

A large, stylized, white-outlined letter 'R' is centered on the page, set against a yellow background with a marbled pattern. The 'R' is composed of several overlapping, slightly offset shapes, giving it a three-dimensional or layered appearance.

**3** BROJ  
**64** GOD

## **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), YUGOSLAVIE  
ŠTAMPARIJA: „BRANKO ĐONOVIĆ”, GUNDULIČEV VENAC 25, BEOGRAD



**3** BROJ  
**64** GOD

# **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

Dipl. ing. MOCO SUMBULOVIĆ, sekretar Saveta industrije i rudnika nemetala Savezne privredne komore, Beograd.

#### ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA:

Dipl. ing. ALEKSANDAR BLAŽEK, viši savetnik, saradnik Rudarskog instituta u Beogradu.

Dipl. ing. MIODRAG ČEPERKOVIĆ, generalni direktor preduzeća „Rudnici i železare Smederevo“, Beograd.

Dipl. ing. SLAVKO DULAR, savetnik u Udruženju jugoslovenskih železara, Beograd.

Dipl. ing. KIRILO ĐORĐEVIĆ, direktor projektantskog zavoda „Projmetal“, Beograd.

Dipl. ing. BLAGOJE FILIPOVSKI, načelnik Odeljenja za rudarstvo Sekretarijata za industriju SR Makedonije, Skopje.

Dipl. ing. BRANKO GLUŠČEVIĆ, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Dipl. hem. NIČIFOR JOVANOVIĆ, naučni saradnik, upravnik Biroa za analitičku hemiju u Rudarskom institutu, Beograd.

Dipl. ing. VJEKOSLAV KOVAČEVIĆ, savetnik, poslovno udruženje „Rudarstvo“, Sarajevo.

Dr ing. ĐURA LEŠIĆ, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Dipl. ing. IVO MARINOVIĆ, savetnik u Sekretarijatu za industriju IV SR Hrvatske, Zagreb.

Dr ing. DRAGOMIR MALIĆ, redovni profesor Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Dipl. ing. JOVAN MIHAJLOVIĆ, viši stručni saradnik, upravnik Zavoda za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu, Beograd.

Dipl. ing. RISTO MISITA, viši savetnik Jugoslovenskog zavoda za standardizaciju, Beograd.

Dipl. ing. LJUBOMIR NOVAKOVIĆ, viši stručni saradnik, upravnik Zavoda za termotehniku u Rudarskom institutu, Beograd.

Dipl. ing. TVRTKO ODIĆ, sekretar Saveta za metalurgiju i nemetale Privredne komore SR Srbije, Beograd.

Dipl. ing. MIRKO PERIŠIĆ, direktor Rudarskog instituta, Beograd.

Dipl. ing. MILORAD PETROVIĆ, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Dipl. ing. BOŽIDAR POPOVIĆ, naučni savetnik, Beograd.

Dr ing. KAREL SLOKAN, redovni profesor Fakulteta za rudarstvo, metalurgiju i kemijsko tehnologiju, Ljubljana.

Dipl. ing. BORISLAV SPASOJEVIĆ, predsednik Saveta za energetiku Privredne komore SR Srbije, Beograd.



## SADRŽAJ

## INDEX

POVODOM OTVARANJA RUDARSKOG INSTITUTA — — — —	5
Govor direktora Rudarskog instituta dipl. ing. M. Perišića na svečanom otvaranju Rudarskog instituta — — — — — — — — — —	7
PROF. DR ING. ĐURA LEŠIĆ	
O jednom prenebregnutom faktoru u savremenim mlinovima — faktoru iskorišćenja drobećih površina — — — — — — — — — —	15
On a Neglected Factor in the Existing Ball and Rod Mills — — —	18
DIPL. ING. FILIP ŠER	
Mogućnosti flotacijske koncentracije sa selektivnim flokuliranjem oksidnih minerala gvožđa — — — — — — — — — —	19
Les possibilités de concentration par flottation appliquant la flocculation selective des minéraux de fer oxydés — — — — — — — — — —	28
PROF. ING. ERMIN TEPLY	
Određivanje ekonomske granice površinske eksploatacije u odnosu na podzemni način rada — — — — — — — — — —	29
Determination of the Economic Limit of Openpit Methods versus Underground Methods — — — — — — — — — —	42
PROF. ING. VASILJE PAVLOVIĆ	
Princip klasifikacije izvoznih postrojenja za duboka okna — — — —	43
Principe de classification des machines d'extraction pour les puits profonds — — — — — — — — — —	50
DR OLEG PODGAJNI	
Petrološki sastav aleksinačkog uglja i nalaz liptobiolita — — — —	51
Der petrologische Aufbau der Kohle aus der Grube Aleksinac und die Feststellung von Liptobiolith — — — — — — — — — —	56
Iz rudarske prakse	
DIPL. ING. JANOŠ KUN	
Termičko bušenje i sečenje stena — — — — — — — — — —	57
Thermisches Bohren und Schneiden der Steine — — — — — — — — — —	60
PROF. ING. DRAGUTIN DAMJANOVIĆ	
Prilog teorijskom i analitičkom tretiranju drvenih vodica u izvoznim tornjevima u rudarstvu — — — — — — — — — —	61
Une contribution au traitement théorique et analytique des longrines en bois, dans un système de guidage des puits d'extraction — — —	68

**DIPL. ING. ZORAN PACIĆ**

<i>Mogućnost primene statističke matematičke analize u pripremi mineralnih sirovina</i> — — — — —	69
<i>Possibility of Statistical Mathematical Analysis Application in Mineral Dressing</i> — — — — —	74

**DIPL. HEM. ANGELINA JOVIČIĆ**

<i>Primena savremenih metoda za kvantitativno određivanje kobalta</i> — —	75
<i>Anwendung neuer Methoden für die quantitative Kobalt-Bestimmung</i> —	79

*Ekonomika*

**UGLJEŠA DIMITRIJEVIĆ**

<i>Olovo i cink u znaku visoke konjunktore</i> — — — — —	81
----------------------------------------------------------	----

**DIPL. ING. DEJAN MILOVANOVIĆ**

<i>Korišćenje siromašnih ruda u SSSR-u</i> — — — — —	87
------------------------------------------------------	----

**DIPL. EKONOM. BRANISLAV SLAVKOVIĆ**

<i>Tendencije u proizvodnji i potrošnji azbesta u SAD</i> — — — — —	95
---------------------------------------------------------------------	----

*Iz istorije rudarstva*

**DR VASILJE SIMIĆ**

<i>Stevan Đuričić i Mihailo Rašković u rudarstvu Srbije</i> — — —	97
-------------------------------------------------------------------	----

*Kongresi i stručna putovanja*

**DIPL. ING. STJEPAN TOMAŠIĆ**

<i>Proslava desetogodišnjice rada Istraživačkog instituta za pripremu mineralnih sirovina u Frajbergu i naučni kolokvijum</i> — — — —	107
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

<i>Prikazi iz literature</i> — — — — —	110
----------------------------------------	-----

<i>Iz domaćih i stranih časopisa</i> — — — — —	113
------------------------------------------------	-----

<i>Obaveštenja</i> — — — — —	114
------------------------------	-----

## Povodom otvaranja Rudarskog instituta

Na dan 8. maja 1964. godine svečano je pušten u rad Rudarski institut.

