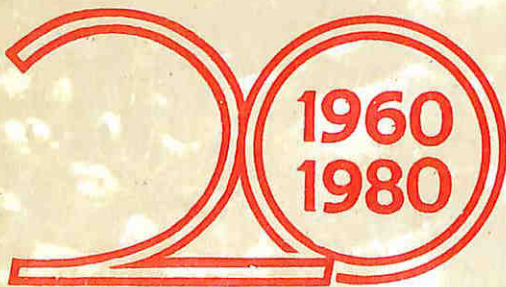


RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 — 9637

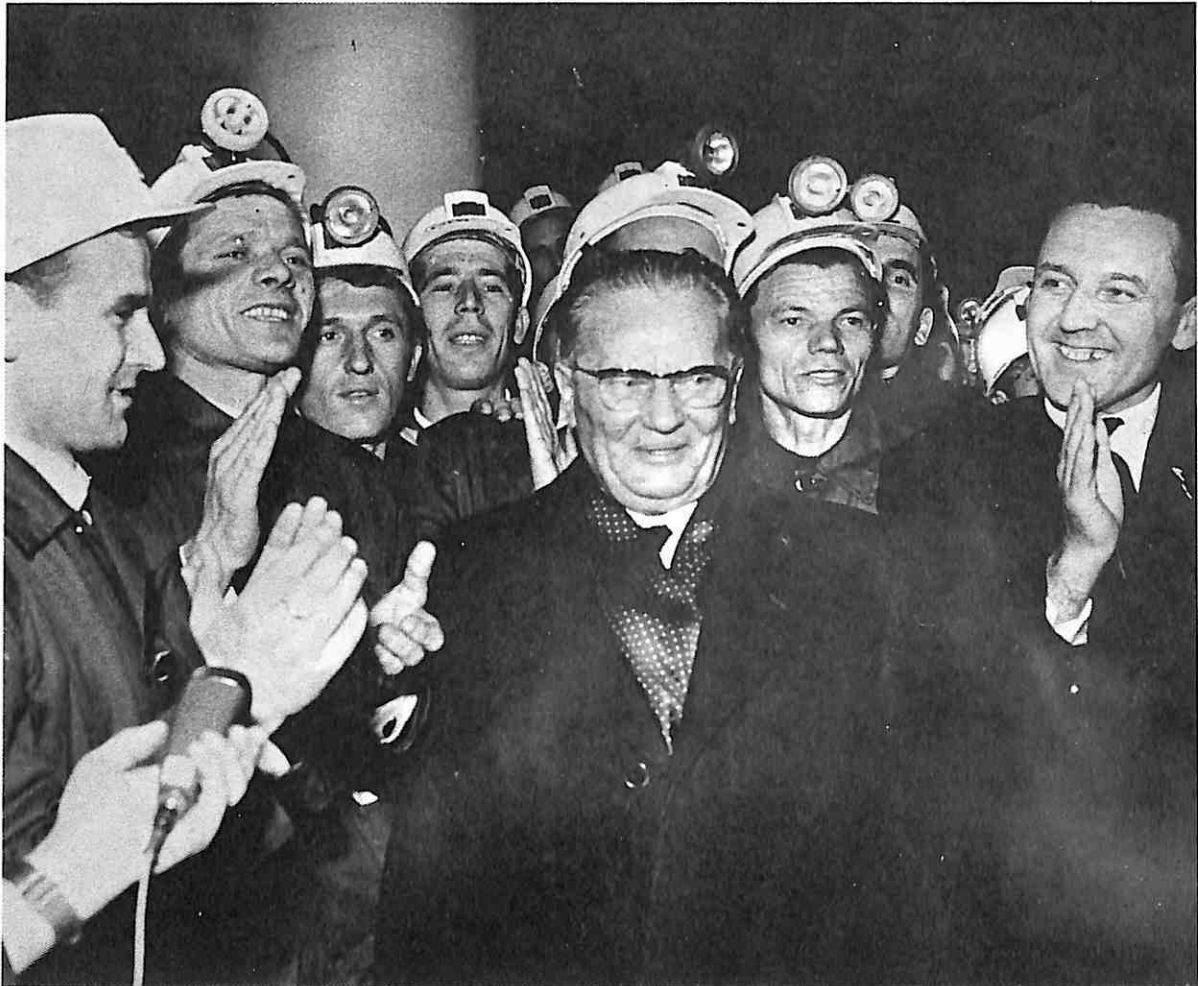
BROJ
2
1980

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

IZDAVAČ: RUDARSKI INSTITUT, BEOGRAD (ZEMUN), BATAJNIČKI PUT 2
EDITOR: INSTITUTE OF MINES, BATAJNIČKI PUT 2, BEOGRAD (ZEMUN), YUGOSLAVIA
ŠTAMPA: BIRO ZA GRAFIČKU DELATNOST INSTITUTA ZA VODOPRIVREDU »JAROSLAV
ČERNI« - BEOGRAD



... vi radite na tome da iz njedara zemlje ono što je bilo milenijumima sakriveno izvadite i date na raspolaganje svome narodu, na raspolaganje vama samima...

TITO



RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 — 9637

BROJ
2
1980

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

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

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

AHČAN dr ing. RUDOLF, Fakultet za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana
CAVIROVSKI dipl.ing. VELJAN, Rudarski institut, Skopje
ČURČIĆ dr ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd
DRAŠKIĆ prof. dr ing. DRAGIŠA, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
DUŠI prof. ing. MINIR, Rudarsko-metalurški fakultet, Kosovska Mitrovica
GLUŠEVIĆ prof. ing. BRANKO, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
GRBOVIĆ dipl.ing. MILOLJUB, Rudarski institut, Beograd
IVANKOVIĆ dr ing. DRAGORAD, Rudarski institut, Beograd
JOVANOVIĆ prof. dr ing. GVOZDEN, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
KAPOR dr ing. BRANKO, Rudarski institut, Beograd
JUJIĆ mr ing. DRAGOLJUB, Rudarski institut, Beograd
KUN dr ing. JANOŠ, Rudarski institut, Beograd
MARUNIĆ dr ing. ĐURA, Rudarski institut, Beograd
MIHAJLOVIĆ dipl.ing. MARIJA, Rudarski institut, Beograd
NOVAKOVIĆ dr ing. LJUBOMIR, Rudarski institut, Beograd
PEJČINOVIĆ mr ing. JOVAN, Rudarski institut, Beograd
PERIŠIĆ prof. dr ing. MIRKO, Rudarski institut, Beograd
PERKOVIĆ mr ing. BORISLAV, Rudarski institut, Beograd
RADENKOVIĆ dipl.ing. ČEDOMIR, Rudarski institut, Beograd
STOJKOVIĆ mr ekon. DUŠAN, Rudarski institut, Beograd
TASEVSKI dipl.ing. APOSTOL, Rudarski institut, Skopje
TOMAŠIĆ dr ing. STJEPAN, Rudarski institut, Beograd

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

SADRŽAJ

Eksploatacija mineralnih sirovina

Dipl.inž. RADOSAV VESELINOVIĆ – dipl.inž. LJUBOMIR SPASOJEVIĆ – dipl.inž. MARKO VUKANČIĆ –
 dipl.inž. ZVONIMIR DUGONJIĆ – dipl.inž. MARKO ŠOKIĆ
 Doprinos usavršavanju tehnološkog procesa podzemne eksploatacije u jami Droškovac – rudnik i železara Vareš 7
 Summary 17
 Zusammenfassung 18
 Rezjume 18

Prof.inž. BRANKO GLUŠČEVIĆ – prof.dr inž. MIODRAG LILIĆ

Određivanje granica osiromašnja rude i ostalih tehničko – ekonomskih pokazatelja za metodu podetažnog zarušavanja 19
 Summary 27
 Zusammenfassung 27
 Rezjume 28

Dr inž. ANTE GLUŠČEVIĆ

Mogućnost promene metode otkopavanja međuhorizontskih sigurnosnih ploča u rudniku Pb–Zn Trepča – Stari Trg . . 29
 Summary 38
 Zusammenfassung 38
 Rezjume 38

Priprema mineralnih sirovina

Dipl.inž. MILOLJUB GRBOVIĆ

Postrojanje za koncentraciju rude bakra Veliki Krivalj – opšti prikaz postrojenja 39
 Summary 48
 Zusammenfassung 49
 Rezjume 49

Dr inž. DRAGORAD IVANKOVIĆ – dipl.inž. MIOMIR ČEH – dipl.inž. BRANKO MIHAILOVIĆ

Mogućnost dobijanja kvalitetnih livačkih peskova iz podine ugljenog sloja polja D kolubarskog ugljenog basena 50
 Summary 56
 Zusammenfassung 57
 Rezjume 57

Ventilacija i tehnička zaštita

Dipl.inž. VLAĐIMIR IVANOVIĆ – dipl.inž. DUŠKO JANKOVIĆ – dipl.inž. OBREN KOPRIVICA

Projektovanje komplekanih mera zaštite od prašine pri izradi investiciono–tehničke dokumentacije za pogone pripreme
 rude azbesta i obogaćivanje azbestnih vlakana 58
 Summary 67
 Zusammenfassung 68
 Rezjume 68

Termotehnika

Dipl.inž. MIHAJLO ŠKUNDRIĆ

Domaći livani člankasti kotlovi za centralno grejanje na čvrsto gorivo kao izvori aerozagađenja	70
Summary	78
Zusammenfassung	78
Rezjume	79

Projektovanje i konstruisanje

Dipl.inž. MILOŠ PRIBIĆEVIĆ

Uticaj elastičnih osobina prirodnog masiva na naponsko stanje u oblogama podzemnih prostorija	80
Summary	82
Zusammenfassung	83
Rezjume	83

Ekonomika i kibernetika

Prof. dr inž. MIRKO PERIŠIĆ – dipl.mat. SOFIJA RAKIĆ

Matematički modeli za obradu i analizu produktivnosti rada u rudnicima uglja	84
Summary	92
Zusammenfassung	92
Rezjume	92

Nova oprema i nova tehnička dostignuća 93

Kongresi i savetovanja 98

Mr ekon. MILAN ŽILIĆ

Prikaz cena	99
-----------------------	----



IN MEMORIAM

dipl.inž. BRANKO JOKANOVIĆ

redovni profesor u penziji
Rudarsko–geološkog fakulteta
u Beogradu

Iz naših redova nestao je još jedan zaslužan radnik i naučnik na razvoju i izgradnji jugoslovenskog rudarstva. Na dan 26.IV 1980. godine, iznenada je preminuo Branko Jokanović, dipl.inž. rudarstva, redovni profesor Rudarsko–geološkog fakulteta u Beogradu i dugogodišnji saradnik Rudarskog instituta, Beograd.

Rođen je 27.I 1899. god. u Blažuju kod Sarajeva.

Osnovnu školu i klasičnu gimnaziju učio je i završio u Sarajevu 1920. god. Rudarske nauke učio je na Visokoj rudarskoj školi u Pšibramu (ČSSR) i na Rudarskom odseku Tehničkog fakulteta Univerziteta u Ljubljani, gde je 1925. god. položio diplomski ispit za rudarskog inženjera sa vrlo dobrim uspehom. Državni stručni ispit (za ovlašćenog rudarskog inženjera) položio je u oktobru 1928. god. sa ocenom vrlo sposoban.

Nakon završenih studija radio je na državnim rudnicima uglja u Brezi, Kreki, Zenici, Vrdniku, Senjskom rudniku i na rudniku gvozdene rude u Ljubiji, i to u svojstvu jamskog merača, a zatim asistenta upravnika, upravnika i direktora rudnika. Posle oslobođenja radi kao glavni inženjer Generalne direkcije za nemetale FNRJ, a nakon toga kao glavni inženjer za istražna bušenja i kao direktor plana Generalne direkcije za naftu i plin FNRJ. U to vreme rukovodi obnovom i proširenjem naše šamotne industrije i otvaranjem novih rudnika vatrostalne gline, a posle toga istražnim bušenjem naftonosnih revira u našoj zemlji i planiranjem razvoja proizvodnje nafte u Jugoslaviji.

Godine 1949. biran je za vanrednog profesora za predmet „Projektovanje rudničkih objekata“, a zatim za predmet „Ventilacija i odvodnjavanje rudnika“. Ranije, ovi predmeti, nisu kao zasebni predavani ni na jednom fakultetu u našoj zemlji. Uprava Rudarsko–geološkog fakulteta u Beogradu habilitira ga za magistra rudarskih nauka na osnovu do tada objavljenih i predloženih radova.

Godine 1959. biran je za redovnog profesora Rudarsko–geološkog fakulteta u Beogradu, za predmet „Ventilacija i odvodnjavanje rudnika“. U škol.god. 1950/51. i 1951/52 biran je za prodekana, a u škol.god. 1954/55. za dekana Rudarsko–geološkog fakulteta u Beogradu.

Prof. Branko Jokanović izdao je univerzitetski udžbenik „Provetravanje rudnika“. Ovaj udžbenik predstavlja temelj na kojem je oko 15 generacija studenata rudarstva u našoj zemlji nadgrađivalo znanje iz oblasti ventilacije podzemnih rudnika, jamskih požara i tehničke zaštite zaposlenih u rudnicima.

Dostignuća svoga rada objavio je u više desetina članaka na domaćim i inostranim naučnim skupovima i u naučno–stručnim publikacijama.

Posle penzionisanja 1963. godine dolazi u Rudarski institut u svojstvu stalnog honorarnog saradnika. U Rudarskom institutu organizuje Biro za ventilaciju i tehničku zaštitu koji kasnije, pod njegovim rukovodstvom, prerasta u Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu. Kao upravnik, a kasnije kao direktor naučnog razvoja Zavoda i doživotni član Naučnog veća Rudarskog instituta, značajno utiče, ne samo na stručno–naučni razvoj Zavoda nego i na celokupni razvoj Rudarskog instituta. Njegov uticaj izuzetno doprinosi razvoju naučne i stručne misli kod mladih rudarskih inženjera, koje je doveo do magisterijuma i doktorata tehničkih nauka.

Za svoj dugogodišnji naučno–istraživački rad dobio je više priznanja od kojih se navode samo neka:

- zahvalnica u znak priznanja za rad i zasluge na ostvarenju ciljeva i zadataka jugoslovenskog standarda od 1946. go 1976. god.

- počasni član Saveza DIT–a rudarsko–geološko–metalurške struke Narodne Republike Poljske

- plaketa za uspešnu saradnju i doprinos razvoju visokog obrazovanja i naučno–istraživačkog rada Rudarsko–geološkog fakulteta u Tuzli povodom 15–godišnjice postojanja

- orden rada sa zlatnim vencem, dobijen ukazom Predsednika SFRJ Josipa Broza Tita za naročite zasluge i postignute uspehe u socijalističkoj izgradnji naše zemlje.

Na svakom radnom mestu pokojni profesor Branko Jokanović je ostavio uspomene za primer generacijama svojih učenika rudarskih inženjera koji su u njemu gledali i videli sve ono što rudarski inženjer treba da jeste, a što se nije moglo i ne može naučiti iz knjige.

Kao rudarski inženjer bio je svetao primer čoveka za koga je humanizam značio čast i dostojanstvo.

Poslednje „Sretno“ našem dragom profesoru

Rudarski institut

DOPRINOS USAVRŠAVANJU TEHNOLOŠKOG PROCESA PODZEMNE EKSPLOATACIJE U JAMI DROŠKOVAC – RUDNIK I ŽELEZARA VAREŠ

(sa 6 slika)

Dipl.inž. Radosav Veselinović – dipl.inž. Ljubomir Spasojević –
dipl.inž. Marko Vukančić – dipl.inž. Zvonimir Dugonjić –
– dipl.inž. Marko Šokić

Uvod

U članku će biti prikazano otvaranje, razrada i otkopavanje rude iz ležišta Droškovac između horizonta 740 m i 800 m. U prethodnom periodu izmenjena je tehnologija eksploatacije, uvedena je dizel oprema u rudnik, rešeni su ventilacija, transport i servisiranje rudnika. To je rezultat studija i istraživanja koji su obavljani u Rudarskom institutu Beograd, a na čemu su radili autori članka.

Opšte geološke karakteristike rudnog ležišta

U geološkoj građi ovoga ležišta, kao i kod ostalih vareških ležišta, učestvuju stene mezozoika, u kome je i produktivna rudna serija trijasko starosti.

Podinu rudnog tela izgrađuju sedimenti donjeg i srednjeg trijasa. Na zapadnoj strani su laporci, laporoviti krečnjaci, crni bituminozni škriljci, a u istočnom delu još i sedimenti ladinika (laporoviti škriljci, rožnaci, jaspisi).

Rudna serija ima antiklinalni oblik, gde se u jezgru antiklinale javljaju karbonatne železne rude (siderit), a na njenim krilima oksidne železne rude

– hematit i oligonitno–sideritne rude. Rudna serija je trijasko starosti (anizik–ladinik), a između siderita i hematita je kremenčalk.

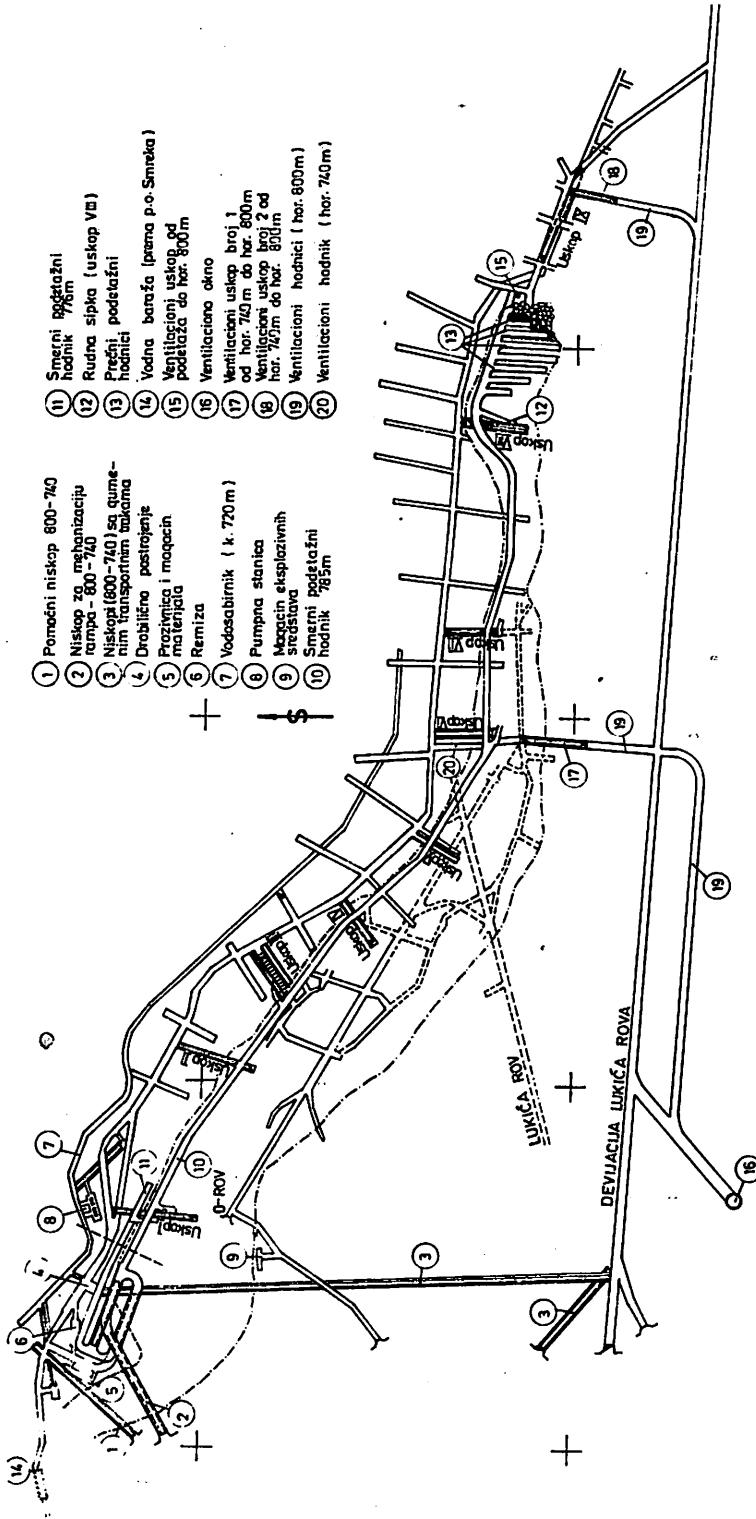
Krovinu rudnog tela izgrađuju verfenski sedimenti: dolomitični krečnjaci, laporci, liskunoviti peščari i glinci. Na zapadnom delu ležišta, gde nema hematitne serije, direktno preko siderita leže krečnjaci, često šupljikavi.

Ležište Droškovac pripada tipu sedimentnih ležišta submarinsko–eshalacionog postanka u stadijumu trijasko alpske geosinklinale.

Minerali u sideritnoj seriji su siderit, kvarc, barit, oksidi mangana, a u hematitskoj – hematit, kvarc, jaspis, oligonit i sulfidi.

Rudarsko–geološke karakteristike rudnog ležišta sa posebnim osvrtom na interval hor. 800 m – hor. 740 m

Moćnost sideritnog rudnog tela je različita. Na zapadnom delu je manja (ispod 10 m), dok je na istočnom delu veća (i preko 60–70 m). Nagib rudnog tela je manji na zapadnom (30–40°), a veći na istočnom delu, gde dobiva i potpuno vertikalni položaj. Kontaktna linija rudnog



Sl. 1 - Situacioni plan jame Droškovac sa objektima otvaranja i razrade.

(sideritnog) tela nije pravilna i regularna; česta su zadebljanja ili stanjenja rudnog tela. Unutar rudnog tela pojavljuju se krečnjački umeci. Tamo gde se ne može izvršiti selektivno otkopavanje, zajedno sa sideritom otkopavaće se i jalovi umeci.

U krovinskom delu, posebno na istočnoj strani ležišta, izdvojene su sulfidne mineralizacije olova, cinka i bakra.

Hidrogeološke prilike u području rudnog ležišta

Područje rudnika odlikuje se umereno kontinentalnom klimom, sa prosečnom godišnjom temperaturom 7°C i prosečnim godišnjim padavinama od 1149 mm.

Zapadnom stranom ležišta protiče reka Stavnja, koja je potpuno regulisana betonskim i kamenim kanalima kroz celo naselje.

Istražni i eksploatacioni jamski radovi probili su složene hidrogeološke strukture na ovom ležištu (tri zone kolektora između kojih su hidrogeološki izolatori: glinci, hematitna serija, peščari i laporci).

Dotok vode se povećao otvaranjem hor. 740 m i dostiže do 9 m³ u minuti. Inače, prosečan otok vode sa hor. 800 m je 2,3 m³/min., a na hor. 740 m izmeren je minimum od 2,6 m³/min i maksimum od 5,8 m³/min.

Koncepcija otvaranja i razrade hor. 740 m

Rudno ležište Droškovac se proteže pravcem

severozapad–jugoistok u dužini oko 1000 m sa zaleganjem ka severoistoku.

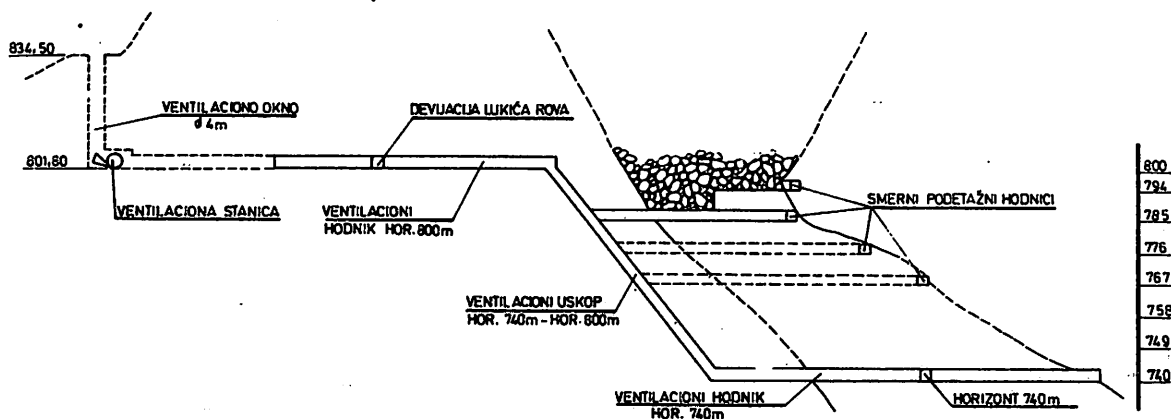
Komunikacioni objekti (putevi, pruge) kao i objekti pripreme mineralnih sirovina, servisiranja, snabdevanja energijom i sl. locirani su na koti cca 800 m, od koje je bio pristup u jamu Droškovac u fazi eksploatacije rude iznad nivoa hor. 800 m. S obzirom da se teren strmo izdiže u pravcu severoistoka, onda i pristup dubljim horizontima može jedino biti sa platoa k. 800 m. Ležište Droškovac zaleže do ispod k. 500 m, ali u ovoj fazi nije predviđeno otvaranje ispod hor. 740 m. Koncepcijom otvaranja hor. 740 m bilo je predviđeno (a to je u najvećoj meri već i ostvareno – slike 1 i 2) da se:

- u zaštitnom stubu reke Stavnje i ostalih objekata na površini na severozapadnoj strani ležišta otvori hor. 740 m jednim niskopom, da bi se izradio hodnik na hor. 740 m za dolazak radnika u jamu, provetravanje, izvoz iskopine u fazi otvaranja, snabdevanje jame materijalom, energijom i sl; to je postojeći „pomoćni niskop“

- iz „pomoćnog niskopā“ uradi smerni glavni izvozni hodnik do kraja ležišta, na koti cca 740 m; to je postojeći glavni izvozni hodnik na hor. 740 m

- na kraju glavnog izvoznog hodnika na jugoistočnoj strani ležišta poveže hor. 740 m sa hor. 800 m (devijacija Lukića rova) radi uspostavljanja izlaznog ventilacionog puta; zasad je to uskop br. IX, koji povezuje hor. 740 m sa hor. 800 m i preko njega se veže na potkop „Devijacija Lukića rova“

- na hor. 740 m izradi postrojenje primarnog drobljenja i od njega do hor. 800 m izvozni niskop sa gumenom transportnom trakom (izvozni niskop – 12^o)



Sl. 2 – Poprečni presek kroz objekte ventilacije.

– s obzirom na koncepciju primene podetažne metode otkopavanja sa zarušavanjem i korišćenje visokoproduktivne samohodne opreme za bušenje (pneumatika), odnosno utovar i odvoz (dizel) za komuniciranje ove opreme od površine do pojedinih podetaža, predviđena je izrada niskopa za mehanizaciju od hor. 800 m do hor. 740 m sa odvajanjem na svakoj podetaži

– radi uspešnog provetravanja, transporta rude po vertikali i prolaza radnika poveže horizont 740 m sa hor. 800 m uskopom; u tom cilju urađeno je do sada ukupno 10 uskopa

– za odvodnjavanje hor. 740 m (zajedno sa odvodnjavanjem površinskog otkopa „Smreka“) urađen je vodni horizont 720 m sa pumpnom stanicom na k. 724,50 m

– na otvorenom hor. 740 m obezbede prostori i oprema za trafostanicu, ispravljačku stanicu, remizu (radionicu) za trolej lokomotive, prozivnicu sa magacinom materijala i alata

– kroz koncepciju otvaranja horizonta 740 m obezbede neophodni uslovi za razradu ležišta (podela po visini na podetaže i po pružanju na blokove), a sve u skladu sa parametrima metode otkopavanja

– glavni ventilacioni putevi (ventilacioni hodnici i ventilaciono okno) lociraju u južnom podinskom delu ležišta. Biće izrađene dve ventilacione veze: kod uskopa VI i kod uskopa IX.

Za ostvarenje ove koncepcije bili su urađeni sledeći objekti: pomoćni uskop, glavni izvozni hodnik na hor. 740 m, drobilnično postrojenje, transportni uskop za traku, pumpna stanica, vodosabirnik, magacin eksplozivnih sredstava, „devijacija Lukića rova“ i uskopi I–IX.

Prikaz novih objekata otvaranja

**Niskop za mehanizaciju (rampa)
od hor. 800 do hor. 740 m**

Niskop je lociran na zapadnom delu ležišta u zaštitnom stubu reke Stavnje, pored postojećeg tzv. „pomoćnog“ niskopa (vidi sl. 1). Izveden je u obliku izdužene spirale sa vezom na sve podetaže (785 m, 776 m, 767 m, 758 m, 749 m), a ujedno čini vezu površinskih objekata rudnika (radionica, magacini) sa jamskim objektima (remiza za lokomotive, prozivnica, magacin materijala, transportni horizont 740 m). Niskop je urađen u sideritu, jer je to najpogodnija radna sredina. Ovakva lokacija niskopa omogućuje produžavanje niskopa ka hor. 680 m za otvaranje dubljih delova jame.

Izbor poprečnog preseka (3,50 m x 2,65 m) određen je na osnovu dimenzija dizel–mašina koje će se kretati kroz niskop, kao i količine vazduha potrebne za provetravanje jame. Pad niskopa je 20% (oko 11°). Ovakav pad je usvojen prema tehničkim karakteristikama mašina, koje će se koristiti za rad u jami. U krivinama je pad 4%, jer je to deo podetaža. Podgrađivanje će biti, po potrebi, betonskom oblogom od 30 cm. Ukupna dužina niskopa je 506 m, od čega sa nagibom 20% ima 306 m.

Produžetak glavnog izvoznog hodnika na hor. 740 m

Za obezbeđenje transporta rude po hor. 740 m projektovan je produžetak glavnog izvoznog hodnika. Osnovni elementi ovoga hodnika su isti kao i kod ranije urađenih.

Ventilacioni hodnici na hor. 800 m

Locirani su u podini rudnoga tela i povezuju ventilacione uskope sa „devijacijom Lukića rova“ odnosno ventilacionim oknom. Dimenzije hodnika su: širina 2,36 m, a visina 2,70 m. Ukupna dužina ovih hodnika je oko 180 m.

Ventilaciono okno

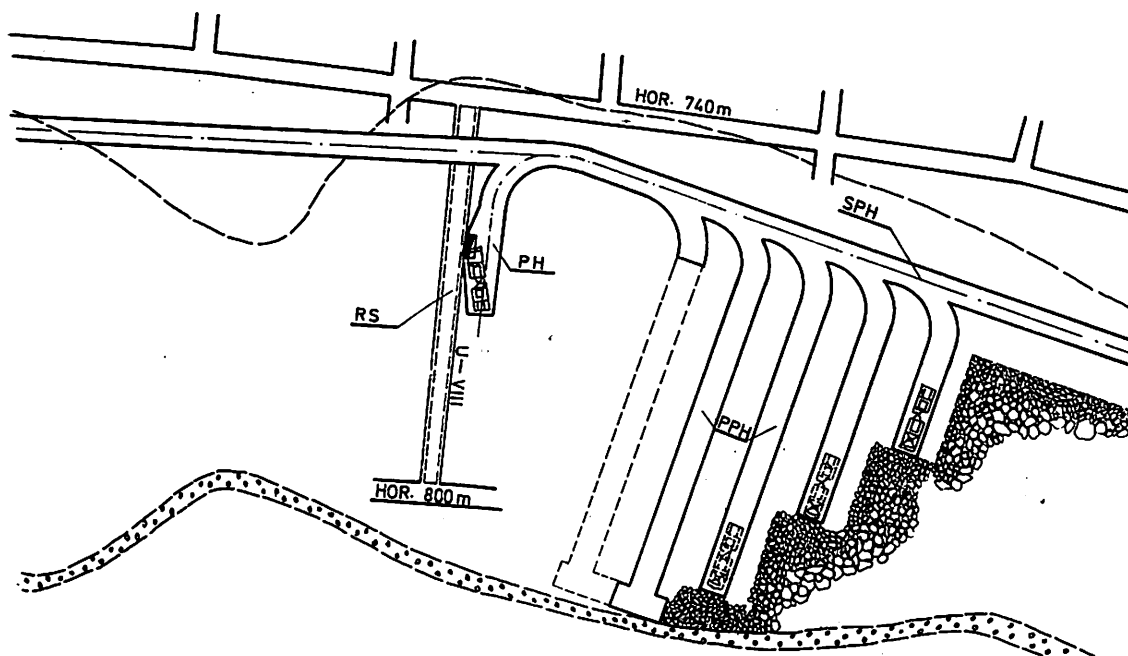
Locirano je na jugozapadnom delu jame. Ova lokacija je odabrana radi smanjenja visine okna – koja iznosi 32,7 m. Prečnik okna je $\phi = 4,0$ m sa betonskom oblogom $d = 20$ cm. Ispod ventilacionog okna biće ventilaciona stanica.

Opis objekata razrade

Smerni podetažni hodnici (SPH)

Na osnovu izvršenog izbora metode otkopavanja i određivanja geometrijskih elemenata metode izvršena je podela hor. 740 m na podetaže visine 9,0 m. Tako je projektovana izgradnja smernih podetažnih hodnika na nivoima: 785 m, 776 m, 767 m, 758 m, 749 m, koji se izrađuju iz niskopa za mehanizaciju (rampe). U istočnom delu ležište nije otkopavano iznad hor. 800 m, pa je u tom delu formirana podetaža 794 m.

Smerni podetažni hodnici su locirani u krovinskom delu sideritnog rudnog tela (otkopavanje započinje od podine, jer se sa te strane lakše formira ruševina u krovu otkopa). Dimenzije hod-



Sl. 3 – Raspored prečnih podetažnih hodnika (PPH) na podetaži 785 metara.

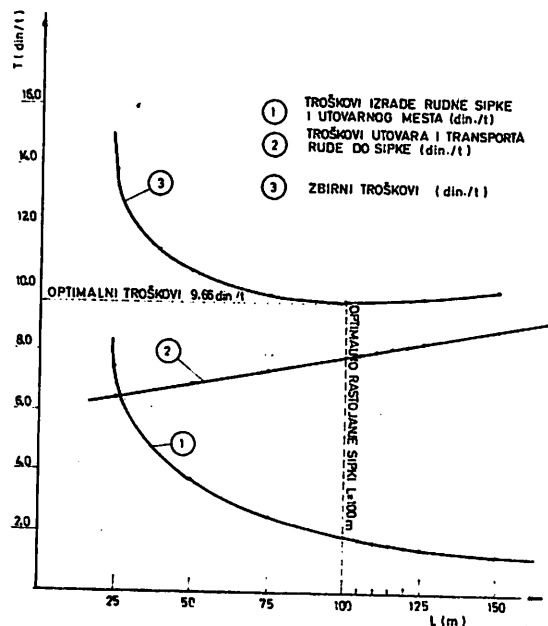
nika su: širina 3,00 m, visina 3,00 m. Svi smerni podetažni hodnici su povezani na rudne sipke, odnosno prolazno-ventilacione uskope (slika 3). Na krajnjem istočnom delu ovi hodnici se, kratkim uskopima, povezuju na višu podetažu, a preko ovoga na hor. 800 m, čime se obezbeđuje prolaz i provetranje.

Rudne sipke (RS)

Otkopana ruda će se gravitaciono spuštati sa podetaža do hor. 740 m kroz rudne sipke. Ove sipke su izrađene ranije, a ovom prilikom je izvršena verifikacija optimalnog rastojanja rudnih sipki. Ovo rastojanje zavisi od:

- troškova izrade rudne sipke, utovarnog mesta i pristupnih hodnika do RS sa podetaža
- troškova utovara i transporta rude od otkopa do rudne sipke, i
- ostalih uslova koje sipka treba da ispuni (amortizovanje zastoja transporta, propusni kapaciteti i sl.).

Za uslove jame Droškovac – hor. 740 m urađene su krive troškova prikazane na dijagramu



Sl. 4 – Dijagram troškova izrade rudne sipke i troškova utovara i transporta rude u funkciji rastojanja rudnih sipki.

(slika 4) iz koga se može videti da je optimalno rastojanje sipki 100 m. (Provera vršena za srednju moćnost rudnog tela 53 m, zapreminsku težinu $3,50 \text{ t/m}^3$, iskorišćenje rude 77%, osiromašenje 8,65%, nagib rudnog tela 60° , utovarače zapremine kašike $1,74 \text{ m}^3$, 900 smena rada godišnje). S obzirom da je prosečno rastojanje urađenih rudnih sipki 118 m, nisu projektovane nove rudne sipke.

Metoda otkopavanja

Osnovni uslovi za izbor metode otkopavanja:

- glavne i pomoćne faze tehnološkog procesa treba da budu mehanizovane sa tipiziranom opremom

- da je moguća velika koncentracija rada, odnosno da se projektuju jedinice opreme za bušenje, utovar i odvoz velikog kapaciteta

- da se obezbedi povoljan granulometrijski sastav minirane rude, još u fazi primarnog miniranja

- da se obezbedi maksimalno iskorišćenje ležišta uz minimalno osiromašenje rude

- produktivnost metode otkopavanja treba da bude bitna u ekonomičnosti otkopavanja

- sigurnost zaposlenih radnika.

Za otkopavanje ležišta Droškovac predložena je podetažna metoda otkopavanja sa zarušavanjem. Za ovu metodu su izvršena laboratorijska ispitivanja na modelima sličnosti u laboratoriji za podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu. Na taj način su utvrđeni osnovni parametri metode.

Kod podetažne metode otkopavanja sa zarušavanjem treba da se kao preparirani radovi izrade (vidi sliku 3):

- smerni podetažni hodnici
- prečni podetažni hodnici
- rudne sipke
- prolazno-ventilacioni uskopi

Podetažna metoda otkopavanja sa zarušavanjem primenjuje se sa sledećim osnovnim parametrima (vidi sliku 5):

- dimenzije prečnih podetažnih hodnika (svetle) $2,8 \text{ m} \times 3,20 \text{ m}$
- visina podetaža 9 m
- visina pojasa miniranja $14,80 \text{ m}$
- raspored podetažnih hodnika šahovski

- osno rastojanje hodnika $7,80 \text{ m}$
- moćnost miniranja $1,80 \text{ m}$
- ugao krajnjih bušotina 80°
- ugao bušenja lepeza bušotina 90°

Izradom smernih podetažnih hodnika stvaraju se uslovi za početak otkopavanja, odnosno za izradu prečnih podetažnih hodnika. Veza smernih i prečnih podetažnih hodnika ostvaruje se krivinom $R = 7,0 \text{ m}$.

Na kraju prečnog podetažnog hodnika izrađuje se uskop za zasek do više podetaže. Na podetažama 794 m i 785 m projektovani su uskopi za zasek standardnih dimenzija ($1,50 \text{ m} \times 1,80 \text{ m}$), ali veće visine radi nepostojanja starog rada na hor. 800 m . Iz uskopa za zasek formira se stari rad bušenjem i miniranjem dva reda bušotina pored uskopa za zasek.

Na jednoj podetaži uvek su u radu:

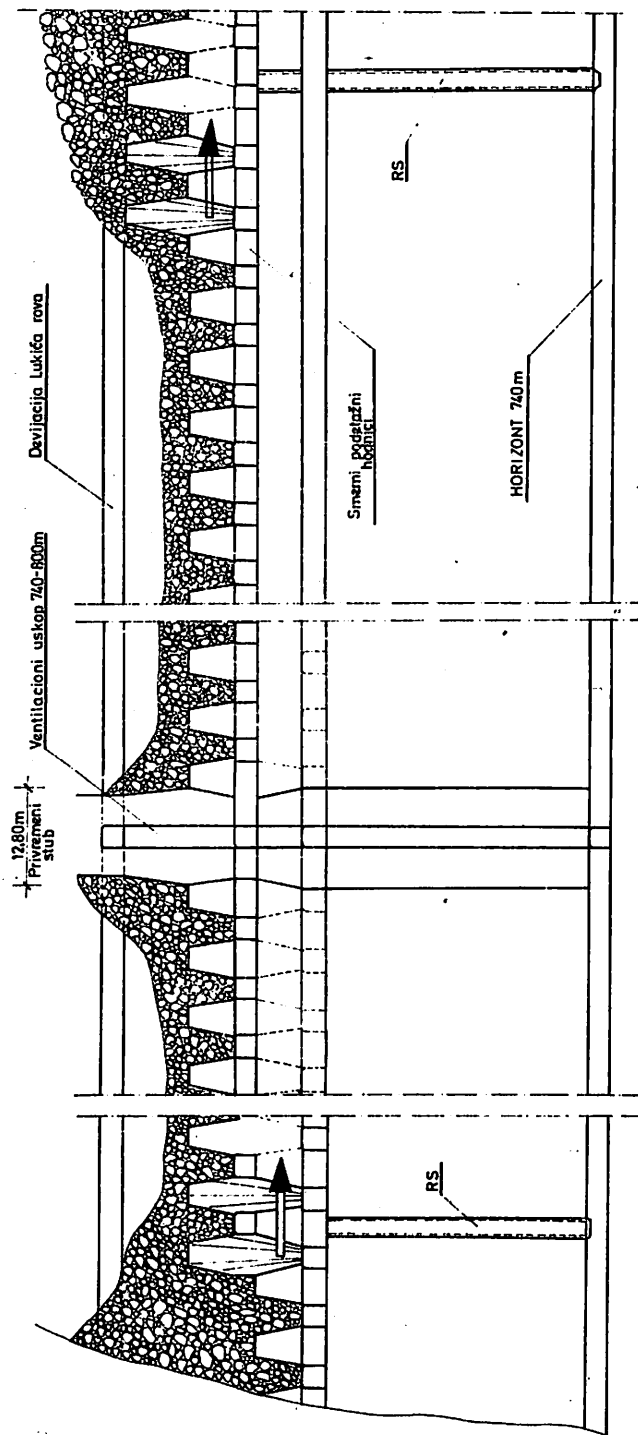
- dva prečna podetažna hodnika u pripremi
- jedan prečni podetažni hodnik u fazi bušenja
- tri hodnika u fazi miniranja, utovara i odvoza rude.

Minske bušotine će imati prečnik $\phi 51 \text{ mm}$, raspoređene u lepezama na rastojanju $0,90 \text{ m}$. Otkopni front podetažnih otkopa formiraće se tako da otkopi slede jedan drugog na rastojanju od oko 10 m . Otkopavanja u prečnim podetažnim hodnicima se obustavljaju na dužini cca 5 m pred smernim podetažnim hodnikom. Naime, smerni podetažni hodnik se mora sačuvati sve do potpune likvidacije podetaže, radi prolaza, provetravanja, snabdevanja materijalom i dr. Otkopavanje ovog pojasa vršiće se na kraju, kao poslednja faza likvidacije podetaže.

Bušenje minskih bušotina vršiće se samohodnim bušilicama sa dve grane i dva bušača čekića. Miniranje će se vršiti u prvo vreme patroniranim praškastim eksplozivima, detonirajućim štapinom i milisekundnim električnim detonatorima, a kasnije će se preći na primenu uljnih (ANFO) eksploziva sa pneumatskim punjenjem.

Za utovar i odvoz koristiće se samohodne utovarno-transportne dizel mašine tipa LF-4 sa kašikom zapremine $1,74 \text{ m}^3$. Ruda se transportuje do rudnih sipki (RS).

Provetranje otkopa (kroz prečne podetažne hodnike) vrši se separatnim provetravanjem kroz cevi $\phi 800 \text{ mm}$.



Sl. 5 – Osnovni elementi podstažne metode otkopavanja sa zarušavanjem.

Za kapacitet 500.000 t/god, potrebna je sledeća oprema:

a – Oprema za izradu smernih i prečnih podetažnih hodnika

– za bušenje kratkih minskih bušotina koristeće se dve samohodne bušilice. Bušilice imaju po dva pneumatska bušača čekića sa težinom po 78 kg

– za ručno bušenje (po potrebi) kratkih minskih bušotina, koristeće se bušači čekići RK – 28 ili sl.

– za pneumatsko punjenje minskih bušotina (kada se pristupi ovakvom načinu rada) koristeće se pneumatske punilice

– za utovar i odvoz iskopine pri izradi hodnika koristeće se jedna utovarno–transportna mašina na dizel pogon sa zapreminom kašike 1,74 m³.

b – Oprema za podetažne otkope

– za bušenje dubokih minskih bušotina, raspoređenih u vidu lepeza, koristeće se dve samohodne bušilice „Mini fan drill“. Bušilice imaju po dva pneumatska čekića težine po 132 kg

– za pneumatsko punjenje minskih bušotina (kada se pristupi ovakvom načinu rada) koristeće se pneumatske punilice

– za utovar i odvoz rude koristeće se tri utovarno–transportne mašine na dizel pogon sa zapreminom kašike 1,74 m³.

Za kapacitet 500.000 t/god. treba da su stalno u radu:

– podetažni otkopi	3 otkopa – 3 smene
– prečni podetažni hodnici	2 hodnika – 2 smene
– bušenje minskih bušotina	1 hodnik – 3 smene
– smerni podetažni hodnik	1 hodnik – 1 smena

Radna snaga na pripremi i otkopavanju prikazana je u tablici 1.

Tablica 1

Poslovi	Smene			Ukupno
	I	II	III	
Utovarači–transporteri	4	4	4	12
Bušenje lepeza	4	2	2	8
Bušenje na izradi hodnika	4	4	2	10
Miniranje (hodnici i otkopi)	4	4	4	12
Podgrađivanje	4	4	–	8
Ukupno na radu	20	18	12	50

Sve poslove obavljaju specijalizovane radne grupa.

Tehničko–ekonomski pokazatelji otkopavanja

Koeficijent iskorišćenja i koeficijent razblaženja rudne supstance

Na osnovu laboratorijskih ispitivanja utvrđeno je da se pri osiromašenju od 10% postiže iskorišćenje rude iz točenja 85%, a sa 15% osiromašenja iskorišćenje je 88%. Za obračun ukupnog iskorišćenja i osiromašenja usvojen je prvi slučaj.

Miniranjem po 1,80 m (2 lepeze) sa iskorišćenjem 85% i osiromašenjem 10% dobiju se 363 t rovne rude. Sa rudom iz hodnika (57 t) ukupno se dobiju 383 t rovne rude sa ukupnim iskorišćenjem 87% i osiromašenjem 8,65%. Oko 10% rudnih rezervi neće se moći zahvatiti otkopavanjem, pa će ukupno iskorišćenje biti 77%.

Faktor pripreme

Za jamu je utvrđen faktor pripreme na svim podetažama, a prosečni faktor za ceo horizont 740 m iznosi:

– uskopi	Fu = 0,13 mm/t
– hodnici	Fh = 5,52 mm/t

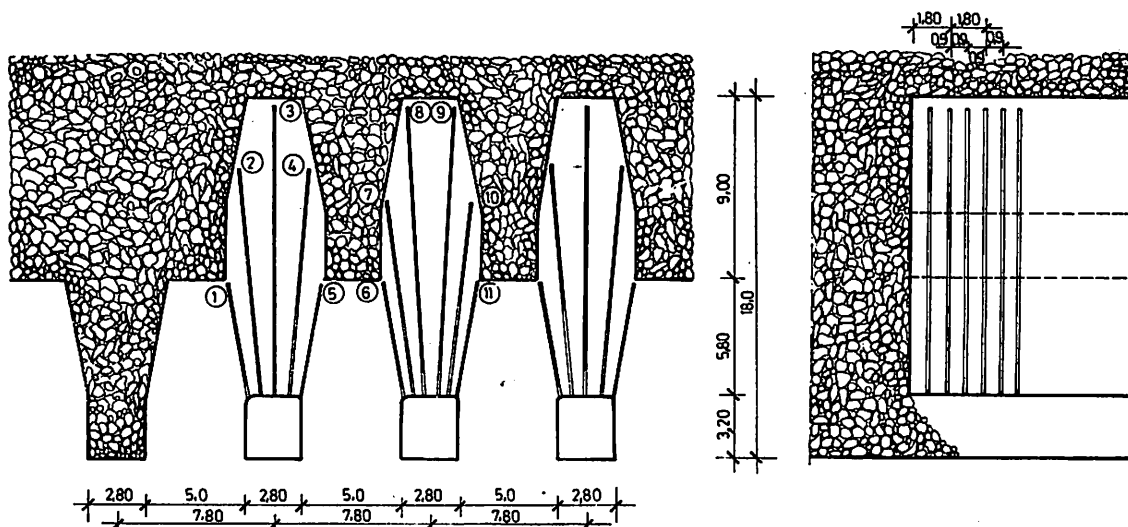
Ukupno $F = 5,65 \text{ mm/t}$

Kapacitet otkopa

Na osnovu izvršenog proračuna mogućnosti rada opreme na jednoj podetaži kapacitet je utvrđen (pripremi hodnici i otkopi) na 630 t/smeni. Jama Droškovac radiće, zavisno od potreba, od 265 dana po 3 smene, do 350 dana po 3 smene. Projektovani kapacitet se postiže u prvom slučaju za:

265 dana x 3 smene x 360 t/sm = 500.850 t/god.

Da bi se ostvario kapacitet od 1.000.000 t/god. otkopavanje treba da se vrši na dve podetaže istovremeno, kako je to prikazano na sl. 6. (Osnovni princip otkopavanja je da se u sredini ležišta po pružanju ostavlja, privremeno, sigurnosni stub, koji će predstavljati 1–2 neotkopana prečna hodnika. Jedan od tih hodnika se produži u podinu do ventilacionog uskopa – radi obezbeđenja provetravanja. Ostvarenjem ove veze omogućuje se otkopavanje gornje podetaže neovisno od donje).



Sl. 6 – Uzdužni presek kroz rudno telo u slučaju otkopavanja dve podetaže istovremeno.

Otkopni učinak

Prema projektovanoj organizaciji rada na otkopavanju ukupni učinak na otkopu (bušenje, miniranje, utovar, odvoz i podgrađivanje) biće 38 t/nadnici. U ovaj učinak nisu uračunate ostale nadnice u jami.

Da bi se organizovao rad po prvom slučaju predloženo je rešenje sa dve kompozicije po 15 vagona. Tako se može ostvariti kapacitet transporta od 572.000 t/god. (265 dana) do 756.000 t/g (350 dana).

Intenzitet otkopavanja

Prema projektovanoj proizvodnji 500.000 t/god. (265 dana godišnje) otkopavanje hor. 740 m trajeće oko 11 godina. Prosečno spuštanje otkopanog fronta biće 5 m/godišnje.

Za kapacitet transporta od 1.000.000 t/god. po hor. 740 m ne odgovara raspoloživa oprema, nego treba koristiti vagona od 5,0 m³ i lokomotive od 15 t, sa kompozicijom od 10 vagona. U tom slučaju se može postići kapacitet od 800 t/smeni (sa jednom kompozicijom) odnosno 1.000 t/smeni (sa 2 voza).

Potrošnja normiranog materijala

Pregled potrošnje normiranog materijala (projektovano i ostvareno stanje) dato je kasnije u tablici 3.

Ovo drugo rešenje obezbeđuje kapacitet od 875.000 t/god. (265 dana) do 1.155.000 t/god. (350 dana).

Transport rude na horizontu 740 m

Transport rude na horizontu 740 m se vrši trolej lokomotivama tipa CLAYTON težine 10 t GREMBI vagonetima zapremine 2,0 m³.

Servisiranje jame

Na osnovu izvršenog proračuna usvojeni su vozovi po 15 vagoneta, korisnog tereta 6,0 t, s tim što se jednom kompozicijom može postići kapacitet od 382.000 t/god. (265 dana) ili 504.000 t/god. (350 dana).

Servisiranje jame i prevoz ljudi se vrši specijalnim vozilima kroz niskop za mehanizaciju. Tako je predviđeno da se nabavi servisno vozilo za dopremu materijala i servisno vozilo za gorivo i mazivo. Kada se eksploatacija spusti ispod polovine horizonta, nabaviće se vozilo za prevoz ljudi. Sva vozila su na dizel pogon.

Za snabdevanje jame i servisiranje opreme na hor. 740 m predviđena je izgradnja:

- prozivnice (čekaonice) sa magacinom materijala i alata
- remize za lokomotive.

Sve veće opravke vrše se u centralnoj rudničkoj radionici na platou pred jamom.

Radna snaga i učinak jame

U tablici 2 prikazana je radna snaga u jami (za kapacitet 500.000 t/god.).

Tablica 2

Poslovi	Smene			Ukupno
	I	II	III	
Priprema i otkopavanje	20	18	12	50
Transport, drobljenje, izvoz	9	9	9	27
Servisiranje jame materijalom	2	–	–	2
Odvodnjavanje	2	2	2	6
Održavanje jamskih prostorija	9	4	4	17
Održavanje opreme i uređaja	11	2	2	15
Magacin	3	–	–	3
Nadzorno–tehnička služba	6	2	2	10
Režija pogona	4	–	–	4
Ukupno na poslu	66	37	31	134

Projektovani jamski učinak je 12 t/nadn.

Ostvareni rezultati otkopavanja

Probno otkopavanje je obavljeno u toku 1977. i 1978. godine i prikazano u „Analizi nove otkopne metode u jami Droškovac za period probnog rada“.

Ovde se daje pregled osnovnih podataka iz te analize.

a – Niskop za mehanizaciju (rampa) i smerni podetažni hodnici izrađuju se u potpunosti po projektu.

Za bušenje kratkih minskih bušotina koriste se „Mini bore Jumbo“ i RK–28. Dubina bušenja je 2,40 m i 1,60 m (Tablica 3).

Smanjen učinak je ostvaren zato što je za bušenje korišćen čekić RK–28, za utovar i odvoz iskopine utovarač T2GH, a nije na vreme izvršena nabavka dizel utovarača, odnosno nisu bili obezbeđeni uslovi provetravanja.

b – Uskop za zasek je izrađen po projektu i dao je zadovoljavajuće rezultate. Izvršene su probe izrade zaseka vođenjem podinskog hodnika i miniranjem krova, ali se pojavio povećan pritisak iz podine.

