrike)**

U sb. »Obogašćenie rud«, Vyp. 3, Irkutsk, (1975), str. 118—128, 5 il., 4 tabl., 3 bibl. pod., (rus.)

Morandini, F. A.: **Obogaćivanje rude olovo-cink rudnika Salafossa (L'impianto di trattamento del minerale della miniera di Salafossa)**

»Notiz. Assoc. Miner. subalp.«, 1(1975)2, str. 26—29, 11 il., (ital.)

**Novi rezultati ispitivanja u oblasti mlevenja (Neue Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Zerkleinerung)**

»Freiberg. Forschungsh.«, A(1976)553, str. 1—291, (nem.)

Scheibe, W. i Kneschke, G.: **Tendencije u razvoju finog mlivenja mineralne sirovine (Zu einigen Neuentwicklungen bei der Feinzerkleinerung)**

»Freiber. Forschungsh.«, A(1976)553, str. 93—106, (nem.)

Heegn, H. i Bernhardt, C.: **Mehanička aktivacija čvrstih čestica kao oblast ispitivanja u nauci o mlivenju (Mechanische Aktivie-**



zung der Festkörper als Forschungsgebiet der Zerkleinerungswissenschaft)

»Freiberg. Forschungsh.«, A(1976)553, str. 57—69, 9 il., 1 tabl., 11 bibl. pod., (nem.)

Gottschalk, J. i Bernhardt, C.: **O uticaju nekih parametara na rezultate mlevenja u vibracionom mlinu sa kuglama** (Über die Einfluss einiger Maschinenparameter auf das Zerkleinerungsergebnis in einer Rohrschwingmühle)  
»Freiber. Forschungsh.«, A(1976)553, str. 155—161, 3 il., 1 tabl., 8 bibl. pod. (nem.)

Ocepek, D.: **Meljivost rude kao osnova za optimizaciju** (Zerkleinerungsfähigkeit der Erze als Grundlage für Optimierung)

»Freiberg. Forschungsh.«, A(1976)553, str. 83—92, 3 il., 1 tabl., 11 bibl. pod., (nem.)

Farahar, R. M.: **Udarno drobljenje** (Impact crushing)

»Quarry Manag. and Prod.«, 3(1976)2, str. 35—42, 10 il., 4 tabl., (engl.)

Dimova, J. Christov, W. i Dodov, N.: **Uticao broja obrtaja na mlevenje u mlinovima sa šipkama** (Einfluss der Drehzahl auf die Mahlung in Stabmühlen)

»Freiberg. Forschungsh.«, A(1976)553, str. 117—125, 3 il., 3 tabl., 7 bibl. pod., (nem.)

Kuzovlev, A. K., Ivadullaev, Š. I. i dr.: **Klasifikator za fino razdvajanje mineralnih suspenzija** (Klassifikator dlja tonkogo razdelenija mineral'nyh suspenzij)

(Sredneaz. NII geol. i mineral'n. syr'ja)  
Avt. sv. SSSR, kl. B 03 b 3/02, Nr. 482196, prijav. 6.06.72, Nr. 1793320, objav. 29. 10. 75.

Miller, E. V. i Kuščenko, A. D.: **Novi gravitacioni separator za obogaćivanje sitneži uglja** (Novyj gravitacionnyj separator dlja obogašćenija ugol'noj meloči)

»(Tr.) N.-i. i proekt.-konstruk. in-ta obogašč. tverd. gorjućih iskopaemyh«, (1976)2, str. 40—45, 2 il., 2 tabl., (rus.)

Lopatin, A. G. i Sergeev, Ju. L.: **O mehanizmu gravitacionog obogaćivanja u hidrociklonu sa vodenom sredinom** (O mehanizme gravitacionnogo obogašćenija v gidrociklone s vodnej sredoj)

U sb. »Obogašćenie rud«, Vyp. 3, Irkutsk, (1975), str. 19—27, 4 il., 1 tabl., (rus.)

Gorenkov, N. L., Filimova, V. V. i Kemaeva, N. V.: **Uticao aeracije pulpe na flotaciju rude bakar-pirotin** (Vlijanie aeracii pul'py na flotaciju medno-pirotinovej rudy)

»Cvet. metally«, (1976)3, str. 71—73, 1 il., 3 tabl., (rus.)

Glembockij, V. A., Kolčemanova, A. E. i Bagrjanceva, L. M.: **Poboljšanje efektivnosti flotacije uglja ultrazvukom** (Povyšenje efektivnosti flotacija uglej s pomošč'ju ul'trazvuka)

»(Tr.) N.-i. i proekt.-konstruk. in-ta obogašč. tverd. gorjućih iskopaemyh«, (1976)2, str. 70—73, 2 tabl., (rus.)

Pol'kin, S. I., Adamov, E. V. i Kurkov, A. V.: **Flotacija kasiterita iz mulja složenog sastava koje sadrži gvožđe pomoću selektivnih kolektora** (Flotacija kassiterita iz železo-soderžaščih šlamov složnogo sastava selektivnym sobirateljami)

U sb. »Obogašćenie rud«, Vyp. 3, Irkutsk, (1975), str. 154—158, 2 tabl., 3 bibl. pod., (rus.)

Popov, I. V., Toptygina, N. S. i dr.: **Proučavanje elektrodesorpcije ksantogenata sa površine kolektivnog koncentrata bakar-olovo u Zirjanovskoj fabrici metodom IR-spektroskopije** (Izučenie elektrodesorpcii ksantogenata s poverhnosti kolektivnogo medno-svincovogo koncentrata Zyrjanovskoj fabriki metodom IR-spektroskopii)

U sb. »Obogašč. polezn. iskopaemyh«, Novosibirsk, (1975), str. 66—75, 5 il., 6 tabl., 7 bibl. pod., (rus.)

Leonov, S. B.: **Oksidaciono-redukcionni procesi u vodenim rastvorima ksantogenata** (Okislitel'no-vosstanovitel'nye processy v vodnyh rastvorah ksantogenatov)

U sb. »Obogašćenie rud«, Vyp. 3, Irkutsk, (1975), str. 61—77, 4 il., 5 tabl., 14 bibl. pod., (rus.)

Leonov, S. B.: **Termodinamičko prognoziranje optimizacije procesa flotacije sulfida ksantogenatima** (Termodinamičeskoe prognozirovanie optimizacii processa flotacii sul'fidov ksantogenatami)

U sb. »Obogašćenie rud«, Vyp. 3, Irkutsk, (1975), str. 78—90, 4 il., 2 tabl., 8 bibl. pod., (rus.)

Abramov, A. A. i Avdohin, V. M.: **Elektrohemijska ispitivanja procesa na površini galenita pri različitim vrednostima pH, Eh i koncentracije ksantogenata a u vezi sa njegovim flo-**

**tacionim osobinama** (Elektrohimičeskie issledovanija processov na poverhnosti halenita pri različnyh značenijah pH, Eh i koncentracii ksantogenata v svjazi s ego flotacionnymi svojstvami) U sb. »Obogašćenie rud«, Vyp. 3, Irkutsk, (1975), str. 35—44, 4 il., 5 bibl. pod., (rus.)

Melik-Gajkazjan, V. I. i Emel'jana, N. P. i dr.: **Mehanizam zajedničkog dejstva ksantogenata i alkohola pri flotaciji galenita** (Mehanizam sovmestnogo dejstvija ksantogenata i spiritov pri flotaciji galenita)

U sb. »Obogašćenie rud«, Vyp. 3, Irkutsk, (1975), str. 105—117, 4 il., 12 bibl. pod., (rus.)

Castro, S. i Gaytan, H. i Goldfarb, J.: **Stabilizaciono dejstvo natrijum sulfida na sloj apsorbovanog kolektora** (The stabilizing effect of Na<sub>2</sub>S on the collector coating of chrysocolla) »Int. J. Miner. Process.«, 3(1976)1, str. 71—82, 8 il., 18 bibl., pod., (engl.)

Arsent'ev, V. A., Vaneev, I. I. i dr.: **Postupak flotacije ruda** (Sposob flotaciji rud) (Leningr. gorn. in-t) Avt. sv. SSSR, kl. B 03 d 1/02, Nr. 466049, prijav. 25. 05. 73, Nr. 1923827, objav. 5. 11. 75.

Simonova, L. K. i Šarygina, I. G.: **Primenjena jedinjenja na bazi silicijuma kao flotacionih reagenata — kolektora** (Primenenie v kačestve flotoreagentov-sobiratelej soedinenij na osnovu kremniža) U sb. »Geol., tehn. razvedki i tehnol. izuč. mineral'n. syr'ja Kazahstana«, Alma-Ata, (1975), str. 145—150, 3 sl., (rus.)

Petrova-Mičeva, K., Haralampiev, H. i dr.: **Smanjenje stepena oksidacije ruda ermorecenskog rejona — važan faktor u povećanju iskorišćenja metala u procesu flotacije** (Namaljavane stepenta na okislenie na rudite ot Ermorečeniija rajon — važen faktor za povišavanje izvličaneto na metalite pri flotacionnija proces)

»Bjul. nauč.-tehn. inform. Niproruda«, (1975)1, str. 21—25, 2 il., 4 tabl., (bugar.)

#### Ventilacija i tehnička zaštita

**Uređaj za kontrolu jamske atmosfere** (Clearspan recorders used in NCB environmental monitoring system)

»Mining Eng.«, (Gr. Brit.) 135(1976)181, str. 375—376, (eng.)

Grigor'ev, Ju. V.: **Primenena automatskih uređaja za upravljanje režimom ventilacije pri nesrećama u rudnicima uglja** (Primenenie avtomatičeskogo ustrojstva po upravljeniju ventilacionnymi režimami pri avarijah v ugoľnyh šahtah)

U sb. »Ventilacija šaht i rudnikov«, Vyp. 2, L., (1975), str. 130—138, (rus.)

Frolov, M. A. i Potaturin, A. Ja.: **Algoritam i program optimizacije sistema ventilacije rudnika pomoću elektronskog računara** (Algoritm i programma optimizaciji ventilacionnyh sistem s pomošč'ju EVM)

U sb. »Ventilacija šaht i rudnikov«, Vyp. 2, L., (1975), str. 10—16, 1 il., (rus.)

Fomičev, V. I. i Čirkov, V. A.: **Raspodela metana u granicama otkopanog prostora otkopanog polja pri direktnoj šemi provetravanja** (Metanoraspredelenie v predelah vyrabotannogo prostranstva vyemočnogo učastka pri prjamotočnoj sheme provetravanija)

U sb. »Ventilacija šaht i rudnikov«, Vyp. 2, L., (1975), str. 91—94, 1 il., 1 tabl., (rus.)

Press, D. C. i Johnstone, J.: **Ventilacija rudnika bakra Craigmont** (Ventilation at Craigmont Mines) »Canad. Mining and Met. Bull.«, 69(1976)765, str. 75—84, 8 il., 5 bibl. pod., (engl.)

Milohov, V. V., Aksenov, A. A. i Rusak, O. N.: **Diferencijalni anemometar** (Diferencijal'nyj anemometr)

U sb. »Ventilacija šaht i rudnikov«, Vyp. 2, L., (1975), str. 101—104, 1 il., (rus.)

Pigida, G. L.: **Analiza zajedničkog rada jamskih ventilatora** (Analiz sovmestnoj raboty šahtnyh ventiljatorov)

U sb. »Ventilacija šaht i rudnikov«, Vyp. 2, L., (1975), str. 27—33, 4 il., 8 bibl. pod., (rus.)

Vassel', R. Ja.: **O radu podzemnih ventilatora bez pregrade** (O rabote podzemnyh ventiljatorov bez peremyčki)

»IVUZ. Gornyj ž.«, (1976)1, str. 115—121, 2 il., 4 bibl. pod., (rus.)

Sobucki, M.: **Jamska ventilaciona vrata za šinski transport, koja se otvaraju i zatvaraju**

automatski (Górnicza tama wentylacyjna, trakcyjna otwierana i zamykana automatycznie) (Zakłady Badawcze i Projektowe Miedzi »Cuprum«)

Patent NR Poljske, kl. 5 d 1/12, (E 21 f 1/12), Nr. 72872, prijav. 27. 08. 70, Nr. 142899, objav. 15. 10. 74.