Ovom svečanom činu, sem članova kolektiva, prisustvovali su: Jakov Blažević, član Saveznog izvršnog veća i predsednik Savezne privredne komore, Slobodan Penezić predsednik Izvršnog veća SR Srbije, Mihailo Švabić, predsednik Glavnog odbora socijalističkog saveza SR Srbije, Nikola Džuverović, savezni sekretar za spoljnu trgovinu, Živan Vasiljević, član Izvršnog veća SR Srbije i predsednik Republičkog saveta za koordinaciju naučnog rada, dipl. ing. Dragiša Maksimović, republički sekretar za organizaciju naučno-istraživačkog rada SR Srbije, Ivica Marinić, sekretar Saveznog saveta za koordinaciju naučnih istraživanja, Zaga Jovanović, predsednik fonda za naučni rad SR Srbije, dipl. ing. Vladimir Vujović, direktor Saveznog geološkog zavoda, Risto Bajalski, potpredsednik Savezne privredne komore, Stojan Milenković, predsednik Privredne komore SR Srbije, Dušan Gligorijević potpredsednik Privredne komore SR Srbije, zatim predstavnici rudarskih, metalurških i drugih privrednih organzacija, predstavnici fakulteta, instituta, Saveta ekstraktivne industrije, kao i veći broj naučnih i javnih radnika.

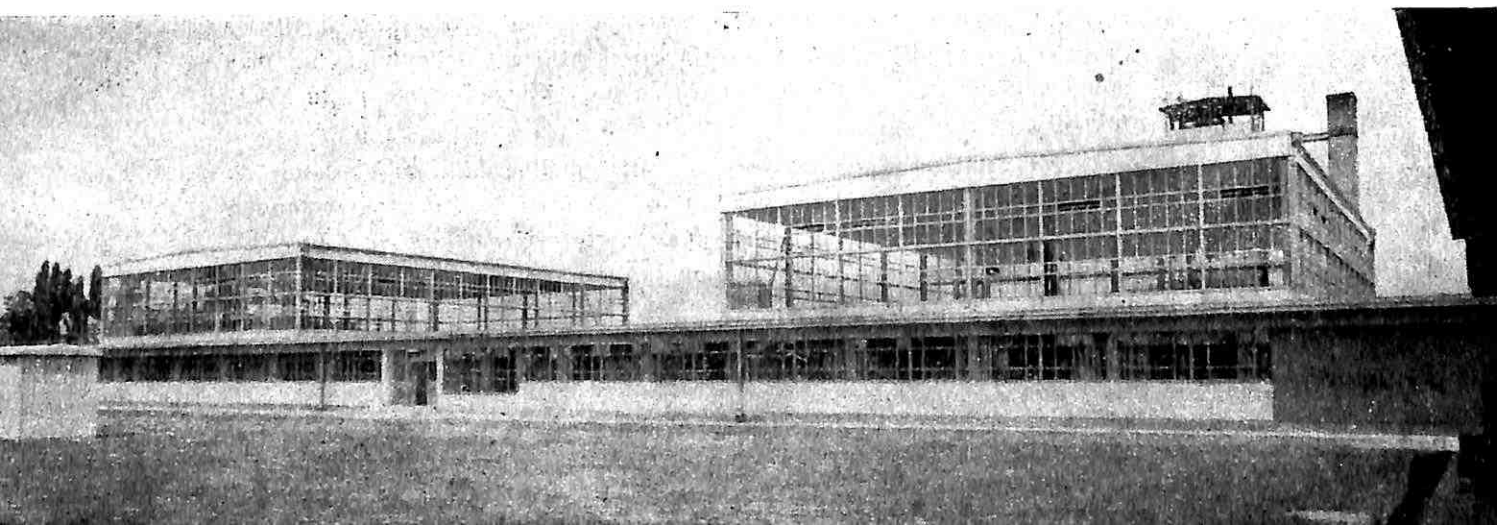
U opštim naporima za modernizaciju i unapređenje našeg rudarstva i metalurgije i njegov trajniji i progresivniji napredak — može se osmi maj 1964. godine, dan svečanog puštanja u rad Rudarskog instituta, označiti kao svetao datum i ozbiljna prekretnica i orijentacija na primenu naučnih i tehničkih dostignuća na području našeg rudarstva i metalurgije.

Na zemljištu, gde su još pre četiri godine bila polja, danas se nalazi Rudarski institut na površini od 7.000 m<sup>2</sup>, jedinstvena ustanova ove vrste u zemlji, sa halama i radnim prostorijama koje su i funkcionalno i estetski dobro, lepo i racionalno izgrađene.

Rudarski institut sa svojim imponantnim brojem od preko 120 stručnjaka sa visokom stručnom spremom, prekaljenih većinom u praksi, punom saradnjom sa preko 100 privrednih organizacija iz područja rudarstva, metalurgije, mašingradnje i drugih, opremljen najsavremenijim poluindustrijskim postrojenjima, uredajima i laboratorijskom opremom za istraživački rad na području rudarstva i metalurgije, beleži već danas vrlo uspešne rezultate na mnogim poduhvatima i akcijama na području unapređenja našeg rudarstva i metalurgije.

Krupni zadaci stoje pred našim rudarstvom i metalurgijom u narednom periodu i postavljaju vrlo ozbiljne obaveze i kvalitetno drukčiji rad nego do sada. Orijentacija na primenu naučnih i tehničkih dostignuća, unošenje sve više novih i stvaralačkih ideja u rad, intenziviranje naučno-istraživačkog rada i poboljšanje tehnike u rudarstvu — to su osnovni zadaci u narednom periodu. Glavni nosioci istraživačkog rada treba da budu same privredne organizacije, ali uz punu saradnju i oslonac na kvalifikovane naučno-istraživačke organizacije sa područja rudarstva i metalurgije — rudarske institute.

Na bazi dosadašnjeg uspešnog rada našeg Rudarskog instituta, solidnog fonda stručnih kadrova, vrlo dobro opremljenih laboratorija, poluindustrijskih postrojenja kako za istraživački rad, tako i za kontrolu postojećih tehnoloških procesa, vrlo uspešne saradnje i povezanosti sa neposrednim proizvođačima i drugim institutima, sa punim razumevanjem i podrškom zajednice, zatim daljom akcijom i borbom svih svesnih snaga za dalje unapređenje i poboljšanje rada — može se sa optimizmom i realno očekivati dalji uspešan rad i razvoj našeg Rudarskog instituta.



**Govor direktora Rudarskog instituta dipl. ing. Mirka Perišića  
na svečanom otvaranju Rudarskog instituta**

Pozdravljam sve cijenjene goste, koji su se i pored zauzetosti odazvali našem pozivu i svojim prisustvom uveličali našu svečanost, kao i radni kolektiv Rudarskog instituta, ponosan da je preuzeti zadatak savjesno izvršio.

Kroz koji trenutak mi ćemo pristupiti svečanom otvaranju objekata Rudarskog instituta u kojima, danas već moćna, naučna organizacija treba da djeluje i radi na naučno-tehničkom unapređenju rudarske tehnologije.

Smatram da je nužno u ovom momentu osvrnuti se u prošlost i dati kratak presjek razvojnog puta od ideje do ostvarenja.

Pre sedam godina, u krugovima rudarskih privrednika, sazrela je ideja o potrebi oformljenja naučne institucije koja bi se bavila problemima unapređenja rudarstva. Sve više se je osjećala potreba da u jugoslavensko rudarstvo, zaostalo zbog nasljedstva iz prošlosti, forsirane eksploatacije u prvim godinama posle oslobođenja i specijalnih eksploatacionih uslova, treba unijeti tehnološka rješenja na višem tehničkom nivou.

Prodreti sa takvom idejom nije bila jednostavna stvar, ako se uzme u obzir, da se je u najvišim naučnim krugovima rudarstvo smatralo nekom vrstom „zanatstva” ili blaže rečeno „granom kojoj je zadatak da primjenjuje naučna dostignuća drugih tehničkih oblasti i organizuje njihovu primenu”.

Ipak, kraj svega toga, ideja o formiranju naučne organizacije imala je pristalica. Savezna industrijska komora i Izvršno vijeće SR Srbije njihovi najugledniji funkcioneri, dali su punu moralnu i materijalnu podršku privrednim organizacijama u radu na realizaciji ideje o oformljenju i izgradnji Rudarskog instituta.