Zasek se izrađuje i bušenjem i miniranjem snopa bušotina u 5 lepeza sa po 6 bušotina.

c – Umesto po 5 i 6 bušotina naizmenično u lepezama uveden je raspored po 6 bušotina u svakoj lepezi. Naime, bušenje središnje bušotine u lepezi zahtevalo je pomeranje mašine.

Miniranjem su se uništavale bušotine u narednoj lepezi, pa je promenjeno rastojanje lepeza, na ukupno 1,80 m. Dobija se zadovoljavajuća granulacija rude.

Ostvareni učinak bušenja još uvek je mali – oko 25 m/nadn. (umesto 61 m/nadn.). Po analizi, to je radi nedovoljne obučenosti radnika, neadekvatnih kruna za bušenje, čestih zaglava pribora i čestog premeštanja bušilice.

d – Kod obaranja rude osnovna teškoća je ručno punjenje bušotina. Pored toga, nagib minirnog materijala ne dozvoljava pristup za punjenje bušotina u narednoj lepezi. Potrošnja eksplozivnih sredstava je ispod projektovane, a sekundarno miniranje čini 14,60 %.

Tablica 3

	Projektovano	Ostvareno
Smerni podetažni hodnici		
– Učinak na izradi SPH	m/nadn. 0,25	0,17
– Eksploziv	kg/m 23,18	23,20
– Električni detonatori	kom/m 0,52	0,73
– Podgrađenost hodnika	% 40	22
Prečni podetažni hodnici		
– Učinak na izradi	m/nadn. 0,47	0,25
– Eksploziv	kg/m 19,10	13,52
– Električni detonatori	kom/m 12,70	13,72
– Podgrađenost hodnika	% 40	28

e – Ostvareni kapacitet utovara i odvoza rude je 90–200 t/smena (projektovan 187,50 t/smena)

Smanjeni učinak utovara i odvoza nastaje radi manjeg korišćenja efektivnog radnog vremena; mašine rade sporedne poslove (doprema građe, prenos teških tereta, više se radilo na pripremama).

f – Zarušavanje krova je u početku činilo teškoće (tamo gde na nivou 800 m nije bilo otkopano), ali je kasnije bilo sasvim normalno.

g – Iskorišćenje rude u probnom periodu je bilo oko 95% (veća natkopna visina), a faktor pripreme na podetaži 785 m ostvaren je 8,23 mm/t (projektovan 8,11 mm/t).

h – Potrošnja normiranog materijala data je u tablici 4.

Tablica 4

Red. broj	Materijal	Jed. mere	Ostvareno 1978. godine
1.	Eksploziv	kg	0,195
2.	Detonirajući štapin	m	0,190
3.	Električni detonatori	kom	0,066
4.	Usadnici	kom	0,0003
5.	Spojnice	kom	0,0009
6.	Bušače šipke	kom	0,001
7.	Bušače krune	kom	0,004
8.	Nafta	kg	
9.	Električna energija	kWh	9,75
10.	Ulje i mazivo	kg	
11.	Gume za utovarače	kom	0,0003
12.	Gume za bušilice	kom	
13.	Gumena creva	m	0,003
14.	Jamska obla građa	m ³	0,00053

Povećani normativ je kod guma, jer su utovarači radili druge poslove, a ne na utovaru rude. Bušače krune se gube u zaglavama, a utrošak električne energije je ukupni jamski.

i – Potpuniji podaci su dobiveni kada je kapacitet jame dostigao 250.000 t/god. (nije bilo potrebno da ostvaruje veću proizvodnju), a to je bilo u prvoj polovini 1979. godine. U periodu I–III 1979. godine ostvareni su sledeći rezultati:

– mesečna proizvodnja	24.000 t
– koeficijent obaranja rude miniranjem lepeza	10,15 t/m' min.buš.
– učinak na izradi prečnih podetažnih hodnika	0,34 m/nadn.
– učinak bušenja minskih bušotina u lepezama	12,84 m/nadn. (130 t/nad.)
– kapacitet bušilice na bušenju lepeza	8,85 m/čas
– kapacitet utovarača	27,07 t/čas
– učinak: – otkopni	17,44 t/nadn.
– jamski	8,7 t/nadn.

Krajem 1979. godine jama je dostigla kapacitet od oko 40.000 t mesečno (480.000 t/godišnje) uz istu režiju jame, tako da su ostvareni parametri iz projekata povoljniji od navedenih.

Zaključak

Rudno ležište Droškovac je otvoreno, razrađeno i pripremljeno za kapacitet 500.000 t/god. sideritne rude.

Za otkopavanje je projektovana i primenjena savremena samohodna oprema na dizel pogon. Ostvareni rezultati su zadovoljavajući i bliski projektovanim parametrima.

SUMMARY

Contribution to the Improvement of the Process of Underground Mining in Pit Droškovac – Mine and Steelworks Vareš

The paper outlines the process used for underground mining in Mine Vareš pit Droškovac.

For mining the horizon 740 m the opening and development entries were constructed enabling access to the pit and utilization of dizel powered automotive equipment for drilling, loading, haulage and handling. The sub-level caving method is used for winning.

Ore haulage on horizon 740 m is carried out by 10 t locomotives and mine cars with a volume of 2.0 m³ to the crushing plant located on level 724.50 m. From the crushing plant, the crushed ore is transported by rubber belt conveyors to the separation plant.

The designed and erected entries in line with utilization of designed equipment secure an output of 500,000 t/year, i.e. 1,000,000 t/year at high productivity rate, and by this pit Droškovac will become one of the most modern Yugoslav underground metal mines.

ZUSAMMENFASSUNG

Beitrag zur Vervollkommnung der Untertagegewinnung in der Grube Droškovac – Bergwerk und Eisenwerke Vareš

In dem Artikel wurde eine Darstellung des technologischen Prozesses der Untertagegewinnung in der Grube Droškovac des Bergwerks Vareš gegeben.

Zum Abbau der Sohle 742 m wurden Ausrichtungsarbeiten und die Abbauvorrichtung für die Benutzung von Dieselmotoren zum Bohren, Beladung und Abförderung und Unterhaltung der Betriebsmittel, durchgeführt. Es wird Zwischensohlenbruchbau verwendet.

Der Erztransport von der Sohle 742 m wird mit Lok-Betrieb von 10 t Gewicht und Förderwagen von 2,0 m³ Rauminhalt bis zur Brecheranlage auf dem Niveau 724,50 m durchgeführt. Von der Brecheranlage wird das zerkleinerte Erz mit Gummiförderbändern bis zur Aufbereitungsanlage gefördert.

Die projektierten und ausgeführten Objekte, unter Einsatz der vorgesehenen Ausrüstung, werden eine Förderung von 500 000 t/a bzw. 1 000 000 t/a bei hoher Produktivität ermöglichen, wodurch die Grube Droškovac ein der modernsten jugoslawischen Untertagebetriebe sein wird.

РЕЗЮМЕ

Дополнение усовершенствованию технологического процесса подземной эксплуатации в шахте Дрошковец — рудник и металлургический завод Вареш

В реферате дан обзор технологического процесса подземной эксплуатации в шахте Дрошковец в руднике Вареш.

Для эксплуатации горизонта 740 м. сооружены объекты для вскрытия и разработки, которые обеспечивают вход в шахтное поле и применение самоходного оборудования с дизельным двигателем для бурения, погрузки, откатки и ремонта. Для добычи руды применяется поэтажная выемка с обрушением кровли.

Транспорт руды на горизонте 740 м. железнодорожный с локомотивами веса 10 тонн и вагонами емкости 2,0 м³ до дробильной установки, которая находится на отметке 742,50 м. От дробильной установки измельченная руда транспортируется конвейерами с резиновой лентой на сепарацию.

Проектированные и сооруженные объекты с употреблением предвиденного оборудования дают возможность осуществления добычи руды от 500.000 т/год до 1.000.000 т/год с высокой производительностью, вследствие чего шахта Дрошковец будет одним из самых современных югославских подземных рудников металла.

Autori: dipl.inž. R. Veselinović i dipl.inž. Lj. Spasojević, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd i dipl.inž. M. Vukančić, dipl.inž. Z. Dugonjić i dipl.inž. M. Šokić, Rudnik i železara Vareš

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

Članak primljen 20.3.1980., prihvaćen 22.4.1980. god.

ODREĐIVANJE GRANICE OSIROMAŠENJA RUDE I OSTALIH TEHNIČKO—EKONOMSKIH POKAZATELJA ZA METODU PODETAŽNOG ZARUŠAVANJA

(sa 5 slika)

Prof. inž. Branko Gluščević — prof. dr inž. Miodrag Lilić

Uvod

Kod metode podetažnog zarušavanja pri utovaru rude dolazi do njenog većeg ili manjeg osiromašenja. Kako je osiromašenje rude u funkcionalnoj zavisnosti od iskorišćenja, treba da se utvrdi, pri kojoj se količini proizvodnje jednog pojasa miniranja postiže granično osiromašenje rude, najveće iskorišćenje i povoljan ekonomski efekat.

Da bi se taj problem rešio, potrebno je da se za izvesno ležište, koje treba da se otkopava metodom podetažnog zarušavanja, laboratorijskim opitima utvrde najpovoljniji parametri metode i konstruiše kriva funkcionalne zavisnosti osiromašenja i iskorišćenja rude. Pored toga, treba da se odrede troškovi eksploatacije i prerade, kao i vrednost rude.

U laboratoriji za podzemnu eksploataciju ležišta Rudarsko—geološkog fakulteta u Beogradu vršena su laboratorijska ispitivanja na modelima sličnosti za metodu podetažnog zarušavanja za mnoga naša ležišta.

Da bi se pokazala metodologija rada, uzeće se kao primer jedno ležište bakarne rude i dobijeni rezultati za najpovoljnije parametre metode.

Rudno telo o kome je reč ima dužinu oko 300 m, prosečnu širinu oko 200 m i pad od 45—70°. Ruda je čvrsta, sa prosečnim sadržajem od 0,9% Cu, 0,23 g/t Au, 1,17 g/t Ag i 11,64% S.

Zapreminska težina rude iznosi 2,7 t/m³, faktor rastresitosti je 1,7 i vlaga od 4 do 6%. Podetažni hodnici imaće dimenzije 4 x 4 m, jer će se utovar rude vršiti samohodnom utovarnom mašinom sa zapreminom kašike od 5,6 m³.

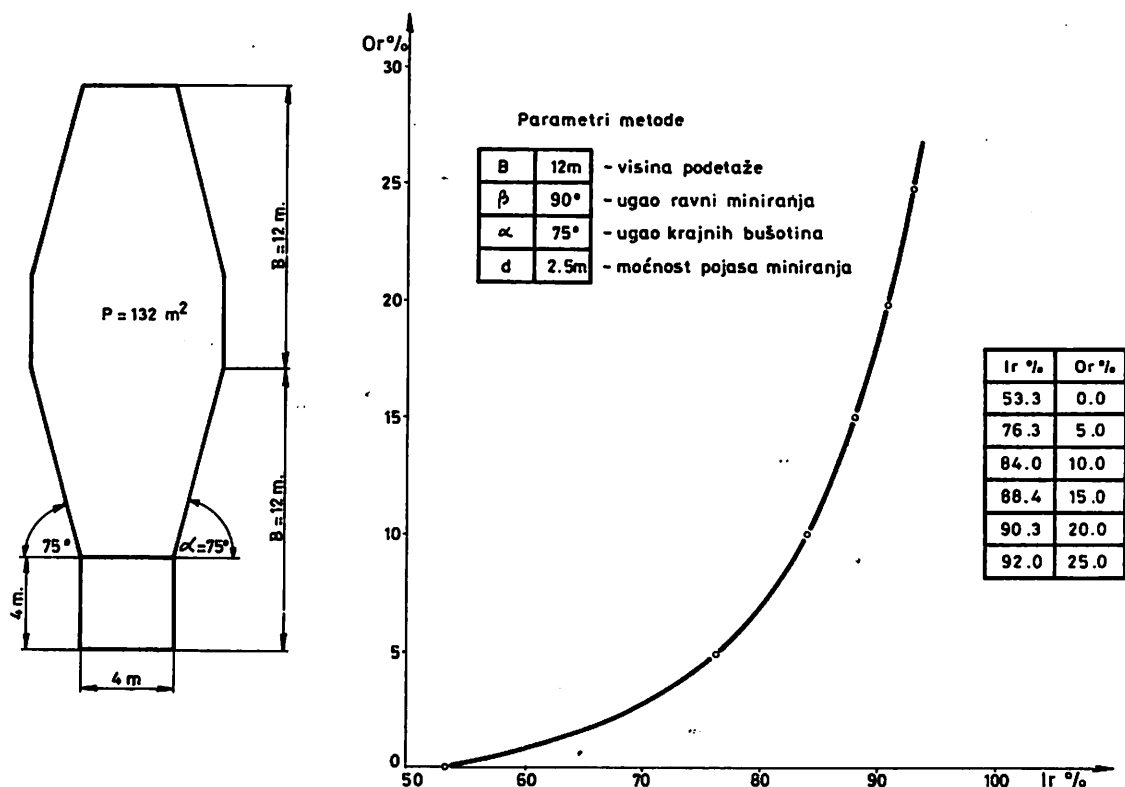
Kako se radi o ležištu sa niskim sadržajem metala, predviđen je godišnji kapacitet od oko 3.000.000 t rovne rude. Zbog toga su eksperimenti na modelima sličnosti vršeni sa većom visinom podetaža i to od 10 m, 12 m i 15 m, uz moćnost pojaseva miniranja od 2 do 2,8 m, uglovima ravni miniranja od 80°, 90° i 100° i uglovima krajnjih bušotina od 75°.

Posle velikog broja opita sa već navedenim parametrima, najpovoljnije rezultate dali su sledeći parametri: visina podetaža od 12 m, moćnost miniranja 2,5 m, ugao ravni miniranja od 90° i ugao krajnjih bušotina od 75°.

Na slici 1 prikazani su oblik ravni miniranja, parametri metode, prosečna kriva sa tablicom iskorišćenja i osiromašenja rude od 0 do 25%.

Određivanje graničnog osiromašenja i odgovarajućeg iskorišćenja rude

Na osnovu eksperimentalnog rada za svaki stepen iskorišćenja i osiromašenja rude treba da se odrede količine dobijene čiste rude (T_č), izgubljene, odnosno neistočene rude (T_g), rovne rude



Sl. 1 — Ravan miniranja i kriva procesa izvlačenja rude.

(T_1), jalovine (T_2), čiste rude pripadajućeg dela pripreme za odgovarajuću moćnost pojasa miniranja (T_p), ukupna količina čiste rude ($T_{\Sigma u}$), ukupna količina rovne rude (T_{1u}), sadržaj metala u rovnoj rudi (m_1), ukupni sadržaj metala (m_{1u}), ukupno iskorišćenje (I_{ru}) i ukupno osiromašenje rude (O_{ru}).

Simboli i jednačine za navedene vrednosti su:

T — količina rude jednog pojasa miniranja = $132 \times 2,5 \times 2,7 = 891$ t

m — sadržaj metala u pojasa miniranja = 0,9%

Cu

T_p — čista ruda iz pripreme = $4 \times 4 \times 2,5 \times 2,7 = 108$ t

T_u — ukupna količina rude jednog pojasa miniranja i ruda iz pripreme = $891 + 108 = 999$ t

O_r — stepen osiromašenja rude =

$$= \frac{T_2}{T_1} = \frac{m - m_1}{m}$$

I_r — stepen iskorišćenja rude =

$$= \frac{T_{\Sigma}}{T} = \frac{T_1 \cdot m_1}{T \cdot m}$$

T_{Σ} — količina čiste rude = $T \times I_r$

T_1 — količina rovne rude =

$$= \frac{T_{\Sigma}}{1 - O_r} = \frac{T \cdot m \cdot I_r}{m_1} = T_{\Sigma} + T_2$$

T_2 — jalovina u rovnoj rudi = $O_r \cdot T_1 = T_1 - T_{\Sigma}$

T_g — gubitak čiste rude, odnosno neistočene rude = $T - T_{\Sigma}$

m_1 — sadržaj metala u rovnoj rudi = $m \cdot (1 - O_r)$

$T_{\Sigma u}$ — ukupna količina čiste rude = $T_{\Sigma} + T_p$

I_{ru} — ukupno iskorišćenje rude = $\frac{T_{\Sigma} + T_p}{T_u}$

O_{ru} — ukupno osiromašenje rude =

$$= \frac{m - m_{1u}}{m} = \frac{T_2}{T_{1u}}$$

T_{1u} — ukupna rovna ruda = $T_1 + T_p$

m_{1u} — ukupni metal u ukupnoj rovnoj rudi = $m \cdot (1 - O_{ru})$

U tablicama 1 i 2 daje se obračun pojedinih vrednosti za jedan pojas miniranja (u zaokruženim vrednostima), a u zavisnosti od iskorišćenja i osiromašenja rude (tablica na slici 1).

Tablica 1

T	O _r %	I _r %	T _č	T _g	T ₁	T ₂	T _p	m ₁
891	0,00	53,3	475	416	475	—	108	0,9
891	5,00	76,3	680	211	716	36	108	0,855
891	10,00	84,0	748	143	831	63	108	0,810
891	15,00	88,4	788	103	927	139	108	0,765
891	20,00	90,3	805	86	1006	201	108	0,720
891	25,00	92,0	820	71	1093	273	108	0,675

Tablica 2

T _u	O _{ru} %	I _{ru} %	T _{ču}	T _{1u}	m _{1u}
999	0,00	58,3	583	583	0,9
999	4,40	78,9	788	824	0,860
999	8,90	85,7	856	939	0,820
999	13,40	89,7	896	1035	0,779
999	18,10	91,4	913	1114	0,737
999	22,80	93,1	930	1204	0,695

Iz tablica se vidi, da se sa povećanjem iskorišćenja rude sve više povećava osiromašenje, tj. u proizvedenu rudu dolazi sve više jalovine, koja smanjuje kvalitet proizvedene rude. Zbog dodavanja čiste rude iz pripreme u rovnu rudu povećava se ukupno iskorišćenje, smanjuje osiromašenje i povećava sadržaj metala u rovnoj rudi.

Povećanjem proizvodnje smanjuju se troškovi proizvedene rude, kao i gubici čiste rude. Sa druge strane, povećanjem proizvodnje raste količina jalovine u rovnoj rudi, pa će se zbog povećane jalovine u rovnoj rudi povećati i troškovi za njenu proizvodnju, utovar i prevoz, kao i troškovi koncentracije po toni rovne rude.

Dok se, sa jedne strane, smanjuju troškovi, sa druge strane se troškovi povećavaju zbog veće količine jalovine u rudi. Treba da se utvrdi, gde će biti najniži troškovi, odnosno najniži ekonomski gubitak zbog osiromašenja i gubitka čiste rude, tj. gde je granica osiromašenja i najpovoljnijeg iskorišćenja rude.

Taj problem se može rešiti grafički i matematički, kao funkcija osiromašenja, odnosno iskorišćenja rude. Matematičko rešenje je tačnije, ali i grafičko rešenje, sa praktičkog gledišta, je sasvim zadovoljavajuće. U daljem izlaganju problem će se rešavati grafičkim putem.

Ukupni troškovi koji se javljaju zbog osiromašenja i gubitka čiste rude iz jednog pojasa miniranja, mogu se sabrati i iskazati u dinarima po toni rovne rude.

Troškovi zbog osiromašenja po toni rovne rude sastoje se iz tri dela:

t_1 — troškova zbog manjeg iskorišćenja metala u koncentratu

t_2 — troškova na dobijanju i koncentraciji jalovine

t_3 — troškova zbog izgubljenog metala u otoku radi prisustva jalovine u rudi.

Da bi se mogli obračunati troškovi koji nastaju zbog osiromašenja rude i njenog gubitka u toku otkopavanja, mora se prethodno doći do troškova dobijanja rovne rude jednog pojasa miniranja.

Troškovi dobijanja rovne rude sastoje se iz troškova:

C_p — otvaranja, razrade i pripreme

C_o — otkopavanja, transporta i izvoza i

C_r — režije i ostalih opštih troškova.

U troškove otvaranja, razrade i pripreme spadaju troškovi za okna, glavne transportne hodnike i prečnike, otkopne prečnike, rudne sipke, spiralne uskope i ostale podzemne prostorije kao što su: navozišta, magacini, remize, pumpne stanice, podzemne radionice i dr. U troškove otkopavanja, transporta i izvoza spadaju: troškovi bušenja i miniranja, utovara i prevoza rude do sipki, transporta i izvoza, amortizacije opreme, održavanja i remonta, uključujući troškove materijala, energije i radne snage za navedene radove.

Pomenuti troškovi su promenljivi i zavise od obima proizvodnje. Kod manje proizvodnje oni rastu i, obrnuto, kod veće proizvodnje opadaju proporcionalno.

Režijski i ostali opšti troškovi su stalni, bez obzira na obim proizvodnje, a sastoje se: iz režijskih troškova jame i uprave rudnika, troškova ventilacije i odvodnjavanja, amortizacije i održavanja ostale opreme, usluga, održavanja rudnog blaga, društvenih i zakonskih obaveza i dr.

Da bi se dobio opšti izraz za troškove otvaranja, razrade i pripreme, treba da se zna ukupna količina tih radova i troškovi za te radove koji se odnose na određeno ležište i svede na jedan deo, npr. jedan blok.

Kao primer uzeće se jedan otkopni prečnik prosečne dužine 200 m. Ako u tome ležištu ima

„N” otkopnih prečnika, a ukupna uložena sredstva za otvaranje, razradu i pripremu iznose „X” dinara, za jedan otkopni prečnik troškovi će biti $\frac{X}{N} = Y$ dinara. U ležištu ima ukupno Q tona rude, a u jednom otkopnom prečniku $\frac{Q}{N} = q$ tona rude. Kako će se otkopavanje vršiti u pojasi od 2,5 m, u jednom otkopnom prečniku dužine 200 m biće $\frac{200}{2,5} = 80$ pojasa miniranja.

Troškovi otvaranja, razrade i pripreme za jedan otkopni prečnik, izraženi u dinarima po toni rovne rude, biće:

$$C_p = \frac{Y}{80 \cdot T_{1u}} \text{ din/t}$$

Prema izvršenoj specifikaciji, na jedan otkopni prečnik dužine 200 m, za otvaranje, razradu i pripremu utrošiće se 3,484.800 din, pa će troškovi po toni rovne rude biti:

$$C_p = \frac{3,484.800}{80 \cdot T_{1u}} = \frac{43.560}{T_{1u}} \text{ din/t}$$

Na isti način treba obračunati troškove otkopavanja, transporta i izvoza rude jednog pojasa miniranja moćnosti 2,5 m. Prema izvršenoj kalkulaciji, za bušenje, miniranje, prevoz do sipki, transport i izvoz, troškovi iznose 21.370 din., pa će troškovi otkopavanja transporta i izvoza po toni rovne rude biti:

$$C_o = \frac{21.370}{T_{1u}} \text{ din/t}$$

Ovim troškovima treba da se dodaju stalni troškovi, koji u proseku iznose 82,6 din/t rovne rude. Ukupni troškovi za podzemnu eksploataciju biće:

$$C_d = C_p + C_o + C_r = \frac{64.930}{T_{1u}} + 82,6 \text{ din/t}$$

Kad se znaju troškovi podzemne eksploatacije po toni rovne rude mogu se obračunati troškovi

koji se javljaju zbog osiromašenja i gubitka čiste rude u toku otkopavanja jednog pojasa miniranja.

Simboli i jednačine za obračun navedenih troškova su:

$$t_{ru} = t_u + t_g = \text{ukupni troškovi}$$

$$t_u = \text{troškovi zbog osiromašenja} = t_1 + t_2 + t_3$$

$$t_g = \text{troškovi zbog gubitka čiste rude}$$

$$t_1 = \frac{C_k}{I_k} \cdot \Delta I_k \text{ din/t}$$

C_k — troškovi koncentracije rovne rude = 91 din/t, a sastoje se iz 81,0 din/t za proizvodnju Cu koncentrata + 10,0 din/t za proizvodnju piratnog koncentrata

I_k — iskorišćenje bakra iz rovne rude, koje opada sa opadanjem sadržaja Cu u rovnoj rudi (tablica 3)

i_k — iskorišćenje bakra u rovnoj rudi u apsolutnoj vrednosti (tablica 3)

ΔI_k — proporcionalno smanjenje iskorišćenja zbog nižeg sadržaja Cu u rovnoj rudi

$$t_2 = \frac{T_2 (C_d + C_k)}{T_{1u}} \text{ din/t} - \text{troškovi dobijanja}$$

jalovine i troškovi za koncentraciju jalovine

$t_3 = (1 - i_k) (G_d + C_k) \text{ din/t}$ — troškovi zbog izgubljenog metala u otoku flotacije radi prisustva jalovine

$$t_g = C_d \frac{T_g}{T_{1u}} \text{ din/t} - \text{troškovi usled gubitka}$$

čiste rude u toku otkopavanja jednog pojasa miniranja.

Na osnovu ovih jednačina sačinjene su tablice 3 i 4 u kojima su prikazani troškovi po toni rovne rude T_1 , a ne na ukupnu količinu rovne rude T_{1u} , kako bi se moglo odrediti najniže osiromašenje i najveće iskorišćenje rude u toku otkopavanja jednog pojasa miniranja.

Kao što se iz tablice 3 vidi, troškovi za podzemnu eksploataciju (C_d) sa porastom proizvodnje opadaju, a troškovi zbog osiromašenja rude

Tablica 3

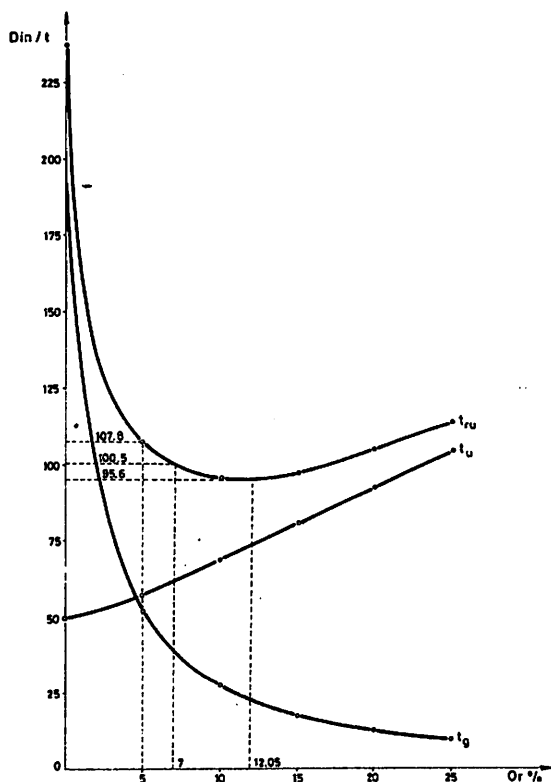
T_1	T_2	C_d	i_k	$I_k\%$	ΔI_k	t_1	t_2	t_3	t_u	m_1
475	—	219,29	0,840	84,0	0,0	—	—	49,65	49,65	0,900
716	36	173,28	0,835	83,5	0,5	0,54	13,29	43,61	57,44	0,855
831	83	160,73	0,830	83,0	1,0	1,10	25,14	42,79	69,03	0,810
927	139	152,64	0,825	82,5	1,5	1,65	36,53	42,63	80,81	0,765
1006	201	147,14	0,820	82,0	2,0	2,22	47,58	42,86	92,66	0,720
1093	274	142,00	0,815	81,5	2,5	2,79	58,41	43,11	104,31	0,675

Tablica 4

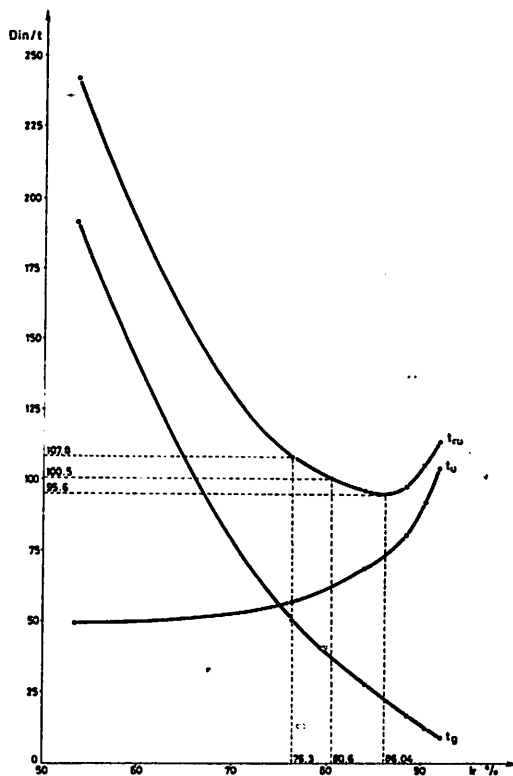
$I_r\%$	$O_r\%$	T_1	T_g	t_g	t_u	t_{ru}
53,3	0,0	475	416	192,05	49,65	241,70
76,3	5,0	716	211	51,06	57,44	108,50
84,0	10,0	831	143	27,66	69,03	96,69
88,4	15,0	927	103	16,96	80,81	97,77
90,3	20,0	1006	86	12,58	92,66	105,24
92,0	25,0	1093	71	9,22	104,31	113,53

(t_u) rastu, jer se povećava učešće jalovine (T_2) u rovnoj rudi (T_1). U tablici 4 pokazani su troškovi koji nastaju zbog gubitka čiste rude (t_g) koji povećavanjem proizvodnje opadaju zbog sukcesivnog smanjenja otkopnih gubitaka (T_g). Kad se saberu troškovi zbog osiromašenja (t_u) i troškovi zbog gubitka čiste rude (t_g), dobiće se ukupni troškovi (t_{ru}).

Svi ovi troškovi mogu se izraziti kao funkcija osiromašenja rude (O_r) u toku procesa izvlačenja rude iz otkopnog prečnika, odnosno kao funkcija iskorišćenja rude (I_r).



Sl. 2 — Krive funkcionalne zavisnosti troškova od osiromašenja rude.



Sl. 3 — Krive funkcionalne zavisnosti troškova od iskorišćenja rude.

Na slici 2 predstavljene su grafički krive troškova u funkciji osiromašenja rude, a na slici 3 u funkciji iskorišćenja rude. Iz slike 2 se vidi da najniži troškovi, odnosno najniži ekonomski gubitak koji se javlja zbog osiromašenja i gubitka čiste rude iznosi 95,6 din/t rovne rude, pri čemu osiromašenje rude iznosi 12%, a iz slike 3, da se pri istim najnižim troškovima od 95,6 din/t postiže iskorišćenje rude od 86,04%.

Na osnovu postignutog osiromašenja i iskorišćenja rude, mogu se izračunati sve ostale vrednosti i to:

T	T_1	T_g	T_2	m_1	$O_r\%$	$I_r\%$	t_{ru}	
891	871	767	122	104	0,792	12,00	86,04	95,6

Ako se uzme u obzir i ruda iz pripreme od 108 t, dobijaju se ukupne količine rovne rude T_{1u} , a računski i ostale naznačene vrednosti:

T_u	T_{1u}	$T_{\dot{c}u}$	T_g	T_2	m_{1u}	$O_{ru}\%$	$I_{ru}\%$	t_{ru}
999	979	875	122	104	0,805	10,6	87,5	86,6

Osiromašenje od 12%, odnosno 10,6% predstavlja granično osiromašenje postignuto pri minimalnom ekonomskom gubitku koji se javlja usled osiromašenja i gubitka čiste rude. Kod ovog osiromašenja iskorišćenje rude iznosi 86,04%, odnosno 87,5%, a ujedno se postiže optimalni kapacitet proizvodnje jednog pojasa miniranja moćnosti 2,5 m, tj. 871 t, odnosno 979 t rovne rude.

Kod metoda podetažnog zarušavanja važno je da se odredi, kada treba obustaviti dalji utovar mešavine rude i jalovine, da bi se postiglo granično osiromašenje. To se može izvesti ukoliko su prethodno vršeni eksperimenti i dobijena kriva procesa izvlačenja rude i određen optimalni kapacitet proizvodnje jednog pojasa miniranja.

Kod razlike u boji između rude i jalovine može se, na osnovu iskustva, prilično dobro odrediti količina rude i jalovine u gomili pri kojoj treba obustaviti dalji utovar. Na mestima gde ne postoji razlika u boji može se donekle utvrditi prekid utovara na osnovu poznatog kapaciteta i broja utovarenih lopata. Da bi se odredio sadržaj metala u gomili rude i jalovine, postoje razne luminozne metode i metode na osnovu izotopa, što je zavisno od vrste metala.

Pored graničnog osiromašenja koje se određuje na osnovu minimalnog ekonomskog gubitka i optimalnog kapaciteta proizvodnje, postoji i granično osiromašenje koje se određuje na osnovu optimalnog dohotka, a određuje se relacijom vrednosti rude i troškova eksploatacije i prerade rude.

Troškovi prerade svedeni na tonu rovne rude

Troškovi prerade sastoje se iz troškova koncentracije minerala bakra, koncentracije pirita, prerade koncentrata bakra i dobijanja zlata i srebra.

Troškovi koncentracije minerala bakra i pirita iznose, kako je to ranije navedeno, 91,0 din/t rovne rude.

Troškovi za topljenje koncentrata bakra i rafinaciju bakra, izračunavaju se po sledećoj relaciji:

$$C_{mp} = \frac{m(1 - O_{ru}) \cdot i_k}{m_k} \cdot C_t$$

gde je:

$$m = 0,9\% \text{ Cu}$$

$$O_{ru} = 0,0 - 0,228$$

$$i_k = 0,84 - 0,815$$

$$m_k = 21\% \text{ Cu} = \text{sadržaj Cu u koncentratu}$$

C_t = troškovi topljenja i rafinacije po toni koncentrata i oni prema kalkulaciji iznose 1221,5 din/t.

Zamenom ovih vrednosti u jednačini dobija se:

$$C_{mp} = 52,35 (1 - O_{ru}) i_k \text{ din/t rovne rude}$$

Prosečni sadržaj Au u rudi iznosi 0,23 g/t, a Ag 1,17 g/t. Iskorišćenje zlata u preradi iznosi 0,47, a srebra 0,48. Troškovi prerade Au i Ag kreću se od oko 1/4 njihove prodajne cene. Prodajna cena zlata je 110.000 din/kg, a srebra 4000 din/kg, pa će troškovi prerade biti:

$$C_z = 27,5 \cdot 0,23 \cdot 0,47 (1 - O_{ru}) = 2,97 (1 - O_{ru}) \text{ din/t}$$

$$C_{sr} = 1,0 \cdot 1,17 \cdot 0,48 (1 - O_{ru}) = 0,56 (1 - O_{ru}) \text{ din/t}$$

Ukupni troškovi za preradu u topionici biće:

$$C_{tp} = (1 - O_{ru}) \cdot (52,35 i_k + 3,53) \text{ din/t rovne rude}$$

U tablici 5 daje se obračun svih troškova za odgovarajući stepen osiromašenja i ukupne proizvodnje rovne rude.

Tablica 5

$O_{ru}\%$	$I_{ru}\%$	m_{1u}	i_k	C_d	C_f	C_{tp}	C_{uk}
0,0	58,30	0,900	0,840	193,97	91,0	47,50	332,47
4,40	78,90	0,860	0,835	161,39	91,0	45,16	297,55
8,80	85,70	0,820	0,830	151,75	91,0	42,80	285,55
13,40	89,70	0,779	0,825	145,33	91,0	40,46	276,79
18,00	91,40	0,737	0,820	140,88	91,0	38,05	269,93
22,80	93,10	0,695	0,815	136,66	91,0	35,66	263,32

Kao što se iz tablice 5 vidi, sa porastom proizvodnje ukupni troškovi opadaju.

Vrednost rude i dohodak

Kako ruda sadrži četiri komponente — bakar, zlato, srebro i pirit — za određivanje vrednosti rude treba da se valorizuju sve četiri komponente.

Vrednost za bakar u rovnoj rudi određuje se po sledećoj formuli:

$$V_b = \frac{m(1 - O_{ru}) i_k \cdot i_b}{m_b} P_{cb} \text{ din/t}$$

gde je:

i_k — koeficijent iskorišćenja Cu pri koncentraciji = 0,84 — 0,815

i_b — koeficijent iskorišćenja Cu pri topljenju i rafinaciji = 0,95

m_b — sadržaj Cu posle rafinacije = 99%

P_{cb} — prodajna cena rafiniranog katodnog bakra = 40.000 din/t

Vrednost zlata i srebra računa se po toni rovne rude i to:

$$V_z = 0,23 \cdot 0,47 (1 - O_{ru}) \cdot P_{cz}$$

$$V_{sr} = 1,17 \cdot 0,48 (1 - O_{ru}) \cdot P_{csr}$$

$$P_{cz} = \text{vrednost zlata} = 110 \text{ din/g}$$

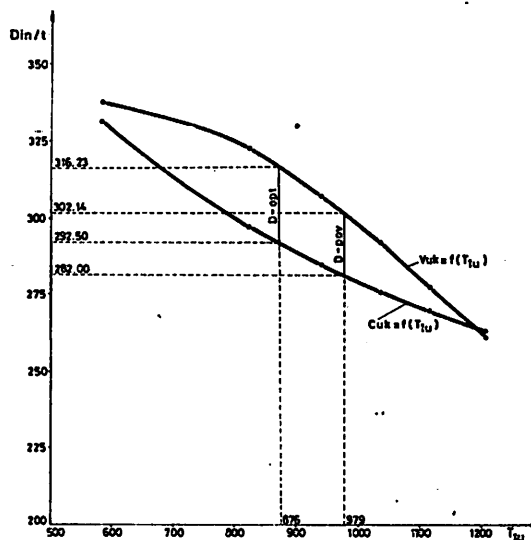
$$P_{csr} = \text{vrednost srebra} = 4 \text{ din/g}$$

Vrednost pirita obračunava se prosečnom količinom koncentrata pirita po toni rovne rude koja iznosi 0,12 t i prodajnom cenom koncentrata od 280 din/t

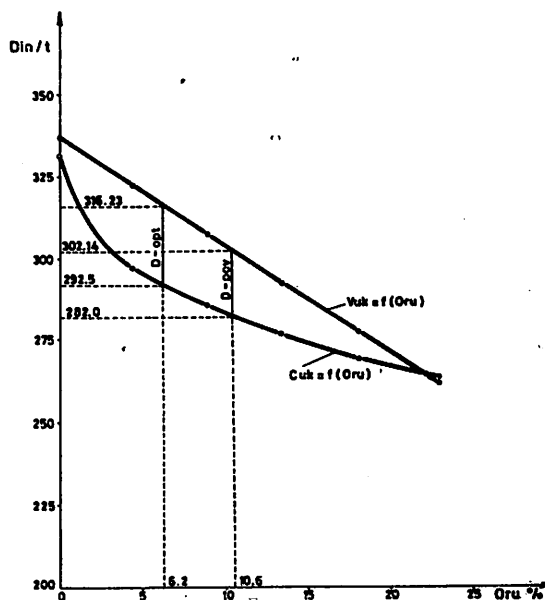
$$V_{pir} = 0,12 \cdot 280 = 33,6 \text{ din/t}$$

Prema ovim jednačinama, sastavljena je tablica 6, u kojoj se za odgovarajuću proizvodnju rovne rude T_{1u} daju vrednosti za bakar, zlato, srebro i pirit. Dohodak predstavlja razliku vrednosti rude i ukupnih troškova za proizvodnju i preradu rude jednog pojasa miniranja moćnosti 2,5 m.

Na osnovu tablica 5 i 6, izrađeni su dijagrami vrednosti rude i ukupnih troškova u funkciji kapaciteta proizvodnje koji su prikazani na slici 4, dok su na slici 5 prikazani dijagrami vrednosti rude i ukupnih troškova u funkciji osiromašenja rude.



Sl. 4 — Krive vrednosti rude i ukupnih troškova u funkciji proizvodnje rude.



Sl. 5 — Krive vrednosti rude i ukupnih troškova u funkciji osiromašenja rude.

Tablica 6

O_{ru}	I_{ru}	T_{1u}	V_b	V_z	V_{sr}	V_{pir}	V_{uk}	$V_{uk} - C_{uk}$
0,000	0,583	583	290,18	11,89	2,25	33,6	337,92	5,85
0,044	0,789	824	275,55	11,38	2,15	33,6	322,68	25,13
0,088	0,857	939	261,07	10,84	2,05	33,6	307,56	22,01
0,134	0,897	1036	246,45	10,30	1,95	33,6	292,30	17,51
0,180	0,914	1114	231,96	9,74	1,84	33,6	277,14	7,21
0,228	0,931	1201	217,35	9,18	1,73	33,6	261,86	-1,33

Maksimalni dohodak od 25,13 din/t, postiže se pri kapacitetu od 824 t rovne rude tj. $824 \times 25,13 = 20.708$ din. Međutim, optimalni dohodak nalazi se između kapaciteta proizvodnje od 824 i 939 t, odnosno u dinarskoj vrednosti po toni rude između 25,13 i 22,01 din.

Da bi se utvrdio optimalni dohodak i odgovarajuće osiromašenje i iskorišćenje rude, potrebno je postepeno smanjivati maksimalni dohodak, a proporcionalno povećavati odgovarajući kapacitet proizvodnje.

Razlika u dinarima od 25,13 do 22,01 = 3,12 din, a razlika u odgovarajućem kapacitetu iznosi: $939 - 824 = 115$ t. Ako se uzme pojedino smanjenje za 10 para, treba proporcionalno povećavati kapacitet: $115 : 31,2 = 3,686$ t.

Pregled u tablici 7 pokazuje kako se došlo do optimalnog dohotka.

din	tona	din x tona
25,13	824	20.707,7
-1,00	+36,86	
24,13	860,86	20.772,55
-0,30	+11,06	
23,83	871,92	20.777,85
-0,10	+3,68	
23,73	875,60	20.777,99
-0,01	+0,368	
23,72	875,968	20.777,96
-0,01	+0,368	
23,71	876,336	20.777,93

Kao što se iz obračuna vidi, umanjivanjem 1 pare od vrednosti dohotka u iznosu od 23,73 din, ukupni dohodak počinje da opada.

Pri dohotku od 23,73 din/t rude, ukupno osiromašenje iznosi 6,2%. Ako su poznati ukupno osiromašenje i ukupna količina rovne rude, mogu se računski obračunati iskorišćenje i sve ostale vrednosti.

U tablici 8 daje se pregled važnijih pokazatelja za proizvodnju rovne rude miniranjem jednog pojasa moćnosti 2,5 m, bez rude iz pripreme, a u tablici 9 prikazani su pokazatelji uključujući i proizvodnju čiste rude iz pripreme.

Tablica 8

ekonomski gubitak din	O _r %	I _r %	T ₁ /t	m ₁ % Cu	kapacitet proizvodnje %
107,8	5,0	76,3	716	0,855	100
100,5	7,0	80,1	768	0,837	107,3
95,6	12,0	86,04	871	0,792	121,6

Tablica 9

O _{ru} %	I _{ru} %	T _{1u} /t	m _{1u} % Cu	D din/t	D x T _{1u} din	kapacitet proizvodnje %
4,4	78,9	824	0,860	25,3	20.708	100
6,2	82,2	876	0,844	23,73	20.778	106,3
10,6	87,5	979	0,805	20,14	19.717	118,8

Kao što se iz tablica 8 i 9 vidi, pri optimalnom dohotku od 23,73 din/t postiže se kapacitet proizvodnje jednog pojasa miniranja od 876 t rovne rude, sa osiromašenjem 6,2 i iskorišćenjem rude od 82,2%. Optimalni ukupni kapacitet proizvodnje iznosi 979 t rovne rude sa osiromašenjem od 10,6%, iskorišćenjem od 87,5% i dohotkom od 20,14 din/t.

Iako je pri optimalnom kapacitetu proizvodnje jednog pojasa miniranja dohodak nešto manji, on je još uvek povoljan, a ostvaruje se minimalni ekonomski gubitak koji se javlja usled osiromašenja i gubitka čiste rude. U interesu je nacionalne ekonomije i svakog rudnika da se što više koristi fond rudnog blaga, čime se povećavaju eksploataibilne rudne rezerve i produžuje vek rudnika. Prema tome, granično osiromašenje pri utovaru minirane rude iz podetažnog hodnika iznosi 12%, a, uključujući i rudu iz pripreme, osiromašenje iznosi 10,6%.

Treba naglasiti, da pri određivanju troškova za eksploataciju i preradu rovne rude u ovom radu, dobijeni rezultati ne moraju biti apsolutno tačni. Razlog leži u promenljivosti kriterijuma raspodele troškova, što je interna stvar svake radne organizacije, ali metodološki postupak je uvek isti.

SUMMARY

Determination of Ore Dilution Limit and Other Techno—Economic Indicators for the Sub—Level Caving Method

The paper presents two methods for determining ore dilution cut—off point.

The first method is based on determination of diluted ore production cost and flotation processing costs and finding the lowest costs, i.e. economic loss resulting from dilution and pure ore loss in the process of mining one blasting area.

The second method is based on determination of optimum income, which is found as a ration of ore value and ore production and processing costs in the flotation and smeltary as a function of dilution.

The two methods do not yield identical cut—off dilutions. With the optimum income method, ore dilution is lower, but production and recovery are lower too, i.e. the loss of pure ore is higher. At minimum economic loss optimum production, higher dilution and higher ore recovery are achieved, while the total income is somewhat lower.

It is the interest of national economy and of every mine to realize maximum resource recovery, because this leads to increased exploitable ore reserves and extended mine life. Therefore, in socialist economy determination of ore dilution cut—off point for all bulk methods should be based on determination of minimum economic loss, and not on optimum income.

ZUSAMMENFASSUNG

Bestimmung der Erzverdünnungsgrenze und der anderen technischwirtschaftlichen Koeffizienten für das Zwischensohlenbruchbauverfahren

In der Arbeit werden zwei Bestimmungsarten zur Bestimmung der Erzverdünnungsgrenze gebracht.

Das erste Verfahren beruht auf der Produktionskostenbestimmung und der Erzaufbereitungskosten in der Flotationsanlage und der Bestimmung von Minimalkosten, bzw. der Ertragsverluste, die wegen Verdünnung und Erzverlust während des Abbaues eines Abschlags auftreten.

Das zweite Verfahren beruht auf der Bestimmung des optimalen Ertrags, der durch das Verhältnis des Erzwerts und Produktionskosten und der Erzaufbereitung in der Flotations — und Hüttenanlage entstehen, als Verdünnungsfunktion, entsteht.

Die Grenzverdünnung nach einem und anderem Verfahren ist nicht identisch. Beim optimalen Ertrag ist die Erzverdünnung geringer, die Produktion ist geringer, das Ausbringen ist geringer, bzw. der Reinerzverlust wird grösser.

Es ist im Interesse der Volkswirtschaft und eines jeden Bergwerks die Erzsubstanz möglichst stark zu nutzen, wodurch abbaufähige Erzvorräte erhöht werden und die Grubenlebensdauer verlängert wird. Demnach soll in der sozialistischen Wirtschaft die Bestimmung der Erzverdünnungsgrenze auf der Bestimmung des minimalen Wirtschaftsverlustes und nicht des optimalen Ertrags beruhen.

РЕЗЮМЕ

Определение границ разубоживания руды и остальных технико-экономических показателей при применении метода подэтажного обрушения

В реферате описана два способа определения предельного разубоживания руды.

Первый способ основывается на определении расходов при добыче и обработке рядовой руды в флотации и установлению наименьших затрат, или экономических потерь, ко-

торые появляются вследствие разубоживания и потерь чистой руды в процессе выемки руды при одном ряде взрывания.

Второй способ основывается на установлении оптимального дохода, который определяется на реляции ценности руды и расходов за добычу и обработку руды в флотации и плавильном цехе, а как функция разубоживания.

При оптимальном доходе разубоживание руды меньше, меньшая добыча, худшее использование руды, т.е. большие потери чистой руды.

При минимальной экономической потери достигается оптимальная добыча, лучшее разубоживание, лучшее использование руды, а общий доход немного меньший.

Интерес национальной экономики и каждого рудника как можно лучше использовать фонд минеральных богатств, вследствие чего увеличиваются эксплуатационные запасы руды и продолжается век работы рудника. Потому в социалистической промышленности определение предельного разубоживания руды при всех массовых методах должно основываться на установлении минимальных экономических потерь, а не на оптимальном доходе.

Literatura

1. Gluščević B., 1974: Otvaranje i metode otkopavanja rudnih ležišta. — Minerva, Subotica.
2. International Sublevel Caving Simposium, Stockholm, 1972.
3. Lilić, M., 1975: Definisane uslova za postizanje optimalnog kapaciteta otkopa metodom podetažnog zarušavanja u rudnom telu Tilva Roš rudnika bakra Bor. — doktorska disertacija
4. Tatarincev, M. N., Škurin, V. N., 1962: Određivanje ekonomski celishodnog izvlačenja rude iz bloka kod metode blokovskog obrušavanja. — Akademiya nauka Kazahske SSR, Alma Alta.
5. Agaškov, M. I., Bronikov, D. M., 1958: Osobine najpovoljnijih vrednosti pojedinih parametara u rudarstvu. — A.N. SSSR, Moskva.
6. Rušinski, L. Z., 1971: Matematička obrada rezultata eksperimenata. — Nauka, Moskva.
7. Zvjagin, Z., 1965: Napomene o rešavanju rudarskih zadataka na optimum. — Nedra, Moskva.

Autori: prof.inž. Branko Gluščević i prof. dr inž. Miodrag Lilić, Rudarsko—geološki fakultet, Beograd.

Članak primljen 15.4.80., prihvaćen 22.4.1980.

MOGUĆNOST PROMENE METODE OTKOPAVANJA MEĐUHORIZONT- SKIH SIGURNOSNIH PLOČA U RUDNIKU Pb—Zn TREPČA — STARI TRG

(sa 4 slike)

Dr inž. Ante Gluščević

Uvod

Problem sekundarne eksploatacije — otkopavanje sigurnosnih ploča — naročito je izražen kod onih ležišta kod kojih je primarna eksploatacija obavljena metodama sa zasipavanjem. Kod ovih metoda sigurnosne ploče se ne ostavljaju kao permanentno sredstvo osiguranja, jer se najčešće radi o otkopavanju bogatih ležišta, već se naknadno otkopavaju po završetku primarne eksploatacije. U takvim slučajevima postoji neusklađenost između primarnog i sekundarnog otkopavanja, tj. sekundarno otkopavanje se odvija daleko sporije, a to povlači održavanje velikog broja aktivnih horizonata i utiče na povećanje ukupnih troškova proizvodnje.

U rudniku Trepča — Stari Trg, u primarnoj fazi primenjuje se „trepčanska metoda“, tj. metoda krovnog otkopavanja u horizontalnim etažama sa zasipavanjem. Ovom metodom se otkopavaju sva rudna tela od nivoa horizonta do na 6–8 m ispod višeg horizonta, tj. do granice sigurnosne ploče.

Od početka eksploatacije rudnika, kod otkopavanja sigurnosnih ploča primenjivala se metoda kvadratnih slogova u horizontalnim etažama. Intenzitet otkopavanja kod ove metode je izrazito nizak, tako da je vremenom stvaran sve veći raskorak između brzine otkopavanja u primarnoj i sekundarnoj fazi eksploatacije.

Napredovanjem rudarske tehnike i uvođenjem mehanizacije u primarnu fazu otkopavanja, ovaj raskorak je došao do još većeg izražaja, a kao rezultat toga došlo je do velike dekoncentracije otkopnih radova. Naime, danas se otkopavanje vrši na 9 aktivnih horizonata na visinskom intervalu od preko 500 m. Na 7 viših horizonata skoro isključivo se vrši otkopavanje sigurnosnih ploča, što dovoljno ilustruje nesklad između primarne i sekundarne faze eksploatacije.

U cilju sanacije ovakvog stanja vršeno je poslednjih godina otkopavanje sigurnosnih ploča primenom ukrasnih drvenih slogova. To je, u stvari, modifikacija horizontalnog krovnog otkopavanja uz primenu sistematskog podgrađivanja ukrasnim drvenim slogovima. U poređenju sa metodom kvadratnih slogova, ova metoda se pokazala znatno efikasnijom i dovoljno sigurnom, pa je cilj članka da kroz teoretsku proveru stabilnosti rude u pločama i nosivosti podgrade da doprinosi njenoj permanentnoj primeni.

Karakteristike rudnih tela

Do sada je u ležištu Trepča, na raznim nivoima, otvoreno preko četrdeset rudnih tela. Ova rudna tela se nalaze na kontaktu krečnjak—škrljac, krečnjak—breča i u samom krečnjaku. Sva

rudna tela, bez obzira na kojem su kontaktu nastala, imaju cevast nepravilan oblik. Granica prema škriljcu i breči, koji čine krovinu, dosta je jasna, dok je granica prema podinskom krečnjaku nejasna i nepravilna.

Na horizontalnom preseku ležišta, koje ima izgled antiklinale, razlikuju se centralna, južnokrilna i severokrilna rudna tela (sl. 1).

Centralno rudno telo predstavlja ujedno i najveće rudno telo, nastalo na kontaktu breča–škriljac–krečnjak, i ima generalni pad od oko 45°. Podsečene površine ovog rudnog tela na pojedinim horizontima kreću se od 2000 do 7000 m². Ruda je čvrsta i ispresecana manjim i većim pukotinama raznih pravaca.