**Gul', Ju. V.: Sadašnje stanje i perspektive rešenja problema provetranja dubokih površinskih otkopa** (Suščestvujuščee sostojanie i perspektivy rešenija problemy provetranija glubokih kar'erov)

U sb. »Ventiljacija šaht i rudnikov«, Vyp. 2, L., (1975), str. 134—137, (rus.)

**Levin, E. M., Nečuškin, G. M. i dr.: Uredaj za provetranje površinskih otkopa** (Ustrojstvo dlja provetranija kar'era)

(In-t gorn. meh. tehn. kibernet. im. M. M. Fedorova)

Avt. sv. SSSR, kl. E 21 f 1/08, Nr. 479873, prijav. 25. 05. 70, Nr. 1442520, objav. 25. 11. 75.

**Egorov, E. M.: Ocena stanja prirodnog provetrovanja površinskog otkopa »Medvežij ručej«** (Ocena sostojanija estestvennogo provetranija kar'era »Medvežij ručej«)

U sb. »Ventiljacija šaht i rudnikov«, Vyp. 2, L., (1975), str. 138—142, 1 il., 3 bibl. pod., (rus.)

**Pirogov, G. G. i Malov, V. G.: Matematičko-statističko prognoziranje temperatura vazduha u podzemnim-rudarskim prostorijama** (Matematičeskoe-statističeskoe prognozirovanie temperatur vozduha v podzemnyh gornyh vyrabotkah rudnikov)

U sb. »Fiz. processy gorn. proiz-va«, Vyp. 2, L., (1975), str. 105—108, 1 tabl., (rus.)

**Kaloriferi za rudnike u Irskoj** (Air Heaters for Irish mine)

»Mining J.«, 286(1976)7339, str. 308—209, (engl.)

**Ščerban', A. N., Černjak, V. P. i Mel'ničenko, V. M.: Kondicioniranje vazduha u dubokim rudnicima** (Kondicionirovanie vozduha v glubokih rudnikah)

U sb. »Fiz. processy gorn. proiz-va«, Vyp. 2, L., (1975), str. 82—86, 2 il., 3 bibl. pod., (rus.)

**Matvienko, N. G.: Prognoza pojave gasa pri otkopavanju ležišta ruda** (Prognoz gazopjavenij pri razrabotke rudnyh mestoroždenij)

M., »Nauka«, (1976), 80 str. 13 il., 19 tabl., 48 bibl. pod., (knjiga na rus.)

**Panov, G. E.: Putevi sniženja obrazovanja prašine u rudnicima i na površinskim otkopima** (Puti sniženija pyleobrazovanja v šahtah i na kar'erah)

M., »Nedra«, (1976), 168 str., 46 il., 28 tabl., 74 bibl. pod., (knjiga na rus.)

**Volohov, M. I.: Otprašivanje i kontrola zapašenosti vazduha na rudnicima** (Obespylivanie i kontrol' zapylenosti vozduha na rudnikah) Alma-Ata, »Nauka«, (1976), 152 str., 36 il., 14 tabl., 136 bibl. pod., (knjiga na rus.)

**Edwards, D. G.: Borba sa prašinom na površinskim otkopima** (Dust control in the quarrying industry)

»Filtz. and Separ.«, 13(1975)2, str. 149—150, 152, 159, 5 il., (engl.)

**Gabriél, J. — M., Moncelon, B. i Michel, L.: Zdravi uslovi rada pri probijanju podzemnih prostorija. Rad kombajna za probijanje hodnika** (La salubrité du travail en galeries souterraines. Les cas des tunneliers) »Trav. et secur.«, (1976)2, str. 66—74, (franc.)

**Hamilton, R. J., French, A. G. i Spence, A. G.: Novo u oblasti borbe sa prašinom u rudnicima uglja** (Developments in dust control in coal mines)

»Mining Eng.«, (Gr. Brit.) 135(1976)180, str. 317—324, 5 il., 2 tabl., 20 bibl. pod., (engl.)

**Fes'kov, M. I.: Ispitivanja obaranja prašne orošavanjem u jamskim prostorijama** (Issledovanija pylepodavlenija orošeniem v gornyh vyrabotkah)

»Fiz.-tehn. probl. razrabotki polezn. iskopaemyh«, (1976)2, str. 94—97, 2 il., 2 bibl. pod., (rus.)

**Starodubcev, E. V.: Ekonomski parametri postupka sniženja opasnosti od endogenih požara** (Ekonomičeskie parametry sposobov sniženija endogennoj požaropasnosti)

U sb. »Vses. konf. »Ekon. parametry gorn. predprijatij budućego«, (1976), Vyp. 2, Sek. 2, 3, 4. Tezisy dokl.«, M., 1976, str. 35, (rus.)

**Lasoń, M. i Nodzeński, A.: Gravitrijska ispitivanja procesa oksidacije kamenog uglja** (Grawimetryczne badania procesu utlenia węgla kamiennych)

»Zesz. probl. górn.«, 13(1975)2, str. 79—89, 8 il., 3 tabl., 8 bibl. pod., (polj.)

Gavrilenko, P. F. i Markovič, Ju. M.: Teorijska i eksperimentalna ispitivanja toplotnog polja egzogenih požara u početnom stadijumu njihovog razvoja i određivanje osnovnih parametara termičkih javljača (odašiljača) i optimalnih rastojanja između njih u jamskim prostorijama (Teoretičeskie i eksperimental'nye issledovanija teplovogo polja ekzogennyh požarov v načal'noj stadii ih razvitija i opredelenie osnovnyh parametrov teplovyh izveščatelej i optimal'nyh rastojanij mežu nimi v gornyh vyrobotkah)

Vses. n.-i. in-t gorn. dela Doneck, (1976), 30 str., 4 bibl. pod., (Rukopis dep. v CNIEIugolj 11 marta 1976. g. Nr. 564).

Staroń, T.: **Određivanje sigurne širine protivpožarnih stubova uglja u blizini aktivnih požarnih polja** (Wyznaczenie bezpiecznej szerokości weglowych filarów ogniowych w sąsiedztwie czynnych pól pożarowych)

»Pr. Cent. Inst. ochr. pr.«, 26(1975)88, str. 3—49, 47 bibl. pod., (polj.)

Sobolev, G. G.: **Inertni gasovi — sigurno sredstvo u sprečavanju eksplozija pri podzemnim požarima** (Inertnye gazy — nadežnoe sredstvo predupreždaniya vzryvov pri podzemnyh požarah)

»Ugol'«, (1976)3, str. 65—70, 6 il., (rus.)

Malara, J., Kukuczka, A. i Student, Z.: **Postupci i sredstva koja se primenjuju za likvidaciju požara u zoni sa visokim izdvajanjem metana u jami Manifest Dipcowy** (Sposoby i środki stosowane do opanowania pożaru w silnie metanowym polu kopalni Manifest Lipcowy)

»Wiad. górn.«, 27(1976)2, str. 33—37, (polj.)

**Novi elektronski sistemi za otkrivanje podzemnih požara** (New electronic systems detect mine fires)

»World Mining«, 29(1976)2, str. 46, (engl.)

## Cena nekih primarnih proizvoda rudarstva u svetu\*)

Mr Milan Žilić, dipl. ekon.

**Prosečne cene kamenog uglja i koksa nekih karakterističnih zemalja u 1971, 1972, 1973, 1974, 1975. g. i aprilu i septembru 1976. godine u izvornim vrednostima i težinskim jedinicama\*\*) kao i cene koksa u Jugoslaviji u prvom polугоду 1976. godine\*\*\*)**

O p i s	Vrednosne i težinske jedinice	G o d i n e						
		1971.	1972.	1973.	1974.	1975.	1976. april septembar	
<b>K a m e n i u g a l j</b>								
— Rurski, orah III, spec. zagorlj. fco Rurski revir, SR Nemačka	DM/t	88,29	93,00	96,92	119,73	145,50	157,50	157,50
— Masni orah, 50/80 m/m, fco Sever. revir, Francuska	FF/t	118,21	118,50	125,91	186,60	...	...	...
— Od 1975, antracit, određene finoće — 0/6 mm, fco sev. francuski rudnici	FF/t	—	—	—	—	192,00	192,00	192,00
— Gasno plam. polj. 40/80 m/m, fco vagon, Italija	Lit/t	22.526	21.567	20,850	32.995	43.900	45.150	52.150
<b>K o k s</b>								
— Topionički, fco peći Koneksvile	\$/200 lib.	24,61	23,10	24,96	60,88	88,00	88,00	88,00
— Rur III, 90—40 m/m, fco Rur. revir	DM/t	132,50	138,75	143,79	182,92	215,50	224,50	224,50
— Topionički, 60—90, fco Sever. revir, Francuska	FF/t	195,83	201,00	203,98	291,79	360,50	403,00	403,00
— Topionički 40—70, fco utov. u vagon	Lit/t	34.783	34.069	36.458	73.829	96.858	96.375	103.375
<b>K o k s — Jugoslavija, cene u prva tri kvartala 1976.</b>								
— Metalurški koks						Din/t	\$/t	
— krupan, granulat preko 20 mm »Zenica«						1934	107,44	
— sitan, granulat od 0 do 20 mm »Lukavac«						1648	91,56	
— Livački koks »A« — Lukavac						2550	141,67	

\*) 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 1971. — 1976. god.

\*\*) Tanjug, Energetika i metalurgija, godina VI, br. 5, 6, 7 i 8.

Cene nekih ruda i koncentrata obojenih metala ili njihove prerade polovinom januara 1974, 1975, i 1976. kao i oktobra 1976. god. u Evropi\*)

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	Oktobar 1976.
<b>a) Cena ruda ili koncentrata</b>				
<b>Antimon</b>				
komad sulfid, rude ili koncentrat, 50-55% Sb, cif	16,50-18,00	24-27	17-19	\$ po m. t. jedinice Sb
komad, sulfid, ruda od 60% Sb, cif nerafinisan (topljeni sulfid), 70%, komad	18,00-20,00	28-30	20-22	25,50-27,25
nerafinisan, 70%, crni prah	1,942	3,966	2842	\$ po m. toni
	2,051	4,108	2,964	3552
				3717
<b>Bizmut</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, drobitv, komad, 48% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 3:1, fob	48-52	100-140	150-170	\$ po m. toni
iranski, tvrdi komad, 48/50%, 3:1, cif turski, komad, 48%, 3:1 baza (skala 90 centi) fob	nom.	nom.	nom.	nom.
turski koncentrat, 48%, 3:1 baza (ista skala) fob	nom.	nom.	nom.	nom.
turski koncentrat, 48%, 3:1 baza (ista skala) fob	36-41	90-105	130-140	130-140
transvalski drobitv komad, baza 44% cif	34-39	70-80	90-110	90-110
	nom.	55-65	55-65	55-65
<b>Mangan</b>				
48/50% Mn, maks. 0,1% P, cif 38/40% Mn, cif	0,86-0,92	1,35-1,45	1,35-1,45	metalurški \$ po m. toni jed Mn
	nom.	nom.	nom.	1,45-1,50
70/85% MnO <sub>2</sub> , komad, cif	56-62	111-125	95-108	nom.
70/75% MnO <sub>2</sub> , mleven, mešavina, cif	86-97	153-177	132-152	elektro sortiran \$ po m. toni
				77,64-87,56
				107,38-123,90
<b>Molibden</b>				
koncentrat, fob Klimaks, min. 85% MoS <sub>2</sub>	3,792	5,720	5776	\$ po t Mo u MoS <sub>2</sub>
koncentrat nekih drugih porekla, cif	3,748-3,858	5,650-5,767	5732-5842	7055
				6614-7165
<b>Tantal</b>				
ruda min. 60% Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , cif	19,841-22,046	35,274-39,683	33069-37478	\$ po toni Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
25/40% baza 30% Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , cif	16,534-18,739	28,660-33,069	31967-35274	35274-38580
				31967-35274
*) Odnos \$ : £ računat u:				
	- januar 74.	2,182 : 1	- januar 76.	2,030 : 1
	- januar 75.	2,354 : 1	- oktobar 76.	1,651 : 1