U periodu prvih nekoliko godina traženi su oblici udruživanja, izvori i načini finansiranja te organizaciona forma buduće organizacije, jer su u međuvremenu izbile i druge suprotne tendence. Plod zajedničkog nastojanja bila je konačno uredba Izvršnog vijeća SR Srbije u julu 1960. godine o formiranju Rudarskog instituta — Beograd, iz čega je proizašla i odluka o izgradnji objekta na ovoj lokaciji.

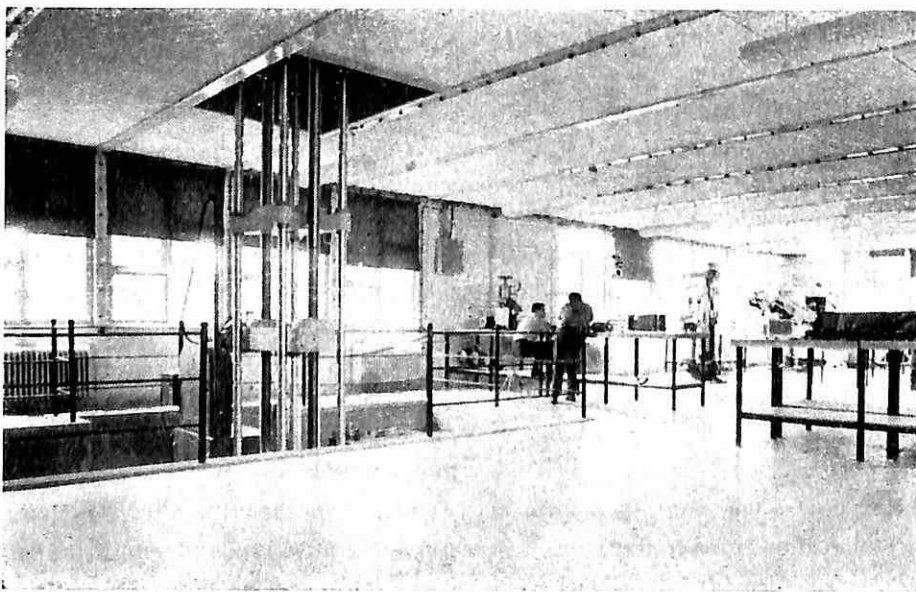
Sa sigurnošću se može tvrditi da su objekti Rudarskog instituta, čijem svečanom otvaranju danas prisustvujete, kao i naučna organizacija, koja već sa puno uspjeha obavlja svoj zadatak, rezultat doslednog i punog udruživanja sredstava u cilju razvoja naučne delatnosti u rudarstvu. Bez obzira na poteškoće koje su se morale prebroditi, sličan primjer takvog udruživanja sredstava teško je naći u našoj svakodnevnoj praksi. Osnivači i suosnivači su dali sredstva bez povraćaja, uz minimalne uslove i uz puno poverenje u organizaciju.

Prvi osnivači Instituta su preduzeća: Kolubarski bazen, Kosovski bazen i IEK Kostolac, te Izvršno vijeće SR Srbije, a kao suosnivači su kasnije pristupili: RTB Bor, Trepča, Rudnici mrkog uglja Aleksinac, Senjsko-resavski rudnici, Rudnik Zajača i Rudnik Šuplja Stijena.

Sve organizacije udružile su sredstva poslovnog fonda i raznu laboratorijsku opremu u visini od 8 do 50 miliona dinara. Ovim sredstvima Rudarski institut je mogao da postavi zahtjev i da dobije kratkoročni zajam od Privredne banke SR Srbije i prvu tranšu zajma Saveznog i Republičkog fonda za naučni rad. Osim toga, u periodu trogodišnjeg rada uložena su i vlastita sredstva u visini od oko 100 miliona dinara. Tako je Rudarski institut raspolagao ukupnim sredstvima u visini od oko 900 miliona dinara. Odlukom SIK (Udruženja rudnika uglja) osigurana je u toku 1958—1960. godine za ovaj institut oprema preko Tehničke pomoći u visini od 450.000 dolara. Udružena sredstva i zajam Privredne banke SR Srbije orijentisana su u cjelini, a sredstva fondova za naučni rad samo djelomično na podizanje građevinskih objekata i instalacija, te se je na taj način uspjelo izgraditi hale za poluindustrijska postrojenja, laboratorije, kancelarije i pomoćne prostorije površine od preko 7.000 kvadratnih metara.

Na ovom mjestu potrebno je istaknuti da je aktivnu podršku oformljenju Instituta dao i Beogradski univerzitet preko Rudarsko-geološkog fakulteta, radi čega je i uvršten kasnije kao član suosnivač instituta.

Uloga udruživanja nije na tome završena. Osnivači i suosnivači Rudarskog instituta dali su u toku protekle tri godine punu podršku i pokazali puno razumjevanje kod rješavanja i otklanjanja svih poteškoća



Sl. 1 — Laboratorija Zavoda za eksploataciju mineralnih sirovina RI

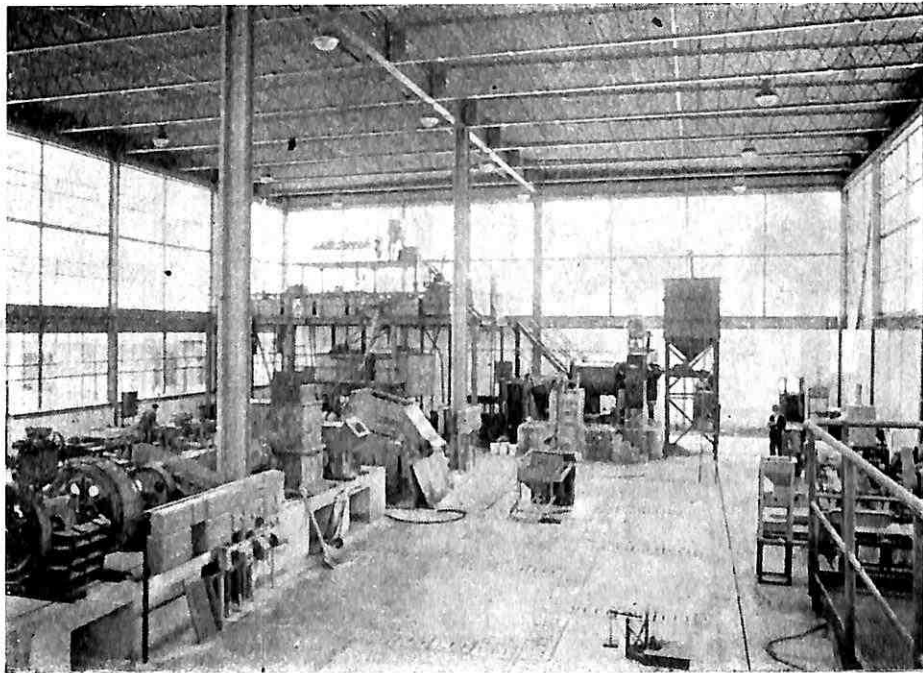
na koje je ovaj kolektiv nailazio, a kojih nažalost nije bilo malo, i samo takvo aktivno njihovo učestvovanje doprinijelo je, da je kolektiv uspeo da izvrši povjereni mu zadatak.

Zato želim da se u ime kolektiva specijalno zahvalim članovima Izvršnog vijeća SR Srbije, rukovodstvu SIK-a, predstavnicima preduzeća osnivača i suosnivača, te članovima saveta I i II saziva na aktivnom učestvovanju i ispomoći u dosadašnjem radu.

Rudarski institut — Beograd oformljen je sa zadatkom da:

- organizuje i radi na unapređenju nauke u oblasti rudarstva,
- pronalazi mogućnost i oblike primjene naučnih rezultata i otkrića u praksi i radi na istraživanju i rješavanju svih problema u oblasti eksploatacije i prerade mineralnih sirovina,
- radi na rješavanju svih naučnih i praktičnih problema iz oblasti toplotne ekonomike,
- pomaže privredni, kulturni i društveni razvitak zemlje radom na aktuelnim problemima u oblasti rudarstva,
- radi na usavršavanju stručnog kadra i stvaranja naučnog podmlatka,
- objavljuje rezultate svog naučnog i stručnog rada.