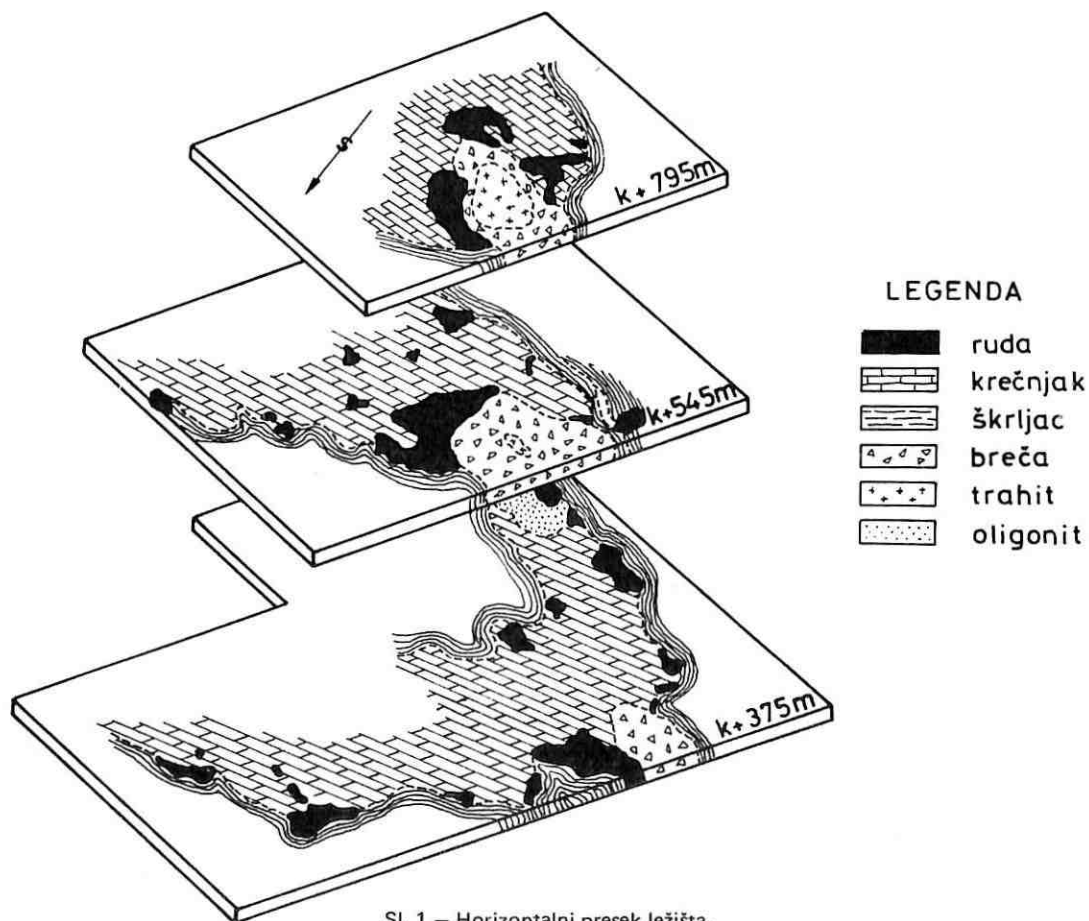
Južnokrilna rudna tela su formirana na kontaktu škriljaca i krečnjaka i imaju pad od 60 do 70°. Zbog postrudne tektonike ruda je dosta raspucana i ispresecana većim pukotinama.

Površina ovih rudnih tela se kreće u granicama od 200 do 2000 m².

Severokrilna rudna tela imaju kao i prethodna vrlo nepravilan oblik i formirana su na kontaktu škriljac–krečnjak i u samom krečnjaku. Pad im je blaži i kreće se u granicama od 30 do 40°. Podsečene površine se kreću od 100 do 4000 m². Ova rudna tela predstavljaju danas najproduktivniju zonu trepčanskog ležišta, kako po sadržaju metala, tako i po količini rudne mase. Sa dubinom raste njihova ukupna otkopna površina, a sadržaj korisnih komponenti neznatno opada. Zbog visokog sadržaja sulfida Pb–Zn, ruda ima, u proseku, manju čvrstoću u poređenju sa ranije pomenutim grupama rudnih tela.

Fizičko–mehaničke i strukturne osobine rude i stena

Ispitivanja vršena na većem broju uzoraka rude i pratećih stena, uzetih sa VII, VIII i IX horizonta,



Sl. 1 – Horizontalni presek ležišta.

u pogledu fizičko–mehaničkih karakteristika, dala su sledeće rezultate:

Vrsta stena	γ_s	γ_z	σ_c	σ_i	f	C	η
Krečnjak	2,86	2,80	494,7	50,3	5,27	87,73	0,17
Škriljac	2,83	2,76	441,3	65,7	4,45	85,84	0,17
Breča	3,00	2,90	608,7	64,3	6,08	109,59	0,17
Oligonit	3,67	3,48	821,2	73,5	7,43	136,11	0,19
Sulfidi	4,26	3,70	780,0	58,8	7,80	122,81	0,19

R u d a je, uglavnom, kompaktna i čvrsta. Neka rudna tela su narušena sistemom pločastih prslina horizontalnog pravca, a ponegde se javljaju i kose prslina. Ruda u kojoj preovlađuju sulfidi ima manju čvrstoću, dok je obrnut slučaj sa rudom u kojoj preovlađuju karbonati.

Može se reći da ruda u proseku spada u stabilne stene, da omogućuje izradu prostorija većeg raspona i samo je u pojedinačnim slučajevima potrebno podgrađivati izrađene prostorije.

Š k r i l j a c koji predstavlja krovinu ležišta ima manju čvrstoću i odlikuje se škriljavošću koja je paralelna sa kontaktom. U fazi otkopavanja se najčešće mora podgrađivati, jer na većim rasponima može doći do njegovog zarušavanja.

K r e č n j a k koji sačinjava podinu ležišta je povoljna radna sredina i prostorije izrađene u njemu mogu se držati duži vremenski period bez podgrađivanja.

B r e č a je pratilac centralnog rudnog tela i nalazi se u njegovom krovinskom boku. Spada u čvršće stene, mada posle dužeg vremena stajanja dolazi do njenog raspadanja i površinski slojevi su tada skloni zarušavanju.

Pored navedenih karakteristika rude i pratećih stena, potrebni su i podaci o zasipu, pošto se otkopavanjem sigurnosnih ploča ulazi pod zasip gornjeg otkopa.

Zasipni materijal predstavljaju škriljci koji su sitno izdrobljeni čestim presipavanjem na putu od mesta dobijanja do mesta ugradnje u otkope. Usled dejstva sopstvene vlage i vode, koja prodire u njega tokom bušenja, dolazi do vezivanja ovog sipkog materijala. Vezivanje se još više pospešuje sleganjem koje dolazi kao posledica težine novih zasipnih masa, pošto se u toku eksploatacije visina stuba zasipa stalno povećava. Ovakav zasip pred-

stavlja jednu poluvezanu masu sa prividnom kohezijom i ne zarušava se kao sipko telo, već može stajati otvoren do izvesnih raspona. Pri njegovom zarušavanju stvaraju se svodovi koji se jedino eksplozivom ili jačim potresom mogu dalje zarušavati. Zapreminska težina zbijenog zasipa iznad sigurnosnih ploča iznosi: $\gamma_z = 1,8 \text{ t/m}^3$.

Otkopavanje ležišta i stvaranje sigurnosnih ploča

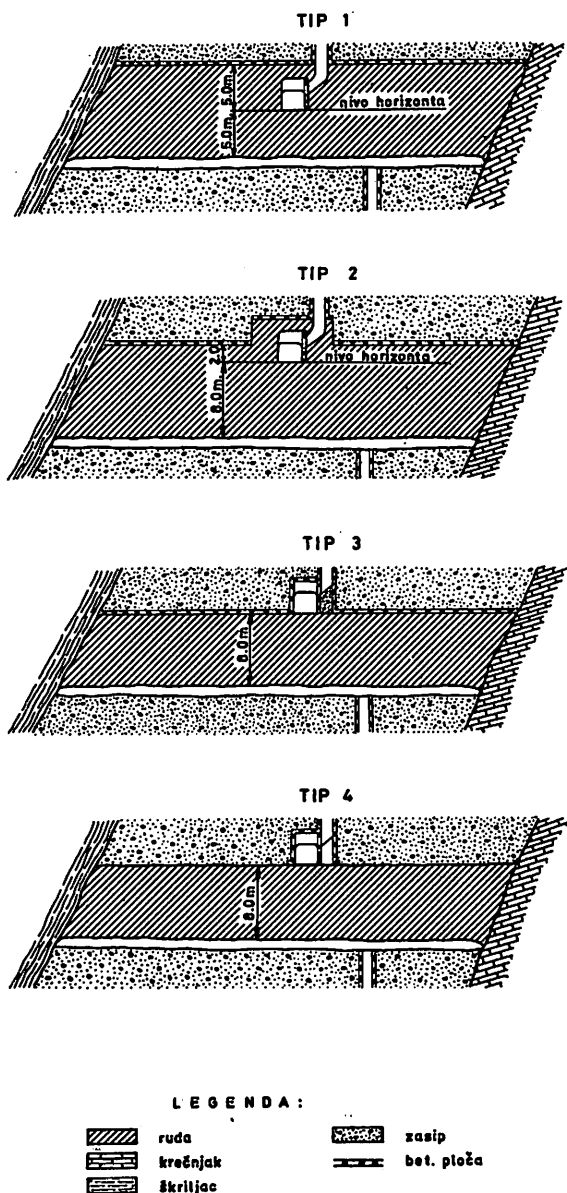
Od početka eksploatacije, tj. već 50 godina, kod otkopavanja svih rudnih tela u primarnoj fazi eksploatacije, primenjuje se „krovno otkopavanje u horizontalnim etažama sa zasipavanjem“. I pored niza nedostataka metode sa zasipavanjem, njen izbor za eksploataciju trepčanskog ležišta je bio opravdan, jer se radi o ležištu sa visokim sadržajem korisnih komponenti, gde je stepen iskorišćenja od presudne važnosti.

Rudna tela su po vertikalni horizontima podeljena na otkope i generalno posmatrano otkopavaju se odozgo nadole. Pošto se rudni blokovi između dva horizonta (otkopi) eksploatišu u suprotnom smeru, tj. odozdo nagore, neminovno je ostavljanje međuhorizontskih zaštitnih ploča. Ove sigurnosne ploče štite komunikacije višeg horizonta i sprečavaju obrušavanje zasipa otkopa višeg u otkope nižeg horizonta.

U zavisnosti od toga kako i na kojem nivou je izvršeno podsecanje otkopa višeg horizonta, formirana su do danas četiri tipa sigurnosnih ploča (sl. 2).

U početku eksploatacije ležišta podsecanje otkopa vršeno je 5 m iznad nivoa horizonta. Kasnije se prešlo na podsecanje u visini stropa hodnika, a na kraju je podsecanje spušteno na nivo horizonta. U prva dva slučaja, stub rude iznad horizonta koji se podseca štiti je horizontske hodnike, a u trećem slučaju, pošto su podsecanjem hodnici bili uništeni, morali su se naknadno formirati od betonske obloge. U sva tri slučaja je, pre zasipavanja podsećene etaže, na nivo poda postavljana armirano–betonska ploča debljine 30–40 cm.

Četvrti tip ploča je nastao u novije vreme i razlikuje se od trećeg jedino u tome što se na pod otkopa ne postavlja betonska ploča, već se zasipavanje vrši direktno na gornju površinu sigurnosne rudne ploče.



Sl. 2 – Šematski prikaz dosadašnjeg načina formiranja sigurnosnih ploča.

Moćnost ostavljenih sigurnosnih ploča varira u zavisnosti od tipa i mnogo je veća kod prva dva opisana slučaja gde iznosi 10–12 m. Kod trećeg i četvrtog tipa, debljina ploče odnosno njena moćnost iznosi 6–8 m.

Prva dva tipa međuhorizontskih sigurnosnih ploča su do danas uglavnom otkopana metodom kvadratnih slogova, tako da većina ploča koje se danas otkopavaju spada u treću grupu, dok će se četvrta grupa oformiti u budućnosti.

Za buduće otkopavanje svih sigurnosnih ploča III i IV grupe predlaže se modifikovana metoda horizontalnog krovnog otkopavanja sa sistematskim podgrađivanjem ukrsnim drvenim slogovima, pošto se kod nje mogu mehanizovati radovi kako na otkopavanju, tako i na zasipavanju, a što nije slučaj kod metode kvadratnih slogova. Ovim se može povećati brzina otkopavanja ploča i bitno smanjiti raskorak u intenzitetu otkopavanja između primarne i sekundarne faze eksploatacije.

U daljem izlaganju, u cilju potvrde sigurnosti predložene metode, daće se proračun stabilnosti ploča, kao i proračun nosivosti podgrade koja treba da se suprotstavi pritisku više ležećih masa.

Provera stabilnosti rude u sigurnosnim pločama

Svaka rudna ploča definisana je dužinskim dimenzijama (širina, dužina i debljina), kao i površinama kojima je ograničena. Sa stanovišta stabilnosti ploče presudan uticaj ima njena širina, tj. moćnost rudnog tela ili, ako se radi o velikim otkopima, rastojanje između stubova. Druga dimenzija po važnosti u pogledu stabilnosti je njena debljina koja se kreće uvek u istim granicama i iznosi od 6 do 8 m. Treća dimenzija, tj. dužina, koja ujedno predstavlja i dužinu rudnog tela, ima najmanju važnost sa stanovišta stabilnosti sigurnosnih ploča.

Površine koje ograničavaju ploču sa gornje i donje strane stvorene su veštački u fazi primarne eksploatacije rudnog tela. Donju površinu predstavlja strop zadnje etaže otkopa nižeg horizonta, a to je ujedno i početna površina za otkopavanje ploče. Gornju površinu predstavlja pod podsečnog otkopa višeg horizonta. Na ovoj površini se ujedno nalazi i zasip čijem pritisku ploča treba da se suprotstavi.

Stabilnost otvorene površine, tj. stabilnost rudne mase u kojoj se nalazi ta otvorena površina, sa stanovišta njenih fizičko-mehaničkih i strukturnih osobina, može se proveriti po jednačini N.C. B u l i č o v a koja glasi:

$$S = f \cdot \frac{K_m}{K_n} \cdot \frac{K_r \cdot K_v}{K_t \cdot K_o \cdot K_a}$$

gde su:

S – pokazatelj stabilnosti

f – koeficijent čvrstoće po Protođakonovu –

7,8

K_m – koeficijent koji zavisi od raspucalosti stena – 0,5–10

K_n – koeficijent koji zavisi od broja prslina – 0,5–12

K_r – koeficijent koji zavisi od oblika prslina – 0,5–3

K_v – koeficijent koji zavisi od vlažnosti prslina – 0,3–1

K_t – koeficijent koji zavisi od veličine otvora prslina – 1–4

K_o – koeficijent koji zavisi od zapunjenosti prslina – 0,75–4

K_a – koeficijent koji zavisi od nagiba prslina – 1–2

Na bazi strukturnih i fizičko–mehaničkih osobina rude trepčanskog ležišta, svi navedeni koeficijenti imaju sledeće vrednosti: $K_m = 6$, $K_n = 3$, $K_r = 1,5$, $K_v = 1$, $K_t = 2$, $K_o = 1$ i $K_a = 1,5$.

Na osnovu ovih koeficijenata, pokazatelj stabilnosti otvorene površine „S” imaće sledeću vrednost:

$$S = 7,8 \cdot \frac{6,0}{3,0} \cdot \frac{1,5 \cdot 1,0}{2,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5} = 7,8$$

Po vrednosti pokazatelja „S”, stene se dele u pet kategorija (tablica 1)

Tablica 1

Kategorija	Stepen stabilnosti	S	Vreme u kojem prostorija može ostati otvorena
I	potpuno stabilne	> 70	neograničeno
II	stabilne	5–70	do 6 meseci
III	srednje stabilne	1–5	do 10–15 nedelja
IV	nestabilne	0,05–1	do 1 nedelje
V	vrlo nestabilne	< 0,05	bez osiguranja se odmah zarušavaju

Na osnovu pokazatelja „S” ruda iz ležišta Stari Trg spada u II kategoriju, tj. u stabilne stene i prostorije izrađene u njoj mogu stajati duže vreme otvorene bez bojazni od rušenja.

Provera stabilnosti i nosivosti sigurnosnih ploča

Da bi se proračunala stabilnost sigurnosne ploče, odnosno mogućnost njenog suprotstavljanja pritisku više ležećih masa zasipa, treba da se odredi veličina vertikalne komponente tog pritiska. Pored vertikalnog opterećenja koje vrši zasip, ploča je

opterećena i sopstvenom težinom i biće stabilna samo u slučaju kad zbir vertikalnih komponenti, umanjen za veličinu bočnog naprezanja, bude manji od čvrstoće rude na istezanje.

Stabilnost ploče se smanjuje sa povećanjem raspona otkopa, pa je neophodno da se svi proračuni vrše za najnepovoljniji slučaj, a to je raspon od 20 m. Naime, kod otkopa sa većim rasponima ostavljaju se sigurnosni stubovi na rastojanju A = 20 m stub od stuba i B = 16 m između redova stubova.

Veličina vertikalne komponente, koja se javlja usled pritiska zasipa na ploču, može se odrediti jednačinom:

$$\sigma_v = 5,6 \cdot \gamma_z \cdot R \text{ (t/m}^2\text{)}$$

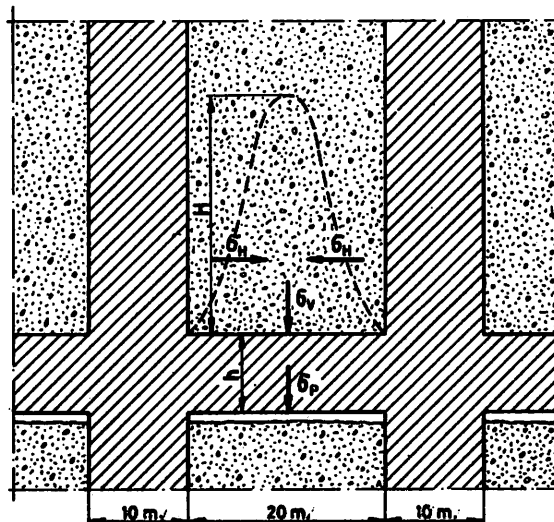
gde je:

γ_z – zapreminska težina zasipa

R – hidraulički radijus.

Po ovoj teoriji, ploča se može smatrati dnóm bunkera na koje deluje pritisak određene visine stuba nevezanog materijala. Naime, smatra se da dno bunkera, u ovom slučaju površina ploče, nije opterećeno hidrostatičkim pritiskom $\sigma = \gamma \times H$, već opterećenjem redukovane visine stuba nevezanog materijala. Ova visina zavisi od veličine površine na koju se pritisak vrši.

Maksimalno opterećenje ploče biće u njenom središnjem delu i to na konturi, tj. njenoj donjoj



Sl. 3 – Opterećenje ploče na njenoj donjoj površini – stropu otkopa.

površini koja ujedno predstavlja i strop otkopa (slika 3).

U konkretnom slučaju, hidraulički radijus od koga zavisi veličina vertikalne komponente biće:

$$R = \frac{A \cdot B}{2(A+B)} = \frac{320}{72} = 4,4 \text{ m}$$

Tada vertikalno opterećenje iznosi:

$$\sigma_v = 5,6 \cdot 1,8 \cdot 4,4 = 44,3 \text{ t/m}^2$$

Bočno naprezanje, koje utiče na smanjenje veličine vertikalne komponente, dobija se iz izraza:

$$\sigma_h = \frac{\eta}{(1-\eta)} \cdot \sigma_v = \frac{0,17}{(1-0,17)} \cdot 44,3 = 9,1 \text{ t/m}^2$$

a opterećenje ploče sopstvenom težinom dobija se po jednačini:

$$\sigma_p = \frac{3 \cdot \gamma \cdot A \cdot B}{4 \cdot h}$$

gde je:

$$\begin{aligned} \gamma & - \text{zapreminska težina rude} = 3,7 \text{ t/m}^3 \\ A \cdot B & - \text{površina ploče} = 320 \text{ m}^2 \\ h & - \text{debljina ploče} \end{aligned}$$

Prema iznetom, uslov stabilnosti biće zadovoljen ako je:

$$\sigma_v + \sigma_p - \sigma_h < \sigma_i, \text{ odnosno}$$

$$\sigma_i \text{ max} < \sigma_i$$

Visina stuba zasipa koji opterećuje ploču biće:

$$H_z = \frac{\sigma_v}{\gamma_z} = 44,3 : 1,8 = 24,6 \text{ m}$$

U daljem izlaganju daje se provera uslova stabilnosti za ploče moćnosti 8,0, 6,0 i 4,0 m

Ovaj uslov će radi veće sigurnosti biti proveren i teorijom o ekvivalentnom rasponu.

Provera stabilnosti ploča debljine 8,0 m

$$\sigma_i \text{ max} = 44,3 + \frac{3 \cdot 3,7 \cdot 20 \cdot 18}{4 \cdot 8} - 9,1 = 146,2 \text{ t/m}^2$$

Čvrstoća rude na istežanje „ σ_i “ iznosi 588 t/m², pa je uslov stabilnosti zadovoljen, jer je:

$$146,2 \text{ t/m}^2 < 588,0 \text{ t/m}^2$$

Koeficijent sigurnosti za ploču moćnosti 8 m iznosi:

$$K = \sigma_i / \sigma_i \text{ max} = 588,0 / 146,2 = 4$$

Koeficijent sigurnosti za otkope koji se podgrađuju kreće se u granicama od 1,5 do 3. Za konkretan slučaj usvaja se $K = 2$, jer se otkopi permanentno podgrađuju visećom podgradom, a po potrebi i ukrsnim drvenim slogovima.

Ekvivalentni raspon za raspon ploče od 20 m iznosi:

$$L_e = \frac{A \cdot B}{A+B} = \frac{20 \cdot 16}{20+16} = 8,9 \text{ m}$$

Granični raspon, koji mora da bude veći od ekvivalentnog da bi uslov stabilnosti ploče bio ispunjen, računa se po jednačini:

$$L_g = 2 \cdot h \sqrt{\frac{\sigma_i}{3 \cdot K (\gamma \cdot h - \gamma_z \cdot H_z)}}$$

gde je:

$$\begin{aligned} \gamma & - \text{zapreminska težina rude} = 3,7 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_z & - \text{zapreminska težina zasipa} = 1,8 \text{ t/m}^3 \\ h & - \text{moćnost sigurnosne ploče} = 8,0 \text{ m} \\ H_z & - \text{visina stuba zasipa iznad ploče} = 24,6 \text{ m} \\ K & - \text{koeficijent sigurnosti} = 2 \end{aligned}$$

Zamenom vrednosti u jednačini dobija se da je $L_g = 18,4 \text{ m}$

Pošto je L_e manje od L_g , tj. $8,9 < 18,4$, uslov stabilnosti ploče moćnosti 8,0 m zadovoljen je i po ovoj metodi.

Po istoj metodologiji vršen je proračun provere stabilnosti za ploče moćnosti od 6 i od 4 m i dobijeni su sledeći rezultati:

Ploča od 6 m

$$\begin{aligned} \sigma_i \text{ max} & = 183,2 \text{ t/m}^2 < 588 \text{ t/m}^2 \\ K & = 588 : 183,2 = 3,20 \\ L_g & = 14,6 > 8,9 \end{aligned}$$

Ploča od 4 m

$$\begin{aligned} \sigma_i \text{ max} & = 257,2 \text{ t/m}^2 < 588 \text{ t/m}^2 \\ K & = 588 : 257,2 = 2,3 \\ L_g & = 10,3 > 8,9 \end{aligned}$$

Kao što se iz proračuna vidi, uslov stabilnosti za ploče moćnosti od 6 i 4 m su potvrdile obe metode provere, mada se kod ploče moćnosti 4 m koeficijenti približavaju graničnim vrednostima, tj.

$$K = 2,3 \text{ (granična vrednost 2)}$$

$$L_g = 10,3 \text{ (granična vrednost 8,9)}$$

S obzirom na sve date proračune, sigurnosne ploče se mogu smatrati stabilnim za sve moćnosti do 4,0 m i mogu se otkopavati normalnom „trepčanskom metodom“, uz redovno podgrađivanje visećom podgradom i mestimično podgrađivanje ukrsnim drvenim slogovima u zavisnosti od lokalnih prilika na otkopu.

Ploče moćnosti 4 m i manje, moraju se otkopavati predloženom metodom, tj. *horizontalnim krovnim otkopavanjem sa zasipavanjem i sistematskim podgrađivanjem ukrsnim drvenim slogovima*.

U daljem izlaganju daće se proračun podgrade, pri otkopavanju ploče od 4 i manje metara, koja treba da se suprotstavi deformaciji ploča i time obezbedi siguran rad na otkopu.

U prilog sigurnosti, potrebno je naglasiti da se iznad rudne ploče, tj. između rude i zasipa, nalazi armirano–betonska ploča moćnosti 30–40 cm. Pošto se ne znaju karakteristike armature i betona, njena nosivost se neće uzimati u obzir, mada se i ona donekle suprotstavlja pritisku više ležećeg zasipa. Pored toga, ona fizički odvaja rudu od zasipa i sprečava njegovo prodiranje u otkop kada se otkopnim radovima dođe do nje. Ovo je dokazano u praksi na nizu likvidiranih otkopa gde se otkopnim radovima došlo do pod samu betonsku ploču.

Proračun nosivosti podgrade

Za proračun nosivosti podgrade koja treba da se suprotstavi pritisku više ležećih masa zasipa i rude, koristi se veći broj metoda.

U konkretnom slučaju, kao podgrada se koriste ukrsni drveni slogovi dimenzija 2 x 2 m, a njihova visina, u momentu kada je etaža otkopana, iznosi 3,5 m. Radi nesmetanog kretanja mehanizacije, rastojanje između slogova u redu i između redova treba da iznosi 2,5 – 3 m. Ako se usvoji rastojanje od 3,0 m i posmatra slučaj raspona

između stubova od 20 m, onda se u redu mogu postaviti 4 ukrsna sloga, odnosno na površini od 320 m², 4 x 4 = 16 ukrsnih slogova.

Provera ovako izabranog načina podgrađivanja izvršiće se za ploču moćnosti 2,0 m, pošto je u prethodnim proračunima dokazano da su ploče moćnosti od 4,0 m i više, stabilne i bez podgrađivanja. Provera će se izvršiti na bazi teorije o tankim pločama oslonjenim na veštačke stubove.

Po ovoj metodi proveravaju se dimenzije stranice stubova (slogova), a raspon između njih se usvaja kao poznata veličina. Ova provera se vrši po jednačini:

$$a = \frac{L}{\sqrt{\frac{\sigma_p}{H \cdot \gamma_{sr}} - 1}}$$

gde je:

a – dimenzija stranice kvadratnog stuba (sloga)

L – rastojanje između slogova = 3,0 m

σ_p – pritiska čvrstoća materijala stuba (ispitivanjem je dobijeno 640 t/m², usvajanjem koeficijenta sigurnosti K = 1,6 dobija se $\sigma_p = 400$ t/m²)

H – visina rude i zasipa iznad stuba, 2 + 24,6 = 26,6 m

γ_{sr} – prosečna zapreminska težina (dobijena kao ponderisana veličina zapreminskih težina 2 m rude i 24,6 m zasipa) = 1,94 t/m³

Zamenom vrednosti u jednačini, dobija se da je a = 1,7 m.

Pošto je dobijena dimenzija stranice stuba manja od usvojene, predloženi način podgrađivanja se može suprotstaviti deformaciji sigurnosne ploče, tj. ona se može smatrati stabilnom. Ova konstatacija se može potvrditi odnosom dozvoljenog i stvarnog opterećenja stuba, koji mora da bude veći od 1.

Dozvoljeno opterećenje stuba:

$$C_p = \sigma_p \left(\frac{3}{4} + \frac{a}{5h} \right)$$

gde je:

σ_p – pritiska čvrstoća materijala stuba = 400 t/m²

h – visina stuba (sloga) = 3,5 m

a – stranica stuba (sloga) = 2,0 m

$$C_p = 400 (0,75 - 0,11) = 345 \text{ t/m}^2$$

Stvarno opterećenje stuba iznosi:

$$C_s = \gamma_{sr} \cdot H \cdot \frac{P_k}{P_s}$$

gde je:

$$P_k - \text{površina koju nosi slog} = 25,0 \text{ m}^2$$

$$P_s - \text{površina stuba (sloga)} = 4,0 \text{ m}^2$$

$$C_s = 1,94 \cdot 26,6 \cdot \frac{25,0}{4,0} = 317 \text{ t/m}^2$$

$$C_p : C_s = 345 : 317 = 1,09 > 1$$

Po teoriji tankih ploča koje se oslanjaju na veštačke stubove, stabilnost se može proveriti i dimenzionisanjem rastojanja između slogova, ako su poznati maksimalni momenat savijanja i otporni momenat preseka ploče.

Maksimalni momenat savijanja se dobija iz izraza:

$$M_{\max} = \beta' \cdot q_h \cdot L^2 \cdot \alpha'$$

Otporni momenat preseka ploče iznosi:

$$W = \frac{h^2}{6(1 - \eta^2)}$$

Maksimalni napon u ploči biće:

$$\sigma_i \max = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{6(1 - \eta^2) \cdot q_h \cdot L^2 \cdot \beta' \cdot \alpha' \cdot K}{h^2}$$

Rešenjem jednačine po „L“ dobija se:

$$L = \sqrt{\frac{h^2 \cdot \sigma_i}{6(1 - \eta^2) \cdot \beta' \cdot q_h \cdot \alpha' \cdot K}}$$

gde je:

h – moćnost sigurnosne ploče = 2,0 m

σ_i – čvrstoća rude na istezanje = 588 t/m²

η – koeficijent Poisson–a za rudu = 0,19

α' – koeficijent odnosa rastojanja stubova u redu i rastojanja redova. Dobija se iz tablica i za naš slučaj iznosi 1,0

β' – koeficijent odnosa a/L. Dobija se iz tablica i iznosi 0,045

q_h – opterećenje $\gamma_{sr} \times H = 51,6 \text{ t/m}^2$

K – koeficijent sigurnosti = 2

Zamenom svih vrednosti u jednačini dobija se L = 9,36 m.

Relativno veliko rastojanje između slogova dobijeno po ovoj metodi je razumljivo, jer se ploča tretira kao monolitna celina i ne uzimaju se u obzir oslabljenja usled pukotina.

Kao potvrda dosad datih proračuna, daje se i proračun dimenzionisanja veštačkih stubova (slogova) za najnepovoljniji slučaj koji se može javiti u praksi, a to je otkopavanje zadnje etaže pod samom betonskom pločom. Polazi se od pretpostavke da se slogovi postavljaju direktno pod betonsku ploču i da nema rudne ploče koja bi se bar donekle suprotstavila pritisku zasipa. U proračunu se ne uzima otpornost betonske ploče, već ona služi samo kao fizička barijera koja sprečava točenje sipkog zasipa u otkop. Prema tome, celokupno opterećenje treba da prime ukrсни drveni slogovi. Ovaj proračun se izvodi iz odnosa:

$$(\gamma_z \cdot H - \eta \gamma_z \cdot H) \cdot A \cdot B = \frac{a^2 \cdot n \cdot \sigma_p \cdot \varphi}{K}$$

gde je:

γ_z – zapreminska težina zasipa = 1,8 t/m³

H – visina stuba zasipa = 24,6 m

η – koeficijent Poisson–a za zasip = 0,17

n – broj slogova na površini A x B = 16 kom.

σ_p – pritiska čvrstoća za drvo = 400 t/m²

φ – koeficijent oblika sloga = $\sqrt[4]{a/m}$

m – visina sloga = 3,5 m

Rešenjem jednačine po „a“ dobija se:

$$a = \sqrt[9]{\left[\frac{(\gamma_z H - \eta \gamma_z H) \cdot A \cdot B \cdot K}{\sigma_p \cdot n} \right]^4 \cdot m} =$$

$$= \sqrt[9]{\left[\frac{(44,6 - 7,52) \cdot 320 \cdot 2}{400 \cdot 16} \right]^4 \cdot 3,5} = \sqrt[9]{639,1}$$

$$a = \ln 639,1 : 9 \quad \ln a = 0,717 \quad a = 2,0 \text{ m}$$

Svi dati proračuni važe za slučaj ploča koje su jedinstvene celine, tj. za slučaj kada je blagovremenim podgrađivanjem, već kod moćnosti od 4 ili više metara, sprečena mogućnost njihove deformacije.

U slučaju da je došlo do pucanja ploče i pojave velikog broja otvorenih prslina i pukotina, koje narušavaju njen kontinuitet, ukrсни slogovi se ne mogu suprotstaviti celokupnom opterećenju težine

ploče i više ležećeg zasipa. U takvom slučaju ne postoji mogućnost regularnog otkopavanja sigurnosnih ploča i eksploatacija se mora ili zaustaviti (tada preostala ruda predstavlja gubitak) ili nastaviti specijalnom tehnologijom.

Princip rada predloženom metodom

Izabrana metoda otkopavanja sigurnosnih ploča se u suštini ne razlikuje bitno od normalne „trepčanske metode“ i predstavlja, u stvari, njen modifikovan nastavak pri otkopavanju zadnjih 4 m rudnog bloka između dva horizonta.

Posebni pripremni radovi za ovu metodu nisu potrebni, jer se koriste objekti pripreme izvedeni za primarnu fazu eksploatacije.

Sve faze tehnološkog procesa otkopavanja obavljaju se istim redosledom kao i kod normalnog rada i jedina je razlika u fazi podgrađivanja otkopa koja se mora obavljati određenim redosledom i sa posebnom pažnjom. Naime, podgrađivanje mora sukcesivno da prati otkopne radove i maksimalna otvorena površina bez stalne podgrade ne sme da bude veća od 25 m².

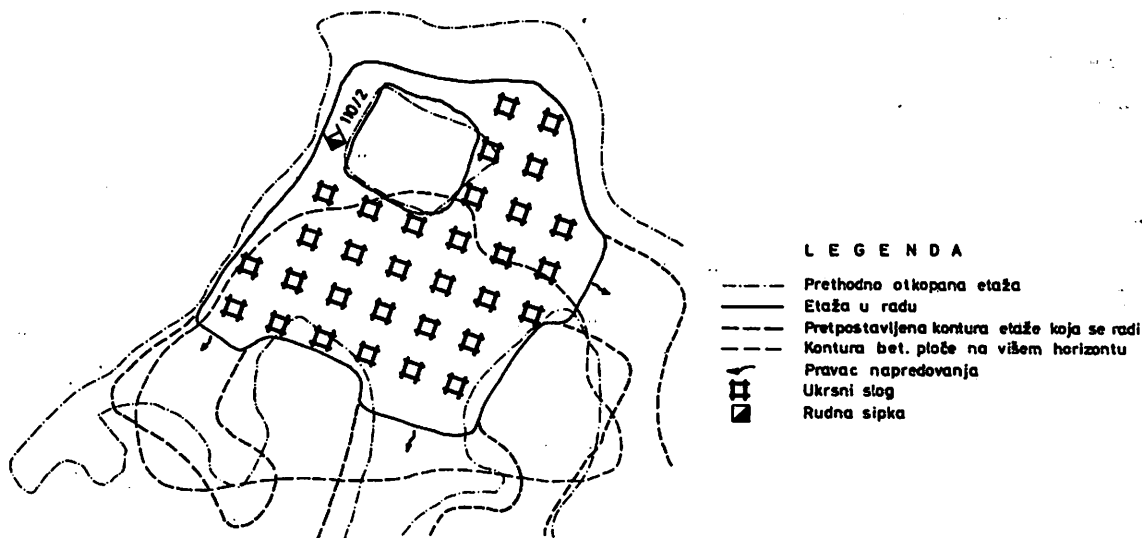
Otkopavanje će se obavljati u etažama visine 2 m i ono počinje od rudne sipke najbliže krovinskom boku. U prvoj fazi napredovanje se vrši ka

krovinskom boku, a kada se do njega dođe, onda se sa izvesnim prethođenjem uz taj bok, formira otkopni front za dalje napredovanje. Treba voditi računa da ovako formirani otkopni front ima najmanji mogući raspon i da, po mogućnosti, leži upravno između oslonaca, tj. između sigurnosnih stubova, stuba i jednog od bokova ili između jednog i drugog boka otkopa.

Napredovanje na samom otkopnom frontu vrši se horizontalnim bušenjem i miniranjem u odsecima širine do 5 m. Napredovanje jednog odseka na frontu, posmatrano po dubini, takođe sme iznositi do 5 m, tako da ukupna otvorena površina, kao što je već rečeno, ne prelazi 5 x 5 – 25 m², posle čega se mora postaviti ukrasni drveni stub.

Šematski prikaz ovakvog načina rada na otvaranju etaže i formiranju otkopnih frontova prikazan je na slici 4, koja predstavlja deo jedne etaže otkopa 110 na VII horizontu.

Posle završetka otkopnih radova na celoj etaži, ili na delu etaže koja može predstavljati tehnološku celinu (postojanje rudne sipke, uskopa za prolaz i zasipnog uskopa), vrši se zasipavanje otkopa. Mreža ukrasnih drvenih slogova ostaje u zasipu i na njih će se pri otkopavanju naredne etaže nadovezati novi slogovi. Posle zasipavanja, između nivoa zasipa i stropa otkopa ostaje prazan prostor od 1,0 m.



Sl. 4 – Otvaranje etaže i formiranje otkopnih frontova – deo etaže 110 na VII horizontu.

Koja će se moćnost rudne ploče otkopavati predloženom i opisanom metodom zavisi od lokalnih prilika na svakom od otkopa, ali se u proseku uzima da je to moćnost od 4 m, pošto je proračunima dokazano da su ploče veće moćnosti stabilne i bez podgrađivanja ukrsnim slogovima.

SUMMARY

Possibility of Applying the Method of Winning Interlevel Safety Panels in Pb–Zn Mine Trepča – Stari Trg

The cut and fill mining method is used in Mine Trepča – Stari Trg with leaving 6 to 8 m thick interlevel panels. Until recently, the panels were mined by the square chock method and this greatly decelerated production and caused deconcentration of operation.

The paper deals with the possibility of replacing the method of square chock by a modified cut and fill method using crossed wooden chock support. Detailed calculations of ore stability in the panels are supplied, as well as the loadbearing capacity and arrangement of supports and technology of operation by use of the proposed method.

ZUSAMMENFASSUNG

Beurteilungsmöglichkeit des Abbaufahrens des Zwischensohlenabbaus von Sicherheitserzplatten in der Pb–Zn – Grube Trepča – Stari Trg

In der Grube Trepča–Stari Trg wird Scheibenbruchbau mit Belassung von Zwischensohlenholzplatten von 6 bis 8 m Mächtigkeit benutzt. Bis vor kurzem wurden diese Platten durch Holzpfellerfahren abgebaut, was den Abbau verlangsamt und die Dekonzentration der Arbeit verursacht hat.

Im Artikel wird die Möglichkeit statt Holzpfellerabbaufahren eine modifizierte Methode des Scheibenbruchbaus von kreuzweise aufgestellten Holzpfeller behandelt. Es werden detaillierte Berechnungen der Plattenerzstandfestigkeit, der Tragfähigkeit und der Ausbauverteilung sowie die Betriebstechnologie durch vorgeschlagenes Verfahren behandelt.

РЕЗЮМЕ

Возможность изменения метода выемки рудохранительных междугоризонтных целиков в руднике свинцовой и цинковой руды Треча — Стари Трг

В рудника Треча — Стари Трг применяется метод потолкоуступной выемки с оставлением междугоризонтных целиков мощности 6 до 8 мет. До сих пор эти целики разрабатывались методом квадратных костров, что много уменьшало добычу руды и вызывало деконцентрацию работ на выемке.

В этом реферате рассматривается возможность изменения метода квадратных костров и его замены модификацией метода потолкоуступной выемки путем употребления крепи с деревянной переносной клетью. В реферате даются детальные подсчеты устойчивости руды в целиках, несущей способности, размещение крепи и технология работы на основании предложенного метода.

Autor: dr inž. Ante Gluščević, Rudarsko–geološki fakultet, Beograd

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

Članak primljen 14.1.1980., prihvaćen 22.4.1980. god.

POSTROJENJE ZA KONCENTRACIJU RUDE BAKRA VELIKI KRIVELJ

— Opšti prikaz postrojenja —

(sa 4 slike)

Dipl.inž. Miloljub Grbović

Rudarsko—topioničarski basen Bor je za sada jedini proizvođač bakra u Jugoslaviji. Na rudnicima u Boru i Majdanpeku otkopava se oko 18 miliona tona rude, a u topionicama proizvodi oko 120.000 tona elektrolitnog bakra godišnje. Kao i svugde u svetu, sadržaj bakra u rudi ovih rudnika stalno opada. Povećanjem obima proizvodnje rude teško se održava sadašnja proizvodnja bakra. Potrebe privrede, međutim, iziskuju stalni porast proizvodnje bakra. Novi rudnik bakra Bučim, u Makedoniji, sa svojih 25.000 tona bakra godišnje, ne može da udovolji narasle potrebe za proizvodnjom bakra. Imajući u vidu sve teže održavanje obima proizvodnje bakra iz Bora i Majdanpeka, RTB Bor konstantno ulaže napore u proširenje svoje sirovinske baze i povećanje obima proizvodnje rude sa ciljem da poveća i proizvodnju bakra iz primarnih sirovina.

Obimna geološka istraživanja dovela su do otkrića i potpune tehnološko—tehničke obrade ležišta Veliki Krivelj. Blagodareći činjenici da se ležište nalazi u neposrednoj blizini rudnika i topionice bakra Bor, postoji više povoljnih uslova za njegovu ekonomičnu valorizaciju i to:

- izgrađen društveni standard sa kompletnom infrastrukturom u gradu Boru
- kvalifikovana radna snaga svih potrebnih specijalnosti u basenu za budući rudnik Krivelj

— slobodni topionički kapaciteti u topionici Bor koji se stvaraju poboljšanjem kvaliteta koncentrata u Boru i Majdanpeku.

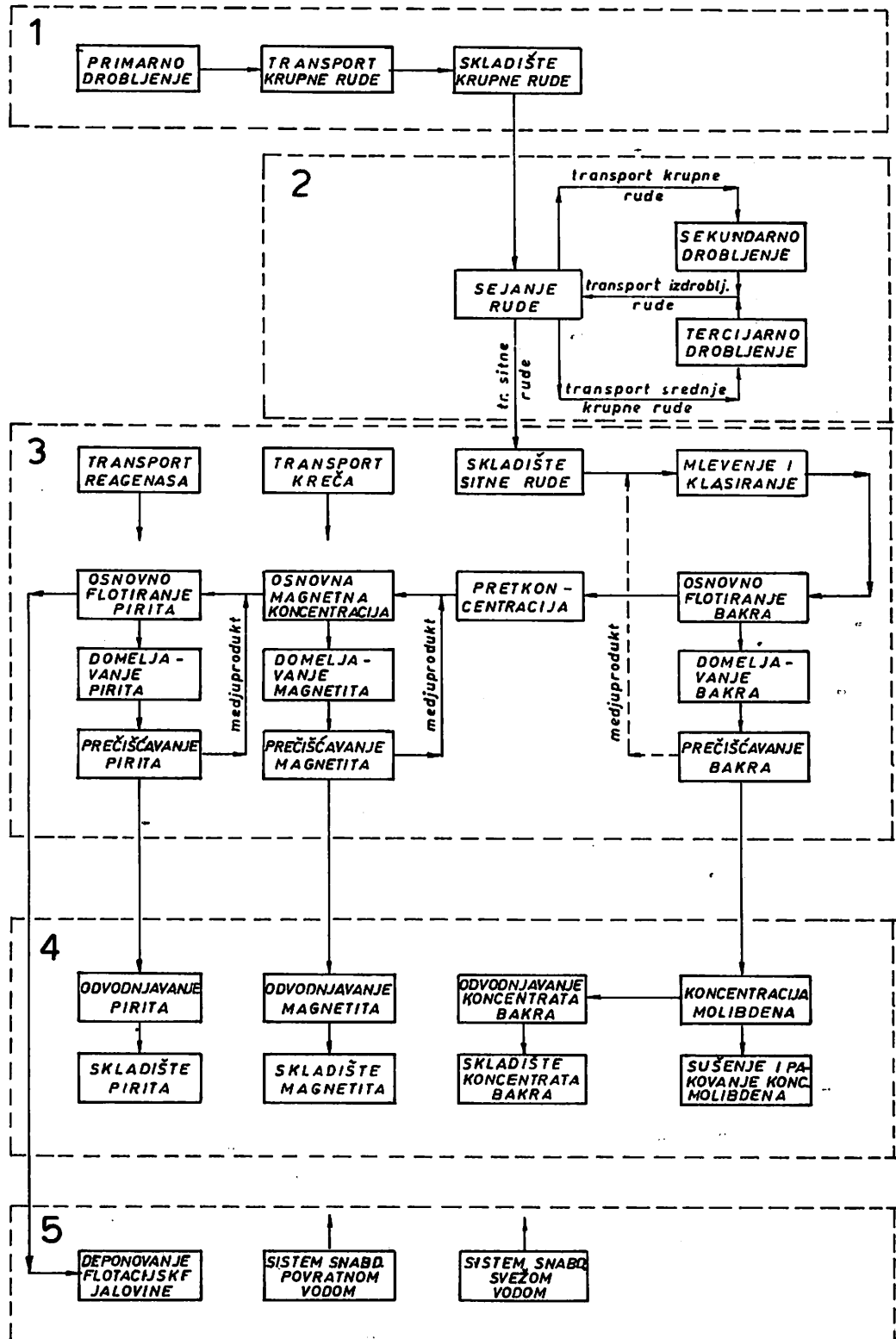
Ležište rude bakra Krivelj, sa utvrđenim rezervama rude od više stotina miliona tona, spada u red siromašnih porfirskih ruda bakra. Centralni deo ležišta, bliži površini, predstavlja nešto bogatiju rudu i eksploataće se u prvih dvanaest godina.

Kapacitet eksploatacije i prerade rude u prvom periodu (faza I) iznosi 8×10^6 t/god. sa sadržajem bakra u rudi iznad 0,40 % Cu.

Prvi period rada treba da stvori finansijska sredstva za povećanje kapaciteta proizvodnje i prerade rude na 16×10^6 t/god., a možda i na preko 20×10^6 t/god. Naravno, sadržaj bakra u rudi, pri povećanoj preradi, biće niži od onog u prvoj fazi.

Pored bakra, ruda Krivelj sadrži i sledeće korisne komponente:

— plemenite metale, zlato i srebro, koji se flotacijom koncentrišu u koncentratu bakra. Koncentrat bakra se topi i rafiniše u postojećim postrojenjima u Boru. Iz taloga rafinacije zlato i srebro se u postojećoj borskoj zlatari definitivno



Sl. 1 – Uprošćena pisana tehnološka šema procesa koncentracije rude sa oznakom svih pet grupa objekata.

prerađuju u metalne poluge za prodaju;

– magnetit, kao mineral gvožđa, izdvaja se postupkom magnetske separacije iz pulpe posle flotiranja minerala bakra u koncentrat gvožđa sa kvalitetom iznad 62 % Fe. Ovakav koncentrat se posle filtraže dostavlja železarama kao sirovina na dalju preradu;

– sulfid gvožđa, pirit, izdvaja se u koncentrat pirita sa sadržajem sumpora od preko 48 % S. Posle filtraže koncentrat pirita se šalje postojećim jugoslovenskim fabrikama na dalju preradu;

– mineral molibdena, molibdenit, se koncentriše zajedno sa mineralima bakra u procesu njihovog flotiranja. Molibdenit se potom, u posebnom postrojenju za koncentraciju, izdvaja iz koncentrata bakra i kao zaseban koncentrat, sa preko 50% Mo, prodaje potrošačima.

Projekat postrojenja za koncentraciju korisnih minerala razrađen je za godišnji kapacitet od 8 x 10⁶ tona rude, a odabrana tehnička rešenja obezbeđuju laku nadogradnju na 16 x 10⁶ t/god., pa čak i do 22 x 10⁶ t/god.

Tehnološki postupak flotacijske koncentracije prilagođen je dobijanju koncentrata bakra (koji u sebi sadrži zlato i srebro), koncentrata pirita i koncentrata molibdena, dok se koncentrat magnetita dobija postupkom magnetske separacije.

Prethodna priprema rude je zajednička i za flotacijsku i za magnetsku koncentraciju. Ruda dobijena sa površinskog otkopa, krupnoće od 0 do 1 m³, se drobljenjem i mlevenjem usitnjava do krupnoće od oko 58 % minus 0,074 mm. Ruda se drobi suvim, a melje mokrim postupkom. Samlevena ruda se u vidu pulpe (odnos čvrsto: tečno iznosi 1 : 3) upućuje na flotacijsku i magnetsku koncentraciju. Korisni proizvodi (koncentrati bakra, magnetita, pirita i molibdena) se posle odvodnjavanja (zgušnjavanje i filtriranje) prodaju, a jalovina se, u vidu pulpe, odvodi na deponiju jalovišta.

Oprema postrojenja za koncentraciju rude bakra Veliki Krivelj, koja je projektovao Rudarski institut – Beograd, postavljena je u nekoliko posebnih grupa objekata. U svakoj od ovih grupa odvija se određena faza tehnološkog procesa. Glavne grupe objekata su:

1 – prijem rude sa otkopa, primarno drobljenje i skladište krupne rude

2 – sekundarno i tercijarno drobljenje, sejanje

i transport usitnjene rude do skladišta ispred flotacije

3 – koncentracija rude

4 – odvodnjavanje koncentrata

5 – odlaganje flotacijske jalovine i snabdevanje flotacije industrijskom vodom.

Na sl. 1 daje se uprošćena pisana tehnološka šema procesa koncentracije rude u kojoj je označeno svih pet grupa objekata, čiji se kratak prikaz daje dalje u ovom članku.

Prijem rude sa površinskog otkopa, primarno drobljenje i skladište krupne rude

Objekti primaju rudu koja se kamionima dovozi sa površinskog otkopa i u njima se ruda primarno drobi do gornje granične krupnoće (ggk) oko 200 mm. Izdrobljena ruda transportuje se u skladište koje, u daljem tehnološkom lancu, kontinuirano snabdeva objekte dovoljnom količinom rude.

Osnovni zadatak ove grupe objekata je, dakle, da obezbedi kontinuirani rad narednih objekata za preradu rude. U tom cilju grupa objekata ima dvostruku namenu:

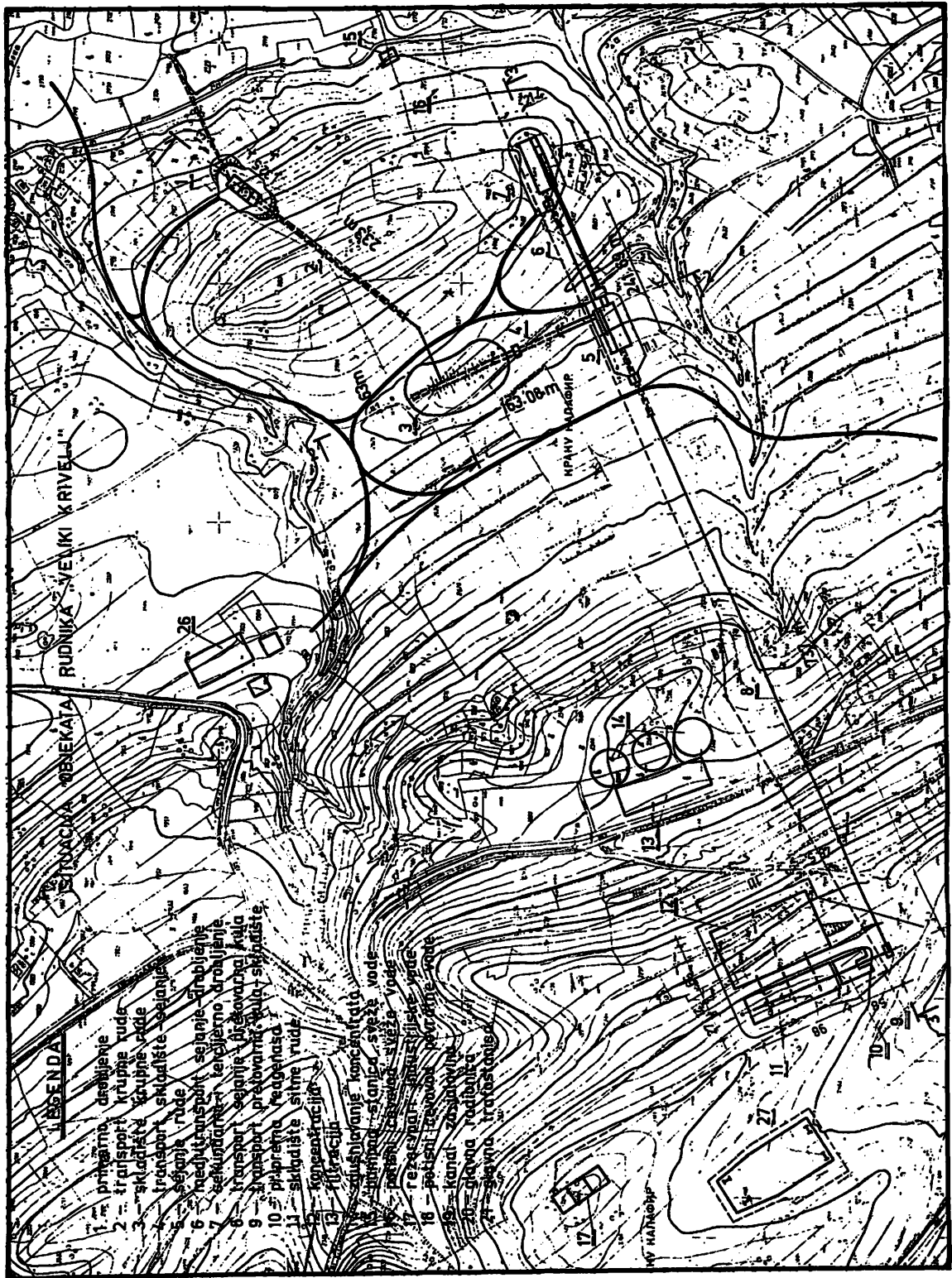
– da količinski obezbedi dovoljno rude u skladištu krupne rude kako ni u jednom trenutku ne bi došlo do nestanka rude za preradu i

– da, po kvalitetu, ruda ima približno ustaljenu tvrđinu i po izlasku iz primarne drobilice bude sitnija od 200 mm. Ovakav kvalitet se obezbeđuje kombinovanim radom dva bagera na proizvodnji rude (jedan na tvrdoj, drugi na mekoj rudi) i kontrolom otvora za pražnjenje na primarnoj drobilici.