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	Oktobar 1976.
<b>Titan rude</b>				A \$ po m. t
Rutilne konc. 95/97% TiO <sub>2</sub> , pakovan, fob/Fid	140—148	290—330	290—330	290—330
Ilmenite konc., malajski 52/54% TiO <sub>2</sub> , cif	20—25	13—15	15—18	15—18
a od juna 74, min. 54% TiO <sub>2</sub> , fob				\$ po kg U <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<b>Uranijum</b>				
konc., ugovorne osnove, fob rudnik	13—18	22—29	24—33	44—66
heksafluoruid	13—18	20—26	22—29	49—71
<b>Vanadijum</b>				\$ po kg V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
pentaoksid, topiv, min. 98% V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , cif	3,7—3,9	4,5	4,8	5,2
ostali izvori	—	4,4—5,5	4,7—5,5	5,1—5,5
<b>b) Cene prerade koncentrata u Evropi</b>				\$ po m. toni
<b>Olovo koncentrat</b>				
ruda i konc., 70—80% Pb, baza £ 160, cif Evropa	90—100	90—100	90—100	90—100
<b>Cink koncentrat</b>				\$ po m. suvoji toni
sulfid, 52/55% Zn baza £360 cif	125—143	115—135	133—143	145—155
<b>Kalaj koncentrat</b>				
70/75% Sn (odbitak 1 jedinice)	55	58	nom.	nom.
30/65% Sn (odbitak 1,6 jedinice)	11—122	120—132	416—507	339—413
20/30% Sn (uključivo odbitak)	251—284	412—447	447—528	363—430

## Cene nekih primarnih proizvoda obojenih metala na međunarodnom tržištu polovinom januara 1974, 1975, 1976. i oktobra 1976. god.\*)

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	Oktobar 1976.
— Bakar				
Australija, baza vajerbar, cif gl. austral. luke (A. \$)	1.714	940	940	1.080
Belgija, elektrolitni, fco fabrika	4.224	1.234	1.215	1.273
Kanada, fob Toronto Montreal (kan. \$)	1.631	1.502	1.389	1.527—1.596
Francuska, W/B (GIRM), fot. isključ. takse	3.213	1.223	1.235	1.260
Zapadna Nemačka, elektrolitni (cene isporuke)	2.207—2.230	1.241—1.253	1.239—1.251	1.288—1.300
katode	2.212—2.244	1.175—1.216	1.189—1.200	1.246—1.255
Italija, W/B, 99,99%, fco fabrika	2.235	1.272—1.332	1.259—1.317	1.568—1.626
Japan, fco, robna kuća-zvanična cena	2.078	1.299	1.284	1.441
-tržišna cena	2.078	1.236	1.218	1.503
Južna Afrika, W/B (elektro vajerbar)	2.919	1.262	1.523	1.921
— Olovo				
Australija, fob. luka Pirie (A. \$)	410	385	290	400
Kanada, isporučeno (kan. \$)	386	474	406	535
Francuska, fot. isključ. takse 99,99%	938	532	344—355	491
Zapadna Nemačka, primarno olovo	609—621	aprosks. 536	350	470—491
Italija, 99,99% fco fabrika	636	590—643	389—417	555—590
Japan, elektrolitni — zvanične cene	663	600	395	549
fco rob. kuća — tržišne cene	753	566	379	552
— Cink				
Australija, HG (A. \$)	647	647	644	658
Kanada, isporučeno PW (kan. \$)	683	816	811	860
Francuska, fot. isklj. takse, 99,95% oko 99,75%	1.094	863	826	833
Zapadna Nemačka, primarni rafinisani 99,99%	1.120	845	808	817
oko 99,75%	788—1.553	882	799—803	817—815
Italija, elektrolitički, 99,95%, fco fabrika	796—1.745	891	799—803	821—825
primarni ingoti 98,25% fco fabrika	701	908—984	784—820	845—879
	697	904—984	780—820	841—879

\*) Odnos \$:£ računat u:

— januar 74.  
— januar 75.2,182:1  
2,354:1— januar 76.  
— oktobar 76.2,030:1  
1,651:1



Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	Oktoabar 1976.
Japan, fco, robna kuća — zvanične cene	767	886	846	851
— tržišne cene	765	766	810	841
Vel. Britanija, ingoti ,GOB proizv. osnovna	— premije	—	—	786
Velika Britanija — ingoti min. 99,95%/o	17	11	9	7,4
određeni dobavljači — premija	...	19	16	0
min. 99,99%/o — premija	...	28	0	13,2
određeni dobavljači — premija	...	38	0-8	0-6,6
-- K a l a j				
Belgija, rafinisani, fco robne kuće	nerasp.	nerasp.	nerasp.	nerasp.
Francuska, fot. isključ. takse	10.202	7.601	—	8.583
Zapadna Nemačka 99,9%/o	7.504	7.149-7.220	6762-6832	8.803-8.890
Italija, fco fabrika	7.525	8.100-8.478	7341-7629	9.025-9.487
Japan, elektrolitni, fco robna kuća		7.828	6816	8.509
-- A l u m i n i j u m				
primarni ingoti, svetska cena				
Kanada, cif sve glavne luke izuzev SAD,	933	860	860	1.058
Kanade, V. Britanije, Lat. Amerike				
Lat. Amerika, ingoti 99,5%/o bazne cene	nerasp.	893	893	1.091
cif. sve luke Lat. Amerike				
Određene ostale transakcije:				
min. 99,5%/o, ingoti, cif Evropa	829-840	636-671	690-710	825-855
min. 99,7%/o, ingoti, cif Evropa	851-862	671-718	721-741	845-875
Australija, ingoti 99,5%/o fco rob. kuća (A. \$)	707	707	754	827
Francuska, 99,6%/o fot. isključ. takse	1.055	890	921	1.026
Zapadna Nemačka, 99,5%/o	873-912	1.031	965	1.135
Italija, 99,5%/o, fco fabrika	669	1.075-1.120	835-878	1.030-1.088
Japan, fco robna kuća	1.111	916	905	1.167
SAD, 99,5%/o, fob kupac	639	860	904	1.058
Velika Britanija, kan. am. i engleske	595-595	892	852	957
objavlji. cene, min. 99,5%/o ispor.	1.106-1.016	922	865	978
objavlji. cene, min. 99,8%/o ispor.				

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	Oktobar 1976.
— Antimon				
Evrop. slob. trž. regulus 99,6%, cif Evropa	3.055—3.382	2.236—3.060	3146—3349	2.974—3.225
Francuska, 99%, fob isključ. takse	6.142	3.510	3671	4.225
Italija, 99,6% fco fabrika	3.467	3.785—4.239	3455—3742	4.049—4.281
Japan-Tokio, fco robna kuća	3.942	5.330	3622	4.460
Velika Britanija, 99%, isporuke od 5 tona •	1.887	3.766	2943	3.552
99,6%, isporuke od 5 tona	1.942	3.966	2994	3.593
SAD, 99,5%, fob Laredo	2.028	4.916	3483	3.858
— Bizmut				
Evropsko slob. tržište, lot od tone cif	16.755—17.086	13.889—16.007	10472—11197	33.951—34.502
Velika Britanija, proizv. prodaja 99,99%, fot	14.330	19.841	16534	16.535
Francuska, 99,95%, fot, isključ. takse	25.563	20.747	17514	15.694
— Kadmijum				
Evropske referencne cene 99,95% šipke	7.353—7.855	9.110—9.298	4263—4425	6.344—6.476
cif/fco fabrika, lot od tone	7.892—8.003	4.960—5.291	3527—3638	5.622—5.952
Evropsko slobodno tržište, cif Evropa	7.959—8.069	5.071—5.401	3571—3682	5.622—5.952
šipke	11.645	8.940	4412	6.509
ingoti	7.993	8.933—9.690	4318—5038	6.363—7.173
Francuska (Komora sindikata) fot	8.600	9.660	7572	7.891
Italija, fco fabrika 99,95%, šipke	9.854	9.993	6914	7.891
Japan, fco robna kuća zvanična cena	8.267	9.370—9.480	4409	6.614
tržišna cena	8.267	9.370	4409	6.614
SAD, 99,95%, šipke, lotovi od tone	7.937—7.589	6.227—6.487	4028—4699	6.006—6.370
Velika Britanija—Komonvelt, šipke 99,95%, cif,				
— slob trž. ingoti i šipke				
— Kalcijum				
Vel. Britanija, šipke i dr. isporučeno	4.810—7.216	5.190—7.784	4475—6713	3.640—5.460
— Hrom				
Vel. Britanija, komad. min. 99%, 5—100 t lot	2.251	3.437—4.002	3958—4364	3.962—4.293

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	Oktoabar 1976.
— Kobalt				
Velika Britanija, proizvođač. cena, cif	6.579	8.267	8818	10.803
potrošačka ugovorna cena ispor.	6.834	8.510	8556	10.903
Francuska, fot, isključ. takse 100 kg nadalje	9.555	8.716	8791	10.734
Japan, fco robna kuća	5.017	4.663	4609	nerasp.
— Germanijum				
Velika Britanija zona raf. 300 oma/cm, dažb. plaćene, \$ po kg	190	285	246	200
— Magnezijum				
Evrop. slob. tržište ingoti min. 99,8%, cif	1.047—1.102	1.813—1.883	1807—1857	1.842—1.883
Francuska, čist. fot isključ. takse	1.569	2.123	2066	2.072
Italija, 99,9%, fco fabrika	1.109	2.120—2.195	1943—2015	2.083—2.140
Velika Britanija, elektro min. 99,8%, isključ. dažb.	1.047	2.472	2131	2.101
ingoti od 8 kg, min 99,8%	1.060	2.163	1969—1999	2.111
ingoti od 4 kg, elektro 99,8%	1.813	2.177	1981	nerasp.
prah, klasa 4, fco fabrika	1.270	2.328	2008	"
»Raspings« isporuke u Engleskoj		2.131	1838	"
— Mangan				
Velika Britanija, elektro min. 99,9%, isključ. takse	807—873	1.354—1.401	1167—1208	991
Italija, 96/97%, fco fabrika	930	1.665—2.120	1295—1583	1.388—1.620
— Molibden				
Velika Britanija, prah	8.401—8.728	12.241—12.534	11876—12280	14.042—14.372
— Nikl				
Slob. tržište, rafinisani, cif Evropa	3.197—3.395	3.858—4.299	4145—4497	4.475—4.740
Kanada 99,9% fob rob. kuća	nerasp.	nerasp.	nerasp.	nerasp.
Toronto/Montreal	5.274	4.541	5018	5.382
Francuska, rafinisani, fot isključ. takse				