Od momenta formiranja do danas u Rudarski institut uklopljene su ili fuzionisane slijedeće organizacije:



Sl. 2 — Hala Zavoda za pripremu mineralnih sirovina RI



Institut za ugalj u Beogradu

Zavod i laboratorija rudarskog odsjeka Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu

Hemijska laboratorija Zavoda za geološka i geofizička istraživanja, Beograd i „Rudnikprojekt” — Beograd.

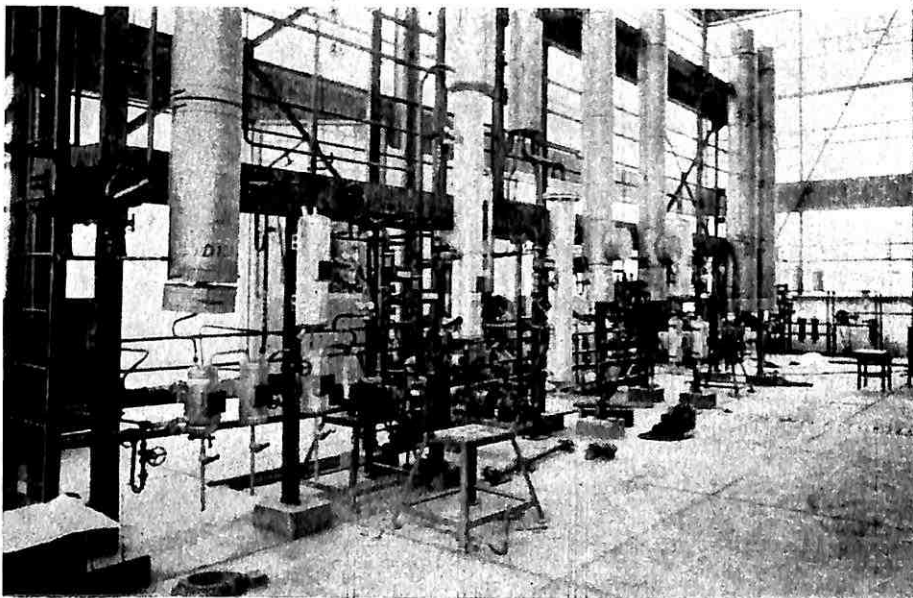
Za ostvarenje postavljenih zadataka je oformljena konačna organizacija tako da Rudarski institut čine slijedeće organizacione jedinice:

— Zavod za površinsku i podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina, čiji je zadatak da radi na svim problemima površinskih i podzemnih eksploatacija svih mineralnih sirovina, na studijama montan-geoloških i eksploatacionih ležišta, na korištenju rudarskih mašina, problemu transporta u rudnicima, izradi jamskih prostorija, organizaciji tehničke službe i dr.

— Zavod za pripremu mineralnih sirovina, čiji je zadatak da radi na rješavanju problema iz oblasti pripreme i prve prerade svih mineralnih sirovina, da radi na rješavanju modernizacije i usavršavanju procesa u postojećim pogonima za pripremu i preradu mineralnih sirovina.

— Zavod za tehnološku preradu mineralnih sirovina, čiji je zadatak da radi na specijalnim problemima vezanim za daljnu tehnološku preradu mineralnih sirovina.

— Zavod za termotehniku, čiji je zadatak da radi na proučavanju problema poboljšanja stepena iskorištenja energije zadržane u gorivima putem termotehničkih i termoekonomskih procesa u parnim kotlovima, industrijskim pećima i gasnim generatorima.



Sl. 3 — Hala Zavoda za tehnološku preradu mineralnih sirovina

— Zavod za projektovanje i konstrukcije, čiji je zadatak da radi na projektovanju tehnoloških procesa u oblasti rudarstva, kao i da se bavi pitanjima konstrukcije rudarskih uređaja i mašina.

— Biro za analitičku hemiju, čiji je zadatak da se bavi studijskim izučavanjem i kvantitativnim određivanjem strukture mineralnih sirovina, vršeći odgovarajuće specijalne analize.

— Biro za naučno-tehničku dokumentaciju, čiji je zadatak da objavljuje naučne i stručne radove, prenosi publikacijama tehnička dostignuća u zemlji i inostranstvu i organizuje centar tehničke dokumentacije u rudarstvu i termotehnici.

Od formiranja 1960. godine, a za cijelo vrijeme izgradnje, kolektiv Rudarskog instituta radio je aktivno na svim problemima svoga programa, u prostorijama razmještenim na sedam mjesta u Beogradu i pod vrlo teškim uslovima. Koliko je u svom radu imao uspjeha najbolje pokazuju podaci o realizaciji koja se je kretala:

1960. god.	40 mil. din.
1961. god.	245 mil. din.
1962. god.	472 mil. din.
1963. god.	610 mil. din.
1964. god. na nivou	800 mil. din.

Ovaj prihod Institut realizuje uglavnom od rada sa privredom (81<sup>0/0</sup>), a samo manjim dijelom iz rada po ugovorima sa fondovima za naučni rad Saveznim i Republičkim (19<sup>0/0</sup>). Taj procenat u 1964. je u odnosu 85 : 15.

Ovaj podatak ukazuje da se kolektiv uspeo da afirmira kao naučno-stručna organizacija u rudarstvu, a i da privreda pokazuje sve više razumjevanja i osjeća potrebu da u rješavanju svojih problema pristupa angažovanju naučnih organizacija koje su sposobne da, u isto vrijeme razvijajući i unapređujući sebe, pruže privredi primjenjenu nauku i naučna dostignuća u praksi.

Rudarski institut radi sa preko 100 privrednih organizacija u cijeloj Jugoslaviji i to, uglavnom, sa rudnicima (Bor, Trepča, Kosovo, Kolubara, Srednjobosanski ugljeni bazen, Velenje itd.), privrednim organizacijama mašinogradnje („14. oktobar”, „Đuro Đaković”, Industrija mašina i livnica Tuzla, STT-Trbovlje itd.) i ostalim granama industrije koje koriste mineralne sirovine ili rade za rudarstvo.

Čvrsta veza sa privredom ostvarena je pravilnom orijentacijom na rješavanje aktuelne tematike i organizacionom sposobnošću da privredi pruži kompletna rješenja od studija do glavnog projekta i izvođenja.

Tematika, koja se obrađuje za privredna preduzeća, proizlazi uglavnom iz problema u njihovom tehnološkom procesu, na inicijativu same privrede ili po sugestijama Rudarskog instituta.

U rješavanju te problematike u Institutu se primjenjuje nekoliko osnovnih principa:

— angažovanje na određenom problemu s tim da do isplate dolazi tek nakon postignutog rezultata,

— obrada studija o nekom problemu sa zadatkom da Institut aktivno učestvuje u saradnji sa stručnjacima u privrednoj organizaciji do punog ostvarenja rezultata iz studije,

— obrada neke naučne tematike sredstvima fondova Rudarskog instituta ili sredstvima Saveznog i Republičkog fonda za naučni rad uz učešće sredstava preduzeća za problem koji interesuje to preduzeće,

— neposredno ispomaganje preduzeća na onim poslovima koji traže veću stručnu sposobnost, iskustvo i odgovornost.

U svim poslovima sa privredom nastoji se u rješavanje problematike unijeti što veću naučnost i stručnost, koristeći do maksimuma postojeću opremu i prostudirano metodologiju pristupanja problemu. Ovakav odnos sa privredom iziskuje od saradnika u Rudarskom institutu puno i odgovorno angažovanje na rješavanju svakog problema, ali zato osigurava punu afirmaciju Instituta.

Od interesa je, da se istakne i to da se u rješavanju svih problema nastoji tretiranje tematike izvući iz laboratorijskih okvira i izvoditi na poluindustrijskim postrojenjima ili opitima u industrijskim razmjerima.