Primarno drobljenje je locirano na desnoj strani Kriveljske reke. Sa površinskim otkopom povezano je putem odgovarajuće širine, kojim se kreću kamioni sa rudom nosivosti do 150 t.

Rad primarnog drobljenja je sinhronizovan sa radom površinskog otkopa. Proizvodnja rude na površinskom otkopu se odvija samo kada je primarno drobljenje spremno za rad i kad ima mesta za uskladištenje rude u skladištu krupne rude.

Transport rude, od primarnog drobljenja do skladišta, sinhronizovan je sa eksploatacijom rude na otkopu i radom primarnog drobljenja.



Sl. 2 — Raspored objekata za prerađu rude.

Skladište krupne rude ima aktivni kapacitet za oko pet smena rada flotacije. Prema tome, njegov je zadatak da rad površinskog otkopa učini nezavisnim od rada flotacije.

Operativa površinskog otkopa treba da brine o rezervi rude u skladištu ispred sejanja. Ukupna rezerva rude u skladištu dozvoljava planski prekid dopreme rude sa otkopa u trajanju od sedam smena, što daje mogućnost otkopu i drobljenju da obave planirane reparature većeg obima.

Sekundarno i tercijarno drobljenje, sejanje i transport usitnjene rude do skladišta ispred flotacije

Ovi objekti služe za pražnjenje skladišta krupne rude, sejanje rude, sekundarno i tercijarno drobljenje, međutransport rude kod sejanja i drobljenja i transport suve usitnjene rude do skladišta sitne rude ispred flotacije.

Sistemi sejanja, sekundarnog drobljenja, tercijarnog drobljenja i transporta rude do flotacije rade kao jedinstvena celina. Rezerva u skladištu krupne rude treba da omogući rad drobljenja i sejanja sa optimalnim kapacitetom. Manji bunker rude, ispred svih osnovnih mašina (drobilica i sita) omogućuju da svaka osnovna mašina, u svakom momentu, radi punim kapacitetom.

Svim sistemima (drobljenja, transporta i sejanja) upravlja se automatski iz zgrade sekundarnog drobljenja. U zavisnosti od fizičkih svojstava rude podešava se kapacitet izvlačenja rude zvezdastim dodavačima iz skladišta krupne rude, a time i određuje časovni kapacitet ukupnog sistema drobljenja i sejanja.

Kod prerade meke, vlažne i kaolinisane rude sve mašine za sejanje moraju da rade. Međutim, neke od instaliranih drobilica, u ovom slučaju, možda neće morati da rade.

Kod prerade tvrde, krupne i silifikovane rude kapaciteti drobilica su u potpunosti angažovani. Možda će, u ovom slučaju, neko od sita biti isključeno iz rada.

Objekat sejanja je zamišljen tako, da u ekstremnom slučaju prerade rude sa čistim proslojcima gline dozvoljava otvaranje kruga i otpremu „pogača” gline u flotaciju. Ovo se čini na

kraju smene ili u slučaju pojave jačih potresa na tercijarnim drobilicama. Tada se prekida dovoz rude sa skladišta i samo prerađuje ruda iz priručnih bunkera sejanja i drobljenja sve dok se na međutrakama drobljenja ne pojave samo „pogače” rude. One se izručuju u poseban bunker sejanja i preko dodavača otpremaju trakama u flotaciju.

Koncentracija rude

Mlevenje i flotacijska koncentracija predstavljaju najvažniji deo tehnološkog procesa, pa i objekat za mlevenje i flotiranje predstavlja „srce” cele koncentracije rude.

Ispred mlevenja nalazi se skladište sitne rude koje obezbeđuje nezavisan rad flotacije od drobljenja u trajanju od tri smene. S obzirom na rezervu u skladištu obezbeđen je kontinuitet snabdevanja flotacije rudom.

Mlevenje rude je dvostadijalno, u mlinu sa šipkama i mlinu sa kuglama. Produkti oba mlina se klasiraju u istim ciklonima i daju definitivan produkt za flotiranje krupnoće oko 58 % minus 0,074 mm.

Na izbor dvostadijalnog mlevenja presudan uticaj ima sklonost delimično kaolinisane rude ka stvaranju tzv. pogača u ciklusu drobljenja. Ruda se ne može efikasno prosejati na sitima otvora veličine 15 mm, pa je nemoguće da se otkloni štetno dejstvo slepljenih pogača rude na mehaničku stabilnost drobilica.

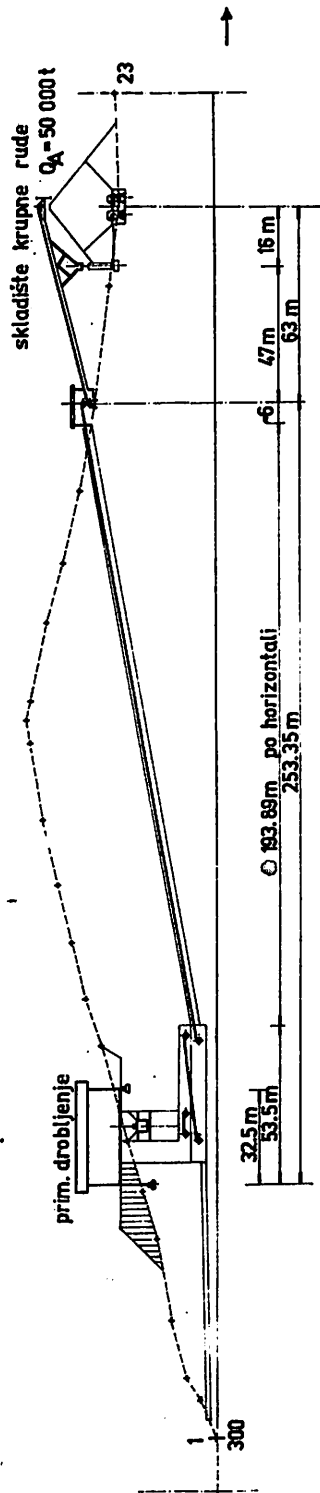
Procesi mlevenja, klasiranja i flotiranja su u velikoj meri automatizovani.

Mlevenje i klasiranje rude, flotiranje bakra, magnetska separacija magnetita i flotiranje pirita nalaze se u zajedničkoj zgradi.

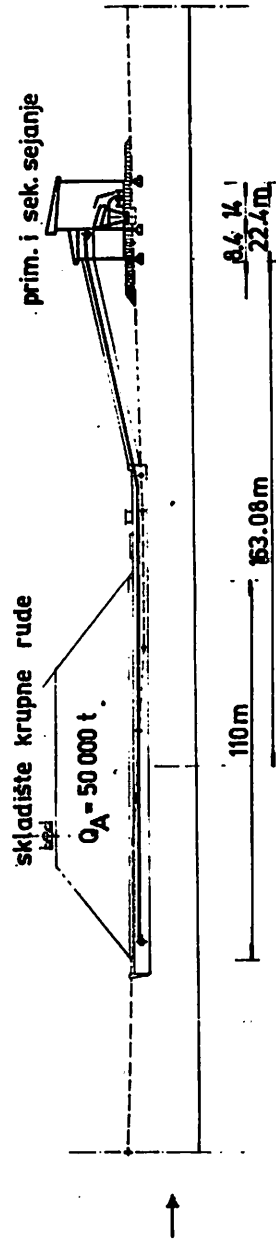
U zgradi flotacije nalazi se i postrojenje trafostanice i postrojenje elektromotornog razvođa.

Kancelarije tehnološke, mašinske i elektrooperative, kao i pripreme, nalaze se pod krovom flotacije.

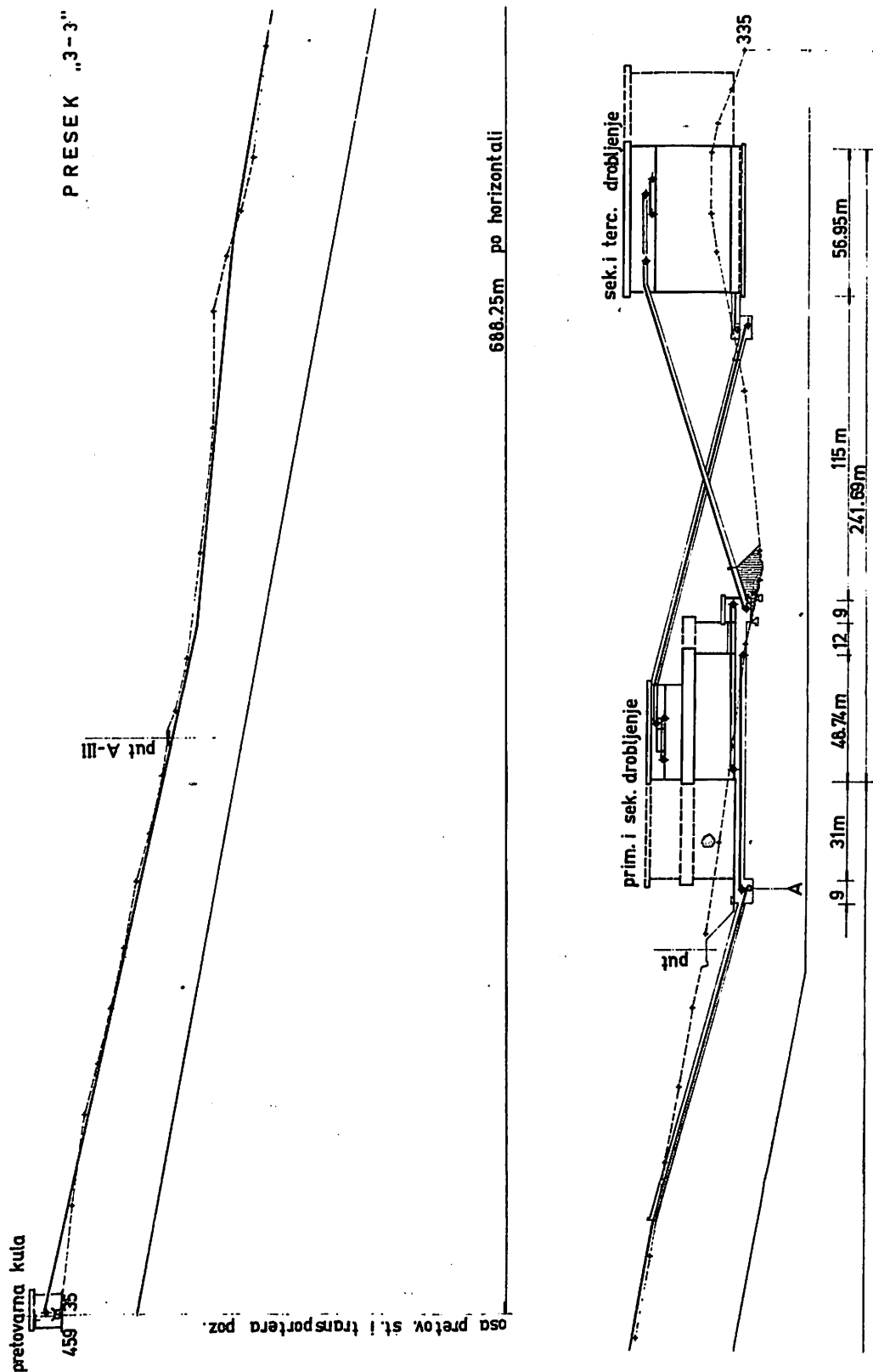
Skladište šipki i kugli je smešteno uz flotaciju. Obezbeđen je i prostor za priručni magazin rezervnih i habajućih delova za mlevenje, flotaciju i magnetsku koncentraciju.



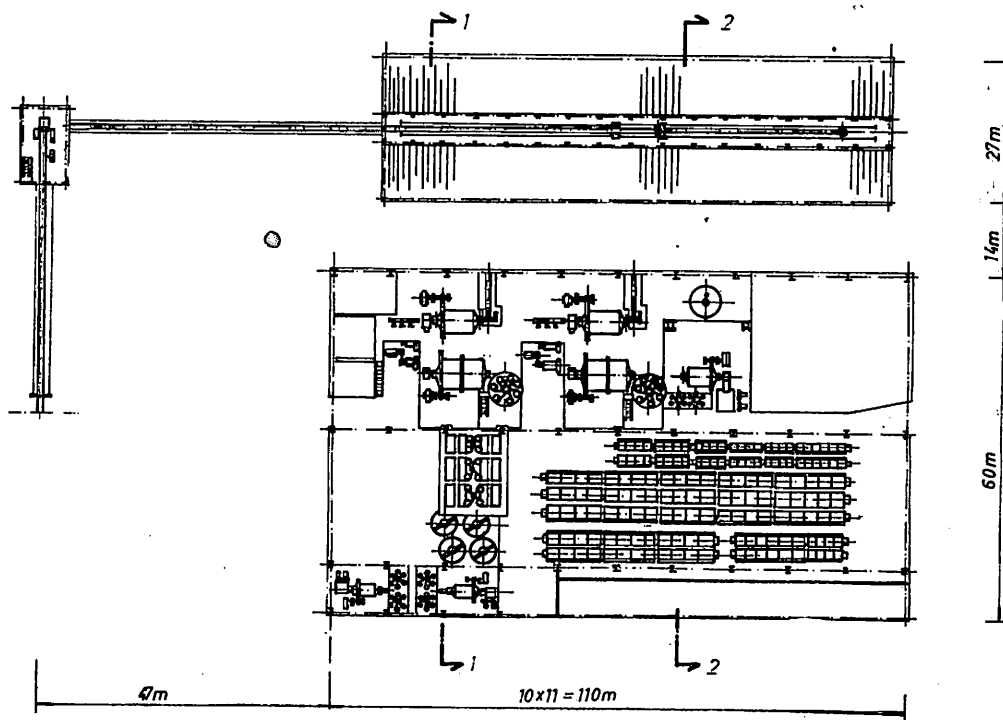
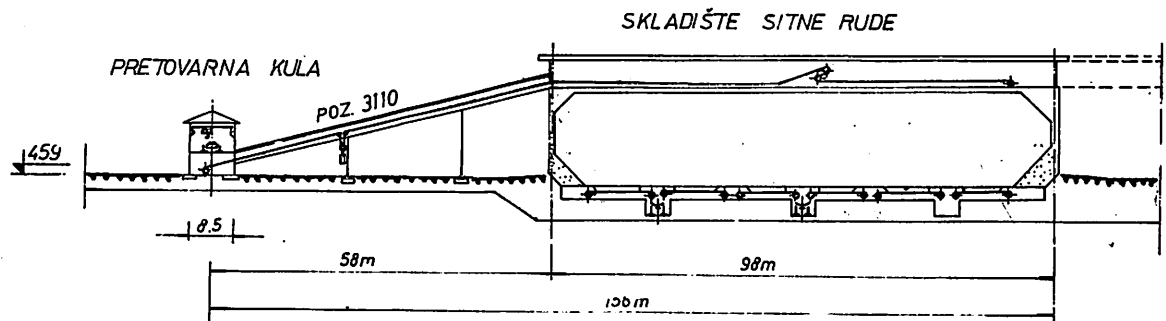
PRESEK "1-1"



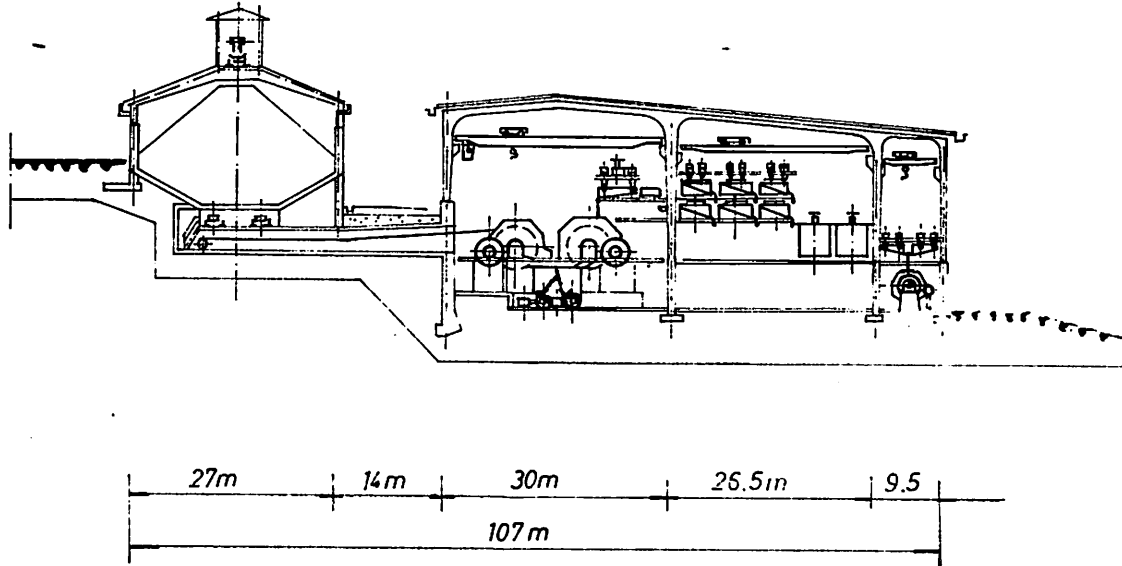
PRESEK "2-2"



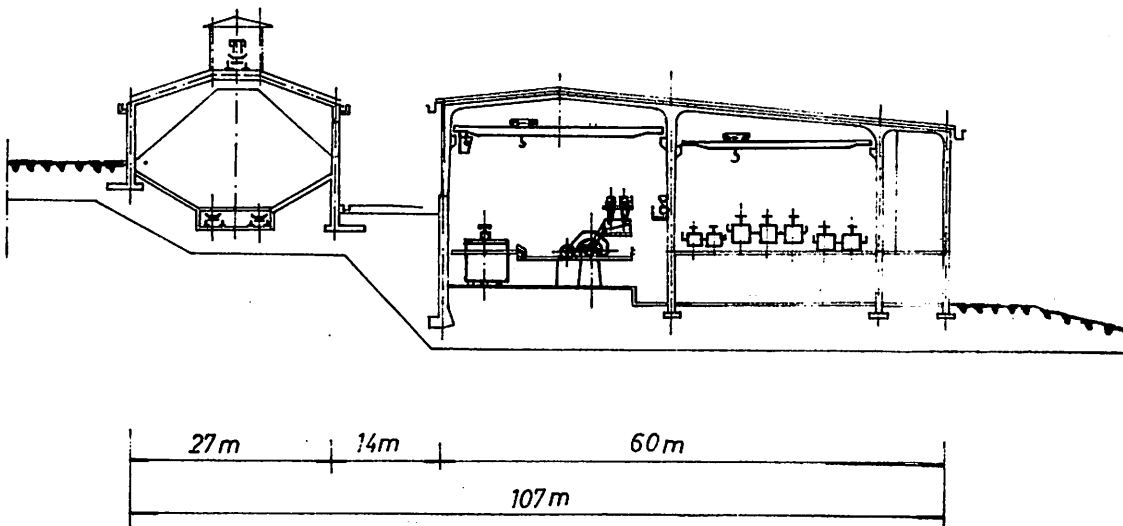
Sl. 3 — Idealni izgled objekata za drobljenje i transport



PRESEK „1-1”



PRESEK „2-2”



Sl. 4 – Objekti za koncentraciju rude.

Priprema i distribucija krečnog mleka i flotacijskih reagenasa pripadaju objektu za koncentraciju rude.

Odvodnjavanje koncentrata

Objekti za odvodnjavanje koncentrata bakra, pirita, magnetita i molibdena koncentrisani su u istoj zgradi.

Zgušnjivači bakra i pirita smešteni su jedan pored drugog. Magnetit se ne zgušnjava pre filtriranja. Filtriranje koncentrata bakra, pirita i magnetita smešteno je u istoj zgradi. Tu se nalazi i kompletno postrojenje za izdvajanje molibdena iz koncentrata bakra.

Uz objekat filtraže su skladišta koncentrata bakra, pirita, magnetita i molibdenita.

Izdvojena voda iz procesa odvodnjavanja se vraća u postrojenje koncentracije rude.

Objekti odvodnjavanja neprekidno rade, 24 časa na dan, 365 dana u godini.

Odlaganje flotacijske jalovine i snabdevanje flotacije industrijskom vodom

Koncentracijom rude u korisne proizvode — koncentrate bakra, pirita, magnetita i molibdena —

težinski se odvaja manje od 5 % ulazne rude, što znači, da posle izdvajanja i otpreme koncentrata potrošačima, treba izvršiti uskladištenje ogromne količine nekorisne jalovine.

Jalovina se u vidu pulpe (sa odnosom čvrsto:tečno kao 1 : 4) odvodi kanalima na jalovište. Krupnija frakcija se klasiranjem odvaja i uskladištava na dva kraja Kriveljske reke, međusobno udaljena oko dva kilometra. Krupne klase grade nasipe brana jalovišta, a sitne se talože između njih. Na srednjem delu jalovišta se sakuplja izbistrena voda, koja se posredstvom plovećih pumpi šalje u flotaciju kao tzv. povratna industrijska voda, i koja zadovoljava oko 80% ukupne potrebe za vodom. Ostatak od oko 20 % uzima se iz Kriveljske reke i pomoću pumpne stanice za svežu vodu šalje u flotaciju.

Ovaj članak pruža opštu sliku o postrojenju za preradu rude koje se gradi u Krivelju. U narednim brojevima časopisa „Rudarski glasnik“ detaljnije će se obraditi:

- rezultati tehnoloških istraživanja — osnova tehnološkog procesa
- tehnološke osnove i prikaz drobljenja, sejanja i transporta suve rude
- tehnološke osnove i prikaz koncentracije korisnih minerala iz rude
- tehnološke osnove i opis odvodnjavanja koncentrata.

SUMMARY

Ore Concentration Plant Veliki Krivelj

— General Outline of the Facility —

The ore concentration plant Veliki Krivelj is constructed in stages to the final capacity of approximately 20,000,000 t/year. The institute of Mines designed the first stage currently in course of construction and is designed to be put on line in 1981.

The paper supplies a general description of the ore processing facility.

The coming volumes of Rudarski glasnik will supply detailed presentations of: technological investigations, ore crushing, screening and transportation, ore concentration and dewatering of concentrator product.

ZUSAMMENFASSUNG

Erzanreicherungsanlage Veliki Krivelj – Allgemeine Beschreibung der Anlage –

Die Erzanreicherungsanlage Veliki Krivelj wird etappenweise bis zur Endkapazität von etwa 20 000 000 t/a ausgebaut. Das Bergbauinstitut hat die erste Phase projektiert, deren Bau jetzt ausgeführt wird und die im Jahre 1981 in Betrieb gehen soll.

In dem Artikel wird die Darstellung von Objekten der Erzverarbeitungsanlage gegeben.

In den nächsten Nummern von „Rudarski glasnik“ wird eingehend die technologische Untersuchung, Zerkleinerung und Absiebung und Erztransport, Erzanreicherung und Produktentwässerung der Konzentration dargestellt.

РЕЗЮМЕ

Установка для концентрации руды Велики Кривель. — Общий обзор установки

Установка для концентрации руды Велики Кривель сооружается по фазам до конечной продукции около 20.000.000 т/год. Институт горной промышленности в Белграде проектировал первую фазу, которая строится и должна быть пущена в эксплуатацию в 1981 году.

В реферате дан общий обзор обработки руды.

В следующих изданиях Рударского Гласника будут детально описаны: технологические испытания, грохочение и транспорт руды и обезвоживание продуктов концентрации.

Autor: dipl.inž. Miloljub Grbović, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. M. Jošić, Beograd

Članak primljen 31.3.1980, prihvaćen 22.4.1980.

MOGUĆNOSTI DOBIJANJA KVALITETNIH LIVAČKIH PESKOVA IZ PODINE UGLJENOG SLOJA POLJA „D” KOLUBARSKOG UGLJENOG BASENA

(sa 2 slike)

Dr inž. Dragorad Ivanković — dipl.inž. Miomir Čeh — dipl.inž. Branislav Mihailović

Uvod

Podinu ugljenog sloja površinskog otkopa polja „D” u Kolubari čine kvarcni peskovi o kojima prvi podaci datiraju iz 1954. godine. Od tada pa do danas vršena su geološka istraživanja, ispitivanja mogućnosti čišćenja i koncentracije ovih peskova, kao i ocenjivanje njihove upotrebne vrednosti u livačkoj industriji.

S obzirom da na jugoslovenskom tržištu postoji deficitarnost livačkih peskova, bilo je nužno ispitati ovu mineralnu sirovinu i utvrditi šemu tehnološkog procesa po kojoj se može industrijski dobiti kvalitetan koncentrat za upotrebu u livačkoj industriji.

Članak ima cilj da utvrdi tehnološki proces separisanja ovih peskova iz uglja i dobijanje kvaliteta finalnih proizvoda koji će zadovoljiti zahteve livačke industrije. U tom cilju su izvršena laboratorijska i poluindustrijska ispitivanja koja su potvrdila mogućnost osvajanja visokokvalitetnih livačkih peskova.

Tehnološkim ispitivanjima oplemenjavanja rovnog kvarcnog peska prethodila su sledeća laboratorijska ispitivanja:

- utvrđivanje kompletnog hemijskog sastava
- utvrđivanje granulometrijskog sastava
- utvrđivanje mineralnog sastava

Hemijski sastav rovnog kvarcnog peska

Na manjem uzorku kvarcnog peska izvršena je kompletna hemijska analiza. Rezultati ove analize dati su u tablici 1.

Tablica 1

Materija	%
SiO ₂	79,31
TiO ₂	0,17
Al ₂ O ₃	2,58
Fe ₂ O ₃	0,96
Cr ₂ O ₃	117 ppm
Na ₂ O	0,16
K ₂ O	0,19
S	0,29
Org. materije	12,34
H ₂ O 110°C	1,57
Gubitak žarenjem	1,80

Na osnovu iznetih rezultata može se konstatovati da ispitivana sirovina sadrži smanjeni udeo SiO₂ i znatne količine organske (ugljevite) materije.

Granulometrijski sastav uzorka

Određivanje granulometrijskog sastava rovnog peska utvrđeno je mokrim prosejavanjem na seriji sita odgovarajućih otvora. Rezultati su dati u tablici 2.

Tablica 2

Klasa krupnoće, u mm	Težina %	$\Sigma T \% \downarrow$	$\Sigma T \% \uparrow$
+ 40	4,19	4,19	100,00
- 40 + 30	1,71	5,90	95,81
- 30 + 20	0,94	6,84	94,10
- 20 + 15	0,27	7,14	93,16
- 15 + 10	0,40	7,51	92,89
- 10 + 5	0,86	8,37	92,49
- 5 + 3	0,28	8,65	91,63
- 3 + 2	0,29	8,94	91,35
- 2 + 1	0,32	9,26	91,06
- 1 + 0,5	9,35	18,56	90,74
-0,5 + 0,4	11,20	29,79	81,41
- 0,4 + 0,3	29,58	59,37	70,21
- 0,3 + 0,2	37,55	96,92	40,63
- 0,2 + 0,1	1,92	98,84	3,08
- 0,1 + 0,06	0,46	99,30	1,16
- 0,06 + 0,0	0,70	100,00	0,70
Ukupno:	100,00	-	-

Prema rezultatima analize granulometrijskog sastava, može se konstatovati da ispitivani uzorak sadrži relativno nizak udeo krupnoće iznad 0,5 mm (18,56%) i veliki težinski udeo klase krupnoće - 0,5 + 0,06 mm (80,71 %).

Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati da postoje značajne razlike između klasa krupnoće. Ove razlike se ogledaju u tome, što rovni uzorak sadrži značajne količine uglja, kao i agregata ugljevito-glinovitih ili ugljevitih sa piritom.

Sadržaj ovako kompletne ugljevite materije u uzorku iznosi 17,5%. U tablici 3 dat je mineralni sastav ovog uzorka posle odstranjivanja uglja, tj. uzorka u kome je zaostalo 2,4 % ugljevite materije.

Kvalitativno—kvantitativni mineralni sastav rovnog uzorka peska po klasama krupnoće

Tablica 3

Klasa u mm	+ 0,63	+ 0,2	+ 0,06	+ 0,005	- 0,005	Svega
%	4,4	94,10	0,6	0,8	0,1	100,0
Kvarc	80	98	67	43	5	96,4
Feldspat	-	-	5,3	4	-	0,1
Liskun	-	-	7	1	-	0,1
Aksesorni	-	0,7	17,7	2	-	0,8
Glina	-	-	-	-	65	0,1
Hidroliskun	-	-	-	10	15	0,1
Ugalj	20	1,3	3	40	15	2,4
Teški minerali:						
Pirit		35	60	90		
Magnetit		5	5	-		
Ilmenit		25	20	10		
Spinel		-	1	-		
Rutil		-	1	-		
Piroksen		10	-	-		
Granat		5	2	-		
Cirkon		-	2	-		
Turmalin		10	-	-		
Siderit		5	4	-		
Andaluzit		15	5	-		

Rezultati proučavanja zaobljenosti zrna

Tablica 4

Klasa krupnoće u mm	Dobro zaob- ljen	Zaobljen	Poluzao- bljen	Poluug- last	Uglast
+ 0,63	90	10	-	-	-
- 0,63 + 0,20	60	30	10	-	-
- 0,20 + 0,06	10	20	30	30	10

Međutim, mineralni sastav rovnog uzorka u celosti je sledeći:

Prema postignutim rezultatima ispitivanja zaključeno je da se postižu zadovoljavajući stepeni

Minerali	Kvarc	Feldspat	Liskun	Akces.	Hidro— liskun	Glina	Ugalj
%	79,5	0,1	0,2	0,7	0,1	0,1	19,4

Laboratorijska ispitivanja mogućnosti čišćenja i koncentracije

Radi utvrđivanja mogućnosti čišćenja i određivanja postupka koncentracije rovnog peska, vršena su laboratorijska ispitivanja sledećim postupkom:

- pranje i odmuljivanje
- mokro prosejavanje
- trljanje u gustoj sredini.

Mokro prosejavanje i trljanje

Pre izvođenja opita mokrog prosejavanja rovní uzorak je podvrgnut razmuljivanju pri odnosu Č : T = 1 : 1. Posle razmuljivanja pristupilo se mehaničkom trljanju u odgovarajućem uređaju u trajanju od 20 minuta, a potom prosejavanju na sitima otvora 0,6 mm i 0,1 mm.

Zajednički bilans klasiranja kvarcnog peska posle tretiranja u mašinama za trljanje i mokrog sejanja na sitima otvora 0,6 i 0,1 mm daje se u tablici 5.

Tablica 5

Klasa krupnoće u mm	Težina	
	%	Σ% ↓
+ 0,6	1,93	1,93
– 0,6 + 0,1	85,92	87,85
– 0,1 + 0,0	12,15	100,00
Ulaz	100,00	—

Klasa krupnoće + 0,6 mm je pretežno sadržala ugalj 1,48 %.

U cilju provere efikasnosti usvojene metode pranja i klasiranja kvarcnog peska izvršena su kontrolna ispitivanja na uzorku rovnog kvarcnog peska, s tim što je na klasi krupnoće – 0,6 + 0,1 mm izvršeno trljanje i pri tome je konstatovano da dolazi do izvesnog povećanja sadržaja SiO₂ i do smanjenja sadržaja Fe₂O₃.

Tablica 6

Sadržaj, %	Klasa krupnoće –0,6 +0,1 mm	
	Prani pesak	Prani + trljani pesak
SiO ₂	96,49	97,47
Fe ₂ O ₃	0,26	0,18

čišćenja rovnog kvarcnog peska posle pranja, prosejavanja i trljanja u mašinama za atriciju.

Poluindustrijski opiti ispitivanja mogućnosti čišćenja i koncentracije

Na osnovu laboratorijskih opita čišćenja i koncentracije, kao i na osnovu rezultata analiza granulometrijskog sastava, kompletnih hemijskih analiza i utvrđenog mineralnog sastava ovog uzorka izvršena su poluindustrijska ispitivanja čišćenja i koncentracije.

Svrha ovih ispitivanja bila je dvojaka. S jedne strane, bilo je nužno sagledati i utvrditi tehnološko–tehničke elemente procesa koncentracije, a s druge, obezbediti potrebne količine koncentrata kvarcnog peska za ispitivanje njegove podobnosti u livačkoj industriji.

Imajući u vidu rezultate laboratorijskih ispitivanja izvršeni su poluindustrijski opiti čišćenja u dve varijante sledećim postupcima:

Varijanta I

- suvo prosejavanje rovnog peska na situ otvora 12 mm u cilju odvajanja krupnih frakcija uglja plus 12 mm
- pranje podrešetnog proizvoda, tj. klase, krupnoće minus 12 mm u bubnju za pranje
- prosejavanje opranog peska na dvoetažnom vibracionom situ otvora 1 i 0,5 mm

Bilans koncentracije rovnog uzorka kvarcnog peska u poluindustrijskom opitu – I varijanta

Tablica 7

Proizvod	Težina %	Sadržaj, %										
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	S	Org.mat.
Sitnozrni kvarcni pesak Q ₁	36,38	98,45	0,14	0,73	0,36	ppm 200	–	0,02	0,13	0,19	0,10	0,39
Krupnozrni kvarcni pesak Q ₂	17,72	98,80	0,08	0,67	0,37	131	–	0,01	0,07	0,14	0,14	0,29
Sitnozrna jalovina (mulj) J ₁	13,62	66,22	0,54	10,23	6,01	40	–	0,07	0,34	0,97	2,81	10,90
Krupnozrna jalovina (pesak + ugalj) M ₁	20,86	96,61	0,31	–	1,02	380	–	–	–	–	–	1,19
Teški minerali sa peskom M ₃	3,03	88,49	1,52	–	3,87	1100	–	–	–	–	–	3,35
Krupnozrni ugalj + 12 mm	5,63	50,10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sitnozrni ugalj + 1 mm	2,76	23,66	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
UKUPNO:	100,00											

Nasipne težine koncentrata u suvom stanju iznose:

- sitnozrni kvarcni pesak = 1,34 t/m³
- krupnozrni kvarcni pesak = 1,42 t/m³

Tablica 8

Klasa krupnoće u mm	–0,6	–0,6+	–0,5+	–0,4+	–0,3+	–0,2+	–0,1+	Ukupno
		0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	
Sitnozrni livački pesak, T%	–	–	4,33	33,25	58,43	3,58	0,41	100,00
Krupnozrni livački pesak, T%	–	18,16	23,45	41,13	17,00	0,26	–	100,00

– odvajanje sitnih frakcija uglja iz dobijenih klasa krupnoće – 1 + 0,5 mm i – 0,5 + 0,0 mm na klatnim stolovima.

II varijanta

Za razliku od I varijante nisu dobijena dva finalna proizvoda već samo jedan Q₃.

Bilans koncentracije rovnog uzorka kvarcnog peska po I varijanti, dopunjen rezultatima kompletnih i delimičnih hemijskih analiza, prikazan je u tablici 7.

Poluindustrijska ispitivanja čišćenja i koncentracije rovnog peska po ovoj varijanti sastojala su se iz sledećih faza procesa:

Iz bilansa koncentracije može se zaključiti da su dobijena dva koncentrata opranog i oplemenjenog kvarcnog peska i to sitnozrni kvarcni pesak (Q₁) i krupnozrni kvarcni pesak (Q₂).

- suvo prosejavanje rovnog peska na situ otvora 12 mm u cilju odvajanja krupnih frakcija uglja plus 12 mm
- pranje podrešetnog proizvoda, tj. klase krupnoće minus 12 mm u bubnju za pranje
- prosejavanje opranog peska na dvoetažnom vibracionom situ otvora 1 i 0,5 mm
- odvajanje sitnih frakcija uglja minus 1 mm u spiralnom klasifikatoru i klatnim stolovima.

U tablici 8 daje se granulometrijski sastav sitnozrnog (Q₁) i krupnozrnog (Q₂) livačkog peska.

Bilans koncentracije rovnog uzorka kvarcnog peska u poluindustrijskom opitu – II varijanta

Tablica 9

Proizvodi koncentracije	Težina %	Sadržaj, %										
		SiO ₂	TiO ₂	M ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	S	Organska materija
Sitnozrni kvarcni pesak Q ₃	50,34	98,22	0,17	1,30	0,63	175	–	0,01	0,07	0,14	0,13	0,44
Preliv spiralnog klasifikatora J ₂	21,62	45,41	0,32	15,59	7,76	58	0,86	0,01	0,30	1,44	2,27	14,59
Sitnozrna jalovina (mulj) M ₉	19,53	57,56	0,25	4,58	3,66	555	–	–	–	–	–	15,63
Krupnozrna jalovina (pesak + uglj) M ₂	1,75	95,72	0,05	–	0,61	160	–	–	–	–	–	1,30
Teški minerali sa peskom M ₄	0,68	86,55	1,67	–	4,89	2000	–	–	–	–	–	3,67
Krupnozrni uglj + 12 mm	1,36	50,10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sitnozrni uglj + 1 mm	4,72	23,66	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
UKUPNO:	100,00											

Zapreminska težina sitnozrnog koncentrata (Q₃) u suvom stanju = 1,38 t/m³

Tablica 10

Klasa	– 0,6	– 0,6+	– 0,5+	– 0,4+	– 0,3+	– 0,2+	– 0,1+	Ukupno
krupnoće u mm		0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	
T %	–	7,05	10,70	30,69	48,96	2,48	0,12	100,0

Bilans čišćenja i koncentracije rovnog uzorka kvarcnog peska po II varijanti, dopunjen rezultatima kompletnih i delimičnih hemijskih analiza, prikazan je u tablici 9.

Granulometrijski sastav koncentrata kvarcnog peska daje se u tablici 10.

Ispitivanja u livačkoj industriji

Dobijeni koncentrat kvarcnog peska Q₁ i Q₂ su bili podvrgnuti tehnološkim ispitivanjima u livnicama SFRJ.

Što se tiče njihovih osobina i karakteristika može se istaći da su u pogledu oblika zrna dobijeni koncentrat izrazito povoljni. Sadržaj dobro zaobljenih zrna iznosi od 70 do 95%. Njihova vatrostalnost se kreće preko 1500 °C, što odgovara tačkama sinterovanja od 20 do 27 Sk.

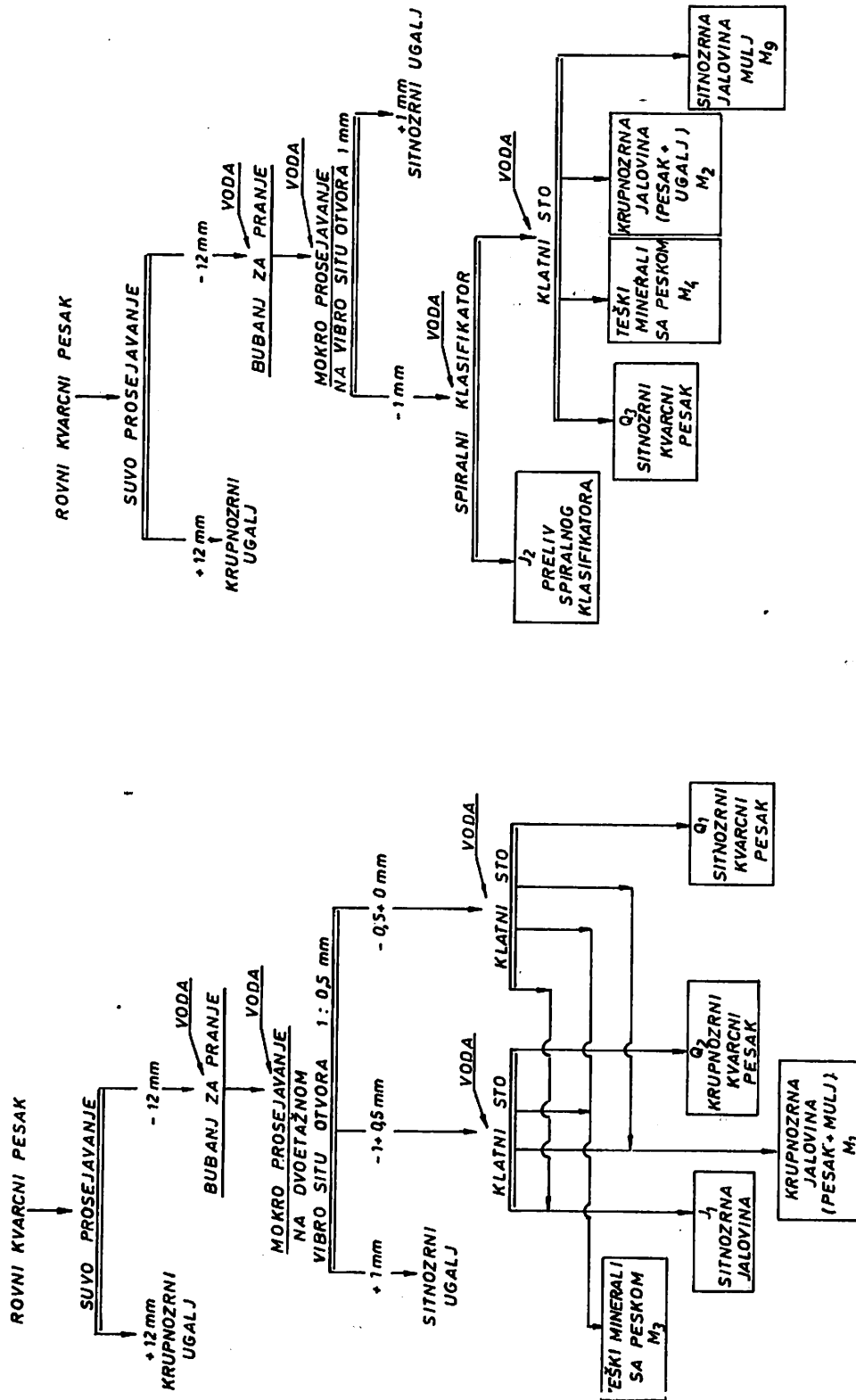
Izvršena tehnološka ispitivanja primene kvarc-

nog peska u livačkoj industriji su ukazala da se radi o visokokvalitetnom finalnom proizvodu.

Šema tehnološkog procesa oplemenjivanja kvarcnog peska

Na osnovu izvršenih laboratorijskih i poluindustrijskih opita čišćenja i koncentracije rovnog kvarcnog peska iz podine ugljenog sloja polja „D”, kao i na osnovu rezultata analiza mineraloških ispitivanja, izvršenih u livačkoj industriji, utvrđen je tehnološki proces oplemenjivanja koji se u osnovi sastoji iz sledećih faza:

- suvo prosejavanje rovnog peska na situ otvora 25 mm u cilju odvajanja krupnozrnog uglja
- pranje podrešetnog proizvoda, tj. klase krupnoće minus 25 mm u bubnju za razmuljivanje i pranje
- mokro prosejavanje opranog i razmuljenog peska na vibracionom situ otvora 2 mm, a u cilju izdvajanja sitnozrnog uglja klase krupnoće – 25 + 2 mm



- II VARIJANTA -

- I VARIJANTA -

Sl. 1 – Šema tehnološkog procesa izvođenja poluindustrijskog opta čišćenja i koncentracije rovnog kvarcnog peska – I i II varijanta.

– cikloniranje podrešetnog proizvoda vibracionog sita, tj. klase krupnoće – 2 + 0 mm, u cilju prvostepenog odvajanja mulja tj. jalovine

– hidroseparacija peska hidrociklona u hidroseparatorima „Monosizer“, a u cilju drugostepenog odvajanja mulja i jalovine klase krupnoće – 0,1 + 0 mm

– klasiranje oplemenjenog kvarcnog peska u hidrauličnim klasifikatorima „Hidrosizer“ na sledeće klase krupnoće finalnih proizvoda:

– klasa krupnoće – 2 + 0,6 mm (za građevinsku industriju)

– klasa krupnoće – 0,6 + 0,25 mm (krupnozrni livački pesak)

– klasa krupnoće – 0,25 + 0,1 mm (sitnozrni livački pesak)

– klasa krupnoće – 0,1 + 0 mm koja se vraća u proces filtriranja

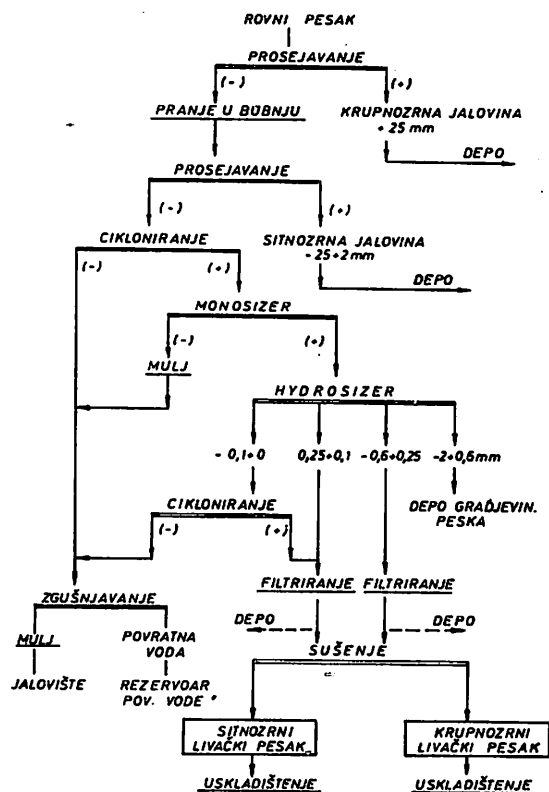
– filtriranje finalnih proizvoda, krupnozrnog i sitnozrnog livačkog peska

– odlaganje filtriranih finalnih proizvoda na otvorene deponije ili

– sušenje oba finalna proizvoda u fluidizacionim sušarama

– uskladištenje osušenih proizvoda u metalnim silosima

Pisana šema citiranog tehnološkog procesa prikazuje se na slici 2.



Sl. 2 – Šema tehnološkog procesa oplemenjivanja kvarcnog peska.

Zaključak

Na osnovu postignutih rezultata tokom laboratorijskih i poluindustrijskih opita zaključuje se da se mogu dobiti visokokvalitetni proizvodi procesa pranja i čišćenja, upotrebljivi u livačkoj industriji.

Predložena šema tehnološkog procesa je vrlo fleksibilna i jednostavna za rad i održavanje

opreme. Autori, na bazi izvedenih istraživanja, zaključuju da je kvarcni pesak iz podinskog sloja rudnog tela „D“ nakon pranja i čišćenja veoma pogodan za industrijsku primenu u livarstvu, te da treba što pre podići industrijsko postrojenje za njegovu proizvodnju.

SUMMARY

Possibility of Producing High-Grade Casting Sands from Coal Seam Footwall in Field D – Kolubara Coal Basin

The results achieved by laboratory and pilot-scale tests afford the conclusion that high-grade products of the washing and cleaning process may be obtained, suitable for use by foundry industry.

The proposed process flow-sheet is highly flexible and simple to run and maintain equipment. On the basis of completed investigations, the authors concluded that the quartz sand from the footwall layer of orebody D is, upon washing and cleaning, very suitable for industrial use in casting, and that construction of a commercial plant for quartz sand production is justified.

ZUSAMMENFASSUNG

Möglichkeiten zur Gewinnung der Qualitätsgießereisande aus dem Flözliegenden im Feld D des Kohlenbassins von Kolubara

Auf Grund der erzielten Ergebnisse im Laufe der Labor – und halbtechnischer Versuche wird der Schluss gezogen, dass Produkte von hoher Qualität durch den Wasch – und Reinigungsprozess, die für die Gießereiindustrie verwendbar sind, gewonnen werden können.

Das vorgeschlagene technologische Schema ist für den Betrieb und Ausrüstungsunterhaltung sehr flexibel und einfach. Die Autoren folgern daraus, dass der Quarzsand aus dem Liegenden des Kohlenflözes im Feld D nach dem Wasch – und Reinigungsprozess für die Verwendung im Industriebetrieb der Gießereien sehr geeignet ist. Deswegen müsste man an den Bau einer Industrieanlage für Gießereisand herangehen.

РЕЗЮМЕ

Возможность добычи литейных песков высокого качества из почвы угольного слоя в поле "Д" в Колубарском угольном бассейне

На основании полученных результатов лабораторных и полупромышленных опытов сделан вывод, что могут быть получены продукты высокого качества после промывки и пересички, которые бы отвечали применению в литейной промышленности.

Предложенная схема технологического процесса очень гибкая и несложная для работы и обслуживания оборудования. Авторы на основании проведенных испытаний утверждают, что кварцевый песок из почвы рудного тела „Д“ после промывки и пересички пригоден для индустриального употребления в литейной промышленности и что нужно приступить сооружению промышленной установки для добычи этого продукта.

Literatura

1. Tehnološki projekat poluindustrijskog postrojenja za proizvodnju livačkog peska iz ležišta „Kolubara“. – Rudarski institut, 1976, Beograd.
2. Izveštaj o tehnološkim ispitivanjima uzoraka kvarcnog peska „Podina“ iz polja „D“ Kolubara u cilju utvrđivanja kvaliteta rovnog peska i mogućnosti oplemenjivanja i primene za proizvodnju gas–betona u Fabrici „Vreoci“ i u livačkoj industriji. – Rudarski institut, 1979, Beograd.
3. Studija izbora najpovoljnije lokacije separacije kvarcnog peska iz podine ugljenog sloja površinskog otkopa polja „D“ Kolubara. – Rudarski institut, 1979, Beograd.

Autori: dr inž. Dragorad Ivanković – dipl.inž. Miomir Čeh – dipl.inž. Branko Mihailović, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dipl.inž. M. Grbović, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 31.3.1980, prihvaćen 22.4.1980.

PROJEKTOVANJE KOMPLEKSNIH MERA ZAŠTITE OD PRAŠINE PRI IZRADI INVESTICIONO-TEHNIČKE DOKUMENTACIJE ZA POGONE PRIPREME RUDE AZBESTA I OBOGAĆIVANJE AZBESTNIH VLAKANA

(sa 6 slika)

Dipl.inž. Vladimir Ivanović – dipl.inž. Duško Janković –
– dipl.inž. Obren Koprivica

Uvod

U tehnološkom postupku pripreme mineralnih sirovina azbesta i obogaćivanja azbestnih vlakana osnovnu komponentu aerozagađenja radne i životne okoline čini agresivna prašina azbesta. Pored azbestoze, koja je od ranije utvrđena kod radnika izloženih povećanim koncentracijama lebdećih vlakana azbesta, ispitivanja izvršena poslednjih godina pokazala su da azbest stvara i kancerogene deformitete na plućima.

Jugoslovenski standard JUS Z.BO.001 predviđa, kao i normativi u drugim zemljama, vrlo oštar kriterijum za maksimalno dozvoljenu koncentraciju lebdeće azbestne prašine u radnoj okolini. Za ukupnu gravimetrijsku koncentraciju dozvoljene vrednosti su 3 mg/m^3 , odnosno 1 mg/m^3 za respirabilnu lebdeću prašinu. Za konimetrijsku koncentraciju dozvoljeno je 175 č/cm^3 .

U separacijama suvog tehnološkog postupka pripreme rude azbesta i obogaćivanja azbestnih vlakana dolazi do velikog izdvajanja prašine, što zahteva adekvatnu primenu zaštitnih mera za obezbeđenje odgovarajućih radnih uslova zaposlenih radnika.

U cilju postizanja potrebne zaštite od

prašine, a imajući u vidu da se radi o veoma opasnoj prašini, kod projektovanja investiciono-tehničke dokumentacije neophodna je primena kompleksnog otprašivanja kojim se obuhvata:

- projektovanje šeme tehnološkog procesa sa što manje presipnih mesta, izbegavanje velike visine slobodnog pada materijala, smanjenje brzine kretanja i udara materijala kod gravitacijskog transporta

- mašine za pripremu i obogaćivanje, kao i transportni uređaji, po svojim tehnološkim karakteristikama treba da zadovolje uslov što manjeg izdvajanja prašine u radnu okolinu

- prekrivanje i hermetizacija svih aktivnih izvora prašine u tehnološkom postupku drobljenja, sejanja, sušenja, transporta i bunkerisanja rude i obogaćivanja azbestnih vlakana

- aspiracija (odsisavanje) na svim prekrivkom izolovanim izvorima prašine

- permanentno uklanjanje nataložene prašine sa podova i konstrukcija.

Jedновременna primena i ravnopravan tretman pomenutih postupaka garantuje postizanje potrebnih efekata sa koncentracijama lebdeće prašine u radnoj okolini u granicama dozvoljenih vrednosti.

Prethodno iznet pristup primeni kompleksne zaštite od azbestne prašine ušao je u sastav investiciono-tehničke dokumentacije za rekonstrukciju rudnika i separacije Bosnaazbest — Bosansko Petrovo Selo. On daje solidnu bazu da se daljim projektovanjem i zavođenjem projektovanih rešenja obezbede zadovoljavajući radni uslovi u pogledu zaštite od azbestne prašine.