Opis	Januar 1974.	Januar 1975.	Januar 1976.	Oktoibar 1976.
Italija, katode i zrna 99,5%, fco fabrika Holandija — Amax, briketi fob Rotterdam	3.997	5.299—5.753	4.894—5.110	5.322—5.669
Japan, Tokio, fco robna kuća	4.300	4.663	4.950	4.950
Velika Britanija, rafinisani, isp. od 5 i više t	3.393	4.230	5.597	6.004
»Fe kugle isp. od 5 i više t	3.198	4.363	4.915	4.841
sinter 90 (sadržaj nikla)	3.209	nerasp.	4.980	4.905
sinter 75 (sadržaj nikla)	3.198	nerasp.	nerasp.	nerasp.
feronikli—Falconbridge	—	3.963	4.633	4.563
SMLN—FNC. \$/t Ni	—	—	4.910	4.910
SAD, 99,9%, fob proizvod. rob. kuće, uklij. uvoz. car.	3.373—3.571	4.431—4.519	—	4.894
Amaz, briketi, fob luke	—	—	4.850	5.313
— Platina	—	—	4.850	4.850
Italija 99,98%	5.302	5.481—6.540	4.750—5.182	\$ po kg 5.507—6.421
Velika Britanija, empirički rafinisana	4.946	6.282—6.584	5.058	5.789
SAD, fob Njujork	5.079—5.240	6.109—6.430	4.983—5.305	5.466—5.787
— Renijum	—	—	1.421	\$ po kg 1.156
— Živa	—	—	—	\$ po flaši od 34,5 kg
Evropsko slob. trž. min. 99,99% cif gl. evr. luke	265—270	175—190	78—83	102—108
Japan, Tokio, fco robna kuća	357	305	193	165
SAD (MW Njujork)	280—288	190—225	116—122	129—133
— Selen	—	—	—	\$ po kg 40
Velika Britanija, 99,5% komad lotovi od 100 lb	24	40	40	40
Evropsko slobodno tržište, cif	36—37	22—24	19—20	33—34
— Silicijum	—	—	—	—
Evropsko slob. trž. norm. kval. 98,5% Si cif	1.135—1.309	1.150—1.250	795—820	965—1.015
Italija, fco fabrika	571	1.317—1.665	907—993	902—983
Velika Britanija, min. 98%, lot 10—20 tona	567—589	1.318—1.354	934—964	904—930
— Srebro	—	—	—	—
Japan, fco robna kuća	123	144	146	147
— Telur	—	—	—	—
Velika Britanija, komad. i prah 99/99,5% šipke min. 99,5%	12.026	22.046	22.046	26.455
— Titan	—	—	—	—
Velika Britanija, bileti, 400—100 m/m	...	7.086—10.311	6.110—8.891	4.973—7.236

Najviše, najniže i prosečne cene osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala (LME) i engleskom tržištu (MB) u 1975. i januar-septembar 1976. god.)\*

\$ po m. toni, kg i flaši\*\*)

Opis	1975.			1976. god.		
	najviše	najniže	prosek	januar-septem. najviše	septembar najniže	prosek
Bakar (LME)						
— cash vajerbar	1.389	1.105	1.235	1.604	997	1.462
— cash katode	1.360	1.083	1.209	1.582	977	1.440
— tromese. vajerbar	1.440	1.145	1.279	1.662	1.030	1.516
— tromese. katode	1.409	1.190	1.253	1.639	1.011	1.494
— settlem. vajerbar	1.390	1.160	1.280	1.604	997	1.462
— settlem. katode	1.361	1.083	1.210	1.583	977	1.440
— bakar. cif Evropa			1.245			
Olovo (LME)						
— cash	509	317	412	507	284	480
— tromesečno	488	325	414	528	295	499
— settlement	509	319	412	509	284	481
Cink (LME)						
— cash	805	674	744	793	577	712
— tromesečno	834	645	743	820	594	741
— settlement	806	675	745	794	577	713
Kalaj (LME)						
— cash	7.581	6.569	6.862	8.486	5.281	7.956
— tromesečno	7.345	6.477	6.923	8.594	5.402	8.156
— settlement	7.592	6.571	6.865	8.494	5.281	7.959
Aluminijum (MB)						
— min 99,5%, određ. ostale transak., cif Evropa	777	559	...	971	945	...
Antimon (MB)						
— evrop. slob. trž. 99,6% cif	3.639	2.386	...	3.878	3.718	...
Živa (MB)						
— min 99,99% cif. glav. evr. luke, \$ po flaši od 76 lb	200	77,5	...	90	85	...
Bizmut						
— određene ostale transakcije, cif,	15.973	11.020	...	6.277	6.186	...
Kadmijum (MB)						
— evrop. slob. trž., ingoti 99,95%, cif/ex fabr.	8.860	4.751	...	6.401	6.261	...
— 99,95%, Komonvelt, šipke, cif	6.607	4.894	...			6.476
— slob. trž., ingoti i šipke, plać. carina	5.787	3.649	...	6.865	6.484	...
— ingoti, slob. trž., cif	5.897	3.693	...	6.443	6.333	...
— šipke, slob. trž. cif	5.897	3.693	...	6.487	6.377	...
Zlato-London (MB)						
— prepod. kotacija	5.281	5.273	5.172	...	...	3.669
Srebro (LME)						
— cash — spot	177	119	143	...	...	138
— tromesečno	183	123	147	...	...	143
— šestomesečno	178	119	143	...	...	148
— godišnje	—	—	—	...	...	158
Selen (MB)\$/kg						
— ostali izvori, cif	28	18	...	55	54	...

\*) Odnos \$ · £ računat u 1975. god. 2,22 : 1, a za prosek septembar 1976. god. 1,73 : 1.

\*\*\*) Cene iznete pod (MB) važe za 1975. i septembar 1976.

Promet osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala u 1972, 1973, 1974, 1975. i januar-septembar 1976. god.\*\*)

Vrsta proizvoda	G o d i n e						1976. januar—septembar
	1972.	1973.	1974.	1975.	1976.		
Bakar	2.509.750	4.676.125	3.171.025	3.500.000	3.921.650		3.921.650
Olovo	901.800	1.341.325	974.426	931.250	923.900		923.900
Cink	941.375	1.324.575	1.205.075	1.158.525	1.020.600		1.020.600
Kalaj	170.110	169.260	242.375	205.184	248.380		248.380

O p i s	1974.		1975.		1976.	
	Januar-decembar najniža	Decembar 74. prosek	Januar-decembar najniža	Decembar 75. prosek	Januar-oktobar najniža	Oktober 76. prosek
Bakar	3.256	1.280	1.105	1.150	1.676	1.287
cash — vajerbar — katode	3.094	1.271	1.085	1.124	1.658	1.263
tromesečno	2.995	1.337	1.145	1.191	1.740	1.346
— vajerbar — katode	2.956	1.314	1.190	1.165	1.720	1.322
settlement	3.262	1.290	1.106	1.151	1.676	1.288
— vajerbar — katode	3.099	1.273	1.083	1.125	1.658	1.264
Olovo	754	534	509	333	525	465
cash	765	503	325	348	546	486
tromesečno settlement	755	534	319	333	525	465
Cink	2.035	771	647	685	832	639
cash	1.867	763	645	709	860	670
tromesečno settlement	2.039	772	645	686	832	639
Kalaj — standard	9.774	7.174	6.569	6.179	8.780	7.945
cash	9.662	7.061	6.477	6.312	8.892	8.218
tromesečno settlement	9.785	7.182	6.571	6.180	8.789	7.949
Kalaj — visokog stepena	—	—	6.569	6.179	8.780	7.945
cash	—	—	5.914	6.312	8.892	8.218
tromesečno settlement	—	—	6.571	6.180	8.789	7.949
Srebro	210	142	119	131	163	135
cash	218	146	123	135	168	141
tromesečno settlement	212	142	119	132	163	136

Najviše, najniže i prosečne cene osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala za period januar-decembar i u decembru 1974. i 1975. i za period januar-oktobar 1976. god.\*\*)

\* Izvor: Metal Bulletin, No. 5954, 6020, 6058 i 6139.  
 \*\* N a p o m e n a : pri pretvaranju eng. funte u am. dolare korišćeni su odnosi:  
 — decembar 75, 2,022 \$ za 1 £ (M. Bulletin zvanični odnos)  
 — oktobar 1,64 \$ za 1 £ (M. Bulletin zvanični odnos).

Najviše, najniže ili proseci cena ostalih obojenih metala na Londonskom tržištu u decembru 1974. i 1975. i u oktobru 1976. god.\*)

O p i s	Decembar 1974.		Decembar 1975.		Oktobar 1976.	
	najviše	najniže	najviše	najniže	najviše	najniže
<b>Aluminijum</b>						
— primarni ingoti, određene ostale transakcije, min 99,5% robne kuće Evrope, carina nije plaćena	753	711	694	674	893	861
<b>Antimon</b>						
— regulus, uvozni 99,6%, cif Evropa	4.633	3.138	3.286	3.121	3.326	3.189
<b>Bizmut</b>						
— određene ostale transakcije, cif	—	—	11.451	11.257	5.744	5.570
<b>Kadmijum</b>						
— UK, cif 99,95%, šipke evrop. referent. cena cif/ex-fabrike	9.262	9.370	4.661	4.499	6.429	6.298
— Komonvelt, cif, 99,95%, šipke	7.417	6.904	4.903	4.569	6.425	6.063
— Slobodno tržište, ingoti i šipke UK	5.567	5.346	3.975	3.823	5.948	5.765
— Ingoti, slobodno tržište, cif	5.609	5.388	4.019	3.867	5.955	5.769
— Blokovi, slobodno tržište, cif						
<b>Živa</b>						
— min. 99,90% cif. glavne evropske luke (\$/flaši)	204	191	80,5	76	103	98
<b>Zlato</b>						
— prepodnevne prodaje (\$/kg)	5.906	5.906	4.478	4.478	3.795	3.733
<b>Srebro</b>						
— promptne prodaje (\$/kg)	Prosek	Prosek	Prosek	Prosek	Prosek	Prosek
— tromesečne prodaje (\$/kg)	142	142	131	136	136	136
— šestomesečne prodaje (\$/kg)	146	146	135	141	141	141
— godišnje prodaje (\$/kg)	151	151	139	147	147	147
— godišnje prodaje (\$/kg)	161	161	148	158	158	158
<b>Selen</b>						
— ostali izvori, cif (\$/kg)	32	29	21	20	51	49

\*) Izvor: Metal Bulletin No. 5338, 5946, 5954, 6020, 6058 i 6139.

Cene nekih nemetala u I kvartalu 1972, 1973, 1974, 1975, 1976. i u III kvartalu 1976. god.\*)

Proizvodi	\$ po m. toni				
	I kvartal 1972.	I kvartal 1973.	I kvartal 1974.	I kvartal 1975.	I kvartal 1976. III kvartal 1976.
<b>Glinica i boksit</b>					
glinica-kalc. 98,5—99,5% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> fco fabrika, pakovanje uključeno	141	156	159	228	245—256
glinica, kalc. srednje sadr. sođe boksiti za abrazive i alum. min.	192	194	197	252—264	272—282
86% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	50	46	54—59	57—62	85—99
boksiti grubo sortirani min. 86% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	64	61	91	96—120	125
					71—83
					105
<b>Abrazivi</b>					
korund. prirodni abraz. sir., komad., cif	40—56	45—52	54—61	58—65	nom. 88—136
korund. krupnozrnasti, cif	91—90	84—89	92—97	96—192	154—164
srednje i fino zrnasti, cif	91—104	84—96	92—103	96—216	164—184
ukrasni kamen (Idaho) 8—220 meša, fob Frenwood	103—172	103—172	103—172	105—175	88—136
topljeni al. oksid (braun) min. 94% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 8—220 meša, cif	269—290	248—267	317—340	420—504	383—424
topljen al. oksid (beo) min. 99,5% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 8—220 meša, cif	321—372	295—343	362—407	492—600	474—504
silikon karbidi, 8—220 meša, cif					757—767
— crni oko 99% SiO		409—480	444—543	732—1.152	958—968
— zeleni preko 99,5% SiO					765—782
					969—986
<b>Azbest (kanadski), fco Kvibek</b>					
krudum № 1	1.780	1.780	2.212	2.677	Kan. \$ za m. tonu 3.854
krudum № 2	965	965	1.455	1.455	1.613
grupa № 3	454—744	454—744	564—926	682—1.455	982—1.613
grupa № 4	250—422	250—422	304—354	377—635	542—914
grupa № 5	181—215	181—215	225—320	273—320	306—420
grupa № 6	132	132	164	198	290
grupa № 7	57—110	57—110	68—133	77—145	98—188
<b>Bariti</b>					
mleveni, beo, sortirani po bojama					
96—98% BaSO, 99% finoća	76—83	69—76	101—113	106—165	141—161
350 meša, Engl.	107	97	125—129	130—230	182—222
mikronizirani min. 99% fini Engl.	21—29	19—26	23—27	35—50	36—42
nemleveni, min. 92% BaSO. cif	35—40	35—40	41—50	57—68	52—56
sortirani bušenjem, mleven. pakov.					81—86

\* S obzirom da se izvorni materijal koristi iz Industrial Minerals, to se i njihov odnos prema f koristi iz ovih izvora i on je u prvom kvartalu 1973. \$ 2,40 : 1 f., u prvom kvartalu 1974. god. \$ 2,30 : 1 f., u prvom kvartalu 1975. god. \$ 2,40 : 1 f., u I kvartalu 1976. godine \$ 2,05 : 1 f., a u II kvartalu 1976. god. \$ 1,70 : 1 f.