Budući da je radna sredina u kojoj se organizuje tehnološki proces, a i ruda kao sirovina, u svim rudnicima različita, opravdano je studije voditi na nivou poluindustrijskih postrojenja u cilju otklanjanja svih nepoznanica i svođenja rješenja na minimalni rizik za buduće izvođenje tehnološkog procesa. Baš ova koncepcija diktirala je razvoj i izgradnju Rudarskog Instituta. Orijentacija je bila u pravcu izgradnje hala i podizanja poluindustrijskih postrojenja, čak i izgradnje sličnih u nekim preduzećima. Radi toga je sva pažnja posvećena tim postrojenjima i pratećim laboratorijama.

Isto tako, vodila se briga kod nabavke instrumenata za utvrđivanje radne sredine u rudnicima u nastojanju da se dobiju najdetaljniji podaci u radnoj sredini u kojoj predstoji primjena novih tehnoloških procesa uz uključenje skupocjene mehanizacije.

Privreda je pravilno ocijenila ovakvu orijentaciju. Pred Rudarskim institutom stoji zadatak da osigura daljnja potrebna sredstva i da pusti što pre u rad i ostala poluindustrijska postrojenja, čija je montaža u toku.

Sigurno je da će se radom na poluindustrijskim postrojenjima moći napustiti praksa vršenja probnih ispitivanja u inostranstvu, ali da će se stvoriti uslovi za osvajanje konstrukcija sa domaćom mašinogradnjom.

\*

Jedan od najvažnijih problema koji je postavljen ovom kolektivu bio je osiguranje stručnog kadra sposobnog da izvrši programske zadatke. Zato želim u ime kolektiva da se zahvalim nastavnom osoblju Rudarskog odsjeka Rudarsko-geološkog fakulteta i Mašinskog fakulteta u Beogradu koji su od prvog dana formiranja ovu organizaciju smatrali svojom ku-

ćom i svojim radom, iskustvom i ugledom doprinijeli postignutom uspjehu. Oni su potpomogli da se oko njih okupe sposobni saradnici iz privrede tako da danas u Rudarskom institutu radi 120 stručnjaka sa visokom stručnom spremom od čega 10 savjetnika, 8 naučnih saradnika i 13 viših stručnih saradnika.

Kakav je sastav stručnog kadra i koliko je mlada ova organizacija najbolje pokazuje slijedeći podatak: prosječan staž stručnjaka je 11 godina, a prosječan radni staž je 2 godine i 10 mjeseci.

Sem saradnika, u Rudarskom institutu aktivirano je na naučno-stručnom radu i oko 37 stručnjaka u privrednim organizacijama. U preduzećima postoji veliki broj stručnjaka koji se bave usavršavanjem tehnoloških procesa radi čega je u Rudarskom institutu postavljen važan zadatak da okupi sve one, koji imaju preduslov i sposobnost da unapreduju proizvodnju. Ovakva orijentacija Instituta, podstiče kadrove u preduzećima i omasovljava naučno-stručnu djelatnost i kao rezultat toga došlo je u mnogim preduzećima do formiranja razvojnih biroa.

U nastojanju da pomogne širenje naučne misli Rudarski institut izdaje razne publikacije koje se dostavljaju svim organizacijama u zemlji. Osim toga, prvi put je u rudarstvu oformljen tehnički dokumentacioni centar koji omogućuje veći kontakt sa naučnim dostignućima u svijetu.

Institut razmjenjuje svoje publikacije sa preko sto institucija u inostranstvu i ostvaruje aktivan kontakt sa mnogim institutima u raznim zemljama.

Radom na tehničkoj dokumentaciji i publikacijama želilo se aktivno doprinijeti širenju tehničke kulture u rudarstvu i u tome se naišlo na punu podršku svih stručnjaka.

U želji da se privredi pruži puna kontrola nad radom ove naučne organizacije posebna pažnja posvećena je organizaciji i funkcionisanju organa upravljanja. Osim uobičajene forme, Saveta i Uprave kao centralnih organa upravljanja, oformljeni su naučno-stručni saveti pri organizacionim jedinicama od eminentnih stručnjaka iz privrede i ostalih institucija. Ma kolika da su lutanja u radu tih organa, već se danas može ocijeniti da će oni da odigraju važnu ulogu u osnivanju kontakta sa privredom i pravilnom usmjeravanju razvoja svake organizacione jedinice.

Iako su uslovi za razvoj saradnje sa ostalim naučnim institucijama danas vrlo teški, zbog razvijenog međunarodnog nepoverenja, Rudarski institut je bio nosilac ili je potpomagao sve akcije u pravcu razvijanja saradnje i kooperacije. Danas se odvija puna saradnja sa Institutom pri „Magnohromu“, Institutom za bakar u Boru, Institutom za hemiju i tehnologiju silikata u Zagrebu, a potpisani su i sporazumi o saradnji sa sličnim institutima u Tuzli, Zagrebu i Ljubljani. Posebno čvrst kontakt i kolegijalna saradnja ostvarena je sa stručnim organizacijama u velikim preduzećima: „Trepča, Kolubara, Srednjobosanski bazen, Velenje, preduzeće „Miloje Zakić“ i dr.

Useljavanjem u novoizgrađene objekte završava se prva faza u razvoju Rudarskog instituta. Afirmacija i angažovanost od strane pri-

*vrednih organizacija najbolja je potvrda da je bila odabrana i dosledno sprovedena orijentacija u izgradnji i politika razvoja naučnog rada. U daljnjem radu predstoji jačanje postignutih pozicija na naučnom polju u rudarskoj privredi, a to traži još veće angažovanje svakog naučnika u institutu na vlastitom stručnom osposobljavanju.*

*I sada, kada stojimo neposredno pred svečanim otvaranjem Instituta, na čijem stvaranju smo više od tri godine zajednički radili, izražavam zahvalnost svim članovima kolektiva, posebno svojim neposrednim saradnicima, na punom razumijevanju i solidarnosti u najtežim momentima, kao i na uloženim naporima u ostvarivanju ideje.*



Svečano otvaranje Rudarskog instituta — Beograd.

*Uvjeren sam, da izražavam mišljenje cijelog kolektiva, ako tvrdim da smo se zalagali zato da bi na taj način dali makar i minimalni doprinos izgradnji socijalizmu i socijalističkih odnosa u našoj zemlji.*

Posle govora direktora Rudarskog instituta drug Jakov Blažević, predsednik SPK otvorio je Rudarski institut — Beograd.

## O jednom prenebregnutom faktoru u savremenim mlinovima — faktoru iskorišćenja drobećih površina

(sa 1 slikom)

Prof. dr ing. Đura Lešić

U savremenim cilindričnim mlinovima sa čeličnim kuglama ili čeličnim šipkama kao drobećim telima, smanjenje krupnoće stena podvrgnute usitnjavanju vrši se dejstvom udarnih sila i sila trenja, suvim ili mokrim putem.

Udarne sile dejstvuju na zrna stene deformišući ista usled natkritičnog naprezanja i stvaraju prsline. Veličine i broj prsline zavise od fizičkih osobina stene i primenjenog pritiska. Otpor deformacije zrna stene usled pritiska ili udara je funkcija vremena trajanja te sile. Sredina u kojoj se vrši usitnjavanje igra takođe određenu ulogu (vazduh, voda, vlaga). Energija potrebna za usitnjavanje stene abrazijom ili trljanjem je neznatna u poređenju sa onom, koju iziskuje drobljenje i deformacija. Postoji relativno vrlo velik broj naučnih doprinosa u vezi proračuna i načina određivanja k.k.d. (koeficijenta korisnog dejstva) naših mlinova. Poznato je, da je taj koeficijent vrlo nizak, dok razlozi za to nisu poznati. Činjenica je da procesima mlevenja nedostaju još uvek teorijske osnove. Operacije usitnjavanja razvile su se u davnoj prošlosti od ručnog drobljenja ka drobljenju u stupi, da bi dostigle usavršavanjem današnjih mašina svoj veliki progres na empirijskim osnovama. Teoretski principi konstrukcije mašina svakako su doveli do progressa u operacijama usitnjavanja stena, ali fundamentalni aspekti smanjenja

krupnoće stene mlevenjem još uvek su nedovoljno ispitani.