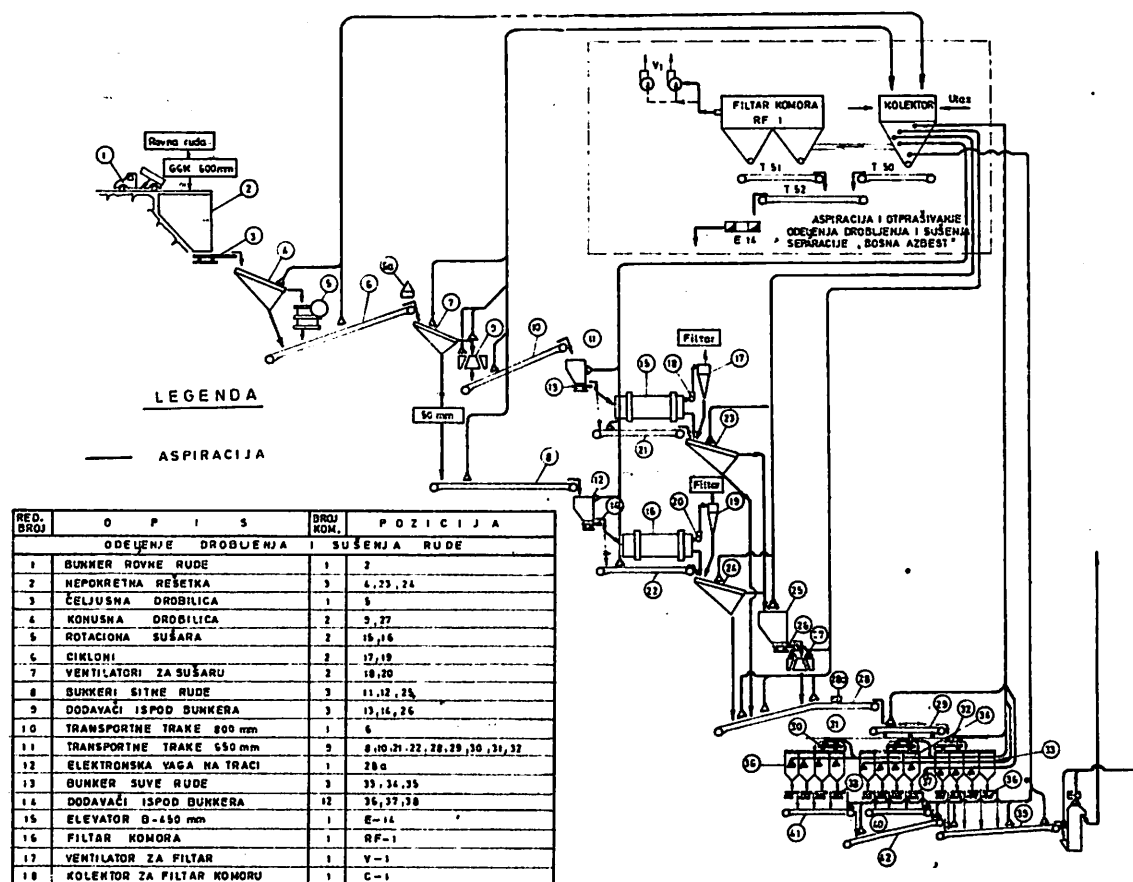
Obezbeđenje svih elemenata prethodne zaštite nije jedini preduslov za postizanje konačnog cilja zaštite. Neophodno je da i u fazi eksploatacije sistema bude zastupljeno permanentno održavanje opreme i uređaja po svim elementima kompleksne zaštite, čiji efekti rada treba uvek da se nalaze u tolerantnim granicama projektovanih vrednosti. Prema tome, ispunjenje svih potrebnih uslova u prethodnoj i tekućoj zaštiti može biti garancija da će se postići humani cilj zaštite radnika i opravdanje uloženi sredstava.

Tehničko rešenje otprašivanja u pogonu za drobljenje, sušenje i klasiranje rude

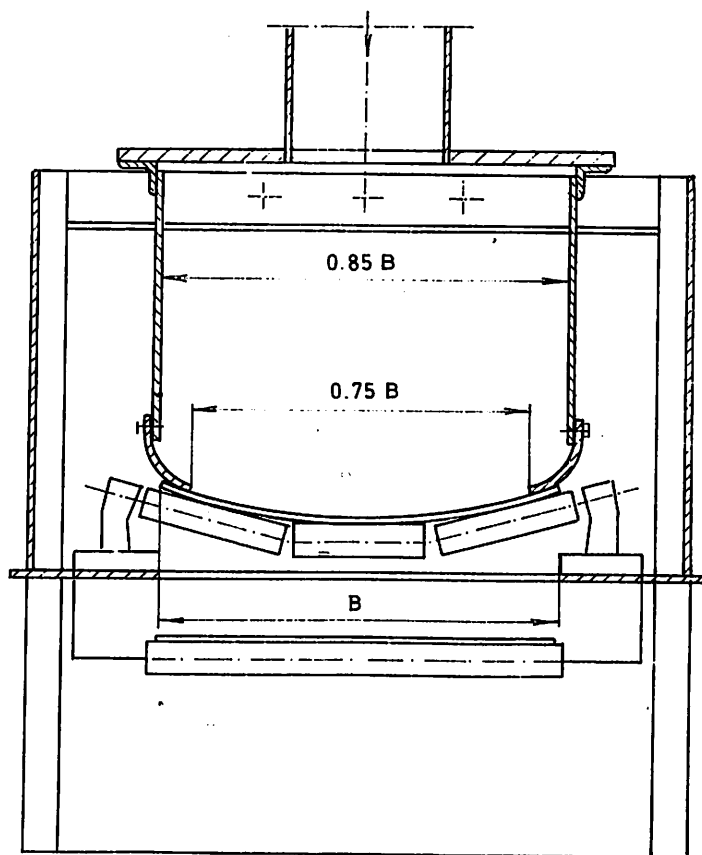
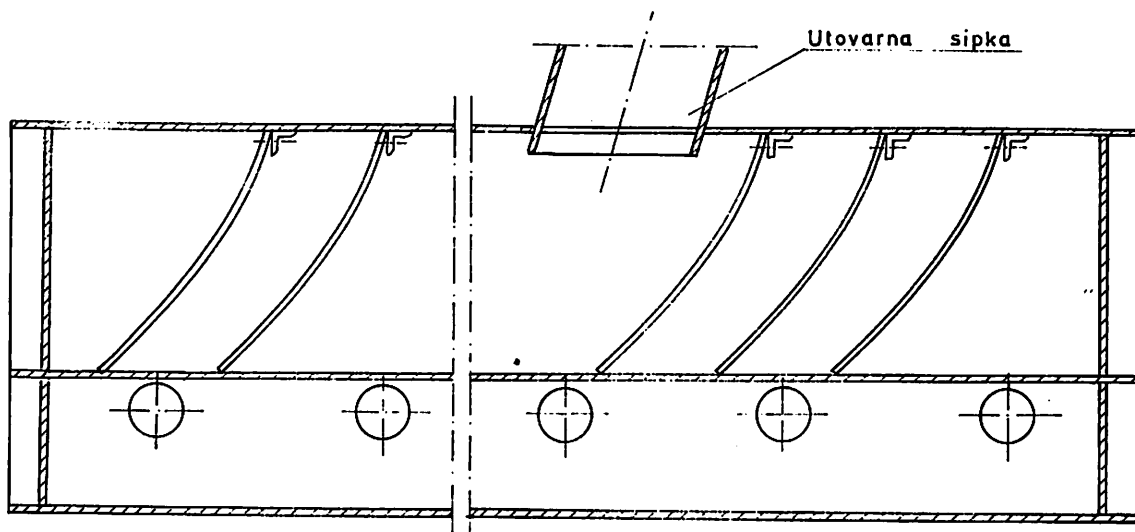
Na priloženoj šemi tehnološkog procesa (sl. 1) dato je tehnološko rešenje otprašivanja, prikazan je raspored odsisnih mesta i sistem transporta aspiracionog vazduha do odvajачa. Proračunom količina vazduha za odsisavanje na pojedinim izvorima prašine dobijena je ukupna količina za aspiraciju 123.000 m³/h, a za provetravanje rotacionih sušara 40.000 m³/h. Uzimajući u obzir rezervu vazduha, zbog gubitaka u ventilacionom sistemu, kapacitet ventilatora je računat na količinu vazduha od 195.000 m³/h.

Aspiracionim sistemom se obuhvataju objekti za drobljenje I, II i III stepena, sušenje i bunker suve rude.

Predviđa se postavljanje prekrivke na svim



Sl. 1 — Tehnološka šema procesa drobljenja, sušenja i klasiranja rude.



Sl. 2 – Prekrivanje i hermetizacija kod presipa na koritastom transporteru sa rolnama.

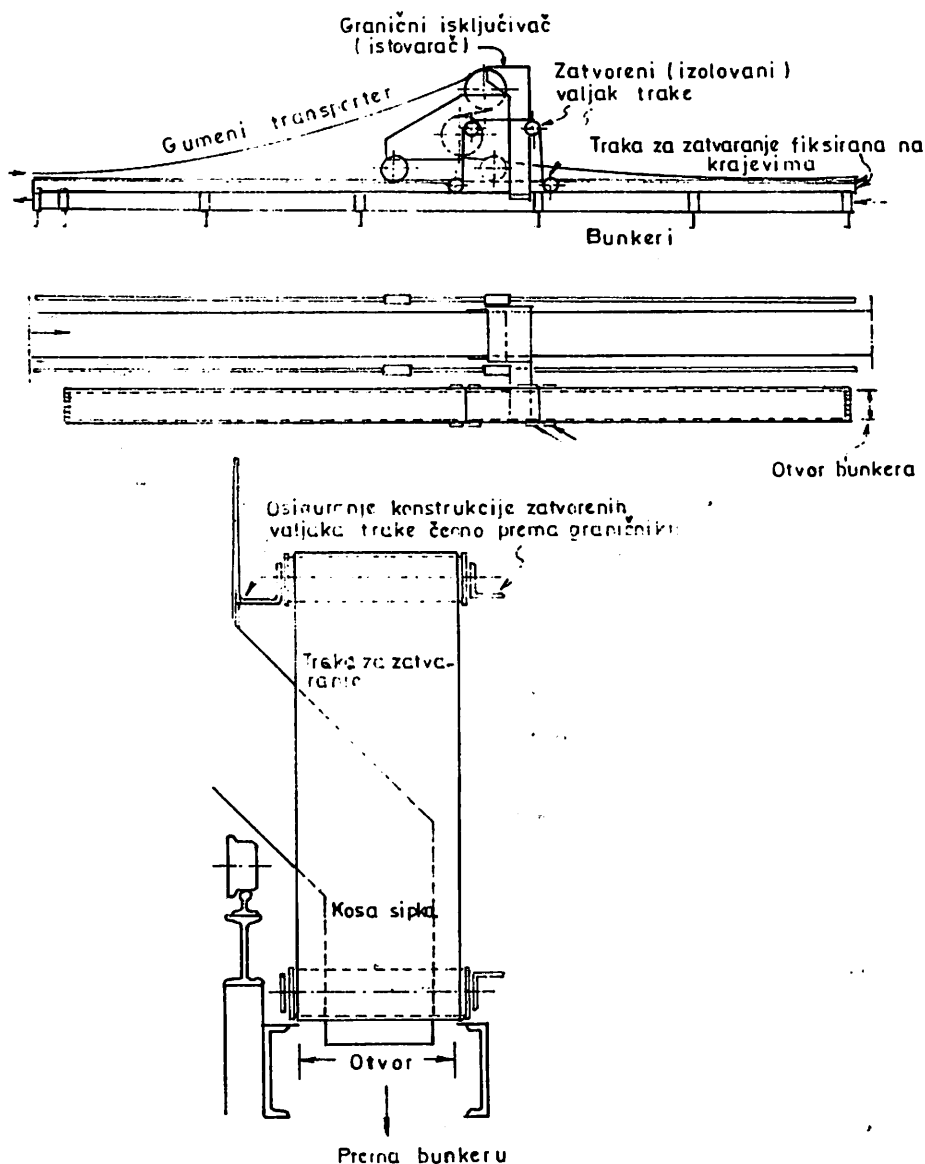
izvorima prašine koja će u isto vreme obezbediti potrebnu hermetizaciju. Na prekrivci se ugrađuju i haube za odsisavanje prašine.

Sve rešetke na kojima se vrši prosejavanje rude prekrivaju se oklopom od čeličnog lima. Otvori na oklopu u blizini pokretnih delova zatvaraju se elastičnom gumom za dopunsku hermetizaciju.

Na svim presipnim mestima gumenih transportera predviđa se postavljanje potpune hermeti-

zacije koja će se obezbediti prekrivkom od lima i gumom. Sa prednje i zadnje čone strane pod prekrivkom ugrađuje se dvostruka i trostruka gumena zavesa, sa ciljem da se amortizuje vazdušni pritisak usled udara materijala i obezbedi efikasno odsisavanje izdvojene prašine sa manjom količinom vazduha. Tehničko rešenje zatvaranja transportera prikazano je na sl. 2.

Kod bunkera sitne rude – pozicija 11 i 12 – projektom je predviđen utovar pomoću utovarnih kolica sa bočno postavljenom sipkom. Za zaštitu



Sl. 3 – Zatvaranje otvora bunkera pomoću gumene trake.

od prašine, odnosno sprečavanje njenog izdvajanja van bunkera, predviđa se pokrivanje otvora bunkera gumenom trakom, kao što je prikazano na sl. 3. Na sipki se ugrađuju valjci preko kojih traka obilazi oko sipke pri kretanju kolica duž bunkera. Na taj način se postiže visok stepen hermetizacije i nesmetan utovar rude u bunker. Haube za ođsisavanje su stabilne i postavljaju se sa bočne strane bunkera.

U objektu za skladištenje sitne suve rude predviđa se pokrivanje otvora bunkera i presipnih mesta sa dopunskom hermetizacijom i aspiracijom. S obzirom na veliki broj pretovarnih mesta i njihov nejedновременni rad, predviđen je i sistem regulacionih klapni pomoću kojih treba da se obezbedi aspiracija samo na punktovima koji su u aktivnom radu.

Suva ruda dolazi u objekat skladištenja pomoću transportera — 28. Na mestu pretovara na reverzibilni transporter — 29 postavlja se prekrivka sa dopunskom hermetizacijom. Sa gornje strane prekrivke ugrađuje se aspiraciona hauba. Sa reverzibilnog gumenog transportera — 29 sipkom se vrši prečovar na transportere 30, 31 i 32. Mesta presipa se zatvaraju metalnom prekrivkom uz dopunsku hermetizaciju. Sa obe strane sipke postavljaju se aspiracione haube. Transporteri — 30, 31 i 32 su zatvoreni metalnom prekrivkom po celoj dužini. Pomeraju se duž bunkera, a utovar u bunkere ide sa čone strane. Predviđeno je da se otvori bunkera zatvaraju pomoću dve gumene trake postavljene pod uglom, na način kako je dato na sl. 4. Unutrašnji krajevi traka, koji naležu jedan na drugi podignuti su uvis. Prednji i zadnji kraj prekrivke treba izvesti tako da se vrši ravnomerno razdvajanje krajeva traka na sredini,

što će obezbediti dobru hermetizaciju u svakoj poziciji trake pri utovaru bunkera.

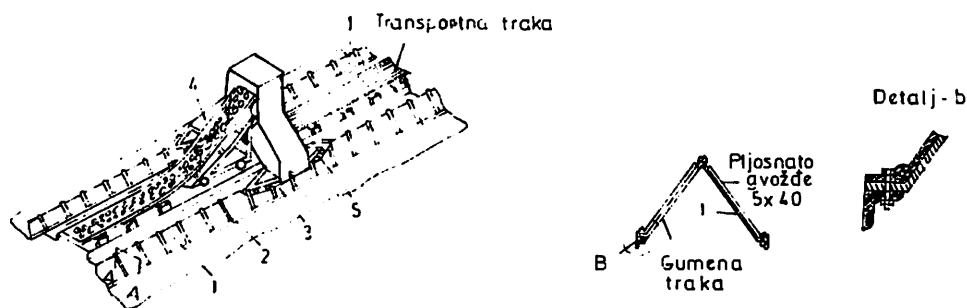
Pošto se u skadište suve rude doprema topla ruda postoji mogućnost da u zimskom periodu dođe do kondenzacije vodene pare u aspiracionim cevovodima zbog velike razlike u temperaturi vazduha u sistemu i okolnom vazduhu. To bi moglo dovesti do taloženja prašine u cevima i poremećaja ventilacionih karakteristika sistema. Predviđa se dovođenje toplog vazduha iz odeljenja rotacionih sušara preko mosta gumenog transportera — 29 kroz ventilacionu cev energijom dopunskog ventilatora.

Uređaj za prečišćavanje zaprašenog vazduha — rukavni filter postavlja se u posebnu prostoriju. Prečišćavanje vazduha iz aspiracionog sistema ima dva stepena: prvi stepen u kolektoru zaprašenog vazduha i drugi stepen u rukavnim filterima.

U cilju boljeg iskorišćenja prostora sekcije filtera se postavljaju u dva reda. Sa prednje strane nalazi se sabirni kolektor zaprašenog vazduha u kome se vrši taloženje krupnih i težih čestica prašine. Iz sabirnog kolektora vazduh se doprema u pojedine sekcije rukavnih filtera. Prečišćeni vazduh se odvodi u sabirni kolektor čistog vazduha, koji se nalazi iznad filtra, a iz njega pomoću ventilatora u spoljnu okolinu.

Transport prašine ispod dve linije sekcije filtra ide pužnim transporterima. Ispod sabirnog kolektora zaprašenog vazduha postavlja se gumeni transporter na koji se ispušta prašina iz kolektora, a takođe i prašina sa pužnih transportera.

S obzirom na visok sadržaj vlage u vazduhu koji dolazi u sistem za otprašivanje i visoku



Sl. 4 — Zatvaranje otvora bunkera pomoću gumenih traka postavljenih pod uglom

1 — gumena traka; 2 — rebra za ukrućenje gume; 3 — klinasti ram na otvoru sipke; 4 — sipka; 5 — rolne za umanjeње trenja trake o ram.

temperaturu vazduha postoji mogućnost da u zimskom periodu dođe do hlađenja vazduha u kolektoru i filtru, što bi moglo prouzrokovati kondenzaciju vodene pare i začepijavanje tkanine rukavnih filtara. Stoga se predviđa toplotna izolacija sekcija filtara i kolektora zaprašenog vazduha pomoću staklene vune.

Aspiracioni cevovodi koji skupljaju vazduh od odsisnih hauba u objektima za drobljenje I, II i III stepena, sušenje i skladištenje suve rude priključuju se na sabirni kolektor zaprašenog vazduha.

Na sabirni kolektor se, takođe, priključuju i cevovodi sa dimnim gasovima iz rotacionih sušara. Odsisne haube se postavljaju sa gornje strane komore za razdvajanje. Cevovodom se vazduh transportuje do ciklona gde se vrši odvajanje čvrstih čestica. Iz ciklona se dovodi vazduh do sabirnog kolektora zaprašenog vazduha na dalje prečišćavanje.

Prečišćeni vazduh iz rukavnih filtara se izbacuje pomoću ventilatora i difuzora u spoljnu atmosferu.

Tehničko rešenje otprašivanja u pogonu za obogaćivanje azbestnih vlakana

Na priloženoj šemi tehnološkog procesa dato je tehnološko rešenje otprašivanja, a na sl. 5 prikazan je raspored odsisnih mesta za aspiraciju i pneumatski transport. Proračunom je dobijena ukupna količina za aspiraciju $160.000 \text{ m}^3/\text{h}$, a za pneumatski transport $200.000 \text{ m}^3/\text{h}$. Sa rezervom vazduha, zbog gubitaka u ventilacionom sistemu, kapacitet ventilatora je računat na količinu vazduha od $432.000 \text{ m}^3/\text{h}$, s tim da paralelno rade dva ventilatora.

Kod tehnološkog procesa obogaćivanja azbestnih vlakana predviđeno je da se u zajednički centralizovani sistem uključi pneumatski transport azbestnih vlakana iz tehnološkog sistema obogaćivanja i aspiracioni vazduh iz sistema otprašivanja, što daje značajne prednosti u pogledu efekata zaštite i ekonomičnosti. Pneumatski transport ima prvi stepen prečišćavanja u ciklonima gde se odvaja korisna sirovina za dalju obradu. Zaostala prašina iz ciklona se pneumatski transportuje do zajedničkog kolektora gde se meša sa vazduhom iz sistema aspiracije. Kolektor služi kao primarni odvajač, a iz njega se vazduh odvodi na definitivno

prečišćavanje u rukavnim filtrima od tkanine. Ovde je iskorišćena značajna karakteristika azbestne prašine da kod rukavnih filtara, sačinjenih iz tkanina terilena i orlona, daje vrlo visoke efekte prečišćavanja. Struktura azbestne prašine omogućava da se na unutrašnjim zidovima filtrirajuće tkanine formira tanak sloj prašine, dovoljno porozan da ne povećava bitno otpor filtra, ali i dovoljno kvalitetan da smanji početnu veličinu stvarnih otvora u tkanini. Na taj način se povećava efekat prečišćavanja filtara do granice koja omogućava da koncentracija u izduvnom vazduhu, posle prečišćavanja iznosi u proseku $0,2 \text{ mg}/\text{m}^3$, što je pet puta manje od dozvoljene koncentracije. Ova činjenica daje mogućnost da se prečišćeni vazduh postupkom recirkulacije vrati u pogon i služi za grejanje radne okoline u zimskom periodu.

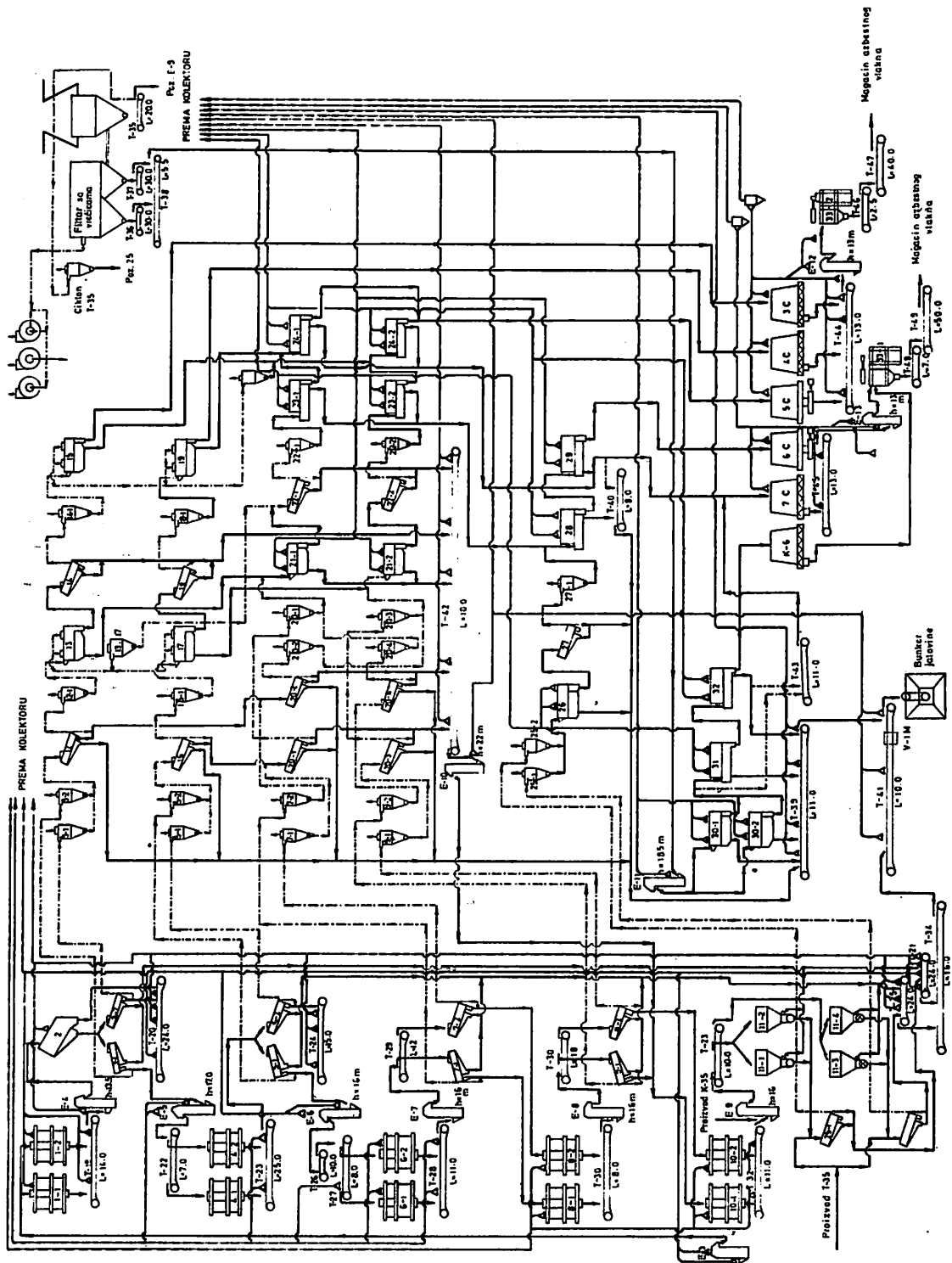
Uloga pneumatskog transporta u konkretnom tehnološkom postupku obogaćivanja azbesta je da se kod sita tipa „HOLL“, vrši odsisavanje kvalitetnih komponenti i njihov pneumatski transport do ciklona, a zatim dalje pneumatski transport zaostale prašine u vazduhu od ciklona do kolektora, odnosno rukavnog filtra.

Na pneumatski transport se priključuju i separatori „HOLL 36“ na klasiranju pri operacijama 13, 15, 17 i 19, s obzirom na mogućnost korišćenja komponente uhvaćene prašine odsisavanjem. Separatori na ostalim operacijama priključuju se na aspiracioni sistem.

Za pneumatski transport je karakteristično da se svaki aparat koji se u tehnološkom postupku priključuje na sistem pneumatskog transporta posebnim magistralnim cevovodom vezuje za odgovarajući ciklon i dalje preko ciklona za zajednički kolektor ispred rukavnog filtra. Ovo pravilo važi za sva sita „HOLL“ koja su predviđena u tehnološkom procesu obogaćivanja. Kod separatora „HOLL 36“ situacija je izmenjena utoliko, što se odsisne haube sa dva aparata vezuju u zajednički cevovod i njime uhvaćena komponenta transportuje do ciklona, a potom prečišćeni vazduh do kolektora.

Na svim cevovodima između ciklona i kolektora predviđeno je postavljanje klapne — zatvarača kojim se može, u slučaju potrebe (čišćenje ciklona i dr.), zatvoriti protok vazduha i isključiti ciklon iz sistema.

Na svim izvorima prašine predviđa se postavljanje prekrivke od čeličnog lima koja će u



LEGENDA

----- ASPIRACIJA

----- PNEUMATSKI TRANSPORT

RED. BROJ	O P I S	BROJ KOM.	P O Z I C I J A
O D E L J E N J E S E P A R A C I J E			
1	NEPOKRETNA REŠETKA	1	2
2	VERTIKALNA DROBILICA ČEKIČAR	10	1-1, 1-2, 4-1, 4-2, 6-1, 6-2 8-1, 8-2, 10-1, 10-2
3	SITA „HOLL“	21	3-1, 3-2, 5-1, 5-2, 7-1, 7-2 9-1, 9-2, 20-1, 20-2, 20-3, 20-4 22-1, 22-2, 25-1, 25-2, 12, 14, 16, 18, 27
4	CIKLONI ϕ 1800 mm	24	9-1, 9-2, 20-1, 20-2, 20-3, 20-4, 22-1, 22-2, 25-1, 25-2, 12-14, 16, 18, 27, 13-17, 15-19, T-35
5	ROTACIONA SITA ϕ 36"	17	13, 15, 17, 19, 26, 28, 29, 21-1, 21-2, 23-1, 31, 32, 23-2, 24-1, 24-2, 30-1, 30-2
6	VAZDUSNI SEPARATORI	4	11-1, 11-2, 11-3, 11-4
7	ELEVATOR B=350 mm	2	E-9, E-10
8	ELEVATOR B=450 mm	11	E-3, E-4, E-5, E-6, E-7, E-8, E-11, E-12, E-13, E-14
9	TRANSPORTNE TRAKE B=650 mm	6	T-41, T-46, T-47, T-48, T-49, T-41a
10	TRANSPORTNE TRAKE BEZ VALJAKA B = 650 mm	20	T-19, T-20, T-21, T-22, T-23, T-24, T-25, T-26, T-27, T-28, T-29, T-30, T-31, T-32, T-34, T-36, T-37, T-38, T-44, T-45
11	TRANSPORT. TRAKE BEZ VALJAKA B=500mm	6	T-33, T-39, T-40, T-42, T-43,
12	ELEKTRONSKA VAGA NA TRACI	1	T-41a
13	MAŠINA ZA PAKOVANJE VREĆA	2	33-1, 33-2
14	BUNKER ZA AZBEST	4	3-C, 4-C, 7-C, K-6
15	SILOSI ZA AZBEST	2	6-C, 7-C
16	FILTAR KOMORA SA VREĆICAMA	1	RF-2
17	VENTILATOR ZA FILTAR	3	V-2
18	KOLEKTOR ZA FILTAR	1	C-2

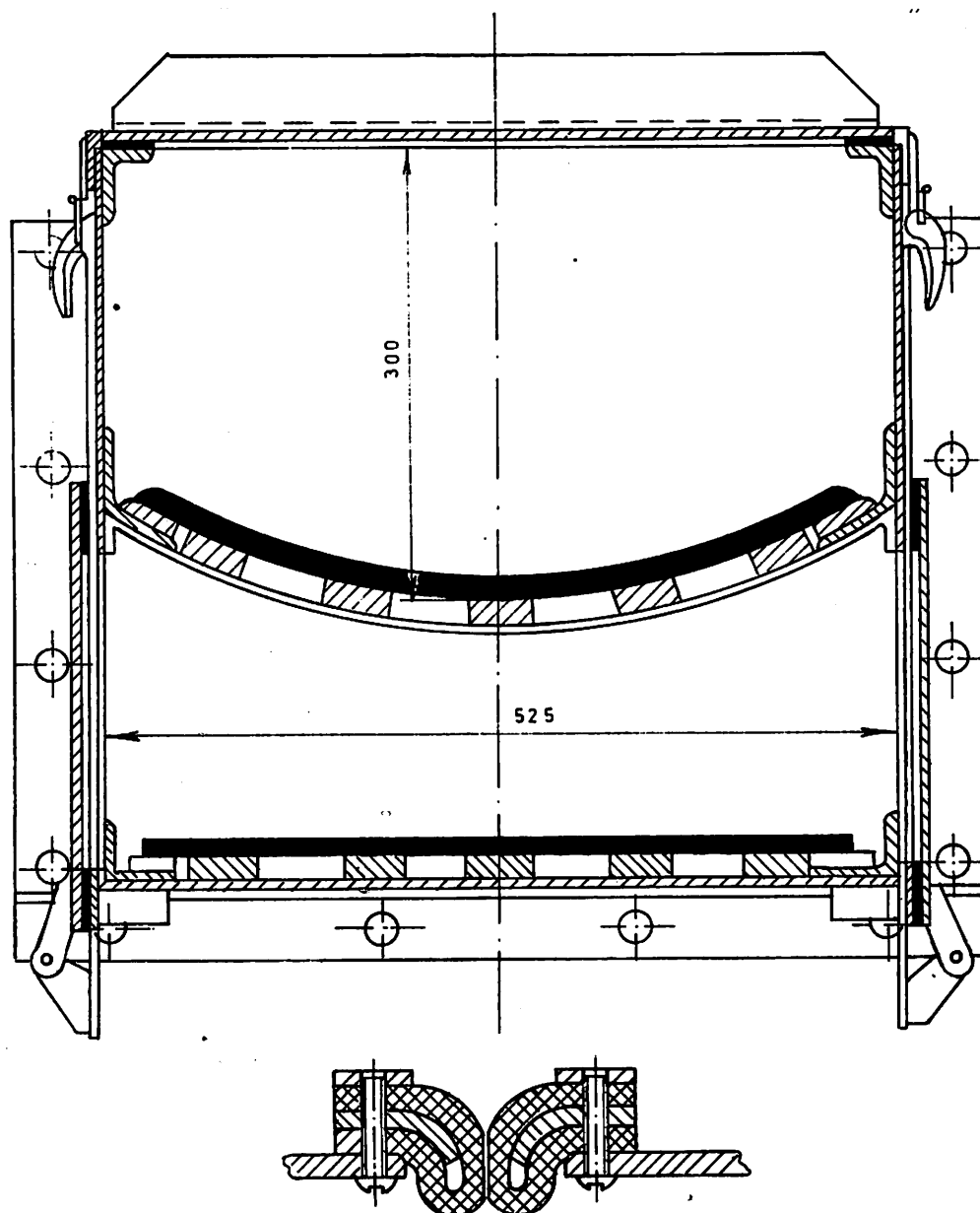
Sl. 5 – Tehnološka šema procesa obogaćivanja azbestnih vlakana.

isto vreme obezbediti i potrebnu hermetizaciju. Na prekrivci se ugrađuju i haube za odsisavanje prašine.

Rešetka za prosejavanje je prekrivena čeličnim limom. Otvori na prekrivci, u blizini pokretnih delova, zatvaraju se elastičnom gumom za dopunsku hermetizaciju čime se sprečava izdvajanje prašine u radnu okolinu i obezbeđuje

efikasno odsisavanje ispod prekrivke. Hauba za odsisavanje se postavlja na gornjem delu prekrivke pri dnu-sita, gledano po njegovom padu.

Elevatori sa kolicama nalaze su u metalnom oklopu. U procesu montaže, kod spajanja pojedinih sekcija, potrebno je da se obezbedi hermetizacija sa elastičnom gumom, tako da se onemogući izdvajanje prašine u radni prostor. Na oklopu



Sl. 6 – Prekrivanje i hermatizacija kod presipa na koristastom transporteru bez rolni.

elevatora postavljaju se dve haube, jedna pri dnu, iznad mesta gde se vrši presip u kofice i druga na sipki kojom se vrši istovar iz elevatora.

Značajan element zaštite od prašine je primena transportnih traka zatvorenog tipa bez valjaka, koja je predviđena u ovom pogonu. Svi transporteri su u metalnom oklopu što sprečava izdvajanje prašine u radnu okolinu. Prostor između noseće i povratne strane trake je potpuno hermetizovan. Postoje samo kontrolni i revizionni otvori sa poklopcima koji obezbeđuju potrebnu hermetizaciju. Sipka kroz koju materijal pada na traku pričvršćuje se na oklop uz obezbeđenje potrebne hermetizacije. Na mestu pada materijala iz sipke na traku postavlja se odsisna hauba. Tehničko rešenje zatvaranja trake grafički je prikazano na sl. 6.

Aspiracioni cevovodi koji skupljaju zaprašeni vazduh sa odsisnih hauba priključuju se ili direktno na sabirni kolektor zaprašnog vazduha ili na dva magistralna cevovoda, koja se takođe priključuju na sabirni kolektor.

I u ovom pogonu se predviđa prečišćavanje zaprašnog vazduha u dva stupnja. Prvi stupanj prečišćavanja je sabirni kolektor zaprašnog vazduha koji služi kao komorni odvajač. U njega se dovodi sav zaprašeni vazduh iz sistema aspiracije i pneumatskog transporta. Krupnije i teže čestice talože se u kolektoru i ispuštaju iz njega na trakasti transporter. Produkti dobijeni u kolektoru predviđeni su za dalju obradu prema tehnološkoj šemi.

Za drugi stepen prečišćavanja predviđa se primena rukavnih filtara.

Sekcije filtara se postavljaju u dva reda u cilju boljeg iskorišćenja prostora. Vazduh iz sabirnog kolektora se doprema u pojedine sekcije rukavnih filtara. Prečišćeni vazduh se odvodi u sabirni kolektor čistog vazduha, a iz njega do

ventilatora. Ventilatori se nalaze u zasebnoj prostoriji. Dva su u radu i jedan u rezervi.

Prašina uhvaćena filtrima ispušta se ispod dve linije sekcija na pužne transportere, a sa njih na sabirni trakasti transporter. Produkti rukavnih filtara takođe se koriste u daljem postupku tehnološkog procesa.

Predviđa se i recirkulacija prečišćenog vazduha, tj. njegovo vraćanje u pogon obogaćivanja za grejanje radne okoline u zimskom periodu.

Ventilatori izbacuju prečišćeni vazduh u prostoriju, stvara se natpritisak u njoj, tako da se kroz otvore na zidovima provetravaju susedne prostorije, odnosno ostale prostorije u pogonu obogaćivanja. Ova šema važi u zimskom režimu provetravanja. U letnjem režimu provetravanja zatvaraju se otvori prema susednim prostorijama pogona, a otvaraju otvori prema spoljnoj okolini i tada se prečišćeni vazduh izbacuje van objekta.

Uklanjanje nataložene prašine

U pogonu za obogaćivanje predviđa se pneumatski postupak uklanjanja nataložene prašine pomoću industrijskih usisivača, s obzirom da se i u tehnologiji primenjuje suvi postupak obogaćivanja. Sistemom aspiracije će biti obuhvaćeni svi izvori prašine. Kod dobrog rada i održavanja ovog sistema, uz stalnu kontrolu i održavanje prekrivke i hermetizacije, izdvajanje prašine u radnu okolinu i njeno taloženje biće sasvim malo. U takvim uslovima pokretni pneumatski usisivač prašine može zadovoljiti potrebe. Kapacitet usisivača iznosi oko 500 m³/h sa potpritisom 1500 do 4000 mm VS i snagom elektromotora 5,5 kW. Efektivan rad usisivača može se obezbediti samo uz uslov da se redovno primenjuju i da se vrši usisavanje malog sloja nataložene prašine.

SUMMARY

Development of Complex Dust Fighting Protective Measures during Feasibility Studies for Facilities for Asbestos Ore Processing and Asbestos Fibre Upgrading

In the process flow—sheet of asbestos mineral processing and asbestos fibre upgrading, asbestos aggressive dust is the basic component of environmental air pollution. For the purpose of achieving appropriate protection against the dust, during feasibility studies it is indispensable to use complex dedusting which includes: process flow—sheet design with a low number of dust sources in mass streams and machinery arrangement, suitable geometric properties of devices for gravity transport and transfer of the material, securing lowest possible dust discharge, covering and

dustproofing all dust sources, dust suction from all covered sources and permanent removal of dust deposited on floors and constructions.

The above mentioned elements of complex dedusting were applied in designing technical documentation for reconstruction of a mine. The technical solution of dedusting in the asbestos fibre upgrading section provides for a centralized system of air cleaning which also receives the dusty air from the systems of aspiration and pneumatic transport. The property of asbestos dust was considered so that terylene and orlon fabrics used in filters yield high cleaning efficiency with an average concentration of 0.2 mg/m^3 for plant heating by recirculation ventilation during the winter period.

The calculated total amount of air for aspiration and rotary kilns in the crushing, drying and classifying plant is $163,000 \text{ m}^3/\text{h}$. The required air volume for fibre upgrading is $160,000 \text{ m}^3/\text{h}$, and that for pneumatic transport $200,000 \text{ m}^3/\text{h}$.

ZUSAMMENFASSUNG

Projektierung der komplexen Staubschutzmassnahmen bei der Ausarbeitung der investitions— technischen Dokumentation für die Aufbereitungsanlagen für Asbest und Anreicherung von Asbestfasern

Im technologischen Verfahren der Aufbereitung von Mineralasbestrohstoff und Asbestfaseranreicherung bildet die Grundkomponente der Luftverunreinigung der Arbeitsumgebung der aggressive Asbeststaub. Zur Erzielung des erforderlichen Luftschutzgrads gegen Staub ist die Anwendung der komplexen Entstaubung erforderlich, welche umfasst: Projektierung von technischen Prozessen mit möglichst wenig Staubquellen im Fließbild und Maschinenanordnung, entsprechende geometrische Charakteristiken der Einrichtungen von Schwerkrafttransport und Materialüberlauf, die die Bedingung von möglichst geringer Staubbildung erfüllen, Abdeckung und Abdichtung von allen Staubquellen, Staubabsaugung an allen bedeckten isolierten Quellen, ununterbrochene Entfernung des abgelagerten Staubes vom Boden und Konstruktionen.

Vorhin dargelegte Elemente der komplexen Entstaubung wurden bei der Projektierung der technischen Dokumentation zur Rekonstruktion einer Grube angewandt. Durch technische Lösung der Entstaubung im Betrieb zur Anreicherung von Asbestfasern wurde ein zentralisiertes System der Luftreinigung vorgesehen, in welches sich die verstaubte Luft aus dem Absaugungssystem und Lufttransport einschliesst. Berücksichtigt wurde die Charakteristik des Asbeststaubs, welche bei den von Terylen — und Orlongeweben gebildeten Filtern einen sehr hohen Luftentstaubungsgrad mit durchschnittlicher Konzentration von $0,2 \text{ mg/m}^3$ zur Winterbetriebsheizung durch Luftstromkreislauf ergibt.

Berechnete Gesamtluftmenge für die Absaugung und Rotationsöfen in dem Betrieb für Brechen, Trocknen und Klassieren von Asbest beträgt $163\ 000 \text{ m}^3/\text{h}$. Im Betrieb zur Asbestfaseranreicherung ist die erforderliche Absaugeluftmenge $160\ 000 \text{ m}^3/\text{h}$ und für den Lufttransport $200\ 000 \text{ m}^3/\text{h}$.

РЕЗЮМЕ

Проектирование комплексных мероприятий защиты от пыли при изготовлении инвестиционно-технической документации для установок подготовки руды асбеста и обогащения асбестовых волокон

При технологическом процессе подготовки минерального сырья асбеста и обогащения асбестовых волокон основной составляющей компонентой аэрозольной загрязняющей среды является агрессивная пыль асбеста. С целью обеспечения потребной защиты от пыли при проектировании инвестиционно-технической документации необходимо учитывать и применение комплексного обеспыливания, которое должно охватывать: проектирование такого технологического процесса, который имеет возможно меньше мест — источников пыли в схеме движения массы и размещения машин, а также имеет пригодные геометрические характеристики оборудования для транспорта гравитационном и для мест пересыпа материала, которые бы отвечали условиям возможно меньшего выделения пыли. Кроме того должно быть предусмотрено герметическое закрывание и изоляция всех мест — источников пыли, и перманентное устранение осажденной пыли с пола и конструкции.

Предварительно нужно описать все элементы комплексного обеспыливания, которые взяты при проектировании технической документации для реконструкции рудника. Техническое решение для обеспыливания в установке для обогащения асбестовых волокон должно предвидеть централизованную систему очищения воздуха, в которую включается и загрязненный воздух из системы аспирации и пневматического транспорта. Принятая во внимание характеристика асбестной пыли на фильтрах, сделанных из ткани терилена и орлана, показывает высокую степень очищения воздуха с средней концентрацией 0.2 кг/м^3 , который употребляется для отопления установки путем рециркуляционной вентиляции в зимнем периоде.

Расчетом получено суммарное количество воздуха необходимое для аспирации и вращающейся печи в установке для дробления, сушения и сортировки руды составляет $163.000 \text{ м}^3/\text{час}$. Для установки обогащения асбестовых волокон нужно количество воздуха для аспирации составляет $160.000 \text{ м}^3/\text{час}$, а для пневматического транспорта $200.000 \text{ м}^3/\text{час}$.

Literatura

1. Lardeux, M. P., 1976/77: Добыча и обогащение азбестовых руд. — Научные труды, выпуск 18 и 19, Azbest.
2. Azbestna prašina, granice koncentracije u radnoj okolini. — INRS, 1978, Pariz.
3. Stroitel'nye normy i pravila — otoplenie, ventilacija i kondicionirovanie vozduha, Strojizdat, 1976, Moskva.
4. A fanasov, I. I., Vaščenko, V. S. i drugi: 1972: Obespylivanie vozduha na fabrikah gornoobogatitel'nyh kombinatov, Nedra, Moskva.

Автори: дипл.инж. Владимир Иванović — дипл.инж. Душко Јанковић — дипл.инж. Обрен Копривца, Завод за вентилацију и техничку заштиту, у Рударском институту, Београд

Рецензент: др инж. А. Ћурчић, Рударски институт, Београд

Чланак примљен 3.4.1980, прихваћен 22.4.1980.

DOMAĆI LIVENI ČLANKASTI KOTLOVI ZA CENTRALNO GREJANJE NA ČVRSTO GORIVO KAO IZVORI AEROZAGAĐENJA

(sa 2 slike)

Dipl.inž. Mihajlo Škundrić

Uvod

Krajem 19. veka, tačnije 1893. godine, pojavili su se liveni člankasti kotlovi za centralno grejanje i za vrlo kratko vreme osvojili svet. Jozef Štrebel je u to vreme svojim pronalaskom doprineo brzom razvoju centralnog grejanja uglavnom zbog mnogobrojnih prednosti koje pruža ova konstrukcija:

- formiranje kotlova različitih veličina od istih konstruktivnih elemenata, što omogućuje racionalnu masovnu proizvodnju jednostavnim tehnološkim postupkom
- dug vek trajanja ovih kotlova zbog velike otpornosti livenog gvožđa na koroziju
- laka izmenljivost kotlovskih članaka
- lako unošenje kotlova u kotlarnice kao i jednostavna montaža.

U početku se u livenim člankastim kotlovima za centralno grejanje sagorevao koks krupnije granulacije, a efekti u pogledu kapaciteta, stepena iskorišćenja i aeroxagađenja su bili vrlo povoljni. Zbog trajno rastuće tendencije sagorevanja jeftinijih goriva ubrzo se prešlo na sitnije sortimane koks, kao i na kameni ugalj, mrki ugalj, pa i na niskovredne ugljeve sa visokim sadržajem volatila, pepela i sumpora. Prelazak na lošija goriva uticao je nepovoljno na kapacitet i stepen iskorišćenja kotlova, uz povećanu emisiju štetnih materija. Kod visokog sadržaja balastnih materija u uglju, naročito pepela sa niskom tačkom topljenja,

posluživanje kotlova postaje mukotrpno, a efekti jako zavisni od faktora čovek.

Ubrzo posle pronalaska livenih člankastih kotlova, oni se pojavljuju i u Jugoslaviji, u početku uvozni, a kasnije ih proizvode i domaće fabrike. Među domaćim fabrikama ističe se Fabrika kotlova i radijatora, Zrenjanin, čiji su kotlovi masovno zastupljeni u kotlarnicama širom Jugoslavije. Među najvažnije proizvode ove fabrike spada familija kotlova „NEO VULKAN 3”, koja se proizvodi već oko 40 godina u 10 veličina (22,4—48,5 m²). Pored ove familije treba pomenuti familiju kotlova „NEO VULKAN 1”, koja je neznatno zastupljena, kao i novu familiju „VULKAN SUPER”, koja je konstruisana za tačno gorivo, mada je zadržana rešetka, te se u ovim kotlovima mogu sagorevati i čvrsta goriva. Kotlovi „VULKAN—SUPER” proizvode se u 13 veličina (27,3 — 72,9 m²).

Pored proizvoda Fabrike kotlova i radijatora, Zrenjanin, u eksploataciji su i liveni člankasti kotlovi fabrike „Tomo Vinković” iz Bjelovara, koji su vrlo slični po konstrukciji.

Pored navedenih kotlova jugoslovenske proizvodnje, u mnogim kotlarnicama u Jugoslaviji se nalaze liveni člankasti kotlovi za centralno grejanje inostrane proizvodnje (Štrebel, Buderus, Hilden, Ideal—Standard i dr.) od kojih su mnogi ugrađeni još pre rata.

Zajednička karakteristika svih ovih kotlova je da se u njima mogu uspešno sagorevati uglavnom kvalitetna goriva, kao što su koks, polukoks, ugalj sa malim sadržajem volatila i pepela. Ako ova goriva imaju i mali sadržaj sumpora, ona su pogodna i u pogledu zaštite okoline. Na žalost, u Jugoslaviji se u ovim kotlovima sagoreva domaći ugalj ne baš najboljih karakteristika. Pored visokog sadržaja pepela i vlage i svoje naklonosti ka stvaranju šljake, zbog niske tačke topljenja pepela, sadrži i visok procenat isparljivih materija — volatila, što sve čini da sagorevanje u ovim kotlovima bude nekvalitetno. Ugalj koji sadrži visok procenat volatila sklon je stvaranju čađi, ugljovodonika, ugljenmonoksida i drugih štetnih materija u dimnim gasovima, koji se emituju u atmosferu. Ugalj koji je sklon stvaranju šljake teško se i mukotrпно sagoreva na rešetki, sa svim posledicama u pogledu stepena iskorišćenja i kapaciteta kotla, a time i aerozagađenja.

Za kvalitetno sagorevanje, osim kotla i odgovarajućeg goriva, važnu ulogu igra osoblje koje održava i posluđuje kotao. Kod kotlova koji su automatizovani faktor čovek ne igra toliko značajnu ulogu. Kod malih kotlova sa ručnim loženjem jedna pogrešna ili nepravovremena intervencija ložača može da načini velike štete i u pogledu ekonomije i u pogledu zagađivanja okoline. U našim uslovima, bez pogonskih instrumenata i većinom bez ikakve automatske regulacije, uz osoblje koje je u većini slučajeva nedovoljno kvalifikovano i neupućeno, faktor čovek igra odlučujuću ulogu.

Štetne materije koje emituju kotlovi za centralno grejanje

Štetne materije koje emituju kotlovi za centralno grejanje na čvrsta goriva sastoje se od letećeg pepela, letećeg koksa, čađi, ugljenmonoksida, sumpornih i azotnih oksida, ugljovodonika i dr. U zavisnosti od sastava goriva mogu se pojaviti i jedinjenja hlora i fluora.

Leteći pepeo nastaje prilikom sagorevanja uglja u ložištu pri čemu jedan deo pepela nosi struja gasovitih produkata sagorevanja. On se javlja pretežno kod čvrstih goriva i sastoji se od mineralnih primesa (oksida, sulfata itd.). Oblik i veličina zrna letećeg pepela zavise od termičkih i mehaničkih uticaja u toku sagorevanja i prolaza kroz kotao.

Leteći koks kod čvrstih goriva nastaje nepotpunim sagorevanjem čestica uglja, iz kojih su izašle isparljive materije i koje nisu sagorele zbog nedostatka kiseonika ili nedovoljne temperature.

Čađ nastaje nepotpunim sagorevanjem isparljivih delova uglja, uglavnom ugljovodonika. Naklonost jednog uglja za stvaranje čađi je manja što je manji sadržaj isparljivih materija. Čestice čađi su vrlo male, čak ispod 0,1 mikrona, te se zbog toga teško izdvajaju i dugo ostaju u atmosferi posle emitovanja. U pogodnim uslovima čestice čađi se udružuju u prave pahuljice, veličine i do 5 mm, koje često sadrže kondenzovane kiseline (sumporna i sl.).

Ugljenmonoksid nastaje nepotpunim sagorevanjem ugljenika i pojavljuje se kod svih vrsta goriva koja sadrže ugljenik. Osim štetnog dejstva u pogledu zagađivanja okoline, on predstavlja i veliki gubitak u procesu sagorevanja. Jedan procenat ugljenmonoksida obara stepen iskorišćenja kotla za oko 5%, pri normalnom koeficijentu viška vazduha.

Ugljovodonici se javljaju pri sagorevanju uglja kada izostane naknadno sagorevanje, ili usled nedostatka sekundarnog vazduha ili nedovoljne temperature u ložištu. Osim zagađivanja okoline, i oni prouzrokuju gubitke i obaraju stepen iskorišćenja.

Sumporna jedinjenja, od kojih su najviše prisutni sumpordioksid i sumportrioksid, javljaju se u dimnim gasovima sagorevanjem sumpora iz goriva. Količina toplote, koja se oslobađa sagorevanjem sumpora, beznačajna je u odnosu na štetno dejstvo sumpornih oksida na okolinu.

Azotni oksidi — azotmonoksid i azotdioksid — nastaju u ložištu pri visokim temperaturama. Pored sumpornih oksida i čvrstih čestica oni predstavljaju najvažnije zagađivače koje emituju termički izvori.

Jedinjenja hlora i fluora, ukoliko su prisutna u uglju u značajnijim količinama, emituju se sa dimnim gasovima u okolinu.

Propisi i norme

Kotlovi za centralno grejanje nisu obuhvaćeni jugoslovenskim standardima, te u tom smislu ne

postoje ograničenja u pogledu stepena iskorišćenja i emisije štetnih materija u okolinu. Jedina ograničenja, koja se odnose na zaštitu okoline, sadržana su u republičkim zakonima, odlukama pojedinih gradova i sl. U SR Srbiji postoji Zakon o zaštiti od zagađivanja vazduha (Službeni glasnik SRS br. 8 od 3.3.1973. godine), a u gradu Beogradu Odluka o merama za zaštitu vazduha od zagađivanja (Službeni list grada Beograda br. 15 od 16.7.1973. godine).

Radí upoređenja rezultata ispitivanja, koji se dalje daju u radu, navode se za stepen iskorišćenja ograničenja iz nemačke norme DIN 4702, a za emisiju štetnih materija ograničenja republičkih zakona, odnosno gradskih odluka.

Prema nemačkoj normi DIN 4702 stepen iskorišćenja ne sme biti niži od minimalno dozvoljene vrednosti koja zavisi od vrste goriva i kapaciteta kotla. Za ispitivani kotao nazivni specifični kapacitet za vodeno grejanje na koks iznosi 8000 kcal/m²h, odnosno 9,3 kW/m², dok za domaće ugljeve ova vrednost iznosi oko 5000 kcal/m²h, odnosno 5,8 kW/m², te minimalna vrednost za stepen iskorišćenja iznosi oko 75%.

U pogledu emisije štetnih materija jedinstveni propisi u SFRJ ne postoje, već se razlikuju od republike do republike.

Postoji ograničenje boje dima: pri sagorevanju čvrstih goriva zabranjuje se dim tamniji od broja 2 Ringelmanove skale. Neke republike (SR BiH, SR Slovenija) ograničavaju za manje kotlove koncentraciju čvrstih čestica u dimnom gasu na najviše 300 mg/m³n, pri sadržaju CO₂ u dimnom gasu od 12%. Za veće kotlove ograničenja su oštrija. U SR Srbiji takva ograničenja ne postoje. U nekim slučajevima dozvoljava se kratkotrajno prekoračenje graničnih vrednosti (Zakon o zaštiti od zagađivanja vazduha SR Srbije), a u drugim ne (Odluka grada Beograda), što je od značaja za livene člankaste kotlove za centralno grejanje, jer se maksimalno aerozagađenje javlja neposredno po ubacivanju goriva u kotao.