Proizvodni	I kvartal 1972.	I kvartal 1973.	I kvartal 1974.	I kvartal 1975.	I kvartal 1976.	III kvartal 1976. *)
<b>Bentoniti</b>						
drobina (shredded) vazd. osuš.	13—	12—	11—	12—	10—	9—
mleven. vazdušno flotiran, pakovan	23—	21—	20—	21—	30—	26—
Vajoming, livacki sortiran, 85% kroz						
200 meša, u vrećama	62—	57—	77—	80—	97—	82—
Flint ilovača, kalcinirana, cif	51—	45—	43—	45—	61—	51—
Fulerova zemlja, prir. ilovač. sort. Engl.	38—	40—	34—	35—	61—	51—
Fulerova zemlja, aktivirani bentonit	41—	43—	38—	40—	73—	61—
	48—	53—	45—	47—	77—	71—
<b>Feldspat</b>						
keramički prah 200 meša, pakovan u	51—	47—	23—	35—	71—	60—
vreće, fco magacin						
pesak 2—3 m/m keramički/staklarski,	26—	24—	23—	35—	40—	34—
cif	31—	28—	27—	42—	54—	46—
<b>Fluorit</b>						
Metalur., min 70% Ca F <sub>2</sub> , fco eng. rud.	38—	35—	34—	35—	30—	26—
za hem. svrhe, suv 97% CaF <sub>2</sub> cif	82—	76—	72—	76—	81—	68—
keramički, mlaven, 93—95% CaF <sub>2</sub> cif	69—	64—	61—	64—	61—	51—
80—						
47—						
52—						
27—						
42—						
47—						
90—						
73—						
45—						
86—						
70—						
63—						
42—						
63—						
52—						
31—						
30—						
48,5—						
46—						
32—						
36—						
45—						
52—						
58—						
48,5—						
46—						
32—						

\*) Važi primedba sa strane 162

Proizvodi	I kvartal 1972.	I kvartal 1973.	I kvartal 1974.	I kvartal 1975.	I kvartal 1976.	III kvartal 1976. *)
<b>Gips</b>						
krudum, fco rudnik ili cif	5— 6	4— 5	4— 5	4— 5	4— 5	4— 5
<b>Grafit (Cejlion)</b>						
razni sortimani, 50—90% C, fob Kolombo, upakovan	91— 325	83— 295	79— 283	87— 356	71— 404	57— 328
<b>Hromit</b>						
Transval, droбив. hem. sortimani, baza 46% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> cif	23— 26	23— 26	23— 26	59— 64	64— 69	64— 69
Filipini, grubo sortirani, min 30% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> cif	42— 45	33— 43	54— 63	57— 66	77— 81	62— 66
u obliku peska, u kalupima, 93% finoće 30 meša, isp. Engl.	54— 58	54— 59	68— 79	71— 153	125— 131	102— 107
<b>Kvarc</b>						
mlevena silika 98—99,7% SiO <sub>2</sub> — 120 meša	17— 22	15— 20	15— 19	15— 20	42	34
mlevena silika 98—99,7% SiO <sub>2</sub> — 300 meša	10— 13	9— 12	9— 11	9— 12	50	41
mlevena silika 98—99,7% SiO <sub>2</sub> 90% < 10 mikrona	—	—	—	—	119	97
<b>Kriolit</b>						
prir. Grenland 94/98,5%, pakov. fob Denmark	256— 315	236— 291	226— 278	500— 550	500— 550	500— 550
<b>Liskun u prahu</b>						
suvo mleven, fco proizvođač	123— 149	118— 142	122— 145	212— 260	192— 262	156— 238
mokro mleven, fco proizvođač	205— 246	191— 238	186— 249	260— 472	343— 404	279— 328
rudarski otpaci, muskovit, bez stranih primesa, cif	59— 67	67— 74	72— 79	130— 153	111— 131	90— 107
mikroniziran	—	—	—	—	242— 323	197— 262
<b>Magnezit</b>						
Grčki nekalc., komad., cif	33— 46	31— 43	43— 57	57— 68	77— 91	74— 82
kalcinirani, poljopr. stepen, cif	—	—	—	—	101— 121	90— 107
kalcinirani, indust. stepen, cif	49— 67	45— 61	59— 81	94— 106	131— 262	107— 213
dobro pečen, sortiran, cif	51— 69	47— 64	59— 81	83— 106	131— 141	107— 115
Engl. sitov. magnezit, komad	72— 85	66— 78	79— 91	118— 142	141— 155	115— 126

\*) Važi primedba sa strane 162

Proizvodni	I kvartal 1972.	I kvartal 1973.	I kvartal 1974.	I kvartal 1975.	I kvartal 1976.	III kvartal 1976. *)
Nitrat						
čileanski nitrat sode, oko 98%	96	89	115	191	147	120
Pirit, baza 48 S						
španski (Rio Tinto i Tharsis) fob Huelva	9	8 nom.	nom.	nom.	nom.	nom.
portugalski (Aljustrel i Louzal)			nom.	nom.	nom.	nom.
fot Setubal		12— 15	12— 15	12— 15	nom.	nom.
ostali (Kipar, Norveška i dr.) cif						
Potaša						
Muriata, 60% K <sub>2</sub> O cif, cena po m. t materijala	38— 46	38— 45	43— 52	59— 71	91— 93	73— 75
Sumpor						
SAD, freš, tečan, sjajan (bistar) terminal	20	20	23	39— 71	67	67
Tampa						
SAD, freš, tečan, sjajan (bistar)	26	26	30	73	74	74
cif S. Evropa						
Meksički, kanadski, francuski, poljski,	26	26	27— 29	35— 73	74	74
tečan, cif. S. Evropa	20— 22	20— 22	27— 29	34— 82	79— 84	79— 84
Kanadski, suve trake, cif S. Evropa						
Talk						
norveški, francuski i dr., cif	29— 118	7— 109	26— 104	71— 260	61— 222	49— 180
Volastonit						
izvozno-uvozni kval. pakovan, cif aprosk. 300 meša	95— 108	87— 99	84— 95	87— 165	161— 182	131— 148

\*) Važi primedba sa strane 162

### Izvori osnovnih podataka

- Metal Statistics, 1973, 1974, 1975.  
Preise Löhne Wirtschaftstreckungen, 1973, 1974, 1975 i 1976.  
Metal Bulletin — bilteni 1970—1976.  
Metals Week — bilteni 1970—1976.  
Industrial Minerals — bilteni 1970—1976.  
World Mining — bilteni 1970—1976.  
Engineering and Mining Journal 1970—1976.  
Un Quarterly Bulletin — bilteni 1970—1976.  
Metalstatistik 1965—1975., Frankfurt A/M.  
Statistisches Bundesamt, Düsseldorf  
Metal Bulletin (Monthly), 1973—1976.  
South African Mining & Engineering Journal, 1973, 1974, 1975. i 1976.  
Bergbau, 1973—1975. i 1976.  
Erzmetall, 1973—1975. i 1976.  
Braunkohle, 1973—1975. i 1976.  
Glückauf, 1973—1975. i 1976.  
Canadian Mining Journal, 1973—1975. i 1976.  
Mining Magazine, 1973—1975. i 1976.

**NARUDŽBENICA**

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se pretplaćujem na časopis za 1977. godinu

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 1.000,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

\_\_\_\_\_  
(mesto i datum)

Preduzeće — ustanova

M P

Adresa \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**NARUDŽBENICA**

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujem na časopis za 1977. godinu

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 220,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

\_\_\_\_\_  
(mesto i datum)

\_\_\_\_\_  
(Ime naručioca)  
(adresa)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Overava preduzeće — ustanova

\_\_\_\_\_



---

---

# RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

izdaje časopis:

## „RUDARSKI GLASNIK“

(izlazi 4 puta godišnje)

- **Saradujte u njemu! Odaberite rubriku koja vas najviše interesuje i pošaljite svoj prilog**
- **Postavite pitanja — na njih će odgovoriti najeminentniji stručnjaci iz rudarstva, srodnih oblasti i službe zaštite na radu!**
- **Oglašavajte vaše proizvode u časopisu**

**Cene:**

<b>1/1 strana u crno-belaj tehnici</b>	<b>3.000,00.- d.</b>
<b>1/2 strane u crno-belaj tehnici</b>	<b>2.000,00.- d.</b>

**Redakcija**

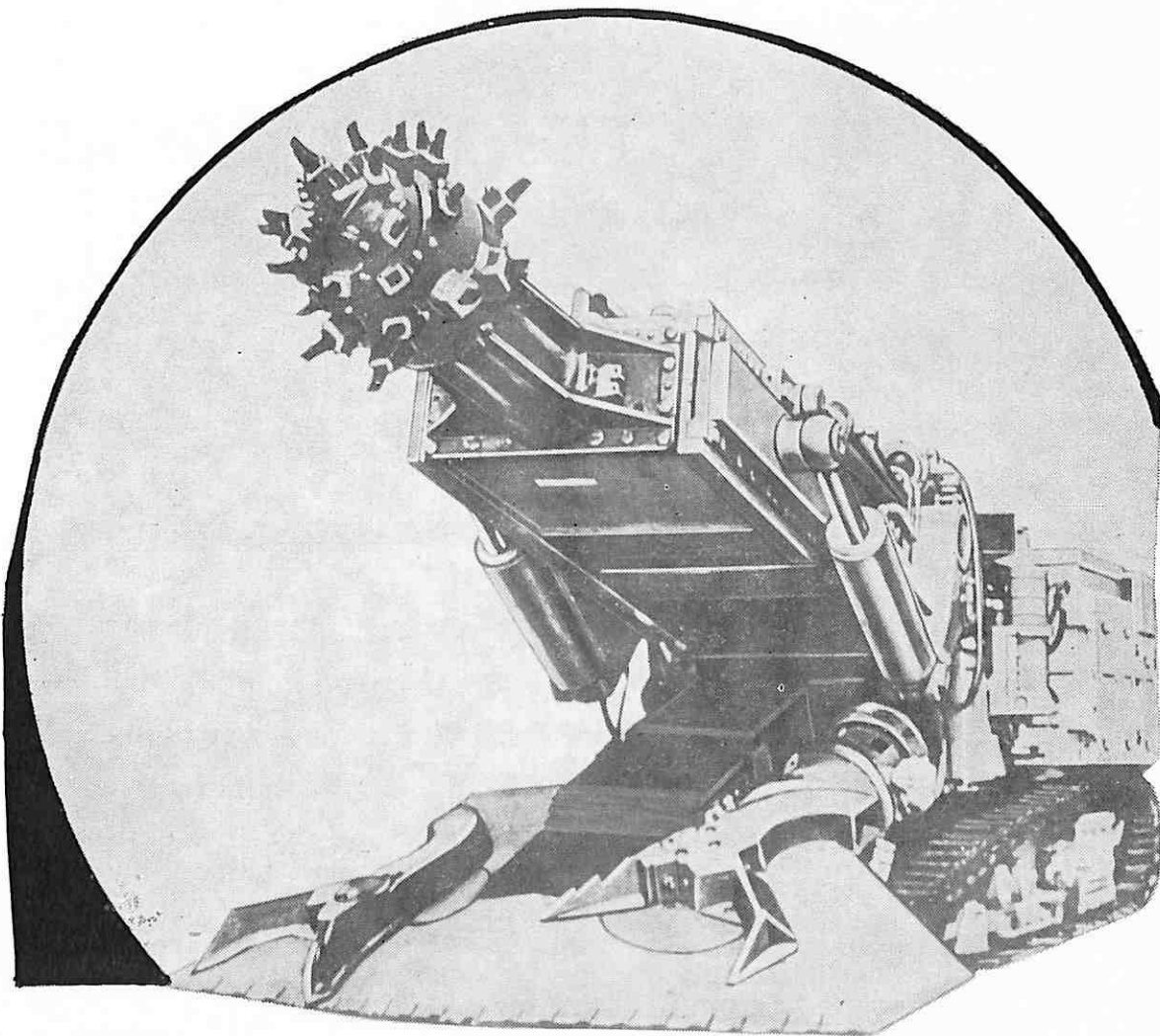
---

---

---

---

# RUDARSKI KOMBAJN PK-9R



- za pripreme radove sečenjem slojeva (8—16 m<sup>2</sup>) uglja i mešavine uglja i minerala sa čvrstinom minerala do 400 kg/cm<sup>2</sup>
- radi pod nagibom do 15° na slabo pokrivenim slojevima
- omogućava zasebno vađenje uglja i minerala
- radi zajedno s mostovnim i lančanim transporterima koji omogućavaju da se ruda tovari u vagonete ili konvejjere sa frontom tereta od 1800 do 4600 mm
- opremljen sistemom za ugušivanje i isisavanje prašine
- elektrooprema osigurana od eksplozije.