U našem daljem izlaganju želimo podvrgnuti oštroj kritici naše savremene mlinove prvenstveno u pogledu vrlo niskog iskorišćenja drobećih površina: to nisko iskorišćenje drobećih površina je jedan od razloga niskog k.k.d.

U savremenim cilindričnim mlinovima sa čeličnim kuglama ili čeličnim šipkama usitnjavanje stene vrši se „tačkastim udarima“ u slučaju mlinova sa kuglama ili „linijskim udarima“ u slučaju mlinova sa šipkama. Abrazija stene trljanjem razvija se u vidu „sistema spiralnih uskih traka“ za slučaj kugla ili u vidu „sistema abrazivnih površina“ za slučaj čeličnih šipki. Razumljivo je da je usled tih sistema iskorišćenje drobeće površine kugli ili šipki vrlo nisko. O ovoj činjenici do danas nema pisanih tragova u literaturi.\*)

Pokušaćemo da prikazemo stepen iskorišćenja drobećih površina kod mlinova sa kuglama na sledećem primeru.

Za razmatranje ćemo uzeti cilindrični mlin sa kuglama čije su karakteristike sledeće:

\*) vidi: *Crushing and Grinding. A Bibliography.* London. Her Majesty's STATIONERY OFFICE. 1958 (Department of Scientific and Industrial Research, gde je dat 2831 podatak iz literature).

— dimenzije mlina  $D \times L = 5' \times 8'$  ( $1524 \times 2438$  mm). Dimenzije su merene u unutrašnjosti mlina obloženog zaštitnim pločama. Pražnjenje mliva vrši se kroz dijafragmu. Mlin radi u zatvorenom krugu sa pogodnim klasifikatorom;

— broj obrtaja mlina: 21/minut;

— ugrađeni elektromotor snage: 75 KS;

— šarža kugla od 3" (prečnika 76,2 mm) iznosi 8.755 kg. Kugle spec. težine 7,8. Težina jedne kugle 1,8 kg. Broj kugli 4.825 komada;

— težina mlina sa motorom iznosi 16,3 t;

— kapacitet mlina je 120 t/24 h, srednje tvrde rude, ulazne krupnoće — 6 + 0 mm, sa finoćom mliva 85% minus 200 meša (74 mikrona);

— zapremina mlina 4,445 m<sup>3</sup>;

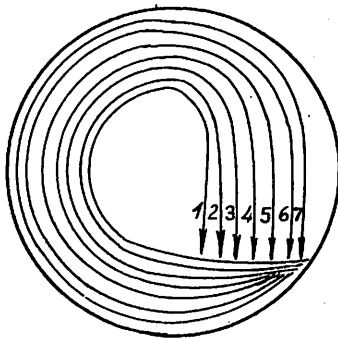
— zapremina kugli 2,223 m<sup>3</sup>;

— zapremina pulpe u mlinu 1,110 m<sup>3</sup>;

— vreme trajanja mlevenja 11' 45", što odgovara brzini pravolinijskog kretanja pulpe kroz mlin,  $v = 0,34$  cm/sek.

### Proračun korisnih površina kugli koje vrše usitnjavanje stene

Polazeći od postavke da se drobeća tela tj. kugle kreću u mlinu sa 75% kritične brzine obrtaja mlina (21 o/min) one prvo vrše kretanje kružnim putanjama po unutrašnjim oblogama mlina — vršeći pri tome usitnjavanje stene trljanjem — a zatim se kreću parabolničnim putanjama padajući u zonu drobljenja, gde vrše usitnjavanje stene udarnim silama.



Sl. 1 — Grafički prikaz zone drobljenja.  
Fig. 1 — Graphical presentation of crushing zone.

U samom mlinu kružne putanje kugli obuhvataju svega oko 50% od ukupne raspoložive površine unutrašnjih obloga mlina. Ta površina iznosi za dati mlin:

$$F_1 = \frac{2r\pi}{2} \cdot L$$

$$F_1 = \frac{2 \cdot 152,4}{2} \cdot 243,8 = 58,3 \text{ m}^2$$

ili za 21 o/min:

$$F_1 = 58,3 \times 21 = 1224,3 \text{ m}^2$$

Veličina površine zone drobljenja u mlinu izračunava se iz grafičkog prikaza (vidi sl. 1), i ona obuhvata površinu koju pokrivaju  $7 \times 32$  čelične kugle prečnika 7,62 cm tj.

$$F_2 = (7 \times 7,62) \times (32 \times 7,62) = 1,3 \text{ m}^2$$

ili za 21 o/min:

$$F_2 = 1,3 \times 21 = 27,3 \text{ m}^2$$

Proračun korisne površine kugle u zoni trljanja i zoni drobljenja je funkcija projekcije površina zrna u horizontalnoj ravni. Za ovaj proračun potreban je granulometrijski sastav rude pre i posle mlevenja.

Sastav i udeo površina kugle dat je na tablici 1.

Odavde izračunavamo ukupnu korisnu površinu koju ostvaruju kugle u toku 21 obrtaja mlina tj. za 1 minutu i dobijamo:

— u zoni trljanja (kružne putanje):

$$F'_1 = 4825 \times 21 \times 0,073 = 7397 \text{ cm}^2$$

ili 0,74 m<sup>2</sup>

Faktor iskorišćenja raspoloživih površina tj. odnos površine unutrašnjih obloga mlina i korisne površine čeličnih kugli koje dolaze do izražaja, iznosi:

$$\eta = \frac{0,74 \cdot 100}{1224,3} = 0,06 \%$$

— u zoni drobljenja (zona padanja kugli) imaćemo:

$$F'_2 = 4825 \times 21 \times 0,073 = 7397 \text{ cm}^2$$

ili 0,74 m<sup>2</sup>

Faktor iskorišćenja:

$$\eta' = \frac{0,74 \cdot 100}{27,3} = 2,71 \%$$



Tablica 1

Krupnoća zrna u mm	Težinski udeo, %		Površina hori- zontalne projek- cije zrna, cm <sup>2</sup>	Udeo % po- vršina cm <sup>2</sup>	Primedba
	pre mlevenja	posle mlevenja			
— 6 + 3 mm	20	—	0,1590	0,0318	
— 3 + 1 mm	30	—	0,1260	0,0378	
— 1 + 0,3 mm	25	1	0,0130	0,0033	
— 0,3 + 0,1 mm	10	4	0,0012	0,0001	
— 0,1 + 0,074 mm	15	10	0,0003	0,00005	
— 0,74 + 0,0 mm	5	85	0,000002	0,0000001	
	100	100		0,0730501	

Iz ovih podataka proizilazi da je iskorišćenje drobećih površina usled oblika drobećih tela (kugla) vrlo nisko. To iskorišćenje je neznatno u zoni trljanja kugli po oblogama mlina. Uzimajući u obzir i korekciju tj. međusobno trljanje kugli, koeficijent iskorišćenja površina jedva dostiže jedan procenat.

Opravdanje za ovako nisko iskorišćenje površina tela u zoni trljanja i zoni drobljenja leži u potrebi da se u mlinu postignu značajne dinamične sile udara.

Osvrnimo se na te udarne sile. Kugla težine 1,8 kg padajući sa visine od 1,37 m sa početnom brzinom  $v = 0,266$  m/sec daće silu koja iznosi:

$$\frac{m v^2}{2} + mgh = \frac{1,8 \cdot 0,266^2}{2} + 1,8 \cdot 9,81 + 1,37 = 2,5 \text{ kgm.}$$

Ova energija kugle važi, ali samo za spoljne kugle u evolventama kataraktnog kretanja kugli, pri prelazu iz kružnih putanja u semiparabolične i parabolične putanje. U mlinu datih karakteristika padaće kugle u sedam mlazeva kugla (vidi sl. 1) pri čemu će se pređeni putevi padanja postepeno smanjivati.