U pogledu emisije sumpornih oksida postoje ograničenja za sadržaj ukupnog ili sagorljivog sumpora u gorivu. Obično se taj sadržaj vezuje za toplotnu moć goriva. U gradu Beogradu zabranjuje se sagorevanje uglja sa sadržajem sagorljivog sumpora preko 1%, bez obzira na toplotnu moć goriva.

Pored navedenog, postoje ograničenja i za sadržaj ugljenmonoksida u dimnim gasovima. Ovo ograničenje ima smisla ukoliko se sadržaj ugljenmonoksida vezuje za sadržaj ugljendioksida—za čvrsta goriva obično ograničenje važi za sadržaj CO₂ od 12%. U gradu Beogradu dozvoljava se najviše 0,1% ugljenmonoksida, bez obzira na sadržaj CO₂ u dimnim gasovima.

U Zakonu o zaštiti od zagađivanja vazduha SR Srbije, između ostalog, predviđa se i zabrana upotrebe određene vrste goriva u slučaju kada je vazduh zagađen iznad maksimalno dozvoljene koncentracije, što se uglavnom odnosi na ugalj, mada se ništa ne govori o obezbeđenju nekog drugog pogodnijeg goriva.

Ispitivanja sagorevanja domaćih ugljeva i oplemenjenih čvrstih goriva u livenom člankastom kotlu

U Opitnoj stanici Rudarskog instituta u Zemunu izvršena je serija ispitivanja domaćih mrkih ugljeva i oplemenjenih čvrstih goriva u jednom livenom člankastom kotlu tipa „NEO—VULKAN 3” ogrevne površine 39,8 m². Ispitivanja su obuhvatila određivanje kapaciteta, stepena iskorišćenja, toplotnih gubitaka, kao i emisije štetnih materija.

Kapacitet kotla određen je merenjem protoka vode kroz kotao, kao i ulazne i izlazne temperature vode. Merenje protoka vode vršeno je pomoću prigušnice—blende, prema DIN 1952.

Stepen iskorišćenja kotla određen je i direktnom i indirektnom metodom.

Od toplotnih gubitaka određivani su:

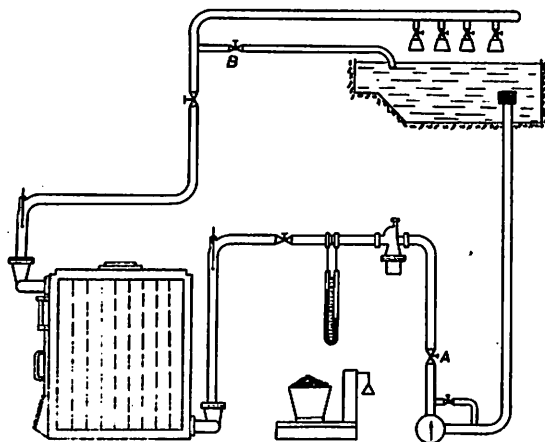
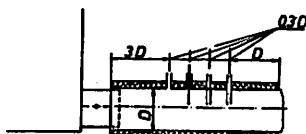
- gubitak usled nesagorelog u propadu (U₁)
- gubitak usled nesagorelog u šljaci (U₂)
- gubitak usled hemijski nepotpunog sagorevanja (U₄).
- gubitak u izlaznim gasovima (U₇).

Ostali gubici (gubitak usled letećeg koksa, čađi, fizičke toplote šljake, spoljnog hlađenja i dr.) nisu posebno određivani, već su svi svrstani u „ostale gubitke”.

Analiza gasova vršena je Orsat—aparatom, a uzorak gasa uziman je kontinualno u toku ispitivanja. Osim toga, analiza gasa vršena je i

registrirajućim analizatorom gasa. Pored CO_2 , O_2 i CO određivan je i sadržaj H_2 , kao i ugljovodonici, koji su dati kao CH_4 .

Pored navedenih analiza vršeno je određivanje koncentracije čvrstih čestica u dimnom gasu, kao i vizuelno praćenje boje dima. Određivanje koncentracije čvrstih čestica u dimnom gasu vršeno je samo za nekoliko goriva (Breza, Kreka, polukoks lignita Stanari, polukoks lignita Kosovo), a ispitivanja su urađena u saradnji sa Zavodom za pripremu mineralnih sirovina Rudarskog instituta (Rudarski glasnik, vol. 8, 1969, br. 4).



Sl. 1 – Šema instalacije za ispitivanje

Merenje emisije sumpornih oksida nije vršeno već su dati podaci o sadržaju sumpora u gorivu. Merenje emisije azotnih oksida takođe nije vršeno.

Opis instalacije za ispitivanje

Na sl. 1 dat je prikaz instalacije za ispitivanje. Topla voda iz kotla odlazi u rashladni toranj i pomoću cirkulacione pumpe vraća se ponovo u kotao. Protok vode u toku ispitivanja podešavao se tako da se obezbedi temperaturna razlika na ulazu

i izlazu iz kotla između 15 i 25° C. Ovo regulisanje temperaturne razlike vršeno je regulacijom protoka, pomoću ventila „A”. Da bi uslovi ispitivanja odgovarali eksploatacionim uslovima, temperatura izlazne vode iz kotla održavana je u granicama između 80 i 90°C (DIN 4702). Regulacija temperature izlazne vode iz kotla vršena je pomoću ventila „B” i ventila na prskalicama, čime se menjao odnos protoka tople vode koja ide na prskalice i one koja se vraća direktno u kotao.

Dimni gasovi iz obe dimnjače vode se mernom stazom na kojoj su predviđena mesta za merenje promaje i temperature dimnih gasova, za analizu gasova, kao i za određivanje sadržaja čvrstih čestica u gasu.

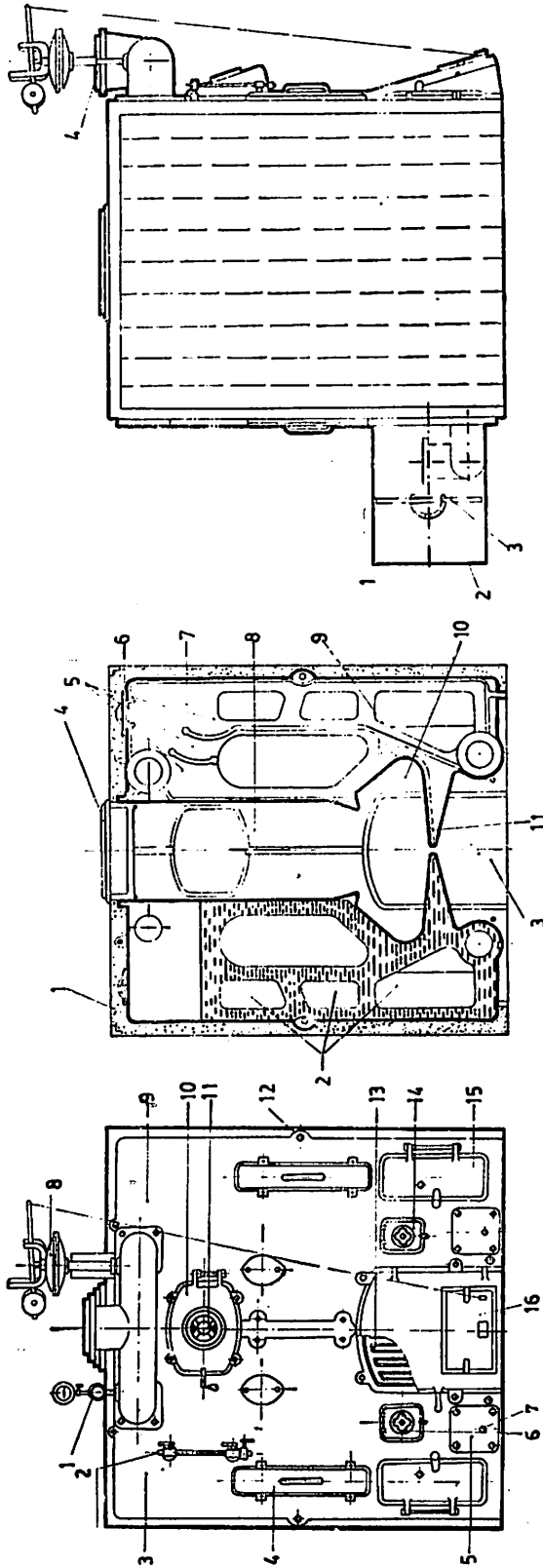
Način loženja

Kvalitet sagorevanja i emisija štetnih materija jako zavise od načina loženja. U ovim ispitivanjima zadržan je uvek isti način loženja, kakav se obično koristi kod ovih kotlova.

Pre početka merenja kotao i instalacija bili su normalno zagrejani. S obzirom na veličinu instalacije bilo je dovoljno oko 2 do 3 sata rada (jedno punjenje goriva) da bi se postiglo stacionarno stanje. Pre svakog ubacivanja goriva pažljivo je čišćena vatra. Jedno punjenje gorivom kod mrkih ugljeva iznosilo je oko 220 kg, a kod polukoksa oko 150 kg.

U toku jednog ciklusa (sagorevanje jednog punjenja) nije bilo intervencija ložača u ložištu, sem jednog kratkotrajnog ravnjanja sloja goriva, koje se vršilo zbog neravnomernog sagorevanja goriva po dužini kotla. Trajanje jednog ciklusa iznosilo je 2,5 do 3 sata, a jedno ispitivanje sadržavalo je 3 ciklusa, te je ukupno ispitivanje trajalo oko 8 sati.

Kotao, na kome su bila vršena ispitivanja, bio je propisno montiran, zaptiven i toplotno izolovan. Kotao je imao ugrađene kanale za sekundarni vazduh, što predstavlja izvesno poboljšanje pri sagorevanju uglja sa visokim sadržajem isparljivih materija. Sva ispitivanja vršena su na čistom kotlu, pri promaji od oko 3,5 mm VS, odnosno 34 Pa, pri otvorenom leptiru na vratima pepeljare. Opterećenje kotla bilo je blisko maksimalnom. Kotao je prikazan na sl.2.



Sl. 2 — Liveni člankasti kotao NEO VULKAN 3

crtež levo:
 1 — manometar; 2 — vodokazno staklo; 3 — završni članak levo; 4 — duguljasta vrata; 5 — četvrtasta prirubnica; 6 — promajni leptir na vratima za žarenje;
 7 — slavina za ispuštanje vode; 8 — membranski regulator; 9 — završni članak desni; 10 — prednja vrata za ubacivanje; 11 — promajni kotur na prednjim
 vratima za ubacivanje; 12 — navrtka na ankerima; 13 — rešetka na vratima pepeljare; 14 — vrata za žarenje; 15 — vrata dimnog kanala; 16 — poklopac na
 vratima pepeljare.

crtež u sredini:
 1 — toplotna izolacija; 2 — horizontalni dimni kanal; 3 — pepeljara; 4 — gornja vrata za puñjenje; 5 — vertikalni dimni kanal; 6 — poklopac dimnog kanala
 sa azbestom; 7 — roštiljni članak; 8 — bunker; 9 — kanal za sekundarni vazduh; 10 — ložište; 11 — rešetka

crtež desno:
 1 — povratna cev; 2 — dimnjača; 3 — prikljopac dimnjače; 4 — odvodna cev.

Tehnička i elementarna analiza goriva

Tablica 1

		Kakanj	Breza	Banovići	Bila
Vlaga	%	6,5	11,19	18,25	18,78
Pepeo	%	23,13	16,67	14,90	16,27
Sumpor ukupni	%	2,59	2,61	1,38	5,74
Sumpor u pepelu	%	0,44	0,69	0,42	0,65
Sumpor sagorljivi	%	2,15	1,92	0,96	5,09
Koks	%	58,26	53,71	49,14	44,44
C—fix	%	35,12	37,04	34,24	25,17
Isparljivo	%	35,24	35,10	32,61	36,78
Sagorljivo	%	70,36	72,14	66,85	64,95
Gornja topl.moć	kcal/kg	5202	5285	4851	4291
Gornja topl.moć	kJ/kg	21780	22128	20311	17966
Donja topl.moć	kcal/kg	4932	4998	4526	3964
Donja topl.moć	kJ/kg	20650	20926	18950	16596
Ugljenik	%	53,41	54,28	49,47	43,59
Vodonik	%	4,09	4,08	3,99	3,79
Azot + kiseonik	%	10,72	11,86	12,43	12,52
		Zenica	Kreka	Zagorje	Trbovlje
Vlaga	%	11,55	24,33	22,20	19,65
Pepeo	%	13,64	15,47	12,25	16,63
Sumpor ukupni	%	2,95	0,51	3,41	2,55
Sumpor u pepelu	%	1,19	0,39	0,55	0,69
Sumpor sagorljivi	%	1,76	0,12	2,86	1,86
Koks	%	49,25	41,30	44,12	46,50
C—fix	%	35,61	25,83	31,87	29,87
Isparljivo	%	39,20	34,37	33,68	33,85
Sagorljivo	%	74,81	60,20	65,55	63,72
Gornja topl.moć	kcal/kg	5269	3784	4404	4256
Gornja topl.moć	kJ/kg	22061	15843	18439	17820
Donja topl.moć	kcal/kg	4978	3463	4129	3992
Donja topl. moć	kJ/kg	20842	14499	17287	16714
Ugljenik	%	54,06	40,42	46,51	44,27
Vodonik	%	4,11	3,24	2,86	1,86
Azot + kiseonik	%	14,88	16,42	12,23	14,05
		Polukoks lignita Stanari	Polukoks lignita Kosovo	Briket Kreka	
Vlaga	%	11,27	7,50	4,68	
Pepeo	%	5,60	21,85	14,87	
Sumpor ukupni	%	0,20	0,95	1,11	
Sumpor u pepelu	%	0,17	0,92	0,84	
Sumpor sagorljivi	%	0,03	0,03	0,27	
Koks	%	84,90	80,49	81,94	
C—fix	%	79,30	58,64	67,07	
Isparljivo	%	3,83	12,01	13,38	
Sagorljivo	%	83,13	70,65	80,45	
Gornja topl.moć	kcal/kg	6667	5282	6473	
Gornja topl.moć	kJ/kg	27914	22115	27102	
Donja topl.moć	kcal/kg	6516	5153	6306	
Donja topl.moć	kJ/kg	27281	21575	26402	
Ugljenik	%	77,92	61,99	72,27	
Vodonik	%	1,54	1,56	2,58	
Azot + kiseonik	%	3,64	7,07	5,33	

Rezultati ispitivanja

Tablica 2

		Kakanj	Breza	Banovići	Bila
Potrošnja goriva	kg/h	80,62	72,90	79,30	87,20
Temperatura gasova	°C	237	265	245	245
Ugljendioksid	%	10,3	10,8	9,8	9,52
Ugljenmonoksid	%	1,2	0,8	0,4	0,32
Vodonik	%	0,18	0,2	0,18	0,14
Metan	%	0,05	0,05	0,03	0,00
Količina šljake na čas	kg/h	17,66	9,36	8,00	7,60
Sagorljivo u šljaci	%	18,7	15,89	14,3	5,9
Količina propada na čas	kg/h	5,50	4,45	3,80	4,0
Sagorljivo u propadu	%	18,2	30,47	45,5	33,3
Specifični kapacitet kotla	kcal/m ² h	6300	6000	5920	6050
Specifični kapacitet kotla	kW/m ²	7,33	6,98	6,88	7,03
Stepen iskorišćenja kotla	%	63,1	65,5	65,7	69,6
U ₁	%	2,0	2,9	3,8	2,8
U ₂	%	6,6	3,3	2,5	1,0
U ₄	%	7,1	5,4	3,3	2,7
U ₇	%	11,9	14,0	14,3	15,8
Ostali gubici	%	9,3	8,9	10,4	8,1
Sadržaj čvrstih čestica u gasu	mg/m ³ n	—	812	—	—
		Zenica	Kreka	Zagorje	Trbovlje
Potrošnja goriva	kg/h	78,5	99,7	91,1	86,3
Temperatura gasova	°C	258	248	265	252
Ugljendioksid	%	11,0	11,7	10,6	10,2
Ugljenmonoksid	%	0,72	0,60	1,29	0,47
Vodonik	%	0,21	0,30	0,27	0,07
Metan	%	0,21	0,12	0,12	0,02
Količina šljake na čas	kg/h	4,90	13,7	6,45	9,70
Sagorljivo u šljaci	%	7,00	7,80	0,53	10,8
Količina propada na čas	kg/h	2,7	3,7	3,9	1,8
Sagorljivo u propadu	%	24,1	27,8	23,1	32,1
Specifični kapacitet kotla	kcal/m ² h	6700	6000	6150	6040
Specifični kapacitet kotla	kW/m ²	7,79	6,98	7,15	7,02
Stepen iskorišćenja kotla	%	68,2	69,2	65,1	69,8
U ₁	%	1,40	2,30	1,90	1,30
U ₂	%	0,20	2,50	0,10	2,40
U ₄	%	7,50	5,80	10,1	3,30
U ₇	%	13,7	13,7	14,6	14,7
Ostali gubici	%	9,0	6,5	8,2	8,5
Sadržaj čvrstih čestica u gasu	mg/m ³ n	—	295	—	—
		Polukoks Stanari		Polukoks Kosovo	Briket Kreka
Potrošnja goriva	kg/h	56,3		55,1	54,0
Temperatura gasova	°C	228		278	243
Ugljendioksid	%	12,8		10,2	10,2
Ugljenmonoksid	%	0,12		0,04	0,06
Vodonik	%	0,03		0,00	0,00
Metan	%	0,00		0,00	0,00
Količina šljake na čas	kg/h	1,0		8,3	1,5
Sagorljivo u šljaci	%	4,1		4,7	0,25
Količina propada na čas	kg/h	1,0		3,2	4,4
Sagorljivo u propadu	%	36,5		15,5	46,3
Specifični kapacitet kotla	kcal/m ² h	7600		5170	5990
Specifični kapacitet kotla	kW/m ²	8,84		6,01	6,97
Stepen iskorišćenja kotla	%	82,4		72,5	70,0
U ₁	%	0,8		1,4	4,7
U ₂	%	0,1		1,1	0,0
U ₄	%	0,7		0,3	0,4
U ₇	%	12,2		18,6	14,7
Ostali gubici	%	3,8		6,1	10,2
Sadržaj čvrstih čestica u gasu	mg/m ³ n	35,0		58,0	—

Podaci o gorivu

Granulacija ispitivanih goriva uglavnom je bila kocka, izuzev briketa Kreke i polukoksa lignita Kosovo, koja je bila 30–40 mm. U tablici 1 daju se podaci za tehničku i elementarnu analizu goriva.

Rezultati ispitivanja

Rezultati ispitivanja prikazani su u tablici 2. Tačnost određivanja kapaciteta kotla je u granicama $\pm 1,7\%$, a stepena iskorišćenja od $\pm 2,6$ do $3,7\%$, u zavisnosti od pojedinih ispitivanja. Niže vrednosti se odnose na polukoks i briket, a više na mrke ugljeve i lignit.

Vrednosti za temperaturu dimnih gasova, CO_2 , CO , H_2 i CH_4 predstavljaju srednje vrednosti. Sadržaj CO , H_2 i CH_4 bio je maksimalan neposredno po ubacivanju goriva u ložište, a u drugoj polovini ciklusa vrednosti su bile zanemarljive.

Zaključak

Sagorevanje čvrstog goriva u livenom člankastom kotlu vrši se u ciklusima, u toku kojih dolazi do značajnih varijacija svih parametara, uglavnom zahvaljujući sadržaju isparljivih materija i sadržaju pepela kao i sklonosti pepela ka šljakovanju. Visok sadržaj isparljivih materija izražen je kod mrkih ugljeva i lignita Kreka, gde dostiže vrednosti od preko 30% , dok je kod polukoksa i briketa ova vrednost ispod 15% . Kod uglja, u početku ciklusa, kada se izdvajaju isparljive materije, specifični kapacitet kotla naraste i do $10.000 \text{ kcal/m}^2\text{h}$, odnosno $11,6 \text{ kW/m}^2$, da bi pri kraju ciklusa opao na oko $3.000 \text{ kcal/m}^2\text{h}$, odnosno $3,5 \text{ kW/m}^2$, kada blokovi šljake zatvore dovod vazduha kroz rešetku. U početku ciklusa, kada je kotao preopterećen, koeficijent viška vazduha je nizak, dok u drugoj polovini ciklusa, kada blokovi šljake zatvore rešetku, u ložište ulazi velika količina sekundarnog vazduha, koji je tada nepotreban, a koji ne može da se reguliše. Iz tog razloga u početku ciklusa izdvajaju se velike količine ugljenmonoksida, a prisutni su i vodonik i ugljovodonici u dimnim gasovima, dok u drugoj polovini ciklusa sagorevanje postaje bezdimno. Početak ciklusa je kritičan, kada boja dima prelazi drugi stepen Ringelmanove skale, odnosno dozvoljenu granicu.

Iz navedenih razloga, kod uglja se postiže niži specifični kapacitet kotla – oko $6.000 \text{ kcal/m}^2\text{h}$, odnosno oko $7,0 \text{ kW/m}^2$ – pri čemu stepen iskorišćenja kotla ne prelazi 70% .

Prilikom sagorevanja polukoksa iz lignita Stanari dobijaju se izuzetno dobri rezultati, uglavnom zahvaljujući niskom sadržaju isparljivih materija ($3,83\%$), kao i niskom sadržaju pepela ($5,60\%$). Sagorevanje je bezdimno, a postiže se visok stepen iskorišćenja ($82,4\%$) pri visokom specifičnom kapacitetu kotla ($7600 \text{ kcal/m}^2\text{h}$, odnosno $8,84 \text{ kW/m}^2$).

Prilikom sagorevanja polukoksa iz lignita Kosovo, kao i briketa Kreke, zbog visokog sadržaja pepela dobijaju se lošiji rezultati u pogledu stepena iskorišćenja i specifičnog kapaciteta kotla nego kod polukoksa iz lignita Stanari. U pogledu zaštite okoline sagorevanje je bezdimno, a sadržaj ugljenmonoksida vrlo nizak.

Kod emisije sumpornih oksida, ako bi se za kriterijum uzela odluka grada Beograda, nijedan mrki ugalj od navedenih, izuzev Banovića, ne bi mogao da se koristi u Beogradu, jer sadržaj sagorljivog sumpora daleko prevazilazi 1% . Ugalj Kreka, kao i polukoks i briket, čiji sadržaj sagorljivog sumpora ne prelazi $0,3\%$, izuzetno su pogodni za korišćenje.

U pogledu ugljenmonoksida, ako bi se za kriterijum uzela odluka grada Beograda (niže od $0,1\%$), nijedna vrsta uglja ne bi zadovoljila. Ako se uzme u obzir da se vrednosti odnose na prosek u toku celog ispitivanja i da su momentalne vrednosti nekoliko puta više, čak preko 5% , onda se vidi koliko je granica od $0,1\%$ oštra. Pri sagorevanju polukoksa i briketa vrednosti za ugljenmonoksid su vrlo niske, oko $0,05\%$, izuzev kod polukoksa lignita Stanari, gde je sagorevanje teklo pri malom koeficijentu viška vazduha, te je sadržaj ugljenmonoksida prešao $0,1\%$.

Što se tiče koncentracije čvrstih čestica u gasu, rezultati za polukoks su znatno povoljniji nego za ugalj.

Navedeni rezultati znatno su povoljniji od onih koji se postižu svakodnevno u velikom broju kotlarnica širom Jugoslavije. Lošim pogonskim rezultatima doprinose u velikoj meri: loše stanje kotlova, nedostatak osnovnih instrumenata, neodgovarajuće gorivo, posebno u pogledu granulacije, kao i nedovoljno obučeni ložači koji često

poslužuju više kotlarnica. Otklanjanje nekih uzroka, uz eventualne manje rekonstrukcije, moglo bi omogućiti kvalitetnije sagorevanje, što predstavlja zajedničku osnovu, kako za bolji stepen iskorišćenja, tako i za smanjenje emisije štetnih materija.

Ipak, značajnija poboljšanja ne mogu se očekivati bez oplemenjenog čvrstog goriva, sa niskim sadržajem isparljivih materija, pepela i sumpora. Takvo gorivo doprinelo bi značajnoj uštedi energije u ovo doba energetske krize, a svi problemi vezani za prečišćavanje dimnih gasova iz malih kotlarnica bili bi rešeni. Treba naglasiti da se druga rešenja, vezana za prečišćavanje dimnih

gasova, ne mogu smatrati racionalnim.

Značajno je, što bi takvo gorivo moglo uspešno da se sagoreva u velikom broju postojećih livenih člankastih kotlova, bez ikakve rekonstrukcije, a faktor čovek je mnogo manje uticajan nego kod mrkih ugljeva. Ovo gorivo bi omogućilo automatizaciju i bolju regulaciju procesa sagorevanja, dok bi pogonski stepen iskorišćenja za razliku od mrkih ugljeva bio viši zbog manjeg prljanja ogrevnih površina.

Iako obezbeđenje ovakvog goriva nije nimalo lako, efekti koji bi se postigli opravdali bi sve napore i ulaganja u tom pravcu.

SUMMARY

Domestic Casted Joint Solid Fuel Burning Central Heating Boilers as Sources of Air Pollution

Casted joint boilers found in a large number of central heating boiler-houses, and which are still produced in series and installed, yield unfavorable results when burning domestic solid fuels. This is particularly true for the rate of efficiency and emission of detrimental substances into the environment.

Numbers of tests on casted joint boilers for central heating burning solid fuels (lignite, brown coal, semi-coke, briquettes) were completed in the Test Station of the Heat Engineering Department of the Institute of Mines. Test results indicate that semi-coke with low ash and sulphur contents may be very successfully burnt in boilers of this type, both regarding efficiency rate and emission of detrimental substances.

ZUSAMMENFASSUNG

Einheimische Gussgliederkessel für die Zentralheizung auf feste Brennstoffe als Luftverunreinigungsquellen

Gussgliederkessel, die sich in einer grossen Anzahl von Kesselanlagen für Zentralheizungen befinden und die auch weiterhin in Serien erzeugt und eingebaut werden, geben bei der Verbrennung einheimischer fester Brennstoffe keine zufriedenstellenden Ergebnisse. Das bezieht sich insbesondere auf den Ausnutzungsgrad und die Emission der Schadstoffe in die Umgebung.

In der Versuchsstation der Abteilung für Wärmetechnik des Bergbauinstituts werden zahlreiche Versuche mit Gussgliederkesseln für die Zentralheizungen mit festen Brennstoffen (Lignit, Hartbraunkohle, Halbkoks, Brikett) durchgeführt. Die Versuchsergebnisse zeigen, dass der Halbkoks mit geringem Aschen- und Schwefelgehalt mit gutem Erfolg unter diesen Kesseln sowohl hinsichtlich des Ausnutzungsgrads als auch der Schadstoffemission, verfeuert werden kann.

РЕЗЮМЕ

Домашние литейные секционные котлы для центрального отопления с твердым топливом как источник аэрозольного загрязнения

Литейные секционные котлы, находящиеся в эксплуатации в большом числе котельных для центрального отопления и которые и дальше производятся, при сгорании твердых

топлив не дают удовлетворяющих результатов. Это особенно относится к степени использования и к эмиссии вредных материй в окружающую среду.

В опытной станции за термотехнику Торного института в Белграде были проведены многочисленные испытания литых секционных котлов для центрального отопления с твердым топливом (лигнит, бурый уголь, полукокс, брикет). Результаты испытаний показывают, что полукокс с небольшим содержанием золы и серы может с успехом употребляться в этих котлах, как в отношении степени использования, так и в отношении эмиссии вредных материй

Literatura

1. DIN 4702, Heizkessel, 1967
2. VDI 2115, Auswurfbegrenzung – Zentralheizungskessel mit Koksfeuerung, Entwurf, 1974,
3. Zakon o zaštiti od zagađivanja vazduha. – Službeni glasnik SRS br. 8/73.
4. Odluka o merama za zaštitu vazduha od zagađivanja. – Službeni list grada Beograda br. 15/73.
5. Očuvanje kvaliteta vazduha—priručnik za projektante termoenergetskih postrojenja. – Mašinski fakultet, Sarajevo, 1979.
6. Racionalizacija centralnog grejanja. – Rudarski institut, OOUR Zavod za termotehniku, 1967.
7. Tehnička dokumentacija proizvođača livenih člankastih kotlova.

Autor: dipl.inž. Mihajlo Škundrić, Zavod za termotehniku u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: mr inž. B. Perković, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 3.4.1980., prihvaćen 22.4.1980.

UTICAJ ELASTIČNIH OSOBINA PRIRODNOG MASIVA NA NAPONSKO STANJE U OBLOGAMA PODZEMNIH PROSTORIJA

— Prikaz na primeru uskopa u sistemu transporta rude rudnika Veliki Krivelj —

(sa 4 slike)

Dipl.inž. Miloš Pribičević

Uvod

Rudarski radovi su u principu skupi i imaju stalnu tendenciju rasta investicionih ulaganja. Stoga je sasvim razumljivo što se konstantno čine napori da se, uvođenjem savremenih metoda proračuna konstrukcija i savremene opreme pri izvođenju postigne optimalna ekonomičnost.

Kada je reč o podzemnim radovima i tretmanu uticaja okoline na određene poremećaje prirodnog stanja može se reći da tu još uvek, i pored velikog napretka, postoji niz nepoznanica koje mogu mnogo uticati na određena tehnička rešenja i na kompoziciju uslova u pogledu stabilnosti objekta.

Kod ovih razmatranja treba imati na umu i vrlo stroge propise, koji se odnose na rudarske radove i koji imaju za cilj obezbeđenje sigurnosti radova i odgovarajuću zaštitu ljudi i materijalnih sredstava, a što je u disproporciji sa ekonomikom ovih radova.

Proračun obloga podzemnih prostorija i utvrđivanje naponskog stanja u njima spada u red pomenutih radova; u literaturi postoji više metoda proračuna, u poslednje vreme uglavnom metoda koje baziraju na primeni elektronskih računara.

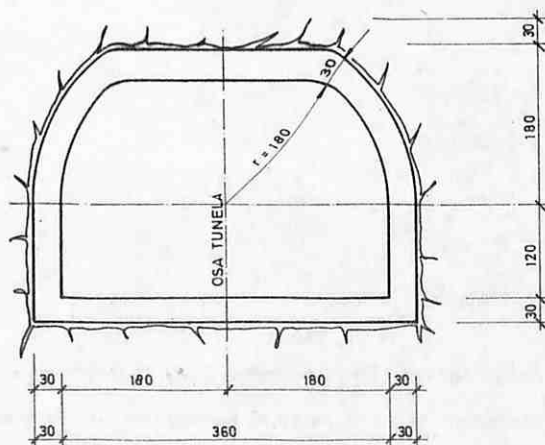
Osnovni problem svih metoda je da se što realnije utvrdi preraspodela naponskog stanja u masivu usled poremećaja prirodne ravnoteže, što

definiše opterećenje i statički tretman konstrukcije. Dosta daleko se u tom smislu došlo primenom metoda konačnih elemenata, ali postoje i druge metode koje daju u praksi realne rezultate, a postupak proračuna je kraći.

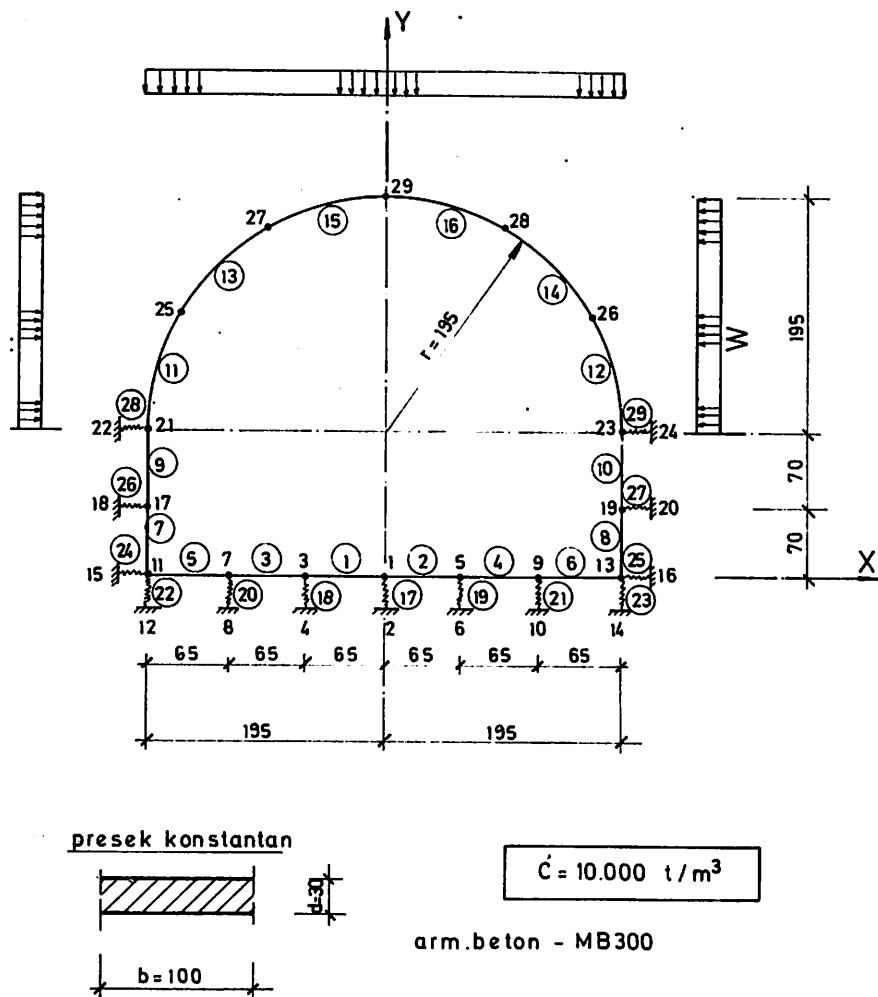
U nastavku se daje kraći prikaz proračuna betonske obloge uskopa za transport rude rudnika Veliki Krivelj sa potrebnim objašnjenjima.

Karakteristike konstrukcije

Radi se o klasičnom tunelu sa polukružnim svodom, u koji je smeštena transportna traka za



Sl. 1 — Poprečni presek uskopa.



Sl. 2 — Statička šema okvira.

otpremu rude. Obloga je armirano-betonska sa konstantnom debljinom od 30 cm (sl. 1).

Visina stenskog masiva iznad obloge kreće se od 0–15 m.

Karakteristike masiva su date geomehničkim ispitivanjima.

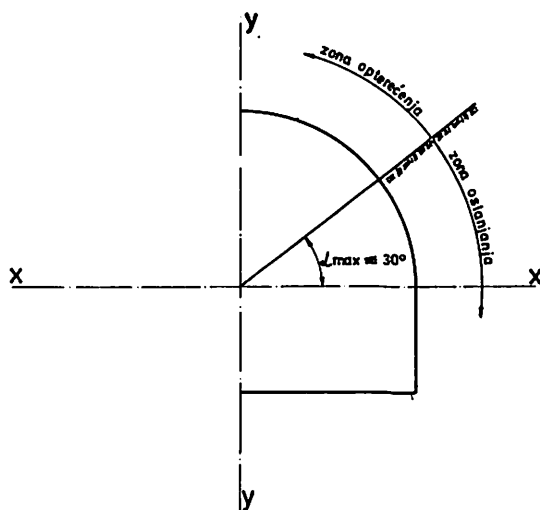
Statički tretman

Statički sistem je zatvoreni okvir na elastičnoj podlozi (sl. 2).

Uticaj elastičnosti podloge obuhvata se uvođenjem u proračun koeficijenta elastičnog sabijanja

tla C (t/m^3), koji se definiše geomehničkim ispitivanjima. U proračunskoj šemi oslončko tlo se zamenjuje sistemom fiktivnih štapova kojima se daju karakteristike tla.

Vrlo često se sistem tretira tako da se uvodi vertikalno i horizontalno opterećenje na celoj zoni okvira, a oslanjanje se daje samo u podnožju okvira. Međutim, kod odgovarajućih karakteristika materijala, može se smatrati da se okvir oslanja i na bočne strane — do određene zone. Teško je unapred odrediti tačnu granicu između zone koja opterećuje konstrukciju i zone koja se može smatrati kao oslonac. Ona zavisi od karakteristika materijala i od statičkog sistema konstrukcije obloge (sl. 3).

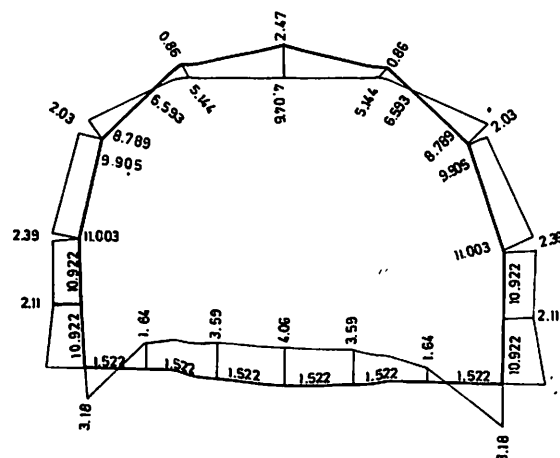


Sl. 3 – Granica između zone opterećenja i zone oslanjanja.

Interesantne su, uglavnom, samo tačke u zoni $Y > 0$. U ovom primeru to su tačke 16, 20, 24 (sl. 2), a za opterećenje od $q_v = 56,0 \text{ kN/m}^2$ i $w = 12,50 \text{ kN/m}^2$ dobivene vrednosti za oslonačke reakcije su:

JOINT (ČVOR-TAČKA)	FORCE-X (PRAVAC-X)	FORCE-Y (PRAVAC-Y)
16	0,012	0,00
20	-1,030	-0,00
24	-1,356	0,00

Ako se za tačku 16 uzme da je $R_x \approx 0$, vidi se da je u tačkama 20 i 24 pravac oslonačke reakcije suprotan smeru sistema (sl. 2), što znači da se tačka ponaša kao oslonac – kako je i pretpostavljeno. U suprotnom, tačke ne bi predstavljale oslonce i morala bi se izvršiti korekcija položaja granične linije, odnosno korekcija rasporeda oslonačkih tačaka.



Sl. 4 – Dijagram momenata (sa vrednostima N sila).

Na sl. 4 dat je dijagram momenata (sa vrednostima normalnih sila) iz koga se vide vrednosti uticaja u konstrukciji obloge. Može se konstatovati da je oblik dijagrama sličan kao u slučaju kruto oslonjene konstrukcije ili elastično oslonjene konstrukcije u podnožju, samo je preraspodela uticaja, odnosno vrednosti u pojedinim tačkama, različita – realnija, a to i jeste suština ove problematike, jer doprinosi kako stabilnosti konstrukcije, tako i racionalizaciji gradnje. Za tipске oblike konstrukcije postoji mogućnost da se za više mogućih sredina i njihovih karakteristika tablično utvrde granične zone opterećenja. Dotle, u postupku proračuna, potrebno je na bazi ovog i sličnih iskustava, odrediti unapred pomenutu granicu opterećenja i kontrolom dobivenih rezultata utvrditi ispravnost učinjene pretpostavke.

Retko se događa da se proračun mora više puta ponoviti.

SUMMARY

Effect of Natural Rock Elastic Properties on the State of Stress in Underground Room Linings – Exemplified by the Raise in Ore Haulage System of Mine Veliki Krivelj

Accurate calculation of the stress state in underground room linings is still actual. Use of contemporary calculation methods, i.e. „use of computers” resulted in a great progress, but the calculation techniques is not

relevant only, but also the realistic approach to the problem providing proper, correct parameters introduced into the calculating system. The presented example indicates one of possible more modern calculating methods which secures realistic techno-economic results in practice.

ZUSAMMENFASSUNG

Einfluss der elastischen Eigenschaften des Gebirgskörpers auf den Spannungszustand in der Auskleidung von Grubenräumen

– Darstellung am Beispiel der aufsteigenden Schrägstrecke im System der Erzförderung der Grube Veliki Krivelj –

Genauere Berechnung des Spannungszustands in der Auskleidung von Grubenräumen ist weiterhin aktuell. Durch Anwendung von zeitgemässen Rechnungsverfahren „Rechnervorbereitung“ wurde ein grosser Fortschritt erzielt, ist aber nicht allein die Rechentechnik massgebend, sondern ein reelles HÄranreten an das Problem, welches richtige, korrekte Parameter, die in das Berechnungssystem eingeführt werden, liefert wird. Mit diesem Beispiel wird eine von moderneren Berechnungsmethoden dargestellt, die in der Praxis reelle technisch-wirtschaftliche ergebnisse liefert.

РЕЗЮМЕ

Влияние эластических свойств горного массива на напряженное состояние рудничного крепления подземных выработок

Демонстрация на примере восстающего штрека в системе транспорта руды в руднике Велики Кривель

Точный расчет состояния напряжения рудничного крепления горных подземных выработок и дальше актуально. Использование современных методов расчета „подготовка вычислительной машины“ является великим прогрессом, но имеет большое значение не только техника расчета, а также реальный подход к проблеме, дающий существенные которые входят в систему расчета. Выше назначенный пример показывает один из возможных современных способа расчета, который в практике дает реальные технико-экономические результаты.

Literatura

1. Projekti Rudarskog instituta—Beograd
2. Materijali Inženjerskog računskog centra—Beograd

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

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

Članak primljen 3.4.1980, prihvaćen 22.4.1980.

MATEMATIČKI MODELI ZA OBRADU I ANALIZU PRODUKTIVNOSTI RADA U RUDNICIMA UGLJA

(sa 2 slike)

Prof. dr inž. Mirko Perišić — dipl.mat. Sofija Rakić

Uvod

U metodologiji za utvrđivanje i praćenje tehničko—ekonomskih pokazatelja produktivnosti rada predviđeno je praćenje svih parametara i faktora kojim mogu da posluže u analizi produktivnosti rada u rudnicima podzemne i površinske eksploatacije.

Svaki parametar ili faktor predstavlja statističku osobinu koja je predmet našeg proučavanja bilo da je zavisna osobina na kojoj se proučava uticaj nezavisnih osobina, ili nezavisna osobina.

Osobina je povezana uz subjekt koji je, u stvari, jedinica statičkog skupa. U analiziranju produktivnosti rada jedinice statističkog skupa mogu da budu:

— proizvodno mesto: otkop u podzemnoj eksploataciji ili BT sistem u površinskoj eksploataciji

— rudnik uglja na nivou: rudnik—otvor, rudnik—basen.

Svaka takva jedinica ima mnoge osobine koje bi se mogle analizirati, ali bi to bio ogroman i beskoristan posao. Radi toga se u statističkim analizama uopšte pribegava svođenju, na prvom mestu, zavisne osobine na jednu ili dve, u zavisnosti od toga šta je predmet proučavanja. Ovde je predmet proučavanja produktivnost i zato su zavisne osobine za statističke jedinice:

(I) za proizvodna mesta i rudnike uglja:

- stepen i stopa produktivnosti P
- stepen i stopa angažovanosti L

(II) za rudnike uglja: pokazatelji efikasnosti poslovanja.

Nezavisne osobine su svi vremenski pokazatelji o radu sistema i ostali citirani faktori unutrašnji i eksterni.

Vremenski period analize je godina dana, što znači da se svi podaci (parametri) obrađuju i pripremaju za taj period. To ne znači da se ista analiza ne može raditi i za kraći period (polugodišnje, kvartalno i sl.), ili da se praćenje ulaznih podataka ne može angažovati i za kraći vremenski period. O praćenju podataka u kraćem vremenskom periodu će biti govora u posebnoj metodologiji.

Prema tome se obrada i analiza produktivnosti rada svode na analizu statističkog skupa u kojem su jedinice skupa rudnici uglja ili proizvodnog mesta (otkop, BT sistem), a zavisne osobine: produktivnost, angažovanost i pokazatelji efikasnosti, dok su nezavisne osobine svi uticajni faktori. Takav statistički skup je ograničen i broj jedinica u skupu nije dovoljno velik.

Cilj analize produktivnosti rada, bez obzira o kom obliku izražavanja te produktivnosti rada se

radi, je iznalaženje puteva i načina u povećanju produktivnosti rada i efikasnosti poslovanja. Preneto na oblik statističke jedinice (rudnik ili otkop) u skupu svih rudnika, znači analizu osobine produktivnosti toga rudnika i ulogu onih osobina — faktora, koji su uticali na formiranje takve produktivnosti u želji da se otkriće tog uticaja koristi u cilju povećanja produktivnosti. Ono, što je značajno za jedan rudnik, može da se primeni za granu u celini.

Pored klasifikacije, faktori se dele, s obzirom na neposrednu ulogu ljudskog uticaja u formiranju, na objektivne, subjektivne i kombinovane.

Faktori koji se mogu svrstati u objektivne predstavljaju onaj skup faktora, u čijem uticaju nije učestvovao neposredni proizvođač (prirodni faktori i sl.), ili je posredno uticao u bilo kom vidu u prošlosti ili sadašnjosti (npr. eksterni faktori kao što su tradicije, veze i sl.). S obzirom na to da je uticaj neposrednog proizvođača na promene tih faktora neznatan ili nikakav, otkrivanje veličine uloge ovih faktora u produktivnosti ima za cilj da eliminiše onaj deo koji se neposrednom akcijom proizvođača ne može menjati. Ukoliko je uloga tog dela faktora u formiranju produktivnosti prevalentna, postoje male mogućnosti da se subjektivnim snagama deluje na povećanje produktivnosti rada.

Otkrivanje kvantitativnog uticaja subjektivnih faktora je osnovni zadatak analize o produktivnosti. Neposredni proizvođač, poznavajući objektivne uslove svoga rudnika, koristi sve tehničke, tehnološke i organizacione uslove, koji se mogu izraziti kvantitativno uticajnim faktorima (osobine statističke jedinice — rudnik ili proizvodno mesto), sa ciljem da poveća produktivnost. U tome statistička analiza kojom se proučavaju uticaji tih faktora može da posluži neposrednom proizvođaču u donošenju optimalne odluke.

Prema tome, cilj analize je razdvajanje uticaja objektivnih i subjektivnih faktora te kvantificiranje toga uticaja, korišćenjem statističkih metoda, a u cilju pripreme i obrade podataka potrebnih za donošenje racionalne odluke neposrednog proizvođača na planu povećanja produktivnosti rada.

S obzirom na to da u razmatranju u analizi postoji ograničen statistički skup, u kojem jedinice skupa imaju osobine čije se veličine pod uticajem faktora različito formiraju, oblast matematičkog

modeliranja je primenjena statistika. Metodi koji se u primenjenoj statistici mogu primeniti su mnogobrojni, ali naše nastojanje je da svedemo izbor na praktične modele primenjive za analizu produktivnosti rada, kao što su:

- analiza varijanse dvosmerne klasifikacije
- multivarijantne metode (analiza glavnih komponentata, diskriminaciona analiza i kanonska analiza) i
- multipla regresiona analiza.

Multivarijantne metode

Analizom varijanse dvosmerne klasifikacije i jednostrukom regresijom ne mogu se obuhvatiti svi faktori već samo najuticajniji ili oni koje u određenom momentu želimo da analiziramo. Zbog pojave većeg broja faktora nužno je pribеći multivarijantnim metodama sa ciljem da se analiziraju ne pojedinačni faktori, već njihov grupni uticaj i to — nivo tehničke inovacije, nivo organizovanosti, radni uslovi za tehnologiju i eksterni faktori u odnosu na varijabile — objekte — rudnike. Određujući sličnost rudnika s obzirom na grupne faktore u mogućnosti smo da objasnimo razloge produktivnosti rada u tim rudnicima. Drugim rečima, ako između dva rudnika postoji sličnost po svim grupnim faktorima osim po nivou organizovanosti, onda razlog razlike u produktivnosti rada treba objašnjavati razlikom nivoa organizovanosti. Ovaj i drugi primeri čine skupine analize koje koristi multivarijantna metoda.

Dok statistika sa jednom varijantom koristi raspodele jedne varijate ili slučajnosne varijabile, u multivarijantnoj statistici se radi sa spojenom raspodelom više varijabila. U multiploj regresiji kao metodi jednovarijantne statistike samo je jedna i to zavisna varijabila varijata, a sve ostale nezavisne varijabile su rezultat „eksperimenata”, zato jedino ima uticaj raspodela zavisne varijabile. U multivarijantnim metodama sve varijabile su varijate i njihove normalne distribucije treba uzimati u obzir kao i utvrđivanje njihovog linearnog odnosa koji je predmet slučajnosne greške svih varijabila.

Namena multivarijante analize je da otkrije strukturu u zadatom problemu i glavna obeležja podataka, a to se postiže na sledeći način:

- odvajanjem podataka u grupe
- povezivanjem merenih podataka sa poznatim grupama

— preispitivanjem uklapanja definisanog matematičkog modela rezultatima

— na osnovu merenja dve grupe izvodi se zaključak o mogućnosti povezivanja dve grupe.

U svim slučajevima analiziraju se grupe izvedene iz nekog skupa. Za sve te postupke koriste se posebne statističke metode i u osnovi je važno, polazeći od određenih podataka, da se zna kakav se odgovor želi da dobije. Od najpoznatijih metoda multivarijantnih analiza su:

— *Analiza glavnih komponenata i faktorijalna analiza* kojima je namena da izraze skupinu multivarijantnih podataka terminima daleko manjeg broja pomoćnih faktora.

— *Diskriminaciona analiza* (funkcije) ili sposobnost razlikovanja. Njen zadatak je da preispita odnose između dve grupe podataka i uvedenih varijabla, a kao rezultat se dobija pravilo alokacije, koje posle može da služi za uvrštavanje članova u grupe.

— *Kanonska analiza* — zavisnost između dve skupine varijabla. Dok multipla regresija rešava zavisnost između jedne varijabile i skupine varijabla, ovim metodom se utvrđuje odnos dve skupine varijabla. Klasično proširavanje multiple regresije na multivarijantnu zadržalo je obračun u korelaciji, koja se sada zove kanonska korelacija između kanonskih varijata, tj. linearnih kombinacija analiziranih — originalnih varijabla. Ova analiza ima široku primenu u osnovnom obliku i u vezi sa diskriminacionom analizom u istraživanju odnosa neke skupine varijata i nekog već poznatog grupisanja.

Od citiranih analiza prvenstveno će se primenjivati faktorijalna analiza u nastojanju da se u grupi faktora broj faktora svede na manji broj pomoćnih faktora i izvrši upoređenje među rudnicima za svaku već citiranu grupu faktora. U drugoj fazi analize pribeglo bi se diskriminacionoj i kanonskoj analizi u nastojanju da se grupišu rudnici, nađe među njima odnos s obzirom na faktore koji treba da posluže kod grupisanja, a sve to u želji da se objasne razlike u produktivnosti rada među rudnicima. Konačni cilj je otkrivanje onih faktora na koje je moguće uticati u nastojanju da se poveća produktivnost rada.

Praktična primena nekih multivarijantnih metoda u analizi produktivnosti rada

Analiza, koja će dalje biti opisana, obuhvata skup većih rudnika, karakterističnih za jugoslovensku proizvodnju uglja, i to:

Kameni ugalj:	Raša i Ibarski
Mrki ugalj:	Bačovići, Đurđevik, Zasavski, Kakanj, Breza, Zenica, Resavsko—Moravski, Bogovina, Kamengrad i Aleksinac
Lignit:	Velenje, Dobrnja, Lukavac, Kreka, Lubnica, Kolubara, Kosovo, Kostolac i Pljevlja

Svaki od analiziranih rudnika predstavlja statističku jedinicu skupa. U detaljnijoj definiciji statistička jedinica skupa ima osobine koje u analizi odgovaraju vremenskom periodu od godine dana.

Zavisna varijabila je produktivnost.

Nezavisne varijabile u ovoj analizi su subjektivni faktori produktivnosti rada klasificirani u dve podgrupe.

Podgrupe faktora treba da se svedu jednom od citiranih metoda (glavnih komponenata) na manji broj (dve do tri) nekoreliranih varijabla. Korišćenjem diskriminativne topologije može se proceniti položaj svakog rudnika i grupe rudnika s aspekta podgrupe faktora. Na taj način u svakoj podgrupi faktora mogu se formirati grupacije rudnika sa povoljnijim i nepovoljnijim uslovima. Rezultat takve analize bi bio odgovor za svaki rudnik: koji se uslovi (podgrupa faktora) mogu smatrati povoljnim ili, drugim rečima, bolje rešenim, budući da su pod kontrolom proizvođača, a radi se o subjektivnim faktorima.

Kada se to uporedi sa ostvarenom produktivnošću (angažovanošću) može se dati objašnjenje za dostignuti nivo produktivnosti.

U slučaju da se u ovoj vrsti analize primeni diskriminaciona funkcija, dobiće se matematički izraz razgraničenja između dve ili više grupa koje će se formirati. Koristeći na taj način više metoda ostvarila bi se konkretizacija zadatka formiranja grupa rudnika unutar svake podgrupe faktora.