**Detaljne informacije daje:**

IZVOZNIK: V/O MACHINOEXPORT

Moskva, 117330

Mosfilmskaja ul. 35

Telefon: 147-15-42; telex: 7207



**MACHINOEXPORT**

☎ 14715-42 ☎ SSSR MOSKVA 117330 ☎ MOSKVA V330 MACHINOEXPORT ☎ 7207



**NOVO!**

**NOVO!**

**NOVO!**

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 najjeminentniji 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.

---

**O-113**

**odlagalište, hidromonitorno visinsko**

flushing dump above level  
décharge (f) à chasse d'eau au  
dessus du niveau  
Hochspülkippe (f)  
ВЪСОКОСМЫВНОЙ ОТВАЛ

**O-114**

**odlagalište, klizanje**

stockpile sliding; depot sliding  
glissement (m) du remblai  
kippenseitig  
ОТВАЛЬНЫЙ ОПОЛЗЕНЬ

**O-115**

**odlaganje, mesto**

depot position; storage position  
position (f) du dépôt  
Kippstelle (f)  
ОТВАЛЬНОЕ МЕСТО

**O-116**

**odlagalište, napredovanje**

advance of waste dump  
avancement (m) du dépôt  
Kippenfortschritt (m)  
ПОДВИГАНИЕ ОТВАЛА

**O-117**

**odlagalište, odbacivačko**

stacker dump  
dépôt (m) formé par l'engin de rejet  
Absetzerkippe (f)  
ЭКСКАВАТОРНЫЙ (АБЗЕТЦЕРНЫЙ) ОТВАЛ

**O-118**

**odlagalište, okrenut ka**

facing the stockpile; facing the depot  
face (f) vers de dépôt; face (f) vers  
le remblai  
Kippenrutschung  
СО СТОРОНЫ ОТВАЛА

---

Cena iznosi 300,00— dinara.

# 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 bleiben Handbuch werden lassen. Das Wörterbuch wird allen Institutionen, die sich mit fremdsprachigen Literaturlauswertungen beschäftigen, zum Gebrauch empfohlen.

Izbor pojmova 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 obrađivanjem.

---

## ERZMETALL

Dieses 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 »Abbaufrent, 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 »otkopno čelo bez podupirača«... Pregledni registri u četiri ne-srpskohrvatska jezika omogućavaju brzo pronalaženje kompletnog termina preko oznake. Za ovaj Rudarski rečnik se može reći da ima pravo na internacionalno priznanje i preporučuje se ne samo bibliotekama i prevodiocima.



## **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 Werständigkeit 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.



**World  
Mining**

EDITED FOR THE  
MINERALS MINING INDUSTRY OF THE WORLD



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

Zahvaljujem 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.

**SCHWERSCHMIEDEN  
BEARBEITUNGSWERKSTÄTTEN**

**HEUER  
HAMMER**

5868 LETMATHE — UNTERGRÜNE

SEIT 1893



... 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.

Izašao je iz štampe

# **Godišnjak o radu rudnika uglja u 1975. godini**

Cena knjige je 1.700,00.— 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

# **PROIZVOĐAČI OPREME**

Dostavite nam prikaze Vaših najnovijih proizvoda koje ćemo objaviti BESPLATNO 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

# 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 podzemu 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

Godišnja pretplata — 7.10 Od. (7.5) £ sterlinga

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.

# POSEBNA IZDANJA RUDARSKOG INSTITUTA

	Cena po primerku
— Dr ing. Mira Manojlović-Gifing: »TEORETSKE OSNOVE FLOTIRANJA«	40,00.
<b>INFORMACIJA C<sub>1</sub></b> Informacija o proizvodnji, zalihama i tržištu uglja koja izlazi mesečno i daje sliku momentalnog stanja, godišnja pretplata	1.000,00
<b>10 GODINA RUDARSKOG INSTITUTA</b> Publikacija u kojoj su objavljeni radovi saradnika Rudarskog instituta po temama koje je obrađivao Institut u toku protek- lih deset godina — jubilarna publikacija	70,00
— Dr ing. Branislav Genčić: »TEHNOLOŠKI PROCESI PODZEMNE EKSPLOATACIJE SLOJEVITIH LEŽIŠTA« (I deo)	50,00
— Prof. dr Velimir Milutinović: »KOMPLEKSNA METODOLOGIJA EKONOMSKE OCENE LEŽIŠTA MINERALNIH SIROVINA«	100,00
»INFORMACIJE B« (po pregledu od 1—56)	25,00



# RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

---

Na principu inženjeringa, samostalno i u saradnji sa domacim 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 elektromašinske 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 primenjeni 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 INŽENJERING U RUDARSTVU

Beograd — Zemun, Batajnički put broj 2.  
Telefon 691-223 (Teleks 11830 YU RI)  
Poštanski fah 116.

---

RI

---

- 
- 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, Batajnički put br. 2  
tel. 691-223 — telex 11830 YU RI

---

**RI**

---

**Bibliografski kartoni članaka štampanih u  
»Rudarskom glasniku« u toku 1976. godine**

(Kartoni isečeni i sređeni po decimalnoj klasifikaciji — prema broju u levom uglu gore — upotpuniće Vašu kartoteku)

621.18.004.68

Cirić dipl. ing. Slobodan: Rekonstrukcija parnog kotla od 50 t/h u fabrici celuloze i papira »Matroz« — Sremska Mitrovica

»Rudarski glasnik« br. 1(1976), str. 69—75

Opisana je rekonstrukcija tj. prelaz na gasovito (prirodni gas) i tečno (mazut) gorivo sa određenim karakterističnim veličinama pre i posle rekonstrukcije.

338.94:622

Stojković mr ekon. Dušan: Ocene efikasnosti investicionih projekata u rudarstvu

»Rudarski glasnik« br. 2(1976), str. 115—121

Razmotrene su metode za ocenu efikasnosti investicionih ulaganja. Osnovne metode — metoda perioda amortizacije investicionih ulaganja, metoda sadašnje vrednosti, metoda interne stope rentabilnosti i metoda anuiteta — pojedinačno su opisane.

621.311.22.004.18

Vuletić dipl. ing. Vojislav: Iskorišćenje otpadne toplote gasmotorkompresora

»Rudarski glasnik« br. 4(1976), str. 88—94

Obrađen je primer mogućnosti iskorišćenja otpadne toplote iz gasmotorkompresora. Korišćenje otpadne toplote iz raznih postrojenja i procesa može da poboljša energetska situaciju potrošača toplotne energije i smanji potrošnju goriva.

517.5:622

Minić dipl. mat. Ica — Andrić dipl. mat. Ljiljana — Radenković dipl. ing. Čedomir: Johnson-ove funkcije raspodele i njihova primena u rudarstvu

»Rudarski glasnik« br. 3(1976), str. 118—124

Dat je opis matematičkog postupka za fitovanje Johnsonovim funkcijama raspodele. Opisan je skup programa koji za statistički upotrebljiva merenja neke slučajne promenljive daje vrstu i parametre odgovarajuće Johnsonove raspodele. Iz primera vezanih za rudarstvo može se zaključiti da ovi programi daju vrlo dobre rezultate.

621.926.4/.5:662.64/.66

Perković mr. ing. Borislav: Industrijska ispitivanja mlinskih postrojenja u termoelektranama SR Srbije

»Rudarski glasnik« br. 3(1976), str. 95—100

Date su osnovne karakteristike mlinova u termoelektranama SR Srbije i rezultati ispitivanja. Ispitivanja su vršena na ventilatorskom mlinu i mlinu čekićaru.

621.926.4/5:662.64/66

Milović prof. ing. Bratoljub: Opšti problemi projektovanja centralnog drobiliceg postrojenja za ugalj u sklopu kompleksa površinski otkop — termoelektrana

»Rudarski glasnik« br. 3(1976), str. 108—117

Razmatrane su specifičnosti proizvodnje svake proizvodne jedinice, definisan je ulazni kapacitet u postrojenje za preradu i prikazane tri moguće varijante rešenja kompleksa sa ciljem da se za dalju analizu nađe principijelno rešenje koje će omogućiti optimalan rad kako pojedinih proizvodnih jedinica tako i celine.

622.004.17

Perišić prof. dr ing. Mirko — Radenković dipl. ing. Čedomir — Andrić dipl. mat. Ljiljana: Optimizacija dinamike proizvodnje površinskog otkopa primenjena na ležište Južna sinklinala

»Rudarski glasnik« br. 1 (1976), str. 88—95

Primenjena metodologija obezbeđuje analizu velikog broja varijanata i podvarijanata razvoja površinskog otkopa koje se javljaju kao rezultat promene osnovnih podataka u matematičkom modelu. Ona predstavlja novinu u optimizaciji izbora i korišćenja skupe mehanizacije na velikim površinskim otkopima i može se primeniti u detaljnom projektovanju i razradi operativnih planova.

621-21:622.73.002.5

Pribičević dipl. ing. Miloš: Osnovne karakteristike konstruisanja i dinamičkog proračuna temelja drobilice za ugalj, kapaciteta 1200 t/h

»Rudarski glasnik« br. 2(1976), str. 101—114.

Iznete se teoretske postavke i konkretan prikaz na primeru temelja drobilice REH Kombinata Kosovo — Priština. Uz šemu drobilice date su karakteristike drobilice. Posebno je data konstrukcija temelja i dinamički proračun.

622.27.002.23:622.344

Spasojević dipl. ing. Ljubomir: Adaptacija postojeće metode otkopavanja novim uslovima u rudniku »Trepča« Stari Trg

»Rudarski glasnik« br. 2 (1976), str. 5—16

Dat je prikaz sadašnjeg načina otkopavanja i metoda otkopavanja horizontalnim podsecanjem odozdo na gore sa hidrozaspavanjem u novim uslovima. Posebno je obrađen ciklus radnih operacija na otkopavanju i zaspavanju jedne etaže na otkopu.

622.003.1.006.3

Kapor mr ing. Branko — Ivković mr ing. Slobodan — Malešević dipl. ing. Radmila: Prilog određivanju osnovnih tehničko-tehnoloških i organizaciono-investicionih parametara za radioničke komplekse površinskih otkopa uglja.

»Rudarski glasnik« br. 4 (1976), str. 95—104

Razmatraju se uslovi i pitanja određivanja osnovnih parametara koji definišu radionički kompleks na površinskim otkopima uglja kao podlogu za projektovanje rudarskih objekata.

622.271.

Kun dr ing. Janoš: Eksploatacija ležišta uglja sa više slojeva sinklinalnog tipa na primeru površinskog otkopa lignita »Južna sinklinala« Titovih rudnika »Kreka-Banovići« — Tuzla.

»Rudarski glasnik« br. 4 (1976), str. 5—16

Rešenje bazira na otkopavanju mešovutih etaža visine 10 m bagerima glodarima i vedričarima i transportom na svakih 20 m visinske razlike gumenim transporterima. Posebna pažnja je posvećena dinamici proizvodnje odnosno obezbeđenju što ravnomernije proizvodnje uglja. Izrađen je i matematički model.