Tablica 2

Putanje	Visina padanja, m	Početna brzina m/sek.	Energija kugle u kgm	Primedba
7	1,370	0,266	2,5	
6	1,294	0,244	2,34	
5	1,218	0,214	2,16	
4	1,142	0,187	1,98	
3	1,066	0,162	1,81	
2	0,990	0,135	1,78	
1	0,914	0,180	1,64	
Srednja vrednost	1,142	0,1983	2,03	

Na tablici 2 dat je proračun sila udara u kgm za 7 evolventnih putanja.

Iz ovih podataka možemo izračunati udarnu silu izraženu u kgm za zrna rude razne krupnoće i uočiti ogromnu disproporciju, koja dolazi do izražaja prilikom drobljenja zrna rude raznog prečnika: za zrna prečnika 6 mm energije iznosi oko 89 kgm/cm<sup>2</sup>, a za zrna prečnika 0,074 mm oko 33 tone. Da li je opravdana ovakva raspodela energije u procesu mlevenja? Odgovor je jasan. I ovo razmatranje ide u prilog neracionalnosti rada mlina i uzroku niskog k.k.d. naših mlinova.

Uvođenje cilindričnih mlinova sa kuglama kao drobećim telima u procesu mlevenja u rudarstvu, industriji cementa, keramičkoj i drugim industrijama datira unazad nešto više od 100 godina. Da bi se objedinio rad stupe i žrvlja prišlo se korišćenju cilindričnih mlinova sa kuglama. Lako je sagledati i utvrditi da stupa ima vrlo visoko iskorišćenje drobećih površina (85—95%), ali se pri tom koriste samo dinamične sile udara, koje zbog konstrukcijskih osobina stupe ne mogu dati stenu usitnjenu do velike finoće. Horizontalni žrvanj koristi sile trljanja pod pritiskom, dok sile udara ne postoje, ali je zato iskorišćenje površina trljanja vrlo visoko (85—95%).

Smatramo da bi za racionalno postizanje dalekosežnog usitnjavanja stene bilo potrebno vraćanje osnovnim principima stupe i žrvnja. Svakako su za takvu novu konstrukciju mlina potrebna izvesna preinačenja u objedinjavanju principa: dok bi za drobljenje stene silom udara trebalo zadržati vid stupe, sam sistem trljanja trebalo bi bitno promeniti, na primer nekom pokretnom pločom napred i nazad u nekom žljebu pod određenim nagibom. Mehanizam stupe trebalo bi, takođe, izmeniti npr. uvođenjem elektromagnetnog uređaja određenog tipa. U objedinjenom koritu trebalo bi izvesti drobljenje i

trljanje rude ili stene, pri čemu je vrlo važan činilac klasiranje stene pre drobljenja i pre trljanja. Procesom klasiranja postiže se izbegavanje mlevenja „do mrtva” i jednovremeno se koriste do maksimuma, a i vrlo racionalno, površine tela koje izvode ovaj rad.

Iz naših prethodnih izlaganja jasno proizilazi činjenica, da je u savremenim mlinovima odnos procesa trljanja i drobljenja u pogledu iskorišćenja raspoloživih površina veoma mali (0,06 : 2,71), a u suštini on bi trebalo da bude obrnut.

Poznato je da proces trljanja iziskuje manje energije, pa treba očekivati da će u novoj koncepciji mlina utrošak energije u procesu mlevenja biti znatno niži u odnosu na utrošak primenom klasičnih mlinova.

Konačno, razmotrimo još nešto bliže i udeo udarnih sila u odnosu na udeo sila trljanja, koje dolaze do izražaja u procesu mlevenja u cilindričnim mlinovima.

Već ranije smo naglasili da se usitnjavanje zrna rude u mlinu vrši „tačkastim udarima”. Za mlin datih karakteristika broj udara kugli koje drobe 120 t/24 h rude date granulacije — 6 + 0 mm iznosi:

$$4.825 \times 21 \times 1440 = 145.908.000 \text{ udaraca/24 h}$$

dok broj zrna sadržan u rudi iznosi oko 10 biliona pre usitnjavanja i  $n \times 10$  biliona posle usitnjavanja do 85% minus 74 mikrona.

Analizirajući ove podatke dolazimo do zaključka da je udeo udarnih sila (udarci kugli) u odnosu na broj raspoloživih zrna u mlinu kao 1 : 70 pre mlevenja i kao 1 : n 70 u toku mlevenja. Iz ovoga se može izvući zaključak, da u procesu usitnjavanja rude dolaze do izražaja pretežno sile trljanja tj. abrazije u kružnim putanjama kugli u mlinu, a već ranije smo naglasili, a i eksperimentalnim putem je dokazano, da je energija, potrebna za usitnjavanje stene abrazijom ili trljanjem, neznatna u poređenju sa onom, koju iziskuje drobljenje i deformacija usled prelaza granice elasticiteta pojedinih zrna rude ili stene. Ovoj konstataciji treba odati dužnu pažnju u analizi rada mlina sa kuglama.

Smatramo da će ovaj naš doprinos u vezi prenebregavanja važnog faktora iskorišćenja raspoloživih drobećih površina u savremenim mlinovima kao i drugih, takođe, navedenih značajnih faktora, dati novi podstrek stručnjacima ne samo za rekonstrukciju mlina, već i za dalje bazično proučavanje osnovnih principa mlevenja.

**Napomena:** Na bazi ovde iznetih novih pogleda na mlinove predat je krajem juna 1964. godine Patentnom uredu, Beograd zahtev za novi mlin, od strane autora ovog članka u saradnji sa dipl. ing. Z. Lazarevićem.

## SUMMARY

### On a Neglected Factor in the Existing Ball and Rod Mills

Prof. dr ing. Đ. Lešić\*)

The author of the article states the fact that in the existing Ball and Rod Mills utilisation efficiency coefficient of the grinded media is very low. In the attrition zone it is only 0,06% while in the grinding zone 2,17%.

The author also emphasises the irrational distribution of the grinding forces, as well as of attrition ones. It is proved that those forces are in ratio 1 : 70 before grinding of a definite ore size distribution and 1 : n × 70 during the grinding process. One of the reasons of the low efficiency of the actual mills is due to the irrational use of the grinding surfaces, as well as to the distribution of the energy created by falling grinding media.

Finally, the author recommends the reconstruction of the existing Ball Mills combining the principles of the Stamp Mill and Buhr Mill in an unique apparatus.

As an appendix to the article the author points out that a patent of a new Trough Mill is deposited together with Eng. Živorad Lazarević.

\*) Dr ing. Đura Lešić, prof. Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd i direktor naučnog razvoja Zavoda za PMS u Rudarskom institutu, Beograd.

# Mogućnosti flotacijske koncentracije sa selektivnim flokuliranjem oksidnih minerala gvožđa

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Filip Šer

## Uvod

Ogromna ležišta siromašnih ruda gvožđa u državama Minnesota i Michigan, USA navele su US Bureau of Mines u Minneapolisu, Minn-u, da još od 1950. godine počne sa laboratorijskim istraživanjima mogućnosti koncentracije tzv. takonitskih ruda oblasti Minnesota i Michigena i omogući ekonomsko dobijanje visoko procentnih koncentrata gvožđa.

U toj laboratoriji vršena su, između ostalog, i ispitivanja mogućnosti valorizacije ležišta Richmond A- Marquette Range, Michigan, postupkom katjonskog i anjonskog flotiranja silikata sa selektivnim flokuliranjem sa ili bez odmuljivanja pulpe.

Osnovni problem kod ovog istraživanja bio je postavljen u rešavanju iznalaženja takve metode koncentracije koja će omogućiti ekonomsko dobijanje koncentrata gvožđa kvaliteta oko 63—66% Fe uz zadovoljavajuća iskorišćenja gvožđa.