Tablica 1 — list 1

NAZIV RUDNIKA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	PRODUKT. RUDNIKA	PRODUKT. OTKOPA	GODIŠNJA PROIZVODNJA	(A)-1.0 OTVORA	(B)-2.1 OTKOPA	(B)-2.2 OPREMLJE- NOST	(B)-2.03 INSTAL. SNAGA	(B)-2.01 POTROŠNJA ENERGIJE	(S)-1.2 KAL. VREDN.
	TO/RAD.DAN	TO/RAD.DAN	1000TO/GOD	BROJ	BROJ	1000DIN/RAD	KW/RAD.	KWH/1000000T	KCAL
1 RAŠA	0.918	2.840	292	2	9	116	30.00	121	5927
2 IBARSKI	0.878	2.600	142	2	29	84	2.11	13	4564
3 BANOVICI	3.647	6.238	1.945	1	3	335	14.20	16	3854
4 ĐURĐEVİK	3.644	4.780	2.510	1	2	350	10.53	15	4389
5 ZASAVSKI	2.692	11.184	1.386	7	21	154	12.00	30	3070
6 ZENICA	1.695	9.229	834	4	17	380	5.50	16	4704
7 KAKANJ	2.075	10.393	1.212	3	14	186	6.06	16	3484
8 BREZA	1.116	6.670	562	2	4	138	7.28	16	4263
9 KAMENGRAD	1.622	6.396	247	1	2	84	4.34	8	2922
10 RESAVSKO- MORAVSKI	0.798	5.373	309	4	18	103	4.07	17	3827
11 BOGOVINA	1.606	11.014	226	1	11	177	9.10	24	3939
12 ALEKSINAC	0.600	4.917	147	1	6	64	5.22	38	4445
13 VELENJE	4.959	24.224	4.420	2	29	288	14.39	11	2351
14 KREKA	4.066	11.085	3.240	3	33	269	10.39	13	2582
DOBRNJA-LUKAVAC									
15 KREKA	3.127		2.102	4	44	111	13.39	21	2733
BUKINJE-LIPNICA									
16 KOLUBARA	5.834		10.312	2	3	928	45.11	20	1847
17 KOSOVO	7.830		7.830	2	5	582	27.36	11	1794
18 KOSTOLAC	6.484		1.221	3	3	276	5.44	4	1702
19 PLJEVLJA	6.200		711	1	2	424	10.73	6	3089

SNUMB = 6356T, ACTIVITY S = 02, REPORT CODE = 0,6, RECORD COUNT = 000059

Tablica 1 — list 2

NAZIV RUDNIKA	10	11	12	13	14
	(C)—3.11		(C)—3.5	(C)—3.4	(C)—3.3'
	PROIZV- IZ OTKOPA	NIVO KVALIFIK. STRUKTURE	NIVO LIČN.DOH. U ODNOSU NA GRANU	NIVO URAVNI- LOVKE	NIVO LIČN.DOH. PRODUKTIV- RADNIKA
	PROC.	V.K + VK/=	—	—	DIN/MES
1 RAŠA	95	0.85	0.93	2.16	5055
2 IBARSKI	68	0.39	0.84	2.89	4788
3 BANOVIĆI	14	0.63	1.05	2.85	5246
4 ĐURĐEVİK	28	0.87	1.05	2.16	5732
5 ZASAVSKI	93	0.58	1.18	2.74	5326
6 ZENICA	89	0.48	0.83	2.97	4720
7 KAKANJ	86	0.45	0.83	2.19	4508
8 BREZA	87	0.54	0.88	2.17	4784
9 KAMENGRAD	91	0.43	0.70	2.13	4255
10 REŠAVSKO— MORAVSKI	66	0.45	0.83	2.15	4891
11 BOGOVINA	92	0.36	0.79	2.29	4455
12 ALEKSINAC	80	0.55	0.82	2.27	4106
13 VELENJE	93	0.60	1.50	3.10	8200
14 KREKA DOBRNJA—LUKAVAC	80	0.56	1.04	2.15	5416
15 KREKA BUKINJE—LIPNICA	83	0.56	0.95	2.33	5316
16 KOLUBARA		0.69	1.23	2.89	4950
17 KOSOVO		0.64	0.86	3.05	3918
18 KOSTOLAC		0.69	0.99	2.64	5321
19 PLJEVLJA		0.80	1.05	2.80	5300

Sledeći model je regresiona analiza. Ona se vrši za odnos produktivnosti rada rudnika (zavisna promenljiva) i „sređenih“ u prethodnom postupku faktora. Principijelno se preporučuje koračajuća multipla regresija.

Regresionom analizom bi se dobio kvantifikovan izraz uticaja najvažnijih faktora. Ova analiza prvenstveno treba da posluži za procenu situacije grane u celini u odnosu na produktivnost rada.

Prema tome, citirane analize predstavljaju skup modela koji se međusobno dopunjuju ili isprepliću, ali svi skupa čine jedinstvenu analizu o produktivnosti rudnika uglja i položaj svakoga rudnika u tom skupu.

U želji da se pristupačnijim naprave matematički modeli, opredelili smo se da izradimo skraćenu analizu koristeći predložene modele. Skraćivanje je izvršeno prvenstveno na ulaznim podacima radi toga, jer raspoloživi podaci za 1978.

god. nisu bili uvek uporedivi, pa su se obrađivači opredelili samo na neke poznate faktore.

Produktivnost i uticajni faktori u analiziranih devetnaest rudnika prikazani su u tablici 1 — list 1 i 2. Iz tablice se vidi da su obuhvaćeni: 2 faktora iz podgrupe (A); 3 faktora iz podgrupe (B); 1 faktor iz podgrupe (S) i 4 faktora iz podgrupe (C).

U subjektivne faktore su svrstani:

iz podgrupe (A) — faktori 1.0 i 1.3

iz podgrupe (B) — faktori 2.1, 2.2, 2.03 i 2.01

iz podgrupe (C) — faktori 3.3, 3.4, 3.5 i 3.11

U tablici 1, koloni 1, prikazana je merena produktivnost rudnika, a u koloni 2 produktivnost otkopa.

Za sve ulazne podatke korišćen je Godišnjak o radu rudnika uglja za 1978. godinu.

U pogledu metoda, obrađene su samo neke od mogućih analiza, i to:

- faktorijalna i diskriminaciona analiza
- multipla regresija.

Faktorska i diskriminaciona analiza

Faktorska i diskriminaciona analiza 1 je učinjena u odnosu na faktore podgrupe (B) — tehnološke inovacije:

- proizvodnja po otkopu (2.1)
- opremljenost (2.2)
- instalisana snaga (2.03)
- potrošnja električne energije (2.01)

Faktorskom analizom su ova četiri faktora svedena na dve glavne komponente pomoću kojih su u slici 1 (diskriminativna topografija) razmatrani rudnici u tri karakteristične grupe.

- Grupa 1:** 3. Banovići; 4. Đurđevik; 9. Kamengrad; 16. Kolubara; 17. Kosovo; 18. Kostolac

- Grupa 2:** 5. Zasavski; 7. Kakanj; 13. Velenje; 14. Dobrnja—Lukavac; 15. Bukinje—Lipnica.

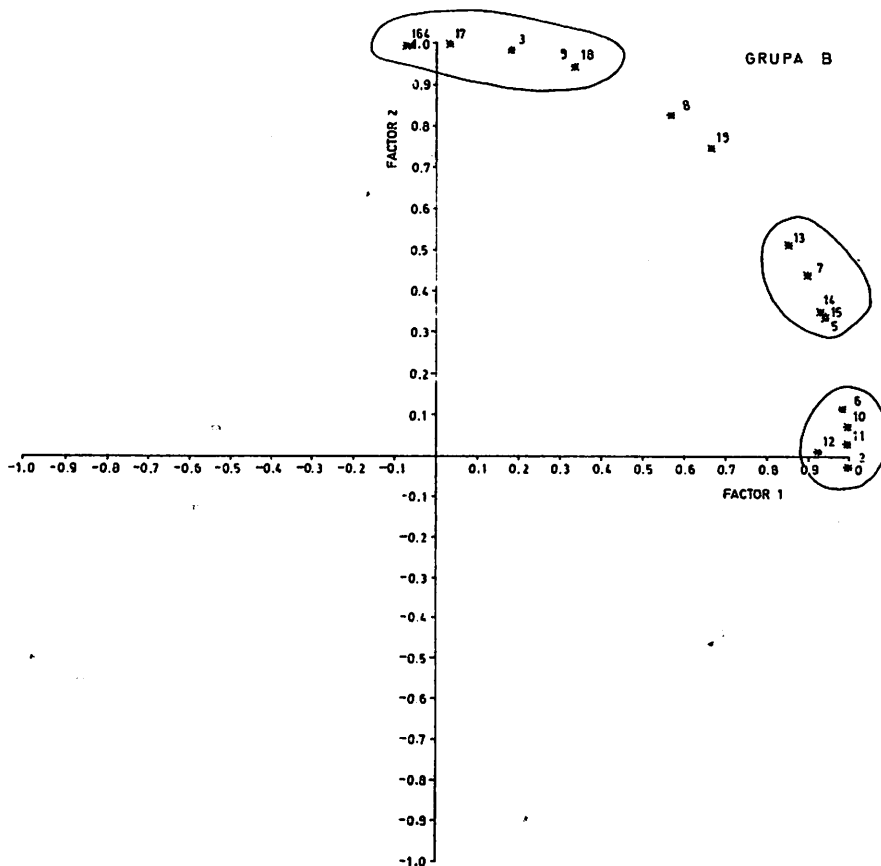
- Grupa 3:** 2. Ibarski; 6. Zenica; 10. Resavsko—Moravski; 11. Bogovina; 12. Aleksinac.

Ne mogu se svrstati u grupe:

1. Raša; 8. Breza i 19. Pljeylja.

Diskriminacionom analizom ostvaruje se isti raspored rudnika u grupe sa izuzetkom što rudnik 3. Banovići prelazi iz grupe 1 u 2; rudnik 7. Kakanj iz grupe 2 u 3 i rudnik 2. Ibarski iz grupe 3 u 1. Ova tri rudnika u novim grupama imaju malu verovatnoću za pripadanje grupi.

Konkretizacijom uz pomoć obe analize može se prihvatiti samo prelazak rudnika 3. Banovići i 7. Kakanj, a treba zadržati rudnik 2. Ibarski u grupi 2.



Slika 1

Prvu grupu karakteriše tehnološka inovacija površinskih otkopa (sa izuzetkom Kamengrada čiji podaci mogu da budu netačni). Drugu grupu — rudnici sa podzemnom eksploatacijom na višem nivou tehnološke inovacije, a treću grupu — rudnici sa podzemnom eksploatacijom ali na nižem nivou tehnološke inovacije.

Kako su merila za tehnološku inovaciju proizvodnja na otkopu (koncentracija), opremljenost, instalirana snaga i potrošnja el. energije (mehanizacija), onda se može obrazložiti da stepen koncentracije i mehanizacije opada od grupe 1 do grupe 3. Pod uticajem toga bi trebalo da opada i produktivnost, a ona se kreće:

u grupi 1 (isključen Kamengrad) od 3.647—7.830 t/nadn.

u grupi 2 od 2.075—4.959 t/nadn.

u grupi 3 od 0.600—1.690 t/nadn.

što potvrđuje pretpostavku da se povećanjem koncentracije i mehanizacijom može očekivati i povećana produktivnost.

Faktorska i diskriminaciona analiza 2 rađena je sa faktorima zainteresovanosti i motivacije za rad — podgrupa C i to:

(C) 3.11 — nivo kvalifikacione strukture

(C) 3.5 — nivo ličnih dohodaka u odnosu na granu

(C) 3.4' — nivo uravnilovke

(C) 3.3' — nivo ličnih dohodaka produktivnih radnika.

Za ulazne podatke je korišćen Godišnjak o radu rudnika uglja za 1978. god. Faktorska analiza ukazuje da se rudnici mogu da svrstaju sa tog aspekta u četiri grupe (slika 2).

Grupa 1: 1. Raša; 3. Banovići; 7. Kakanj; 8. Breza; 10. Resavsko—Moravski; 12. Aleksinac; 15. Bukinje—Lipnica; 18. Kostolac

Grupa 2: 2. Ibarski; 5. Zaslavski; 6. Zenica; 9. Kamengrad; 11. Bogovina; 16. Kolubara

Grupa 3: 14. Dobrnja—Lukavac; 17. Kosovo; 19. Pljevlja

Grupa 4: 4. Đurđevik; 13. Velenje.

Diskriminaciona analiza je rađena na tri grupe i ostvareno je da prvu grupu čine rudnici: 1; 7; 8; 9; 10; 11; 14; 15; 18, dok drugu grupu ostali: 2; 3; 5; 6; 12; 16; 17; 19 i treću grupu: rudnik 4 i 13. Razlika kod primene ove dve analize nastaje samo za rudnike: 3. Banovići; 9. Kamengrad; 11. Bogovina; 12. Aleksinac; 14. Dobrnja—Lukavac. Konkretizacijom bi se moglo prihvatiti.

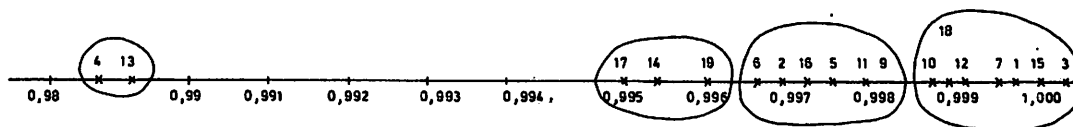
Grupu sa nepovoljnijom zainteresovanošću i motivacijom za rad čine rudnici:

1. Raša; 7. Kakanj; 8. Breza; 9. Kamengrad; 10. Resavsko—Moravski; 11. Bogovina; 12. Aleksinac; 14. Dobrnja—Lukavac; 15. Bukinje—Lipnica; 18. Kostolac.

Grupu sa povoljnijom zainteresovanošću i motivacijom za rad čine:

2. Ibarski; 3. Banovići; 5. Zaslavski; 6. Zenica; 16. Kolubara; 17. Kosovo; 19. Pljevlja, a najveću motivaciju imaju rudnici: 4. Đurđevik i 13. Velenje.

Ova grupa faktora je grupa subjektivnih faktora preko kojih se može uticati na povećanje produktivnosti rada. To je deo podgrupe organizacionih faktora. Uklapanjem ove analize u prethodnu mogu se nešto detaljnije objasniti uticaji ovog dela organizacionih faktora. Rudnici Zenica i Breza imaju isti uticaj eksternih faktora, ali je Zenica imala nepovoljniji nivo tehnološke inovacije. Nasuprot tome, ovaj deo organizacionog faktora je povoljniji, pa se onda može izvesti zaključak: pored povoljnijeg nivoa tehnološke



Slika 2

inovacije zbog lošijih organizacionih uslova rudnik Breza ima nižu produktivnost u poređenju sa Zenicom. Prema tome, u rudniku Breza je prioritetan problem bolje organizovanosti.

Takve i slične analize mogu se izvoditi upoređenjem rezultata polarizacije dobivenih faktorskom i diskriminacionom analizom. Npr. zadatak je da se objasni uticaj analiziranih faktora na produktivnost u rudniku Aleksinac. Taj rudnik ima vrlo nizak stepen tehnološke inovacije, nepovoljniji uticaj koji proizlazi iz zainteresovanosti i motivacije za rad. Zanemarujući za sada ostale faktore (npr. radne uslove za tehnologiju i sl.) ovakvom diskriminativnom topografijom bi se moglo zaključiti da rudnik Aleksinac ima nisku produktivnost (0,600 t/nadn.) i u poređenju sa drugim rudnicima mrkog uglja, jer ima nepovoljnije subjektivne uslove: tehnološku inovaciju i organizaciju (samo jedan deo — motivaciju za rad). Mere za povećanje produktivnosti treba da budu usmerene u tom pravcu.

Nasuprot tom primeru, kod rudnika Velenje je povoljan nivo tehnološke inovacije (u grupaciji rudnika sa podzemnom eksploatacijom), visoka motivisanost za rad (organizacija) i povoljni eksterni faktori. Sigurno da to deluje u pravcu postizanja visoke produktivnosti 4,959 t/nadn.

Multipla regresiona analiza

Za primer regresione analize koristili su se neki od citiranih faktora uzetih iz Godišnjaka o radu rudnika uglja za 1978. godinu prikazani u prilogu broj 1. Ulazni podaci su:

godišnja proizvodnja	(3)
godišnja proizvodnja po otvoru	(4)
godišnja proizvodnja po otkopu	(5)
opremljenost rudnika	(6)
instalirana snaga	(7)
potrošnja el. energije	(8)
kalorična vrednost	(9)
proizvodnja u % iz otkopa	(10)

Analiza uticaja je vršena na sve citirane rudnike (19 rudnika) i posebno samo na rudnike podzemne eksploatacije (14 rudnika). Posebno je analiziran pojedinačni uticaj i skupni (koračajući) uticaj faktora.

(1) Ukupno rudnici sa podzemnom i površinskom eksploatacijom; regresija u odnosu na ukupnu produktivnost rudnika (Y_1)

(1.1) Godišnja proizvodnja (X_3)

$$Y_1 = 2,5129 + 0,4711 \cdot 10^3 \cdot X_3$$

Korelacioni koeficijent je nizak ($R = 0,56076$). F—test i t—test ispunjava uslove na nivou pouzdanosti $\alpha = 0,1$. Preporučuje se korišćenje regresije oprezno.

(1.2) Godišnja proizvodnja po otvoru (X_4)

$$Y_1 = 2,51881 + 0,90727 \cdot 10^3 \cdot X_4$$

Korelacioni koeficijent, F—test i t—test kao u prethodnom slučaju.

(1.3) Opremljenost rudnika (X_6)

$$Y_1 = 1,83081 + 0,62665 \cdot 10^{-2} \cdot X_6$$

$$R = 0,57588 \quad t = 2,90 \quad F = 8,43536$$

Nivo pouzdanosti $\alpha = 0,6$; može se koristiti sa oprezom.

(1.4) Kalorična vrednost (X_9)

$$Y_1 = 7,91148 - 0,12811 \cdot 10^{-2} \cdot X_9$$

$$R = 0,63237 \quad t = -3,3657 \quad F = 11,32795$$

Nivo pouzdanosti $\alpha = 0,05$; može se koristiti.

(1.5) Multipla regresija daje rešenje:

$$Y_1 = 7,3245 - 0,19331 \cdot 10^{-2} \cdot X_9 + 0,0106 \cdot X_6 - 0,20722 \cdot 10^{-2} \cdot X_5 + 0,20744 \cdot 10^{-2} \cdot X_4 - 0,10874 \cdot 10^{-2} \cdot X_3 + 0,03044 \cdot X_8$$

$$R = 0,928 \quad t = 2,5 \div 5,3 \quad F = 18,028 > F_{0,01} = 4,64$$

Korelacioni koeficijent visok i pouzdanost modela regresije $P = 0,99$. Karakteristično u modelu je sledeće:

(I) — Kalorična vrednost (X_9) je u obrnutom srazmeru sa produktivnošću i povećanje kalor. vrednosti smanjuje produktivnost. Kako razlike između lignita i kamenog uglja iznose do 4000 kcal to je taj uticaj na smanjenje produktivnosti u kamenom u odnosu na lignit oko 7,6.

(II) — Na smanjenje produktivnosti utiče povećanje godišnje proizvodnje na otkopu (X_5) i godišnja proizvodnja rudnika (X_3), a upravno

inovacije zbog lošijih organizacionih uslova rudnik Breza ima nižu produktivnost u poređenju sa Zenicom. Prema tome, u rudniku Breza je prioritetan problem bolje organizovanosti.

Takve i slične analize mogu se izvoditi upoređenjem rezultata polarizacije dobivenih faktorskom i diskriminacionom analizom. Npr. zadatak je da se objasni uticaj analiziranih faktora na produktivnost u rudniku Aleksinac. Taj rudnik ima vrlo nizak stepen tehnološke inovacije, nepovoljniji uticaj koji proizlazi iz zainteresovanosti i motivacije za rad. Zanemarujući za sada ostale faktore (npr. radne uslove za tehnologiju i sl.) ovakvom diskriminativnom topografijom bi se moglo zaključiti da rudnik Aleksinac ima nisku produktivnost (0,600 t/nadn.) i u poređenju sa drugim rudnicima mrkog uglja, jer ima nepovoljnije subjektivne uslove: tehnološku inovaciju i organizaciju (samo jedan deo — motivaciju za rad). Mere za povećanje produktivnosti treba da budu usmerene u tom pravcu.

Nasuprot tom primeru, kod rudnika Velenje je povoljan nivo tehnološke inovacije (u grupaciji rudnika sa podzemnom eksploatacijom), visoka motivisanost za rad (organizacija) i povoljni eksterni faktori. Sigurno da to deluje u pravcu postizanja visoke produktivnosti 4,959 t/nadn.

Multipla regresiona analiza

Za primer regresione analize koristili su se neki od citiranih faktora uzetih iz Godišnjaka o radu rudnika uglja za 1978. godinu prikazani u prilogu broj 1. Ulazni podaci su:

godišnja proizvodnja	(3)
godišnja proizvodnja po otvoru	(4)
godišnja proizvodnja po otkopu	(5)
opremljenost rudnika	(6)
instalirana snaga	(7)
potrošnja el. energije	(8)
kalorična vrednost	(9)
proizvodnja u % iz otkopa	(10)

Analiza uticaja je vršena na sve citirane rudnike (19 rudnika) i posebno samo na rudnike podzemne eksploatacije (14 rudnika). Posebno je analiziran pojedinačni uticaj i skupni (koračajući) uticaj faktora.

(1) Ukupno rudnici sa podzemnom i površinskom eksploatacijom; regresija u odnosu na ukupnu produktivnost rudnika (Y_1)

(1.1) Godišnja proizvodnja (X_3)

$$Y_1 = 2,5129 + 0,4711 \cdot 10^3 \cdot X_3$$

Korelacioni koeficijent je nizak ($R = 0,56076$). F—test i t—test ispunjava uslove na nivou pouzdanosti $\alpha = 0,1$. Preporučuje se korišćenje regresije oprezno.

(1.2) Godišnja proizvodnja po otvoru (X_4)

$$Y_1 = 2,51881 + 0,90727 \cdot 10^3 \cdot X_4$$

Korelacioni koeficijent, F—test i t—test kao u prethodnom slučaju.

(1.3) Opremljenost rudnika (X_6)

$$Y_1 = 1,83081 + 0,62665 \cdot 10^{-2} \cdot X_6$$

$$R = 0,57588 \quad t = 2,90 \quad F = 8,43536$$

Nivo pouzdanosti $\alpha = 0,6$; može se koristiti sa oprezom.

(1.4) Kalorična vrednost (X_9)

$$Y_1 = 7,91148 - 0,12811 \cdot 10^{-2} \cdot X_9$$

$$R = 0,63237 \quad t = -3,3657 \quad F = 11,32795$$

Nivo pouzdanosti $\alpha = 0,05$; može se koristiti.

(1.5) Multipla regresija daje rešenje:

$$Y_1 = 7,3245 - 0,19331 \cdot 10^{-2} \cdot X_9 + 0,0106 \cdot X_6 - 0,20722 \cdot 10^{-2} \cdot X_3 + 0,20744 \cdot 10^{-2} \cdot X_4 - 0,10874 \cdot 10^{-2} \cdot X_3 + 0,03044 \cdot X_8$$

$$R = 0,928 \quad t = 2,5 \div 5,3 \quad F = 18,028 > F_{0,01} = 4,64$$

Korelacioni koeficijent visok i pouzdanost modela regresije $P = 0,99$. Karakteristično u modelu je sledeće:

(I) — Kalorična vrednost (X_9) je u obrnutom srazmeru sa produktivnošću i povećanje kalor. vrednosti smanjuje produktivnost. Kako razlike između lignita i kamenog uglja iznose do 4000 kcal to je taj uticaj na smanjenje produktivnosti u kamenom u odnosu na lignit oko 7,6.

(II) — Na smanjenje produktivnosti utiče povećanje godišnje proizvodnje na otkopu (X_5) i godišnja proizvodnja rudnika (X_3), a upravno

srazmerna je godišnja proizvodnja po otvoru (X_4). U korelacionoj matrici se vidi da su ovi faktori međusobno u vrlo velikoj korelaciji zbog čega dolazi do ove apsurdne pojave, a to je da povećanje proizvodnje smanjuje produktivnost.

(III) — Korelacija postoji i između proizvodnje rudnika (X_3) i opremljenosti (X_6), jer veću proizvodnju prati opremljenost rudnika. Opremljenost rudnika (X_6) je u pozitivnoj korelacionoj vezi sa produktivnošću.

(IV) — Potrošnja električne energije (X_8) je upravno srazmerna sa produktivnošću.

Ovakva analiza ukazuje da je opravdano zadržati se na drugom koraku kod izraza:

$$Y_1 = 5,6388 - 0,1087 \cdot 10^{-2} \cdot X_9 + 0,4847 \cdot 10^{-2} \cdot X_6$$

$$R = 0,857 \quad t = 3,1 \div 3,7 \quad F = 23,887 \quad F_{0,01} = 6,61$$

Pouzdanost je $P = 0,99$ i opravdava korišćenje ovog modela.

Kao zaključak se može izvesti da je produktivnost izrazita funkcija faktora vrste uglja (obrnuto srazmerno) i opremljenosti rudnika (upravno srazmerno).

SUMMARY

Mathematical Models for Processing and Analysis of Work Productivity in Coal Mines

The paper deals with well-known statistic analyses in the area of work productivity in coal mines with the objective of discovering the impacts of production factors. The initial section supplies a brief review of recommended methods with an orientation to multivariate methods. This is followed by a case study covering selected 14 mines and some factors from the subgroups of technological innovation and organization (interest and motivation for work). Finally, at the end of each statistical analysis the method of drawing conclusions is given by concrete examples. The paper is a summary from a broader study of productivity completed for coal mines in S.R. Serbia

ZUSAMMENFASSUNG

Mathematische Modelle zur Bearbeitung und Analyse der Arbeitsproduktivität in den Kohlengruben

Der Aufsatz behandelt bekannte statistische Analysen im Bereich der Arbeitsproduktivität in den Kohlengruben mit der Aufgabe zur Entdeckung der Beeinflussung von Produktionsfaktoren. Im ersten Teil wurde eine kurze Übersicht der zu empfehlenden Verfahren mit der Orientierung auf die multivariante Methoden gegeben. In der Fortsetzung wurde ein praktisches Beispiel auf ausgewählten vierzehn Gruben und auf einigen Faktoren der Untergruppen von technischen Neuerungen und Organisation (Interessiertheit und Anreiz zur Arbeit) gegeben. Am Ende jeder statistischen Analyse wurde auf konkreten Beispielen die Art der Schlussfolgerung geschrieben. Der Aufsatz bildet einen Auszug aus einer Studie über die Arbeitsproduktivität, die für die Kohlengruben SR Serbiens ausgearbeitet wurde.

РЕЗЮМЕ

Математические модели за обработку и анализ производительности труда в угольных шахтах

Реферат обрабатывает известные статистические анализы в области производительности труда в угольных шахтах с заданием установить влияние производственных факторов. В первой части дан короткий обзор методов, которые рекомендуются с ориентацией на мультивариантные методы. В продолжении дан практический пример на выбранных четырнадцати шахтах и с некоторыми факторами подгруппа технологического новшества и организации (заинтересованность и мотивация за труд). В конце каждого статистического анализа на конкретных примерах описан способ формирования вывода.

Реферат представляет собой выдержку из объемного elaborата о производительности труда, который был сделан для угольных шахт С. Р. Сербии.

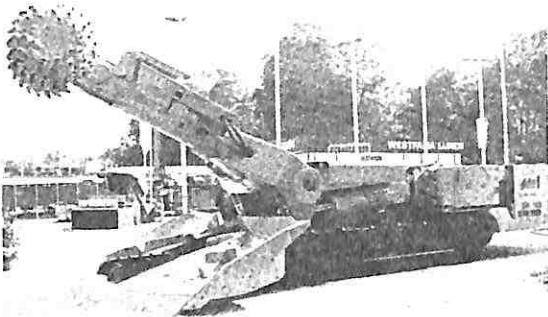
Автори: проф. др инж. Mirko Perišić i dipl.mat. Sofija Rakić, Zavod za informatiku i ekonomiku u Rudarskom institutu, Beograd

Članak primljen 31.3.1980, prihvaćen 22.4.1980.

Nova oprema i nova tehnička dostignuća

Alpine kopačica AM 100

Kopačica Alpine 100 teži oko 80 tona, ima snagu od 450 kW i predviđena je za čvrstoće stena od 150 N/mm^2 naviše. Sa visinom od 1,75 m, širinom od 3,0 m i dužinom od 11,9 m ova mašina za izradu hodnika može da izrađuje profile širine do 7 m i visine 5,4 m iz jednog fiksnog položaja. Prema proizvođaču, AM 100 je ostvarivala učinke do 18 m/dan na otkopnoj površini od $18,65 \text{ m}^2$ kod konvencionalnih podgradnih metoda, kada je prvi put

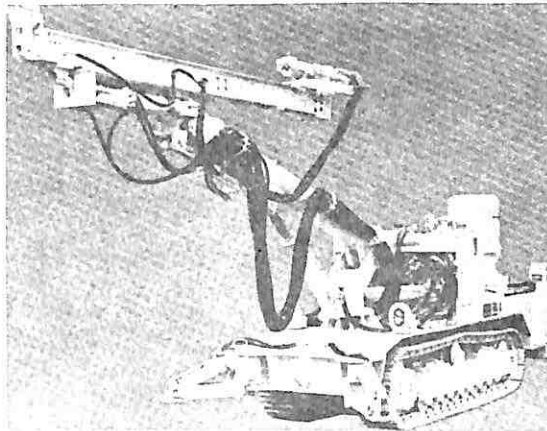


primenjena u rudniku uglja Fridrih Henrich za izradu hodnika u sloju Bliher male moćnosti i masivnim i veoma tvrdim stenama. Najbolji mesečni učinci dosada na izradi hodnika iznosili su preko 14 m/dan. Zbog toga je i pomenuti rudnik uglja naručio i drugu mašinu AM 100. Mašine ovog tipa su isporučene i Poljskoj, SSSR-u i Španiji, a jedna se koristi i u građevinarstvu.

Mining Reporter, 21

Mašine za bušenje Bison

Dva glavna nova razvoja su Bison i Bison—dvojna mašina za bušenje tvrdih stena. Predviđene su za opšte rudarske radove i građevinarstvo. Obe mašine su potpuno hidrauličke i udružuju sigurnost sa zdravim tehničkim principima radi većeg učinka, a to dovodi do uštede troškova. Bison—sistem za bušenje je zasnovan na modularnoj konstrukciji koja ostavlja mesta za uvođenje velikog raspona katarcki, burgija i nosača, kako bi se do maksimuma zadovoljile posebne potrebe korisnika. Izrađene u skladu sa zahtevima podzemnog transporta, kompletne mašine se rastavljaju u izvestan broj pogodnih sastavnih delova i mogu se montirati i biti spremne za rad za nekoliko časova. Svi sastavni delovi su izrađeni u skladu sa visokim standardima i ova oprema je dobro dokazana pod svim uslovima. Standardni i uobičajeni sklopovi su korišćeni gdegod je to moguće radi sniženja troškova održavanja i skraćivanja vremena stajanja na



minimum. Ovi faktori, zajedno sa dobro uvedenim superiornim učinkom potpuno hidrauličnog bušenja, čine ovaj sistem jednim od najjeftinijih sistema za bušenje.

Mining Reporter, 34

Rezno—utovarna mašina Luchs

To je najveća rezno—utovarna mašina iz asortimana ovog proizvođača. Bubañ se elektromehanički napaja preko reznog motora od 90 kW. Luchs može da reže masivnu stenu čvrstoće oko 500 n/mm^2 . Materijal izbacuje skreper ugrađen na sekačici i nanosi na traku.

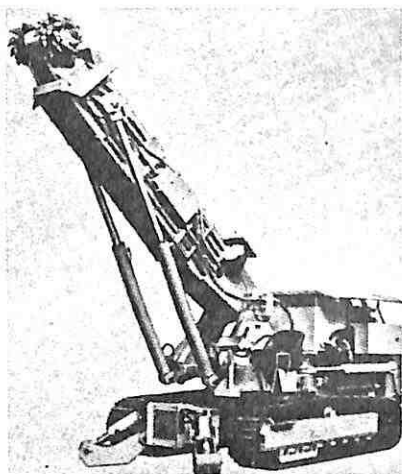


Mašina može da savlada uspone od 58 % svojom sopstvenom snagom i predviđena je za primenu kako u jami tako i kod površinskog otkopavanja, ili tunela i hodnika. Potreban joj je profil od najmanje 3,2 m prečnika, ili širina 2,6 m i visina 2,5 m.

Mining Reporter, 51

Rezač krovine

Ova mašina je predviđena za podsecanje i okresivanje krovine u nepodgrađenim hodnicima ili otkopima u kompetentnom terenu, naročito pri otkopavanju potaše ili soli. Mašina, takođe, može da se koristiti za izradu useka u zidovima za vrata brana ili za nivelisanje ili iskošavanje zidova hodnika. Katarka je obrtno montirana i zanošenje se vrši preko hidrauličkog cilindra koji služi i za razna

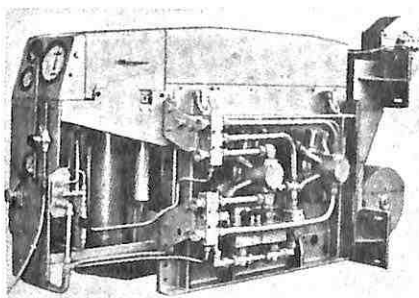


druga kretanja. Dva rotaciona rezača montirana na kraju katarke su opremljena okruglim usadnim alatima i pogone se direktno preko reduktora elektromotorom od 90 kW. Jalovina i drugi materijal padaju na podinu i razastiru se da bi služili kao balast ili se prikupljaju utovaračem. Rezač je na dizel pogon nezavisno od električnih vodova i ima nisku konstrukciju za manje hodnike.

Mining Reporter, 54

Užetne izvozne dizalice

Ove mašine nalaze primenu kod svih beskonačnih užetnih sistema, uključujući prevoz ljudstva, materijala, ski liftove, sedišta itd. na hidraulički pogon. Dizalice se mogu, takođe, isporučiti za izvoznu ili vučnu primenu. Osnovni sastavni delovi su već dobro ispitani u jami i sačinjavaju dizalice sa vučnom snagom od 15 do 72 kN pri brzinama užeta od čak 4,1 m/sek. Maksimalna

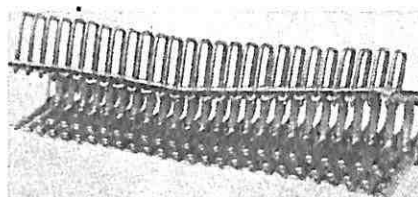


instalirana snaga je 300 kW. Dizalice ove vrste na hidrostatički pogon racionalizuju operacije transporta i izvoza. Ove dizalice ispunjavaju čak i najstrože bezbednosne zahteve u prevozu ljudstva. Daljinska radio kontrola ili programirani rad se mogu dobiti uz doplatu i dobro su ispitani na terenu.

Mining Reporter, 89

Titan kopče za transportne trake

Ove kopče su za jednostruke, dvostruke ili višestruke trake debljine od 7 do 14 mm i imaju čvrstoću na kidanje od 600 do 1250 N po mm širine trake. Prema proizvođaču, Titan je izvanredan po svojoj statičkoj čvrstoći na čupanje. Duži radni vek je osiguran i specijalnom konstrukcijom i primenom elastičnih nerđaju-

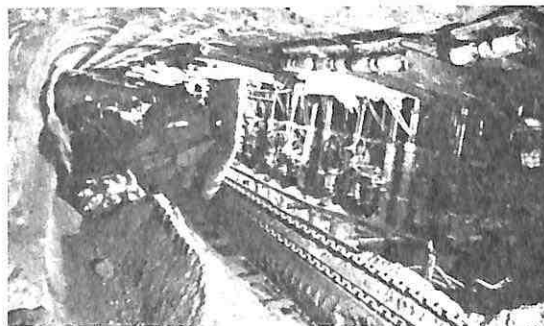


ćih čelika. Izrazita karakteristika Titan kopče je čelična igla koja traje koliko i kopča bez lomljenja. Spojevi se prave primenom Titan-Matic uređaja koji radi na komprimovani vazduh i obavlja spajanje traka širine preko 1200 mm za manje od 10 minuta. Kopče se izrađuju za trake debljine 22 do 30 mm i sa čvrstoćama na kidanje od 2000 i 4000 N/mm širine.

Mining Reporter, 125

Uskočelna kopačica VMO8

Ova se mašina pogoni celom širinom lančano preko AFC. Mašina ima hidraulički motor i rezne glave na spoljnoj katarci. Glave se mogu postavljati između podine i krovine putem hidrauličkog cilindra i sanke mašine se dobro kreću po AFC. Glave i transportni zupčanci su



opremljeni beskonačno promenljivim hidrauličkim pogonima. Mašina je opremljena i prskalicom u blizini doboša i

hidrauličkim napajanjem preko ugrađene pumpe. Uskočelna kopačica se najbolje koristi u zajednici sa oklopnom podgradom.

Mining Reporter, 142

Podsekačica

Za strme slojeve ugljenokopi Lorene (Francuska) koriste mehanizovani metod otkopavanja uzlaznim režnjevima širine 4,5 do 6 m. Dužina jednog režnja je približno 200 m. Podsekačica konstruisana za frontalno napredovanje kreće se napred u razmacima od po 1,20 m. Kada mašina stigne do kraja režnja vraća se u gornji hodnik gde se priprema za naredni rezanj. Ciklus se zatvara hidrauličkim zasipanjem. Ovaj metod eksploatacije dovodi do znatno veće sigurnosti u pogledu obrušavanja blokova sa čela ili krovine tokom podsecanja ili podgrađivanja. Ulaganja su relativno mala.

Mining Reporter, 154

Zasipna mašina sa pritisnom komorom DKB 125

Ova mašina otprema materijal sitne i krupne granulacije i u neprekidnoj je upotrebi u rudniku uglja Walsum već dve godine. Dosad je transportovala oko 30.000 tona raznog materijala. Proizvođač ističe da je materijal ubacivan neprekidno i postojano u cevovod i



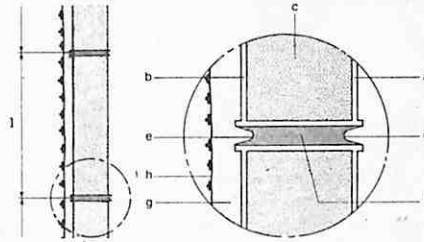
transportovan na znatne udaljenosti bez teškoća. Svi transportovani materijali su izbacivani kroz mlaznicu za kvašenje bez stvaranja ikakve prašine. Materijal ubacuje skreper. Zasipna mašina DKB 125 može da radi i u zajednici sa transportnim sistemima i može da se napaja iz površinskih bunkera, podzemnih bunkera, spiralnih dodavača fleksibilnih kontejnera. Protok se može neograničeno regulisati do 28 t/čas.

Mining Reporter, 170

Podgrada za okna

Cevi spajane na preseccima putem elastičnih prstenova su nedavno predložene za podgrađivanje okana. Spojevi imaju mnogo manju otpornost na savijanje u osovinskom pravcu u poređenju sa samim preseccom cevi. Cev za okno se, prema tome, može smatrati u krajnjem slučaju uzglobljenim lancem koji se sastoji od krutih elemenata standardne dužine povezanih spojevima koji se na taru. Ideja o uzglobljenim spojevima je u tome, da se omogući prilagođavanje podgrade kretanju stene bez kompulzivne

sile. Ovo treba da zaštiti cevi od preopterećenja i da omogući produžno opterećenje pritiska vode i stena.

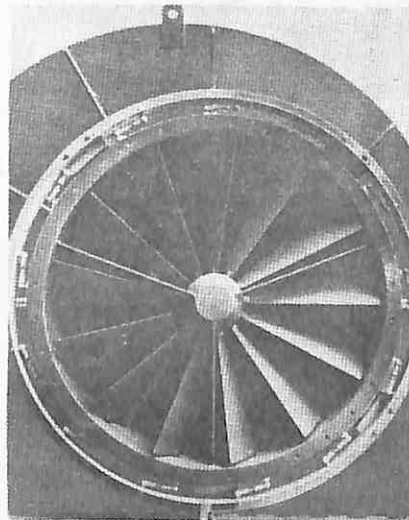


- a – unutrašnji čelični cilindar
- b – spoljni čelični cilindar
- c – beton
- d – unutrašnji spojni prsten
- e – spoljni spojni prsten
- f – elastični ili fluidni međusloj
- g – zasip malterom ili asvaltom
- h – stena

Mining Reporter, 172

Regulatori vazdušnih vrtloga

Ovi regulatori pomažu ekonomičan rad ventilatora i omogućuju maksimalnu efikasnost. Regulatori ove vrste liče na fiksne aksijalne ventilatore i ugrađuju se na usisnu stranu ventilatora. Peraja regulatora se mogu podešavati radi kontrole pravca u kome udara na impeler ventilatora. Ovo bolje udaranje je predviđeno u cilju smanjenja udarnih gubitaka, pa proizvođač ističe da ventilator



opremljen uvrtnim regulatorom može da ostvari efikasnost od 40 %. Ovo treba uporediti sa 26 %, što je maksimalno ostvarljivo primenom ravnog prigušivača. Uvrtni regulatori su konstruisani za unutrašnje prečnike

od 315 do 2300 mm, ne propuštaju prašinu i mogu se po želji dobiti i u verziji koja ne propušta gasove. Svi delovi u dodiru sa medijumom mogu biti izrađeni od specijalnih čelika prema zahtevu kupca.

Mining Reporter, 200

Kiseonički samospasilac SSR 90

Ovo je novo pomagalo u slučaju nesreće i štiti korisnika od otrovnih materija u okolnoj atmosferi kao i od nedostataka kiseonika. SSR 90 precizno meri udisanje vazduha u skladu sa potrebom, te omogućuje snabdevanje kiseonikom 5 časova pri odmoru i 90 min. pod prosečnim



opterećenjem. Posebne prednosti SSR 90 su pokretljivost i nepotrebno održavanje za razliku od uređaja sa gasom pod pritiskom. Nalazi se u robusnom, neuništivom i lako održavanom čeličnom kontejneru i isporučuje sa brzim starterom i brzo zamenljivim uloškom. Ima veoma dugi skladišni vek.

Mining Reporter, 214

Ispirni filter za prašinu

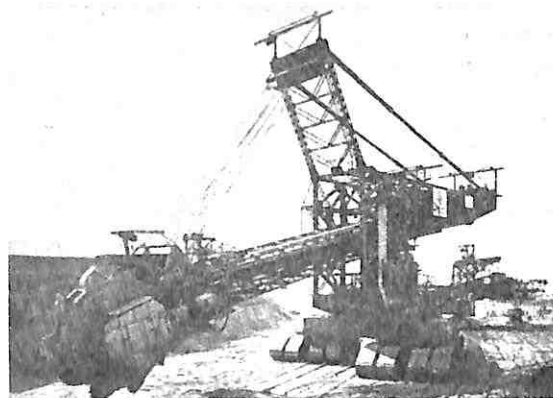
Ispirni filter za prašinu, izrađen u Vel. Britaniji, hvata oko 93 % udisive prašine (preko 99 % „ukupne“ prašine) i održava visoku efikasnost u velikom rasponu brzine protoka vazduha. Osnovni uređaj se sastoji od ventilatora, filterarske ploče i rezervoara za vodu sa recirkulacionom pumpom. Filterarska ploča i izbacivač vode stvaraju kompaktnu jedinicu, a recirkulacija vode umanjuje problem odlaganja. Prljava voda se izbacuje samo jednom ili dva puta nedeljno. Filter je u redovnoj proizvodnji već

pet godina i s uspehom se koristi u preklopnim sistemima i regulisanim recirkulacionim sistemima hodnika koji vode ka širokočelnim otkopima.

Mining Reporter, 231

Rotorni bageri sa kapacitetom od 60.000 m³ čvrste mase na dan

Rotorni bageri su veoma ekonomične mašine za otkopavanje i neprekidan prevoz materijala na površinskim otkopima. Njihov kontinualan način rada donosi čitav niz prednosti u odnosu na površinsku opremu koja radi diskontinualno. Rotorni bageri su prva karika u lancu otkopne opreme tako da bager otkopava, transportne trake transportuju i odlagači odlažu otkopani materijal.

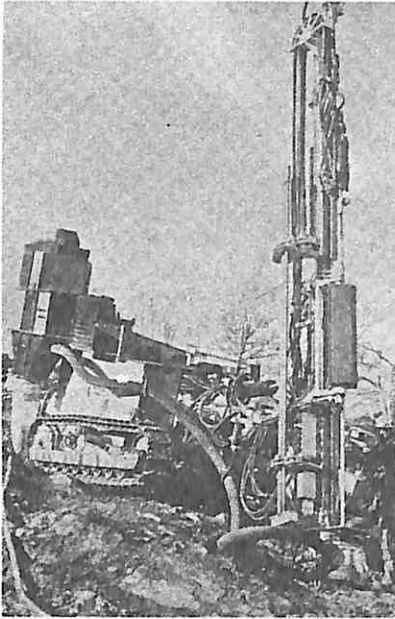


Rotorni bageri mogu da otkopavaju pojedinačne slojeve kod selektivnog otkopavanja, horizontalnim kretanjem rotora. Tehnički podaci: dnevni kapacitet 60.000 m³ čvrste mase, prečnik rotora 12,25 m, pogonska snaga 920 kW, dužina katarke 42,5 m, dužina priključnog mosta 50 ± 5 m, dužina istovarne katarke 20 ± 1 m, ukupna dužina sistema 130 m, brzina kretanja 10 m/min., težina 3000 tona.

Mining Reporter, 240

Hidraulička mašina za bušenje srednje težine na gusenicama

ROC 810 H je potpuno hidraulička etažna mašina za bušenje namenjena prvenstveno građevinskim radovima na umerenom neravnom terenu i pripremljenim etažama. Druga područja primene obuhvataju mehanizovano proizvodno bušenje u kamenolomima i rudnicima. ROC 810 H pogoni dizel motor na vazdušno hlađenje sa 6 cilindara, kapaciteta 100 KS. Guseničar je opremljen hidrauličkom burgijom za stene COP 1038 HD. ROC 810 H nosi regulacioni uređaj koji služi za prilagođavanje brzine obrtanja i hidrauličkog pritiska sa vladajućim geološkim uslovima, prečnikom bušotine i drugim parametrima. Pogodni prečnici burgija 1 1/2 i 1 3/4 cola za produžne šipke (dužina 12 stopa) i kruna za bušenje od



2 1/2 do 4 1/2 cola. Bušilica na gusenicama može biti opremljena dobrom zvučno izolovanom, klimatizovanom i grejanom kabinom za operatera i hvatačem prašine na hidraulički pogon koji se automatski čisti pri promeni šipke.

Mining Reporter, 241

Vandrumski kiper K 85.8

Ovo je 80-tonsko vozilo namenjeno za površinske otkope. Kompaktna konstrukcija omogućuje težinu od



samo 58 t za nosivost od 77 t, a visina tovara je 4,5 m. Brzine do 53 km/čas se ostvaruju dizel motorom od 596 kW tako da je omogućeno kratko vreme za ture. Robusna kiphidraulika i strmi uglovi od 55° sa pravilno izgrađenom karoserijom omogućuju istovar vozila sa tovarom od 53 m³ za 18 sekunda. Vozila K 85.8 mogu biti opremljena sledećim pogonima: Cummins TVA – 1710 – C800; GM – DD – 16 V 92 T N 90. Redukcija se vrši preko Allison zupčanika 8961 sa ugrađenim pretvaračem obrtnog momenta TC 860 i usporačem koji olakšava promenu brzine pod punim opterećenjem bez gubitka snage. Pneumatici mogu biti 24:00–49 ili 27:00–49 za dve veličine vozila, i obe vrste se mogu uvek naći širom sveta. Sama koritasta karoserija se zagreva i izrađena je od čelika N–A–XTRA otpornog na habanje. Dno ima debljinu od 20 mm, dok su stranice 12 mm debele, a zadnji zid 15 mm. Ova savremena konstrukcija obezbeđuje bolje upravljanje, daje udobnost vozaču i dobru ugradnju hidropneumatskog vešanja.

Mining Reporter, 256

Savetovanje na temu „Razvoj energetike Jugoslavije“, Opatija, 1980.

U organizaciji Saveza energetičara Jugoslavije i Jugoslovenskog komiteta Svetske konferencije za energiju, u vremenu od 20. do 22.3.1980. godine održano je u Opatiji savetovanje na temu „Razvoj energetike Jugoslavije“.

Savetovanje je imalo za cilj da razmotri i ukaže na dugoročan razvoj energetike Jugoslavije s obzirom na energetske potencijale, njihovu raspoloživost, mogućnost eksploatacije i transporta, primenljivost i racionalnost u proizvodnji i korišćenju, kako primarne, tako i sekundarne energije. Poseban cilj savetovanja je bio i da razmotri materijal „Razvoj energetike Jugoslavije u periodu od 1981 do 1985. godine“ pripremljen od strane Saveznog komiteta za energetiku i industriju i Saveznog zavoda za društveno planiranje, a u okviru pripreme Društvenog plana Jugoslavije do 1985. godine.

Savetovanju je prisustvovalo oko 700 stručnih i naučnih radnika iz oblasti energetike, privrede, užih i širih društveno-političkih zajednica. Podneto je 108 štampanih referata i šest svodnih referata po određenim tematskim oblastima, a veliki broj učesnika je kroz diskusiju dao koristan prilog sagledavanju ove kompleksne problematike.

Osnovni zaključci savetovanja su sledeći:

1. U vezi perspektive proizvodnje primarne energije iz domaćih izvora ističe se da je ugalj najveći energetska potencijal zemlje, ali da su takođe značajni nafta, gas i hidroenergija. Učešće nuklearnih sirovina u ukupnom energetska potencijalu je malo, a uljni škrljci perspektivno imaju veliki značaj. Ostali, novi izvori energije su još nedovoljno razvijeni i istraženi.

2. U pogledu proizvodnje sekundarne energije ističe se da proizvodnja električne energije do 2000. godine prvenstveno treba da bazira na uglju i hidroenergetskom potencijalu dok će deo proizvodnje, saglasno potrebama, preuzeti nuklearna energija. Zbog izrazite deficitarnosti u nafti i prirodnom gasu potrebno je selektivno usmeravati preradu ovih energetska sirovina.
3. Transport energije vrši se prenosnim sistemom 380 kW mreže za električnu energiju (koji će se dalje razvijati), novoizgrađenim naftovodom, dok će se za gas naredni period karakterisati završetkom započetih programa gasifikacije. Takođe se ocenjuje, da za očekivano povećanje prevoza uglja železnicom ne bi trebalo biti problema u obezbeđenju potrebnih transportnih kapaciteta.
4. U pogledu potrošnje, štednje i racionalnog korišćenja energije ukazano je na velike mogućnosti sprovođenja ovih mera, a zatim je razmatran veći broj konkretnih predloga ušteda po osnovnim sektorima potrošnje.
5. U vezi kompleksne energetike istaknuto je da kod lignita u narednom periodu treba veću pažnju posvetiti kompleksnijem iskorišćenju energije sadržane u uglju kao i dobijanju hemijska sirovina. Takođe, treba aktivno pratiti razvoj primene nuklearnih reaktora kao toplotnih izvora, sa visokim parametrima neophodnim za različite tehnološke postupke. Da bi se sve ovo ostvarilo neophodno je dohodovno povezivanje proizvođača i potrošača energije.

Na kraju, kroz posebne zaključke, date su i smernice za dalji razvoj energetike Jugoslavije, koje će poslužiti za izradu srednjoročnog plana i biti osnova dugoročnih predeljenja.

M. Cvetković

Cena nekih primarnih proizvoda rudarstva u svetu *)

Mr Milan Žilić, dipl.ekon.

Prosečne cene kamenog i mrkog uglja i koksa nekih karakterističnih zemalja u periodu
1973–1979. god. u izvornim vrednostima i | težinskim jedinicama**)

Opis	Vrednosne i težinske jedinice	Godine						
		1973.	1974.	1975.	1976.	1977.	1978.	1979.
KAMENI UGALJ								
Nemačka								
– Rurski koksni ugalj II, 10/60 mm za top. i. koks., fco rurski revir	DM/t	94,10	110,85	152,00	158,30	158,30	172,90	172,90
– Rurski orah III. spec.sagorlj. I za domać., fco rurski revir	DM/t	96,92	119,73	145,50	157,50	157,50	172,50	172,50
– Antracit orah IV 22–12 mm, za domać. fco rur- si revir	DM/t	139,75	176,17	203,00	213,00	...	...	231,00
Francuska								
– Masni orah, 50–80 mm, fco sever. revir	FF/t	125,50	186,60	...	...	...	...	...
– Antracit, fin – 0/6 mm, fco sev. franc. rud.	FF/t	...	...	192,00	192,00	201,38	250,75	...
– Plam. orah, 20/30– 15/35 mm, fco Rudn. Lothringen	FF/t	127,00	169,65	208,00	230,25	...	...	...
– Saar. A prosejan. mas., fco utovaren Benning	FF/t	205,99	324,47	434,66	355,81	...	...	...
Belgija								
– Masni orah, 30–50 mm fco vagon Rudnik Campine	B frs/t	1.095	1.700	2.450	...	...	...	...
– Antracit, orah, III, 18/30–20/30 mm. fco vagon rudnik	B frs/t	2.107	2.604	3.135	...	...	...	...
Italija – Milano								
– Gasno plam., polj., 40–80 mm, fco utovareno	Lit/t	20.850	32.995	43.900	50.063	59.115	62.800	...

*)S obzirom na vrlo česte izmene međusobnih odnosa valute, iznete dolarske cene, sem dolarskog područja, samo su približno tačne.