622.271:621.879.2/.5

Makar dipl. ing. Milivoj: Merenje bagerom otkopanih masa automatskim meračem protoka na transportnoj traci

»Rudarski glasnik« br. 4 (1976), str. 17—24

Automatski merač protoka masa obezbeđuje kvalitet podataka o radu bagera na površinskom otkopu koji se klasičnim metodama merenja nije mogao postići.

622.271:624.131.53:681.142

Stamatović dipl. ing. Aleksandar — Vujić dipl. ing. dipl. mat. Jovan: Metodologija primene postupka proračuna stabilnosti grafičkom metodom lamela (J. Lowe) za rad na elektronskom računaru

»Rudarski glasnik« br. 4 (1976), str. 118—124

Proračun stabilnosti kosina grafičkom metodom lamela na elektronskom računaru znatno ubrzava proračun. Tu je izbegnuta mogućnost grešaka, koje bi se kod grafičke interpretacije sa ovako velikim brojem podataka sigurno javile.

622.271:621.879.2/.5.004.17

Atanasković dipl. ing. Hranislav — Rizvanoli dipl. ing. Fatmir — Radenković dipl. ing. Čedomir: Prilog analizi kapacitativnog i vremenskog iskorišćenja rotornih bagera na površinskom otkopu Belačevac sa posebnim osvrtom na uzročnike smanjenog kapaciteta na jalovini.

»Rudarski glasnik« br. 3 (1976), str. 15—26

Konstatovano je u članku da je nemogućnost ostvarivanja garantovanog kapaciteta rezultat uslova radne sredine, izražena kroz povećanu komadnost pri bagerovanju, lepljivost na radnim organima i potrebu veće rezne sile od usvojenih proračunima pri konstrukciji bagera.

622.271:628.971

Stajević dipl. ing. Dušan: Metoda procene parametara i potreba osvetljenosti nekih radnih »okolina« rudarskih industrijskih objekata na površini

»Rudarski glasnik« br. 3 (1976), str. 87—95

Pored potrebe, u članku je prikazana i metoda merenja sa procenom osvetljenosti radnih okolina rudarskih industrijskih objekata. Jugoslovenskim standardom dati su samo pokazatelji i njihove minimalne dozvoljene vrednosti na osnovu kojih se daje ocena osvetljenosti.

622.271:622.7:621.311.22

Milović prof. ing. Bratoljub — Ivković mr ing. Slobodan: Prilog analizi stanja sistema površinski otkop — priprema uglja — termoelektrana

»Rudarski glasnik« br. 4 (1976), str. 105—117

Date su osnovne postavke. Prikazan je sistem I—III, stanje kompleksa i varijante rešenja sistema II i njegovog stanja. Posebno je dat osvrt na ekonomske efekte.

622.271.3.002.5

Makar dipl. ing. Milivoj: Selektivno otkopavanje glodarima na površinskom otkopu Ćirikovac — IEK Kostolac

»Rudarski glasnik« br. 2 (1976), str. 17—25

Moćnost uglja iznosi 25 m sa proslojcima jalovine moćnosti oko 22 m. Cela serija (47 m) otkopavaće se sa dva bagera glodara dohvatne visine od po 15 m. U članku je prikazano tehničko-tehnološko rešenje ovog problema.

622.273

Obradović dipl. ing. Petar: Podetažna otkopna metoda u uslovima rudnog ležišta »Rajićeva Gora« — Kopaonik

»Rudarski glasnik« br. 4 (1976), str. 25—36

Opisana otkopna metoda je prilog proučavanju mogućnosti za primenu visokoproduktivnih otkopnih metoda u rudniku »Rajićeva Gora« što bi bilo vrlo značajno s obzirom na niskoprocentnu siromašnu mineralnu sirovinu.

622.341:622.764

Branković dipl. ing. Božidar — Milošević dipl. ing. Milan — Bulatović mr ing. Predrag: Valorizacija rude antimona ležišta »Potkozara«

»Rudarski glasnik« br. 2 (1976), str. 48—53

Kombinovanom postupkom gravitacione koncentracije u teškoj sredini i na klatnim stolovima dobijeni su iz rude ležišta »Potkozara« visokokvalitetni koncentracije antimonovih minerala sa visokim iskorišćenjem metala. Članak prikazuje taj postupak.

622.281

Urošević dipl. ing. Petar: Tehnika i tehnologija podgrađivanja rudničkih hodnika prskanim betonom.

»Rudarski glasnik« br. 1 (1976), str. 15—23

Izložena je primena prskanog betona u hodnicima i opisane mašine za prskani beton. Detaljno je analiziran materijal za podgrađivanje hodnika: mešavina cementa, bernold limovi, čelična armaturna mreža, žično pletivo i sidra.

622.34.1:622.765

Milošević dipl. ing. Milan — Grbović dipl. ing. Miloljub: Tehnološke mogućnosti za proizvodnju koncentrata magnetita iz jalovine flotacije u Majdanpeku

»Rudarski glasnik« br. 2 (1976), str. 41—47

Prikazana su industrijska i poluindustrijska ispitivanja. Ona su pokazala da, iako sadržaj magnetita u rudi iznosi svega oko 1%, veliki kapacitet flotacije omogućuje da se godišnje dobije preko 100.000 t koncentrata magnetita.

622.33.008.041

Ahčan prof. ing. Rudi: Kompleksna mehanizacija otkopavanja na rudnicima uglja SFRJ sa aspekta povećanja koncentracije

»Rudarski glasnik« br. 3 (1976), str. 5—14

Budući razvoj energetike u SFRJ bazira na znatnom povećanju proizvodnje domaćih izvora energije. U tom cilju se predviđaju veća povećanja proizvodnje rudnika uglja.

622.341:622.778

Bulatović mr ing. Predrag: Mogućnost koncentracije rude gvožđa lokalnosti Bukovik — Pehčevo metodom mokro-magnetne separacije u visoko intenzivnom magnetnom polju

»Rudarski glasnik« br. 1 (1976), str. 37—44

Laboratorijska ispitivanja mogućnosti primene postupka mokre magnetne koncentracije u visoko intenzivnom magnetnom polju separatora tipa Jones, izvršena na uzorku rude gvožđa klase —25+0 mm, su pokazala da se iz rude sa oko 38% Fe može dobiti koncentrat gvožđa sa oko 53% Fe uz iskorišćenje gvožđa od 77 do 81%.

<p>622.341(497.11)</p> <p>Simić dr Vasilije: Rudarstvo gvožđa u istočnoj Srbiji</p> <p>»Rudarski glasnik« br. 4 (1976), str. 125—131</p> <p>Opisano je dobijanje gvožđa u Negotinskoj krajini, Rtnju i Kučajni sa okolinom. Posebno je obrađeno područje Resave i Stare Planine.</p>	<p>622.344:622.27</p> <p>Aritonovski dipl. ing. Uroš: Otkopavanje rudnih žica magacinskom otkopnom metodom u rudniku »Zletovo«</p> <p>»Rudarski glasnik« br. 2 (1976), str. 34—40</p> <p>Dat je opis starog načina otkopavanja sa zasipavanjem i primena nove mnogo uspešnije metode, koja je detaljno prikazana u članku.</p>
<p>622.341 »311«</p> <p>Simić dr Vasilije: Nekadašnje rudarstvo gvožđa u šumadiji</p> <p>»Rudarski glasnik« br. 1 (1976), str. 96—105</p> <p>Opisana je proizvodnja gvožđa na Rudničkoj planini, rudnik, topionica i livnica gvožđa u selu Bau, kao i proizvodnja gvožđa u okolini Takova.</p>	<p>622.344:622.27</p> <p>Veselinović dipl. ing. Radosav — Kačunković dipl. ing. Velibor — Jokić dipl. ing. Nikola: Metode otkopavanja primenjene u primarnoj fazi eksploatacije olovo-cinkovog ležišta Blagodat</p> <p>»Rudarski glasnik« br. 3 (1976), str. 27—38</p> <p>Date su osnovne karakteristike magacinske, komorno-stubne i podetažne metode otkopavanja sa detaljima i šemama, sa ciljem da se da uvid u način eksploatacije ovog interesantnog rudnog ležišta.</p>
<p>622.344:622.22</p> <p>Blažević dipl. ing. Ljubomir: Otvaranje rudnog ležišta »Lece«</p> <p>»Rudarski glasnik« br. 1 (1976), str. 5—14</p> <p>Uz opšte geološke podatke rudnika i sadašnje stanje na terenu prikazane su varijante otvaranja. Detaljno je analizirana usvojena varijanta eksploatacije.</p>	<p>622.344:622.765.06</p> <p>Mišić dipl. ing. Kosta — Manojlović dipl. ing. Branislav — Krilović tehn. Tomislav: Primena cijanida kao deprimatora pirita pri flotiranju minerala cinka iz rude rudnika »Veliki Majdan«</p> <p>»Rudarski glasnik« br. 1 (1976), str. 50—54</p> <p>Primenom natrijumcijanida pri flotiranju minerala cinka dobijaju se kvalitetniji koncentracije i bolje iskorišćenje cinka. Ovom metodom su znatno sniženi troškovi prerade u ciklusu flotiranja minerala cinka. Proces je stabilan i lako se održava.</p>

622.35:331.823

Kepeski dipl. ing. Boris: Zaštitni merki vo proizvodniot proces za dobivanjeto na arhitektonsko gradežen kamen so pomoš na helikoidalna žica

»Rudarski glasnik« br. 1 (1976), str. 60—68

Opisana je metoda »dobijanje bankova piljenjem« — upotrebom pile sa helikoidalnom žicom. Razmatrani su svi momenti koji utiču na sigurnost rada. Posebno je obrađen redosled radova kod strmo položenih bankova, koji su prednost kod transporta, a opasnost ukoliko dođe do klizanja.

622.368:622.765

Ivanković dr ing. Dragorad — Kostić dipl. ing. Tihomir: Koncentracija magnezita postupkom flotiranja iz »sitne klase« sa depoa Fabrike sintermagnezita »Magnohrom« — Kraljevo

»Rudarski glasnik« br. 1 (1976), str. 45—49

Izvršena ispitivanja koncentracije magnezita pokazuju da se mogu postići kvalitetni koncentracije magnezita sa sadržajem SiO<sub>2</sub> oko 0,5% i CaO oko 1,3% i težinskim iskorišćenjem do 40% u odnosu na ulaznu sirovinu.

622.35:622.27

Kepeski dipl. ing. Boris: Otvaranje i razradotka na travertinske sloevi so blag pad, so poseben ogleđ na ležišteto Velmej — Ohridsko

»Rudarski glasnik« br. 2 (1976), str. 26—33

Eksploatacija travertina vrši se na više načina. U ovom članku obrađen je način primene kamenorezne mašine u sloju u kojem je izražena folijacija.

622.42/.46:622.273

Elezović mr ing. Vaso — Sučević dipl. ing. Luka: Određivanje potrebne količine vazduha za različite proizvodne kapacitete širokih čela u Staroj jami rudnika Kakanj

»Rudarski glasnik« br. 4 (1976), str. 75—78

Dat je prikaz bilansa metana, potrebnih količina vazduha i propusne sposobnosti ventilacionih puteva za široko čelo na IX i X spratu za različite obime proizvodnje.

622.367:543

Simić dr ing. Mileta — Ivanković dr ing. Dragorad: Mineralni sastav azbesta iz Stragara i mogućnosti razrade novih tehnoloških procesa koncentracije azbesta.

»Rudarski glasnik« br. 4(1976), str. 42—50

Prikazan je hemijski sastav azbestne rude uz mineraloško-petrografsku analizu. Prikazan je uzorak čistog azbesta i uzorak serpentinita.

662.613.11:543.06

Novaković dr ing. Ljubomir: Ispitivanje čvrstih čestica i gasnih uzoraka iz ložišta velikih kotlova

»Rudarski glasnik« br. 2 (1976), str. 80—94

Iznete su specifičnosti lignita iz rudnika Kosovo, prikazano je uzimanje uzoraka iz ložišta. Date su hemijske analize uzoraka pepela i šljake. Utvrđeno je da nema teškoća u sprovođenju ispitivanja sastava ložišnih gasova.



622.44:622.817.3

Kisić dipl. ing. Slavko: Otprašivanje ulazne vazdušne struje u rudniku Stari Trg

»Rudarski glasnik« br. 1 (1976), str. 55—59

Prikazuje se jedno od mogućih rešenja otprašivanja ulazne vazdušne struje jame Stari Trg u zoni pražnjenja skipova u prijemni bunker, koje pruža mogućnost da se uspešno i trajno reši ovaj problem.

622.7:622.33

Bratuljević dipl. ing. Slavoljub: Mogućnost čišćenja uglja RMU Ivangrad

»Rudarski glasnik« br. 3 (1976), str. 69—80

Prikazana su ispitivanja uglja i analize rovnog uglja, pepela, kalorične vrednosti, kao i kvaliteta produkata čišćenja. Predložen je nov tehnološki proces koji bi mogao dati zadovoljavajuće rešenje.

622.625:625.153

Ilić dipl. ing. Zoran: Određivanje položaja skretnica u različitim uslovima skretanja i ukrštanja jamskih koloseka

»Rudarski glasnik« br. 1 (1976), str. 24—36

Uz tipove skretnica dati su obrasci za izračunavanje konstruktivnih elemenata za različite slučajeve ukrštanja, skretanja i spajanja koloseka koji se najčešće pojavljuju u rudarskoj praksi.

622.73:662.64/.66

Novaković dr ing. Ljubomir — Cvetičanin dr ing. Radivoje — tehn. Marković Milorad: Laboratorijska ispitivanja meljivosti uglja iz rudnika Pljevlja

»Rudarski glasnik« br. 4 (1976), str. 79—86

Rudnik karakterišu tri kvaliteta: čvrst, raspadnut i glinovit ugalj. Čvrst ugalj dominira u ovom rudniku a njegov koeficijent meljivosti iznosi od 33,7 H<sub>075</sub> — 48,0 H<sub>075</sub>.

622.693.25:622.765

Djaniš dipl. ing. Vojislav — Ziring dipl. ing. Svetozar: Prikaz nove metode izgradnje flotacijskih jalovišta

»Rudarski glasnik« br. 1 (1976), str. 76—82

Prikazan je dosadašnji način izgradnje jalovišta i predložen novi, nazvan »metoda unatrag«. Posebno su iznete prednosti i nedostaci nove metode.

622.73—52

Grbović dipl. ing. Miloljub — Grujić dipl. ing. Milorad — Košutić dipl. ing. Ljutica: Uticaj atomske kontrole mlevenja na kapacitet prerade rude u flotaciji Majdanpek

»Rudarski glasnik« br. 4 (1976), str. 51—54

Prikazani su rezultati industrijske primene automatske kontrole procesa mlevenja na jednoj sekciji flotacije Majdanpek. Dati su ukupni efekti koje će rudnik ostvariti posle uvođenja automatike za sve sekcije mlevenja.

622.73—52:622.343

Košutić dipl. ing. Ljutica — Grbović dipl. ing. Miloljub — Grujić dipl. ing. Milorad: Automatizacija procesa mlevenja rude u flotaciji rudnika bakra Majdanpek

»Rudarski glasnik« br. 3 (1976), str. 63—68

Dati su osnovni principi funkcionisanja automatske kontrole i opis ugrađenih aparata kontrole procesa. Ostvareni rezultati u šestomesečnom radu su veoma pozitivni.

624.131.53:681.142

Vujić dipl. ing. dipl. mat. Jovan: Proračun stabilnosti kosina metodom momenta kliznih krugova Bishop primenom elektronskih računara

»Rudarski glasnik« br. 3 (1976), str. 125—133

Obrađuje se poznati obrazac za koeficijent stabilnosti po Bishopu. Pristupa se analizi raznih vrsta grešaka koje mogu nastati pri proračunu koeficijenta stabilnosti, zatim način njihovog delimičnog ili potpunog uklanjanja, kao i interpretacija rezultata.

622.765:622.344

Jošić dr. ing. Milorad: Elektrokinetički potencijal i flotabilnost sfalerita iz Leca i marmatita iz Starog Trga

»Rudarski glasnik« br. 4 (1976), str. 37—41

Konstatovano je da nema zavisnosti između elektrokinetičkog potencijala i rezultata flotiranja. Može se reći da pri većoj apsolutnoj vrednosti elektrokinetičkog potencijala i proces flotiranja je uspešniji.

624.131.53+622.831

Obradović dipl. ing. Radmilo: Prilog osmatranju deformacija na etažama otkopa i odlagališta površinskih otkopa

»Rudarski glasnik« br. 3 (1976), str. 39—46

Data su uputstva koja čine pokušaj da se pristupi organizovanom instrumentalnom i uprošćenom osmatranju deformacija kosina otkopa i odlagališta preko odgovarajućih stalnih službi na pogonu.

622.777/.778

Milošević dipl. ing. Milan — Đokić dipl. ing. Stevan: Ponašanje korisnih komponenti rude jednog rudnog tela ležišta Lipovac u elektromagnetnom polju

»Rudarski glasnik« br. 4 (1976), str. 55—64

Prikazani su rezultati elektromagnetne analize i elektromagnetne koncentracije korisnih komponenti rude iz jednog rudnog tela ležišta Lipovac. Dobijeni koncentrat Fe sadrži u sebi 3—5,5% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i nešto primesa Ni i Co.

628.511:622.006.2

Kisić dipl. ing. Slavko — Redžić dipl. ing. Predrag — Janjić dipl. ing. Miloš: Iskustva u borbi sa agresivnom mineralnom prašinom u rudnicima »Kišnica i Novo Brdo«

»Rudarski glasnik« br. 3 (1976), str. 81—86

Ističe se, da se još u fazi projektovanja otvaranja i razrade rudnika mora sagledati problem agresivne mineralne prašine, jer greške koje se tom prilikom učine veoma je teško, a najčešće i nemoguće, kasnije ispitivati. Detaljno je opisan razvoj borbe sa agresivnom mineralnom prašinom u ovim rudnicima.

628.511:622.7.006.3

Urošević dipl. ing. Dragoljub: Pregled i analiza metoda za proračun mreža aspiracionih sistema namenjenih otprašivanju u objektima pripreme mineralnih sirovina

»Rudarski glasnik« br. 4 (1976), str. 66—75

Opisan je pravilan metodološki pristup projektnom rešenju koji obezbeđuje optimalnost investicionih ulaganja, troškova eksploatacije i održavanja sistema, koji u današnjim uslovima mogu imati veliki uticaj na konačne efekte proizvodnje.

65.012.2:622.34

Vitorović dipl. ing. Dušan — Tanasković dipl. ing. Petar — Gluščević dr ing. Ante: Operativno planiranje jamske proizvodnje u rudnicima metalčnih mineralnih sirovina primenom binarnog programiranja

»Rudarski glasnik« br. 2 (1976), str. 122—135

Izlaže se problematika operativnog planiranja. Na osnovu analize uticajnih faktora razrađen je matematički model koji omogućuje uključivanje elektronskih računara u proces planiranja.

628.511:621.928.9

Ivanović dipl. ing. Vladimir: Uticaj prirodnog prečišćavanja vazduha na smanjenje zapašenosti u ulaznoj vazdušnoj struji u podzemnim rudarskim prostorijama

»Rudarski glasnik« br. 2 (1976), str. 73—79

U savremenoj tehničkoj zaštiti od prašine primenjuju se postupci za sprečavanje uzvitlavanja nataložene prašine vezivanjem za podlogu ili uklanjanjem sa nje. U tom cilju izrađeno je projektno rešenje uređaja za orošavanje transportnih hodnika i očekuje se njegova praktična realizacija.

656.13.004.15:622.271

Tasevski dipl. ing. Postol: Prirod kon optimalna tehnička analiza na kamionskiot transport vo uslovi na površinska eksploatacija

»Rudarski glasnik« br. 3 (1976), str. 47—56

Izneta optimalna rešenja problema kamionskog transporta u uslovima površinskog otkopavanja, odnosno priloženi podaci i koeficijenti, mogu da posluže inženjerima i stručnjacima koji se bave problemima kamionskog transporta.

628.516:621.311.22

Skundrić dipl. ing. Mihajlo — Petković dipl. ing. Borivoje: Zagađivanje vazduha i zemljišta od strane termoelektrana »Morava« i »Kosovo«

»Rudarski glasnik« br. 3 (1976), str. 101—107

Ispitivanja su izvršena u TE Morava na bloku od 125 MW sa ugljem Resavica i mešavinom ugljeva Ibar i Banovići, a u TE Kosovo na bloku IV od 200 MW sa kosovskim lignitom. Iz rezultata ispitivanja može se zaključiti da postoje mogućnosti da se smanji emisija čvrstih čestica.

66.063.4:622.343

Hovanec prof. ing. Gojko — Marjanović dr biol. Darinka: Potrošnja sumporne kiseline u sistemu luženja niskoprocenatne rude bakra kao značajan parametar ekonomike procenta luženja

»Rudarski glasnik« br. 3 (1976), str. 57—62

Usaglašavanjem normativa potrošnje  $H_2SO_4$  tokom luženja rude u laboratorijskim uslovima sa očekivanom potrošnjom u uslovima luženja na odlagalištu dobijaju se podaci o realnijim normativima potrošnje ovog agensa luženja, čime se sagledava osnovni parametar ekonomičnosti proizvodnje bakra u budućem sistemu industrijskog luženja rude ležišta Veliki Krivelj.

662.61:662.642.001.2

Mitrović dipl. ing. Mira — Tomašić dr ing. Stjepan — Bratuljević dipl. ing. Slavoljub: Treba li sagorevati lignit sa visokim sadržajem pepela u kotlovima termoelektrana (primeri lignit Kolubara i Kosovo)?

»Rudarski glasnik« br. 2 (1976), str. 54—64

Prikazani su detaljni podaci o kvalitetu rovnog lignita Kolubara i Kosovo za slučaj niskog i vrlo visokog sadržaja pepela u uglju. Pored toga, ukazano je na niz teškoća i problematiku koja se javlja tokom celog procesa upotrebe ovakvog goriva u ložištima termoelektrane i dati su podaci o količini i kvalitetu štetnih gasova i pepela — praha koji se izdvaja u elektrofiltrima i kroz dimnjake u atmosferu.

666.94:622.7

Ristić dipl. ing. Mladen: Homogenizacija i priprema ulazne sirovine u cementari Usje — Skoplje

»Rudarski glasnik« br. 2 (1976), str. 95—100

Dat je prikaz pripreme ulazne sirovine u cementari Usje — Skoplje bazirane na metodi miniblokova uz primenu doziranja, kontrole i automatske regulacije komponenata smeše ulazne sirovine.

662.613.11:543.06

Indjin dipl. hem. Katarina: Fazna hemijska analiza letećeg pepela iz termoelektrane »Kosovo«

»Rudarski glasnik« br. 2 (1976), str. 65—72

Selektivnim rastvaranjem letećeg pepela u vodi, rastvoru amonijum hlorida, hlorovodoničnoj kiselini i alkoholnom rastvoru šećera, određeni su hemijski spojevi kalcijuma, magnezijuma, silicijuma i sumpora.

725:622

Ahel dipl. ing. arh. Ljubica: Projektovanje površinskih objekata — prilog problemu metoda pristupa projektovanju objekta na površini rudnika

»Rudarski glasnik« br. 1 (1976), str. 83—87

Izneta je metodika projektovanja površinskih objekata rudnika; naglašeno je da izloženi ciljevi i metodika projektovanja, prikazani u članku, imaju zadatak da odrede ulogu i način rada arhitekta kod projektovanja površinskih objekata rudnika.



TEHNIČKI REDAKTOR I KOREKTOR: M. MARKOVIĆ I M. PETROVIĆ — NASLOVNA  
STRANA: A. KATUNARIĆ — SLIKA NA NASLOVNOJ STRANI: FLOTACIJA (SNIMLJENO  
U RUDARSKOM INSTITUTU, BEOGRAD) — FOTO: S. RISTIĆ