**)Priese Löhne Wirtschaftsrechnungen, fachserie M. Statistisches Bundesamt Wiesbaden – sveske iz 1973. – 1978. god. i Taschenbuch für den Brennstoffhandel 79/80 – Glückauf, Essen

Opis	Vrednosne i težinske jedinice	Godine						
		1973.	1974.	1975.	1976.	1977.	1978.	1979.
- Antracit orah, nem., 30-50 mm, fco utov.	Lit/t	42.675	63.950	77.088	85.525	...	...
- Antracit orah, juž. afrič., 30-60 mm, fco utovareno	Lit/t	31.133	55.204	65.992	74.400	...	...
Švajcarska								
- Antracit, Rur, 30-50 mm, uvoz. cena fco granica	Šfrs/t	234,70	289,63	303,38	303,80	...	...
SAD								
- Bitumen, domaća prodaja na veliko, pros. cena, fco utovareno na rudniku	Š/2000 lb ...	...	...	...	...	...	...
- Bitumen, industr. prosejan, pros. cena fco utovareno na rudniku	\$/2000 lb	11,82	...	...	...	...	...
- Pensilvanija, antracit kesten, pros. cena fco utovareno na rudniku	\$/2000 lb	20,04	29,97	44,86	46,43	...	...
MRKI UGALJ BRIKETIRAN								
Sav.Rep.Nemačka								
- Rajnski, fino-zrnasti, utovaren, određene cene za osnovno područje	DM/t	54,50	58,00	65,30	70,50	...	...	89
Italija - Milano								
- nemački, fco utovareno u vagon	Lit/t	25.392	38.219	45.367	57.115	...	...
Švajcarska								
- nemački „Union”, uvozne formi- rane cene	Šfrs/t	148,26	165,97	172,00	169,00	...	...
Austrija - Beč								
- nemački, rajnski „Union” fco veletrgovačko skladište	Sch/dt	116,63	...	...	...	...	...

Opis	Vrednosne i težinske jedinice	Godine						
		1973.	1974.	1975.	1976.	1977.	1978.	1979.
– srednjonemački „Rekord” fco veletrgovačko skladište	Sch/dt	104,81 ...	...	...	...	...	...	...
KOKS								
Sav.Rep.Nemačka								
– Rur. III, 90–40 mm, fco rurski revir	DM/t	143,79	182,92	215,50	227,50	227,50	232,00	254,00
Belgija								
– Topionički, 60–80 mm, fco vagon koksara	Bfrs/t	1.925	3.091	3.131	...	...	...	...
Francuska								
– Topionički, 60–90 mm, fco Severni revir Francuske	FF/t	203,33	291,79	360,50	396,00	422,50	465,17	...
– Livački, 60–90 mm fco Severni revir Francuske	FF/t	251,33	324,83	423,75	452,38 ...	...	...	...
Austrija								
– 40–60 mm, težine preko 2 t, isporuke fco veliki potrošači	Sch/dt	151,00	191,83	241,57	247,18 ...	...	...	...
Italija – Milano								
– Topionički, 40–70 mm, fco uto- vareno u vagon stanice Milano	Lit/t	36.458	73.829	96.858	101.508	122.166	123.425	...
– Livački, fco utovareno u vagon stanice	Lit/t	43.892	85.425	111.758	116.558	...	...	...
Švajcarska								
– gasni	Šfrs/t	218,08	259,33	311,06	320,00 ...	...	...	...
– lomljen, 40–60 mm	Šfrs/t	216,35	262,61	317,08	318,17 ...	...	...	...
SAD								
– Conelville, topionički, fco peći	Š/2000 lb	24,96	60,88	88,00	88,00 ...	...	...	...

Cene nekih ruda i koncentrata obojenih metala ili njihove prerade polovinom januara 1976. 1978. 1979. i marta 1980. god. u Evropi*)

Opis	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.	Mart 1980.
a) Cena ruda ili koncentrata				
Antimon				
komad. sulfid rude ili koncentrat, 50-55% Sb, cif	17-19	nom.	nom.	\$ po m. t jedinice Sb nom.
komad, sulfid. ruda od 60% Sb, cif nerafinisan (topljeni sulfid), 70%, komad	20-22	17-20	18,50-19,80	23,50-25,00
nerafinisan (topljeni sulfid), 70%, komad	2.842	4.128	3.819	\$ po m. toni nerasp.
nerafinisan, 70%, crni prah	2.964	4.320	4.020	nerasp.
Bizmut				
koncentrat, oksid, min. 60% Bi, cif.	nom.	nom.	nom.	\$ po kg sadržajnog metala (Bi) nom.
Hrom				
ruski, komad, min. 48% Cr ₂ O ₃ , 3,5:1, cif pakistanski, drobit, komad 48% Cr ₂ O ₃ 3:1, fob	150-170	150-170	100-110	\$ po m. toni nom.
iranski, tvrdi komad, 48/50%, 3-1, cif turski, komad, 48%, 3-1, baza (skala 90 centi) fob	nom.	nom.	nom.	nom.
turski koncent. 48%, 3-1, baza (ista skala) fob	130-140	130-140	95-105	130-135
transvaljski drobit komad., baza 44% cif	90-110	90-110	85-95	nom.
	55-65	55-65	55-65	60-70
Mangan				
48/50% Mn, maks, 0,1% P, cif 38/40% Mn, cif	1,35-1,45	1,45-1,50	1,34-1,36	metalurški \$ po m. toni jed. Mn nom.
	nom.	nom.	nom.	1,70-1,73
70/85% MnO ₂ , komad, cif.	95-108	90-102	94-107	elektro sortiran \$ po m. toni nom.
70/75% MnO ₂ , mleven, mešavina, cif.	132-152	125-144	131-151	nom.
Molibden				
koncentrat, fob Klimaks, min, 85% MoS ₂	5776	8841	12.919	\$ po t Mo u MoS ₂
koncentrat nekih drugih porekla cif.	43.732-5.842	8.818-9.259	24.251-33.069	23.730
				27.999-29.762
Odnos \$: £ računat u				
			januar 78. 1,92 : 1	
			januar 79. 2,01 : 1	
			mart 80. 2,20 : 1	

Opis	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.	Mart 1980.
Tantal				
ruda min. 60% Ta ₂ O ₅ cif	33.069-37.478	52.360-58.970	83.775-90.389	\$ po toni Ta ₂ O ₅ 220.462-246.917
25/40% baza 30% Ta ₂ O ₅ cif 5.126-5.512	31.967-35.274	51.260-55.120	81.570-85.979	224.871-242.508
Titan rude				A \$ po m. t
Rutilne konc. 95/97% TiO ₂ , pakovan, fob/Fid.	290-330	190-200	230-260	320-350
Ilmenite konc., malajski				
min. 54% TiO ₂ , fob	15-18	15-18	17-19	17-19
Uranijum				\$ po kg U ₃ O ₆
kon., ugovorne osnove, fob rudnik	24-33	88-97	88-97	81,6-92,6
heksafluorid	22-29	88-101	88-101	83,8-94,8
Vanadijum				\$ po kg V ₂ O ₃
pentaoksid, topiv, min. 98% V ₂ O ₃ , cif	4,8	5,2	5,5	6,4
ostali izvori	47-55	5,1-5,3	5,4-5,6	6,3-6,8
b) Cene prerade rude ili koncentrata u Evropi				
Olovo				\$ po m. toni
ruda i kon., 70-80% Pb, baza £ 160, cif. Evropa		90-100	90-100	90-100
Cink koncentrat				\$ po m. suvojoj toni
sulfid, 52/55% Zn, baza £360 cif	133-143	145-155	125-135	95-120
Kalaj koncentrat				
70/75% Sn (odbitak 1 jedinice)	nom.	nom.	205-235	451-517
30/65% Sn (odbitak 1,6 jedinice)	416-507	394-480	275-325	605-715
20/30% Sn (uključivo odbitak)	447-528	422-499	310-360	682-792

Cene nekih primarnih proizvoda obojenih metala na međunarodnom tržištu polovinom januara 1976. 1978. 1979. i marta 1980. god.*)

Opis	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.	Mart 1980.
- Bakar				\$ po m. toni ili kg
Australija, baza vajerbar, cif. gl. austral. luke (A. \$)	940	1.100	1.340	2.120
Belgija, elektrolitni, fco fabrika	1.215	1.283	1.563	2.432
Kanada, fob Toronto Montreal (kan. \$)	1.389	1.538	1.844-1.888	3.019
Francuska, W/B (GIRM), fot, isključ. takse	1.235	1.295	1.600	2.481
Zapadna Nemačka, elektrolitni (cene isporuke)	1.239-1.251	1.300-1.314	1.578-1.594	2.366-2.388
katode				
Italija, W/B, 99,9%, fco fabrika	1.189-1.200	1.252-1.271	1.508-1.551	2.483-2.517
Japan, fco. robna kuća - zvanična cena	1.239-1.317	1.431-1.407	1.705-1.764	2.733-2.855
- tržišna cena	1.284	1.366	1.744	2.331
Južna Afrika, W/B (elektro vajerbar)	1.218	1.325	1.667	2.331
	1.523	1.440	1.525	2.512
Olovo				
Australija, fob. luka Pirie (A. \$)	290	550	750	1050
Kanada, isporučeno (kan. \$)	406	777	1.014	1.269-1.365
Francuska, fot. isključ. takse, 99,9%	350	716	916	1.188
Zapadna Nemačka, primarno olovo	344-355	680-698	903-950	1.191-1.225
Italija, 99,9%; fco fabrika	389-417	758-809	968-999	1.342-1.403
Japan, elektrolitni, - zvanične cene	395	475	1.077	1.407
- tržišne cene	379	753	990	1.326
- Cink				
Australija, HG (A. \$)				
Kanada, isporučeno PW (kan. \$)	644	543	639	700
Francuska, fot. isklj. takse, 99,95% oko 99,75%	811	717	816-860	826
Zapadna Nemačka, primarni rafinisani 99,9%	826	648	802	924
Italija, elektrolitički, 99,95%, fco fabrika	808	631	784	905
99,99% fco fabrika	799-803	596	712-738	833-844
98,50% fco fabrika	784-820	586	712-743	844-850
	780-820	609-638	766-813	860-915
		604-632	734-801	848-903
		598-627	742-789	836-891

*) Odnos \$: f. računat u
 - januar 78. 1,92 : 1
 - januar 79. 2,01 : 1
 - mart 80. 2,20 : 1

Opis	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.	Mart 1980.
Japan, fco, robna kuća – zvanične cene	846	708	836	884
– tržišne cene	810	700	836	828
Vel. Britanija, ingoti, GOB proizv. osnovna	–	610	724	806
Vel. Britanija – ingoti min. 99,95% – premije	9	8,6	9,0	9,90
određeni dobavljači – premija	0	0	0	0
min. 99,99% – premija	16	15,4	16,1	17,6
određeni dobavljači – premija	0–8	7,7.	0–8,0	0–8,8
– Kalaj				
Belgija, rafinisani, fco robne kuće	nerasp.	18.887	21.488	25.735
Francuska, fot. isključ. takse		12.691	14.656	19.390
Zapadna Nemačka 99,9%	6.762–6.832	12.396–12.517	14.650–14.794	19.790–20.168
Italija, fco fabrika	7.341–7.629	14.200–14.810	16.268–17.106	21.350–22.448
Japan, elektrolitni, fco robna kuća zvanična cena	6.816	13.082	15.897	20.497
– tržišna cena				19.693
– Aluminijum				
primarni ingoti, svetska cena				
Kanada, cif. sve glavne luke izuzev SAD,	860	1.124	1.235	1.600
Kanade, V. Britanije, Lat. Amerike				
Lat. Amerika, ingoti 99,5%, bazne cene	893	1.157	1.270	
cif. sve luke Lat. Amerike				
Određene ostale transakcije				
min. 99,5%, ingoti, cif Evropa neplać. carina	690–710	950–965	1.230–1.245	1.760–1.850
min. 99,7%, ingoti, cif Evropa neplać. carina	721–741	1.000–1.020	1.240–1.260	nom.
min. 99,7%, ingoti, EEC, cif. Evropa, plać. carina	754	964	1.255–1.280	1.900–1.970
Australija, ingoti 99,5%, fco rob. kuća (A. \$)	921	1.221	1.013	1.244
Francuska, 99,6%, fot. isključ. takse	965	1.350	1.440	1.928
Zapadna Nemačka, 99,5%	835–878	1.173–1.253	1.540	1.814–1.843
Italija, 99,5%, fco fabrika	905	1.271	1.352–1.423	2.196–2.367
Japan, fco robna kuća	904	1.168	1.436	2.331
SAD, 99,5%, fob kupac			1.168	1.455
Velika Britanija, kan. am. i engleske				
objavlj. cene, min. 99,5%, ispor.	852	1.306	1.427	1.782–1.793
objavlj. cene, min. 99,8%, ispor.	865	1.354	1.477	1.837–1.848
Norveška, 99,5–99,79%, cif, sev. Evr.,				
neplaćena carina				1.742

Opis	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.	Mart 1980.
- Antimon				
Evrop. slob. trž. regulus 99,6%, cif. Evropa	3.146-3.349	2.140-2.180	2.700-2.750	2.380-3.440
Francuska, 99%, fob isključ. takse	3.671	2.494	3.292	4.122
Italija, 99,6%, fco fabrika	3.455-3.742	2.506-2.848	3.050-3.419	3.843-4.270
Japan-Tokio, fco robna kuća	3.622	3.188	4.820	3.617
Velika Britanija, 99%, isporuke od 5 tona	2.943	4.128	3.819	nerasp.
SAD, 99,5%, fob Laredo	2.994	4.176	3.869	nerasp.
	3.483	3.871		nerasp.
- Bizmut				
Evropsko slob. tržište, lot od tone, cif	10.472-11.197	6.401-5.662	3.638-4.299	6.063-6.504
Velika Britanija, proizv. prodaja 99,99%, fot	16.534	11.023	11.023	6.614
Francuska, 99,997%, fot, isključ. takse	17.514	12.209	12.508	6.208
- Kadmijum				
Evropske referencne cene, 99,95% šipke				nom.
cif/fco fabrika, lot od tone	4.263-4.425	4.800-4.992	5.527-5.728	
Evropsko slobodno tržište, cif. Evropa	3.527-3.638	3.660-3.770	4.475-4.608	5.952-6.173
- ingoti	3.571-3.682	3.748-3.858	4.519-4.674	6.283-6.504
- šipke	4.412	4.999	5.794	7.275
Francuska (Komora sindikata) fot	4.318-5.038	4.557-5.126	5.024-5.622	7.076-7.564
Italija, fco fabrika 99,95%, šipke	7.572	9.522	11.795	9.244
Japan fco robna kuća - zvanična cena	6.914	8.280	10.256	7.636
- tržišna cena	4.409	4.960-5.512	4.960-5.512	7.165
SAD, 99,95%, šipke, ložovi od tone	4.409	6.614	6.614	6.614
Velika Britanija - Komonvelt, šipke 99,95% cif	4.028-4.699	4.021-5.079	5.096-5.317	nerasp.
- slob. trž. ingoti				
- Kalcijum				
Vel. Britanija, šipke i dr., isporučeno	4.475-6.713	13.968	14.623	16.006
- Hrom				
Vel. Britanija, komad. min. 99%, 5-100 t lot	3.958-4.364	5.434-5.875	5.688-6.151	7.590-4.810

Opis	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.	Mart 1980.
- Kobalt				
Svet - Sozacom. cif (od XII 76.)		29.500	30.389-34.798	56.684
Slob. tržište, 99,5% cif, Evropa	8.818	nerasp.	nerasp.	50.706-52.911
Francuska, fot. isključ. takse 100 kg nadalje	8.556	14.110	44.092	57.957
Velika Britanija, Soracom, isp.cif	8.791	14.503	43.542	55.000
Zambijski, cif	4.609	14.110	44.092	55.115
USA, proizvodnačke cene, cif				55.115
- Germanijum				
Velika Britanija zona raf. 300 oma/cm, dažb. plaćene, \$ po kg	246	232	243	631
- Magnezijum				
Evrop. slob. tržište ingoti min. 99,8%, cif.	1.807-1.857	1.940-2.028	2.205-2.337	2.579-2.910
Francuska, čist. fot. isključ. takse	2.066	2.368	2.758	3.128
Italija, 99,9%, fco fabrika	1.943-2.015	4.315-4.420	2.512-2.572	3.050-3.355
Velika Britanija, elektro min. 99,8%, isključ. dažb. ingoti 8/9 kg	2.131	2.571	2.691	3.012
ingoti od 8 kg min. 99,8%	1.969-1.995	2.582	nerasp.	nerasp.
ingoti od 4 kg, elektro 99,8%	1.981	nerasp.	2.703	3.025
prah, klasa 4, fco fabrika	2.008	nerasp.	nerasp.	nerasp.
„Raspings“ isporuke u Engleskoj	1.838	nerasp.	nerasp.	nerasp.
- Mangan				
Velika Britanija, elektro min. 99,95% isključ. takse	1.167-1.208.	1.267	1.126	1.430-1.441
Italija, 96/97%, fco fabrika	1.295-1.583	1.367-1.595	1.435-1.675	1.708-1.952
- Molibden				
Velika Britanija, prah	11.876-12.280	17.184-17.760	21.306-21.708	52.800-57.200
- Nikl				
Slob. tržište, rafinisani, cif Evropa	4.145-4.497	3.968-4.343	3.571-3.858	6.504-7.165
Evropa (kubanski) sinter 90	nerasp.	4.365	4.431	7.319
Evropa (kubanski) oksid 76	nerasp.	4.233	4.299	7.275
Evropa, kubanski granulat oksid 76	...	...	...	7.231
Francuska, rafinisani, fot. isključ. takse	5.018	5.157	5.121	8.075

Opis	Januar 1976.	Januar 1978.	Januar 1979.	Mart 1980.
Italija, katode i zrna, 99,5%, fco fabrika	4.894-5.110	4.557-5.012	4.665-5.024	8.174-8.662
Holandija - Amax, briketi fob Rotterdam	4.950	4.542	4.674	7.606
Japan, Tokio, fco robna kuća, zvanične cene	5.597	6.707	...	9.163
Japan, Tokio, fco robna kuća, tržišna cena	nerasp.	6.251	6.154	8.842
Velika Britanija, rafinisani, isp. od 5 i više	4.915	nerasp.	nerasp.	7.443
„F” kugle isp. od 5 i više t	4.980	nerasp.	nerasp.	nerasp.
sinter 90 (sadržaj nikla)	nerasp.	nerasp.	nerasp.	nerasp.
sinter 75 (sadržaj nikla)	4.633	nerasp.	nerasp.	7.337
Incomet, isporučeno \$ po t Ni	4.910	5.307	5.307	7.062
feroniki-Falconbridge \$ po t Ni		4.860	4.652	7.584
SMLN-FNC. \$/t Ni				7.694
SAD, 99,9%, fob proizvod. rob. kuće,				
uklj. uvoz. car.	4.850	4.586	4.409	7.716
Amax, briketi, fob luke	4.850	4.542	4.674	7.055
Amax, ASP		4.409	4.475	6.856
- Platina				\$ po kg
Italija, 99,90%	4.750-5.182	5.742-6.026	9.671-11.268	14.823-28.121
Velika Britanija, empirički rafinisana	5.058	5.926	9.403	13.368
SAD fco Njujork	4.983-5.305	5.790	9.650	13.503
- Renijum				\$ po kg
engl. prah, min. 99,99%	1.421	1.334	1.407	3.900-4.000
- Živa				\$ po flaši od 34,5 kg
Evropsko slob. trž. min. 99,99% cif. g.levr.luke	78-83	127-132	177-185	395-405
Japan, Tokio, fco robna kuća	193	207	287	450
SAD (MW Njujork)	116-122	131-135	179-185	390-400
Španija, fob španska luka				415
- Selen				\$ po kg
Velika Britanija, 99,5% komad lotovi od 100 lb	40	33	33	22-26
Evropsko slobodno tržište, cif.	19-20	20-21	26-28	20-24
- Silicijum				
Evropsko slob. trž. norm. kval. 98,5% Si, cif.	795-820	680-750	1.060-1.100	1.380-1.440
Italija, fco fabrika	907-993	911-946	1.136-1.232	1.525-1.647
Velika Britanija, min. 98%, lot 10-20 tona	934-964	902-940	1.136-1.166	1.485
- Srebro				\$ po kg
Japan, fco robna kuća	146	161	203	1.133
- Telur				\$ po toni
Velika Britanija, komad. i prah 99/99,5%	22.046	44.092	4.409-5.071	44.092
šipke min. 99,5%	22.046	44.092	4.409-5.071	44.092
- Titan				
Velika Britanija, biljeti, 400-100 m/m				
od septembra 1977. god. sunder 99,3% max.				
120 brinela, bazna cena	6.110-8.891	2.222	6.834-7.236	7.480-7.920

Najviše, najniže i prosečne cene osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala (LME) i engleskom tržištu (MB) u 1979. god. i januar – mart 1980. god. *)

\$ po m. toni, kg i flaši

Opis	1979. god.				1980. god.		
	jan.–dec. najviše	dec. najniže	dece- mbar prosek	god. prosek	jan.–mart najviše	mart najniže	mart prosek
Bakar (LME)							
– cash vajerbar	2.362	1.628	2.212	1.989	3.024	2.059	2.300
– cash katode	2.295	1.585	2.138	1.948	2.895	1.984	2.210
– tromes. vajerbar	2.381	1.672	2.216	2.008	3.023	2.100	2.332
– tromes. katode	2.392	1.637	2.170	1.976	2.951	2.049	2.273
– settlem. vajerbar	2.364	1.629	2.215	1.990	3.025	2.061	2.301
– settlem. katode	2.296	1.587	2.139	1.950	2.897	1.989	2.212
– bakar, eif Evropa	...	...	...	1.982			
Olovo (LME)							
– cash	1.509	968	1.175	1.208	1.290	954	1.116
– tromesečno	1.364	894	1.142	1.156	1.143	943	1.024
– settlement	1.510	969	1.177	1.209	1.294	955	1.119
Cink (LME)							
– cash	867	585	749	744	885	669	740
– tromesečno	897	610	767	767	912	681	756
– settlement	868	585	750	745	887	671	742
Cink (GOB)							
– proizvodna osnova	...	...	...	793			825
Kalaj (LME)							
– standardni							
– cash	17.306	13.494	16.982	15.498	18.590	15.878	17.424
– tromesečno	16.780	13.573	16.376	15.089	18.562	15.757	17.463
– settlement	17.359	13.504	16.996	15.509	18.601	15.884	17.434
Kalaj (LME)							
– visokog stepena							
– cash	17.306	13.504	16.982	15.521	18.590	15.878	17.427
– tromesečno	16.786	13.589	16.407	15.124	18.573	16.829	17.472
– settlement	17.359	13.525	16.996	15.536	18.601	15.884	17.440
Aluminijum (MB)							
– cash	1.987	1.314	1.914	1.605	2.126	1.758	1.973
– tromesečno	1.862	1.310	1.824	1.576	2.123	1.787	1.911
– settlement	1.994	1.315	1.917	1.820	2.132	1.760	1.978
– min 99,5% ingoti	1.740	1.509	...	...	1.864	1.780	...
– min 99,7% ingoti	1.760	1.525	...	...	1.895	1.860	...
Nikl							
– cash	6.369	5.138	5.748	6.235	7.007	6.022	6.715
– tromesečno	8.082	5.400	6.095	6.348	7.188	6.248	6.950
– settlement	6.380	5.176	5.762	6.249	7.018	6.039	6.731
– slob.trž. cif Evropa	6.367	5.794	...	...	7.249	6.669	...
Antimon (MB)							
– evrop. slob. trž. 99,6% cif		3.093	3.032	...	3.399	3.352	...
Živa (MB)							
– min 99,99% cif. glav. evr. luke, \$ po flaši od 76 lb	299	284	...	...	402,5	390	...
Bizmut							
– evr.slob.trž., cif	5.701	5.093	...	...	6.504	6.063	...
Kadmijum (MB)							
– evrop. ref. cene, ingoti 99,95%, cif/ex fabr.	nerasp.	nerasp.		6.614			
– Komonvelt, šipke 99,95%, cif	6.614	6.614			6.614	6.614	...
– evrop. slob. trž., ingoti	5.437	5.368			6.312	6.092	...
– evrop.slob. trž. šipka	5.730	5.470			6.643	6.352	...
Platina, London				14.235	23.994		
Zlato–London (MB)							
– prepod, kotacija	14.307	14.631			17.737	17.720	...
Srebro (LME)							
– Cash – spot	981	203	715	353	1.524	423	784
– tromesečno	1.008	208	737	362	1.537	424	808
– settlement	983	203	717	353	1.528	424	787
– godišnje							866
Selen (MB) \$ /kg							
– ostali izvori, cif	26	24			24	21	...

*) Odnos \$: £ za najviše i najniže u 1979.g. je odnos koji je važio za mesec u kome se javlja najviša i najniža cena za decembar 2,2:1, a za najviše, najniže i prosek za mart 1980.god. 2,2:1.

Promet osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala u 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979. i januar – februar 1980.god.*)

Vrsta proizvoda	Godine						1980. januar–februar
	1974.	1975	1976	1977.	1978.	1979.	
Bakar	3,171.025	3,500.000	5,076.400	4,316.475	5.270.625	5.722.600	1,230.125
Olovo	974.426	931.250	1,179,950	1,901.000	1,876.125	2.243.175	511.575
Cink	1,205.075	1,158.525	1.326.575	1,339.000	1,287.800	1.318.375	278.775
Kalaj	242.375	205.184	334.475	403.550	390.220	288.705	45.955

Najviše, najniže i prosečne cene osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala za period januar–decembar 1976. 1978 i 1979.god.**)

Opis	\$ po m. toni								
	1976.			1978.			1979.		
	jan.–dec. najviša	decemb. najniža	decemb. prosek	jan.–dec. najviša	decemb. najniža	decemb. prosek	jan.–dec. najviše	decemb. najniže	decemb. prosek
Bakar									
cash–vajerbar	1.690	1.040	1.287	1.549	1.167	1.562	2.362	1.628	2.212
–katode	1.671	1.013	1.265	1.528	1.152	1.503	2.295	1.585	2.138
tromesečno									
–vajerbar	1.755	1.074	1.341	1.580	1.194	1.562	2.381	1.672	2.216
–katode	1.735	1.055	1.320	1.561	1.176	1.538	2.397	1.637	2.170
settlement									
–vajerbar	1.690	1.040	1.287	1.549	1.168	1.532	2.364	1.629	2.215
–katode	1.672	1.029	1.266	1.523	1.153	1.504	2.296	1.587	2.139
Olovo									
cash	545	296	477	890	524	858	1.509	968	1.175
tromesečno	551	308	493	835	533	806	1.364	894	1.142
settlement	545	296	478	890	524	859	1.510	969	1.177
Cink									
cash	811	602	640	744	448	686	867	585	749
tromesečno	839	620	669	755	451	706	897	610	767
settlement	812	602	641	744	449	687	868	585	750
Kalaj – standard									
cash	9.480	5.510	8.387	15.989	11.025	14.172	13.494	16.982	15.498
tromesečno	9.544	5.637	8.611	15.528	11.014	10.960	13.573	16.376	15.089
settlement	9.485	5.511	8.392	15.999	11.030	14.179	13.504	16.996	15.509
Kalaj–visokog stepena									
cash	9.480	5.511	8.387	15.999	11.025	14.180	13.504	16.982	15.521
tromesečno	9.586	5.641	8.639	15.622	11.025	13.982	13.589	16.407	15.124
settlement	9.485	5.512	8.392	16.019	11.030	14.160	13.525	16.996	15.536
Srebro									
cash	164	110	140	199	154	191	981	203	715
tromesečno	169	113	145	204	156	196	1.008	208	737
settlement	164	110	140	205	154	201	983	203	717

*Izvor: Metal Bulletin No. 6157, 6356 i 6446

**N a p o m e n a: pri pretvaranju eng. funte u am. dolare korišćeni su odnosi

– decembar 76. god. 1,677 \$ za 1 £, a za najviše i najniže cene korišćen je odnos 1,805 \$ za 1 £.

– decembar 78. 1,985 \$ za 1 £

– decembar 79. god. 2,2 \$: £, a za najviše i najniže 2,13 \$: 1£

Promet osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala u 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979. i januar – februar 1980.god.*)

Vrsta proizvoda	Godine						1980. januar–februar
	1974.	1975	1976	1977.	1978.	1979.	
Bakar	3,171.025	3,500.000	5,076.400	4,316.475	5.270.625	5.722.600	1,230.125
Olovo	974.426	931.250	1,179,950	1,901.000	1,876.125	2.243.175	511.575
Cink	1,205.075	1,158.525	1.326.575	1,339.000	1,287.800	1.318.375	278.775
Kalaj	242.375	205.184	334.475	403.550	390.220	288.705	45.955

Najviše, najniže i prosečne cene osnovnih obojenih metala na Londonskoj berzi metala za period januar–decembar 1976. 1978 i 1979.god.**)

Opis	\$ po m. toni								
	1976.			1978.			1979.		
	jan.–dec. najviša	decemb. najniža	prosek	jan.–dec. najviša	decemb. najniža	prosek	jan.–dec. najviše	decembar najniže	prosek
Bakar									
cash–vajerbar	1.690	1.040	1.287	1.549	1.167	1.562	2.362	1.628	2.212
–katode	1.671	1.013	1.265	1.528	1.152	1.503	2.295	1.585	2.138
tromesečno									
–vajerbar	1.755	1.074	1.341	1.580	1.194	1.562	2.381	1.672	2.216
–katode	1.735	1.055	1.320	1.561	1.176	1.538	2.397	1.637	2.170
settlement									
–vajerbar	1.690	1.040	1.287	1.549	1.168	1.532	2.364	1.629	2.215
–katode	1.672	1.029	1.266	1.523	1.153	1.504	2.296	1.587	2.139
Olovo									
cash	545	296	477	890	524	858	1.509	968	1.175
tromesečno	551	308	493	835	533	806	1.364	894	1.142
settlement	545	296	478	890	524	859	1.510	969	1.177
Cink									
cash	811	602	640	744	448	686	867	585	749
tromesečno	839	620	669	755	451	706	897	610	767
settlement	812	602	641	744	449	687	868	585	750
Kalaj – standard									
cash	9.480	5.510	8.387	15.989	11.025	14.172	13.494	16.982	15.498
tromesečno	9.544	5.637	8.611	15.528	11.014	10.960	13.573	16.376	15.089
settlement	9.485	5.511	8.392	15.999	11.030	14.179	13.504	16.996	15.509
Kalaj – visokog stepena									
cash	9.480	5.511	8.387	15.999	11.025	14.180	13.504	16.982	15.521
tromesečno	9.586	5.641	8.639	15.622	11.025	13.982	13.589	16.407	15.124
settlement	9.485	5.512	8.392	16.019	11.030	14.160	13.525	16.996	15.536
Srebro									
cash	164	110	140	199	154	191	981	203	715
tromesečno	169	113	145	204	156	196	1.008	208	737
settlement	164	110	140	205	154	201	983	203	717

* Izvor: Metal Bulletin No. 6157, 6356 i 6446

** N a p o m e n a: pri pretvaranju eng. funte u am. dolare korišćeni su odnosi

– decembar 76. god. 1,677 \$ za 1 £, a za najviše i najniže cene korišćen je odnos 1,805 \$ za 1 £.

– decembar 78. 1,985 \$ za 1 £

– decembar 79. god. 2,2 \$: £, a za najviše i najniže 2,13 \$: 1£

Najviše, najniže ili proseci cena ostalih obojenih metala na Londonskom tržištu u decembru 1976, i 1978, i 1979. god.*)

Opis	Decembar 1976.		Decembar 1978.		Decembar 1979.	
	najviše	najniže	najviše	najniže	najviše	najniže
Aluminijum						
- cash					1.987	1.314
- tromesečno					1.862	1.310
- settlement					1.994	1.315
- primarni ingoti, određene ostale transakcije, min 99,5% robne kuće Evrope carina nije plaćena	900	880	1.185	1.170	1.740	1.509
- minimum 99,7%, ingoti, dažbine neplaćene					1.760	1.525
Niki						
- cash					6.369	5.138
- tromesečno					8.082	5.400
- settlement					6.380	5.176
- evropsko tržište					6.367	5.794
Antimon						
- regulus, evropsko slobodno tržište, 99,6%, cif Evropa	3.031	2.932	2.725	2.135	3.093	3.132
Bizmut						
- evropsko slobodno tržište, cif	10.210	9.824	4.506	3.887	5.701	5.093
Kadmijum						
- UK, cif, 99,95%, šipke, evrop. referent. cena, cif/ex-fabrike	6.574	6.440	nerasp.	nerasp.	nerasp.	nerasp.
- Komonvelt, cif, 99,95%, šipke		6.614		6.614	6.614	6.614
- Slobodno tržište, ingoti i šipke UK	6.470	6.100	5.251	5.033	nerasp.	nerasp.
- Evropsko slobodno tržište						
- ingoti, cif	5.331	5.150	4.636	4.560	5.437	5.368
- blokovi, cif	5.353	5.172	4.676	4.504	5.730	5.470
Živa						
- min. 99,90% cif. glavne evropske luke (\$/flaši)	112	105	155	148	299	284
Platina						
London, popodnevna kotacija (\$/kg)					16.238	
Zlato						
- prepodnevne prodaje (\$/kg)	4.304	4.297	6.684	6.679	14.631	14.307
Srebro						
- promptne prodaje (\$/kg)		Prosek			Prosek	
- tromesečne prodaje (\$/kg)		140			715	
- šestomesečne prodaje (\$/kg)		145			737	
- godišnje prodaje (\$/kg)		150			717	
- ostali izvori, cif (\$/kg)		160			nerasp.	
Selen						
- ostali izvori, cif (\$/kg)	27	26	29	28	26	24

*Izvor: M. Bulletin No. 6058, 6157 i 6446

Cene nekih nemetala polovinom I kvartala 1976. 1977. 1978. 1979 III kvartala 1979. i I kvartal a 1980. god.

(Cene su obično cif glavne evropske unke)

\$ po m. toni

Proizvodi	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	I kvartal 1978.	I kvartal 1979.	III kvartal 1979.	I kvartal 1980.
Glinica i boksit						
glinica-kalc. 98,5-99,5% Al ₂ O ₃	245-256	256-264	304-316	320-380	352-418	352-418
fco fabrika, pakovanje uključeno	272-282	276-283	332-342	370-460	407-506	407-506
glinica, kalc. srednje sadr. sode						
boksiti za abrazive i alum. min.	85-99	66-77	80-93	86-102	95-112	125-145
86% Al ₂ O ₃	125	98	156	176	194	194
boksiti vatroostalni min. 86% Al ₂ O ₃						

Abrazivi

korund. prirodni abraz. sir., komad., cif
 korund. krupnozrnasti, cif
 korund srednje i fino zrnasti, cif
 ukrasni kamen (Idaho) 8-230
 meša, fob Frenwood
 topljeni al. oksid (braun) min. 94%
 Al₂O₃, 8-220 meša, cif
 topljeni al. oksid (beo) min. 99,5%
 Al₂O₃, 8-220 meša, cif
 silikon karbidi, 8-220 meša, cif
 - crni oko 99% SiC
 - zeleni preko 99,5% SiC

Azbest (kanadski), fco Kvibek

	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.	Kan. \$ za m. tonu nom.
krućum No 1	3.851	4.393	4.393	nom.	nom.	nom.
krućum No 2	1.613	2.386	2.386	2.530	2.530	nom.
grupa No 3	982-1.613	1.120-1.839	1.120-1.839	1.120-1.830	1.120-1.839	1.158-1.971
grupa No 4	512-914	618-1.042	618-1.042	757-1.114	757-1.114	843-1.251
grupa No 5	306-420	349-478	349-478	428-586	428-586	485-694
grupa No 6	290	331	331	331-366	331-366	408-419
grupa No 7	98-188	111-215	111-215	125-240	125-240	132-265

Bariti

mleveni, beo, sortiran po bojama
 96-98% BaSO₄ 99% finoća
 350 meša, Engl.
 mikronizirani min. 99% fini Engl.
 nemleveni, min. 92% BaSO₄, cif
 sortirani bušenjem, mleveni, pakov.

*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 I kvartalu 1976. godine \$ 2,05 : 1 f , u I kvartalu 1977. god. \$ 1,6 : 1 f u prvom kvartalu 1978. god. \$ 1,90 : 1, f u trećem kvartalu 1979. god. \$ 2,20 : 1 f za 1 m. tonu, a u I kvartalu 1980. god. \$ 2,2 : 1 f za 1 m. tonu.

Proizvodni	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	I kvartal 1978.	I kvartal 1979.	III kvartal 1979.	I kvartal 1980.
Bentoniti						
drobina (shredded) vazd. osuš., fob.	10-30	9-25	11-30	12-32	20-55	28
mleven. vazdušno flotiran, pakovan, fob	30-81	35-66	42-80	44-84	66-114	39
Vajoming, livački sortiran, 85% kroz 200 meša, u vrećama	97-103	101-107	127-133	134-140	147-158	147-158
Flint ilovača, kalcinirana, cif	61-81	55-71	85-95	90-100	99-110	110-132
Fulerova zemlja, pripr. ilovač. sort. Engl.	61-71	50-58	76-95	80-100	95-121	95-121
Fulerova zemlja, za građevinarstvo, rinfuz	73-77	60-69	82-95	86-100	99-119	99-119
Feldspat						
keramički prah 200 meša, pakovan u vreće, fco magacin	71-77	79-88	123-114	130-140	143-154	143-154
pesak 2-3 m/m, keramički/staklarski, cif	40-54	44-57	61-76	68-84	75-92	75-92
keramički, nepakovan - rinfuz fob Spruce Pine, NC, 170-250 meša						41
fob Monticello Ga 120-250 meša						53-57
fob Middleton, Con., - 200 meša						41
kiseji, nepak.filtar kolač fob sev. Evropa						
staklarski nepakovan - rinfuz fob Spruce Pine, NC, 97-200 meša						26
fob Middleton, Con., 96-200 meša						30
fob Monticello, Ga, 92-200 meša						39
Fluorit						
Metalur., min. 70% Ca F ₂ , fco eng. rud. za hem. svrhe, suv 97% CaF ₂ pak.	30-61	31-47	38-57	40-60	44-66	77-99
keramički, mliven 93-95% CaF ₂ cif	81-111	63-87	104-123	110-130	121-143	187-220
	61-81	47-63	nom.	nom.	nom.	125-135
Meksički fluorit, fob Tampico, kvan. cene za hemijske svrhe metalurški						120
						96
Fosfat						
Florida, fco rudnik					Dom. tržište	Izvoz
60-66% TCP					11,85	-
60-66% TCP	36	36	33	33	22,83	20,02
66-70% TCP, fob	45	45	41	41	36	16,96
70-72% TCP, fob	52	52	47	47	45	19,92
72-74% TCP, fob	58	58	53	53	52	25,50
74% TCP, fob					58	20,82
Maroko, kval. 75-77% TPC, fas Kasablanka	48,5	48,5	48,5	48,5	48,5	48,50
Maroko, kval. 70-72% fas Kasablanka	46	46	46	46	46	46,00
Tunis 65-68% TCP, fas Sfax						
Naura, kval. 83% TCP, fob	30-32	30-32	30-32	30-32	30-31	30-32,00

Proizvodi	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	I kvartal 1978.	I kvartal 1979.	III kvartal 1979.	I kvartal 1980.
Gips						
krudum, fco rudnik ili cif	4-5	4-5	6,65	7-8	8-9	8-9
Grafit (Cejljon)						
razni asortimani, 50-90%, C, fob						
Kolombo, upakovan	71-404	55-315	137-606	164-766	180-843	180-843
Hromit						
Transval, droбив. hem. sortimani baza						
46%, Cr ₂ O ₃ cif od 178, 44/45% Cr ₂ O ₃ fob	64-69	64-69	55-60	55-60	55-60	55-60
Transval, livacki 45% Cr ₂ O ₃ fob			60-65	60-65	60-65	60-65
Transval, vatrost. 46% Cr ₂ O ₃ fob			65-70	65-70	65-70	65-70
Filipini, grubo sortirani, mm 30%						
Cr ₂ O ₃ cif	77-81	87-94	95-104	100-110	110-121	110-121
u obliku peska, u kalupima, 93%						
finoće 30 meša, isp. Engl.	125-131	101-107	150-161	158-170	173-187	174-187
Kaolin						
rafinisani viša vrsta, neupak., rinfuz fob						110-154
slojevita glina						33-88
glina za punjenje						35-106
glina za grnčariju						
Kvarc						
mlevena silika 98-99,7% SiO ₂ - 120 meša	42	33	40	42	46	46
mlevena silika 98-99,7% SiO ₂ - 300 meša	50	39	47	50	55	55
mlevena silika 98-99,7% SiO ₂ 90% <10 mikrona	119	93	112	118	130	130
Kriolit						
prir. Grenland 94/98,5%, pakov.						
fob Denmark	500-550	500-550	500-550	500-550	500-550	500-550
Liskun u prahu						
suvo mleven, fco proizvođač	192-262	150-228	180-275	190-290	231-341	231-341
mokro mleven, fco proizvođač	343-404	268-315	323-380	380-480	440-572	440-572
rudarski otpaci, muskovit, bez stranih primesa, cif	111-131	87-102	104-123	110-130	132-165	132-165
mikroniziran	242-323	189-252	228-304	260-360	230-440	330-440
Magnezit						
graficki nekalc., komad., cif	77-91	71-79	85-95	90-100	99-110	99-110
kalcinirani, poljopr. stepen, cif	101-121	87-102	152-171	160-180	187-209	187-209
kalcinirani, indust. stepen, cif	131-262	102-322	171-323	180-340	220-396	220-396
dobro pečen, sortirani, cif	131-141	152-161	184-194	194-204	213-224	231-253
Engl. sirov. magnezit, komad	141-155	161-173	194-209	204-220	224-242	275-297

Proizvodi	I kvartal 1976.	I kvartal 1977.	I kvartal 1978.	I kvartal 1979.	III kvartal 1979.	I kvartal 1980.
Nitrat						
čileanski nitrat sode, oko 98%	147	131	156	164	205	231
Pirit, baza 48 S						
španski (Rio Tinto i Tharsis) fob Huelva	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.
portugalski (Aljustrel i Louzal)	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.
fot Setubal	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.	nom.
ostali (Kipar, Norveška i dr.) cif						
Potaša						
Muriata, 60% K ₂ O, cif, cena po m. t materijala	91-93	71-72	87-89	90-92	99-101	99-101
Sumpor						
SAD, freš, tečan, sjajan (bistar) terminal	67	67	67	73,25	78,25	95,50
Tampa						
SAD freš, tečan, sjajan (bistar)	74	74	75	75	83-85	110-115
cif S. Evropa						
meksički, kanadski, francuski, poljski,						
tečan, cif. S. Evropa	74	74	75	75	89-85	110-115
kanadski, suve trake, fob Vankuver, spot	79-84	79-84	80-85	80-85	90-95	130
kanadski, suve trake, fob Vankuver, ugovoreno						110-115
Talk						
norveški, francuski i dr., cif	61-222	71-197	85-266	90-280	121-330	90-330
Vlastomit						
izvozno-uvozni kval. pakovan, cif						
aprox. 300 meša	161-182	126-142	aprox. 190	aprox. 100	aprox. 200	aprox. 220
faz SAD luke, 20 t lotovi, za izvoz						73-83

Izvori osnovnih podataka

Metal Statistics, 1976–1980.
Preise Löhne Wirtschaftstrechungen, 1976–1980.
Metal Buletin – bilteni 1976–1980.
Metals Week – bilteni 1976–1980.
Industrial Minerals – bilteni 1976–1980.
World Mining – bilteni 1976–1980.
Engineering and Mining Journal 1976–1980.
Un Quarterly Bulletin – bilteni 1976–1980.
Metalstatistik 1966–1977 Frankfurt A/M.
Statistisches Bundesamt, Düsseldorf
Metal Bulletin (Monthly), 1976–1980.
South African Mining & Engineering Journal, 1976–1980.
Bergbau, 1976–1980.
Erzmetall, 1976–1980.
Braunkohle, 1976–1980.
Glückauf, 1976–1980.
Canadian Mining Journal, 1976–1980.
Mining Magazine 1976–1980.

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

izdaje časopis:

„RUDARSKI GLASNIK“

(izlazi 4 puta godišnje)

Oglašavajte vaše proizvode u časopisu

Cene:

1/1 strana u crno-belaj tehnici 3.000,00.- d.

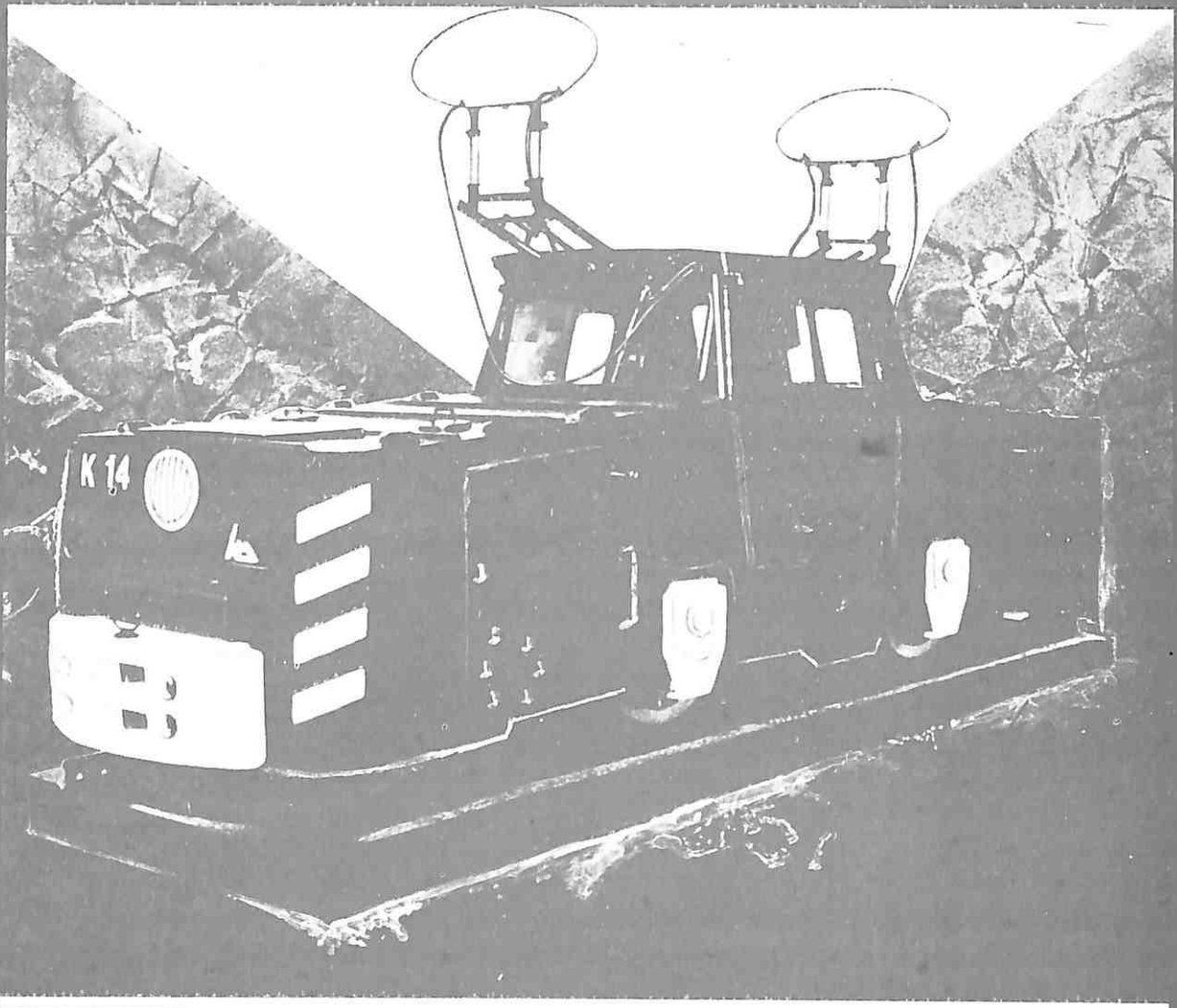
1/2 strane u crno-belaj tehnici 2.000,00.- d.

Redakcija

ZA PREVOZ RUDE I RADNIKA U RUDARSTVU

IZBOR

RUDARSKIH AKUMULATORSKIH ELEKTRIČNIH LOKOMOTIVA



MODEL I:

4,5 ARP-2

5 ARV-2

TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

ADHEZIONA TEŽINA t

4,5

5

VUČNA SNAGA t

0,75

0,7

BRZINA JEDNOSATNOG RADNOG REŽIMA km/h

6,4

6,44

ŠIRINA KOLOSEKA mm

550; 575; 600; 750; 900

550; 575; 600; 750; 900

VRŠIMO OBUKU KADROVA NA UPRAVLJANJU I SERVISIRANJU, KAO I ISPORUKU REZERVNIH DELOVA.



ENERGOMACHEXPORT

SSSR, 127486 MOSKVA, DEGUNINSKAJA UL., d.I, KORP. 4

TELEFON: 487-31-82

TELEKS: 411965 ENEKS SU

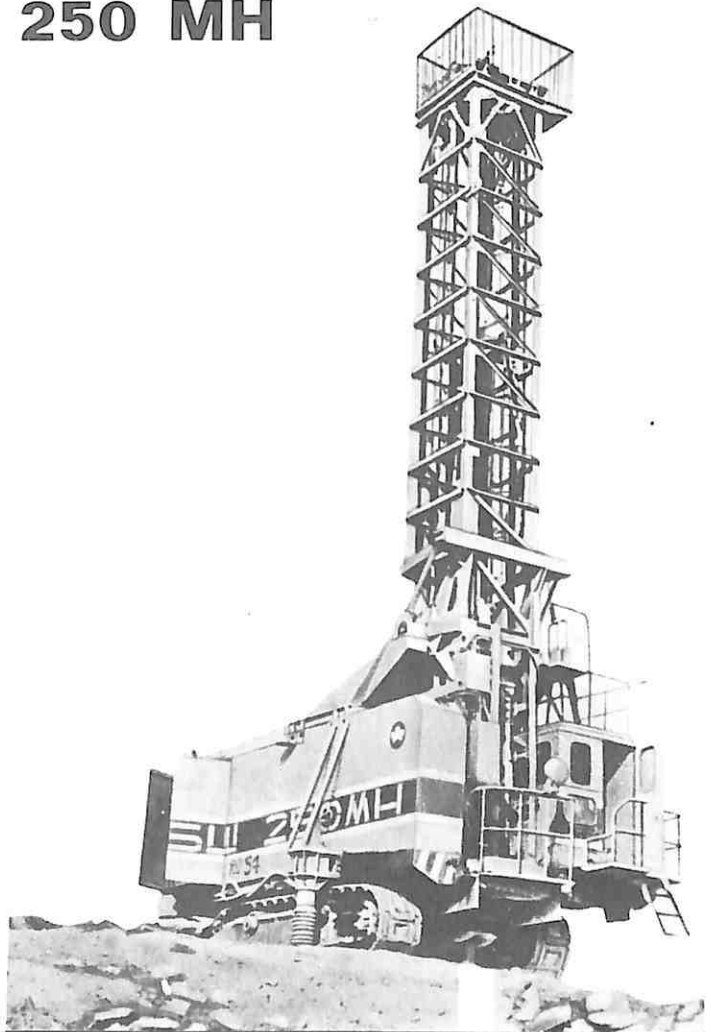
VISOKU PRODUKTIVNOST
PRI EKSPLOATACIJI POVRŠINSKIH KOPOVA

OMOGUĆUJU

SAMOHODNE MAŠINE ZA KOPANJE KRUŽNIH OTVORA

SBSH 250 MH

- bušenje eksplozivnih pukotina na otvorenim rudarskim kopovima pod uglom prema vertikali do 30° , kao i vertikalnih pukotina prečnika do 270 mm.,
- postavljene na gusenicama sa posebnim električnim pogonom za svaku gusenicu,
- ravnomerno regulisanje brzine obrtanja dleta omogućava da se maksimalnom efikasnošću buše rude promenljive strukture i čvrstine,
- opremljene su pouzdanim sistemom za zaštitu čovekove okoline.



Prodaja i servisne usluge
Zastupnik V/O „MACHINOEXPORT“—a u SFRJ
„RAPID“ — Export—Import
11000 BEOGRAD
Studentski trg 4
Telefon: 637 155
Telex: 11 340



MACHINOEXPORT

☎ 14715 42 ☎ SSSR MOSKVA 117330 ☎ MOSKVA V-330 MACHINOEXPORT ☎ 7207

uskoro izlazi iz štampe

Godišnjak o radu rudnika uglja u 1979. godini

Cena knjige je 2.500,00.— dinara.

Zainteresovani je mogu poručiti ili odmah uplatiti na račun 60805-506-6228 SDK Zemun, a Redakciji »Rudarskog glasnika« dostaviti tačnu adresu, na koju će knjiga biti upućena.

Knjiga se pre uplate ne dostavlja!

Redakcija

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

uskoro izlazi iz štampe

Godišnjak o radu rudnika uglja u 1979. godini

Cena knjige je 2.500,00.— dinara.

Zainteresovani je mogu poručiti ili odmah uplatiti na račun 60805-506-6228 SDK Zemun, a Redakciji »Rudarskog glasnika« dostaviti tačnu adresu, na koju će knjiga biti upućena.

Knjiga se pre uplate ne dostavlja!

Redakcija

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



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

Na principu inženjeringa, samostalno i u saradnji sa domaćim i stranim izvođačima, Rudarski institut obavlja:

- TERENSKA, LABORATORIJSKA I POLUINDUSTRIJSKA ISTRAŽIVANJA
- IZRADU NAUČNIH I EKONOMSKO-TEHNIČKIH STUDIJA
- IZRADU KOMPLETNIH PROJEKATA
 - površinske i podzemne eksploatacije mineralnih sirovina
 - oplemenjivanja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
 - miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektonske i 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:

POSLOVNIČU 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:

FĀST
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

TEHNIČKI REDAKTOR: MIRA MARKOVIĆ – NASLOVNA STRANA: A. KATUNARIĆ – SLIKA
NA NASLOVNOJ STRANI: FLOTACIJA (SNIMLJENO U RUDARSKOM INSTITUTU, BEOG
RAD) – FOTO: S. RISTIĆ