Od 1955. godine u USA izgrađeno je nekoliko flotacijskih postrojenja u kojima se vrši koncentracija anjonskim flotiranjem oksidnih minerala gvožđa. Međutim, ovaj postupak se ne može primeniti na rude koje sadrže visok udeo mulja, odnosno ovaj postupak zahteva prethodno odmuljivanje, a ovo opet prouzrokuje velike gubitke korisne sup-

stance, što ceo postupak čini neekonomičnim i neprihvatljivim za većinu fino sraslih ruda gvožđa.

Iz istog razloga 1962. godine započeta su nova istraživanja u pomenutoj laboratoriji flotiranja silikata sa selektivnim flokuliranjem ruda gvožđa, u čijem radu je u periodu od jula 1963. godine do aprila 1964. godine i autor ovog napisa učestvovao, posebno u samostalnom radu na ispitivanju rude Richmond A.

## Pripremanje nemagnetičnih takonita ležišta Richmond A.

### Karakteristike rude

Hemijskom analizom izvršenom na ispitivanom srednjem uzorku rude utvrđeno je da isti sadrži:

Fe (ukupno)	36,02%
Fe <sup>+++</sup>	34,43%
Fe <sup>++</sup>	1,59%
SiO <sub>2</sub>	45,72%
CaO	0,49%
MgO	0,09%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,47%

Mikroskopskim ispitivanjima rude, izvršenim na odabranim specimenima ovog uzor-

ka, konstatovano je da je osnovni mineral gvožđa hematit, dok se sporedno javljaju getit, limonit i magnetit. Od nerudnih minerala preovlađuje kvarc.

Istim ispitivanjima utvrđeno je da su minerali gvožđa tako intimno srasli sa kvarcom (prožimaju kvarc), da je istu rudu potrebno mleti do iznad 100% minus 0,037 mm.

#### Ispitivanje mogućnosti primene flotacijske koncentracije

Razmatrajući problem primene flotacijske koncentracije na ovu rudu moglo bi se poći od nekoliko mogućnosti i to:

- anjonsko flotiranje oksidnih minerala gvožđa,
- katjonsko flotiranje silikata,
- anjonsko flotiranje silikata.

S obzirom na veliku finoću mliva, koja se zahteva za oslobađanje korisnih minerala (100% —37 mikrona), veoma je teško ostvariti ikakvo selektivno flotiranje bilo kojim od ovih načina. Čak ni prethodnim odmuljivanjem ovako fino usitnjene rude nije moguće uspešno flotiranje silikata, jer se praktično to odmuljivanje u ovim uslovima nikad ne može uspešno ostvariti. Prisustvo mulja je osnovni uzrok teškoće u flotiranju bilo kojim od pomenutih postupaka.

Reč „mulj“ je vrlo rastegljiv pojam i dok je za neke sirovine i pogone mulj frakcija ispod 150 mikrona, za druge je to frakcija ispod 20 mikrona, dok za treće to mogu biti čestice ispod mikrona ili submikronske čestice.

S te tačke gledišta, kao mulj mogu se definisati one čestice koje sprečavaju normalan proces flotiranja, a to su submikronske čestice. Sadržaj mulja u pulpi je definisan kao element koji u većoj ili manjoj meri ometa flotiranje, koje se ogleda prvenstveno u pokrivanju površine minerala, blokiranju, a sa druge strane, ukoliko je muljem predstavljena komponenta koja treba da flotira, isto izaziva ogromno povećanje utroška reagensa.

Odmuljivanjem pulpe mogu se ovi uslovi donekle korigovati, ali zbog neselektivnosti odmuljivanja postiže se veliki gubitak korisnih minerala. 1962. godine u Bureau of Mines pronađen je postupak selektivnog flokuliranja i odmuljivanja. H a s e m a n je još 1953. godine iznašao metod za selektivno flokuliranje fosfatnog mulja, a Bureau of Mines

je sada razvio i patentirao sličan postupak za tretiranje najfinije mlevenih ruda.

Izneta istraživanja obuhvataju:

- ispitivanja selektivnog flokuliranja bez odmuljivanja pulpe sa katjonskim flotiranjem silikata,
- ispitivanja selektivnog flokuliranja sa odmuljivanjem pulpe sa katjonskim flotiranjem silikata,
- ispitivanje selektivnog flokuliranja bez odmuljivanja sa anjonskim flotiranjem silikata.

Pre nego što pređemo na razmatranje rezultata pojedinih ispitivanja, smatramo, da je za bolje razumevanje ovog problema potrebno dati kraći osvrt na mehanizam i uslove kako za anjonsko i katjonsko flotiranje silikata, tako isto i za selektivno flokuliranje.

#### Anjonsko flotiranje silikata i uloga reagensa

Poznato je da su površine minerala kvarca u vodi usled hidratacije negativno naelektrisane i da isti usled toga ne mogu direktno stvoriti na svojim površinama monomolekularni hidrofobni film anjonskog kolektora. Da bi se omogućilo površinama kvarca stvaranje kolektorskog filma sa anjonskim kolektorima, potrebno je promeniti polaritet iste površine, odnosno potrebno je dovesti površinu kvarca u vodi do pozitivnog naelektrisanja. Raznim opitima koje su izvršili autori utvrđeno je da joni dvo- i više valentnih elemenata ( $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Al^{+++}$  itd) menjaju polaritete površine kvarca u vodi. Tako uvođenjem jona kalcijuma u pulpu negativno naelektrisana površina kvarca postaje pozitivna i u istoj sada može da se stvori kolektorski film anjonskog kolektora. Dovođenjem jona kalcijuma na površinu kvarca kažemo da smo izvršili aktiviranje kvarca jonima kalcijuma.

Isto tako, polaritet površine kvarca u vodi može biti menjan u zavisnosti od koncentracije  $H^+$  odnosno  $OH^-$  jona. Promenom koncentracije  $OH^-$  jona menja se polaritet ne samo površine kvarca već i površine oksidnih minerala gvožđa. Prema O' Brain-u za vrednost pH 8,7 površine minerala gvožđa imaju nultu tačku naelektrisanja, ispod te vrednosti površina minerala gvožđa je pozitivno naelektrisana, a iznad negativno. Flotirajući prethodno aktivirane minerale kvarca

u jako bazičnoj pulpi pomoću anjonskog kolektora, istovremeno je nemoguće flotirati minerale gvožđa, jer su njihove površine negativno naelektrisane i iste ne mogu stvarati kolektorski film sa anjonskim kolektorima.

Prema tome, regulišući prethodno vrednost pH pulpe, a potom dodajući aktivator, možemo izvršiti uspešno selektivno flotiranje minerala kvarca pomoću anjonskog kolektora.

Isti postupak je efikasan u slučaju ako pulpa ne sadrži suviše visok udeo mulja finoće čestica submikronskih veličina.

Postupak anjonskog flotiranja silikata upotrebljen kroz ovo istraživanje zahteva reagens sa sledećim redosledom dodavanja i njihovim ulogama:

*pH kontrola.* — Regulišući pH vrednost pulpe između 11,0 i 11,5 postiže se najbolji efekat deprimiranja minerala gvožđa i postavljaju se najpovoljniji uslovi za aktiviranje kvarca. Ova vrednost je regulisana pomoću natrijum hidroksida. Kalcijum hidroksid nije upotrebljen kao regulator sredine zbog mogućnosti negativnog efekta viška jona kalcijuma u pulpi.

*Aktiviranje silikata.* — Neaktiviran kvarc ne može se flotirati pomoću anjonskih kolektora. Veći broj viševalentnih elemenata može aktivirati kvarc u jednom određenom intervalu pH vrednosti. Joni kalcijuma, koji su u ovim opitima upotrebljeni, nisu samo najefektivniji već su ujedno i najefikasniji kao aktivatori kvarca. Kalcijum hlorid bio je upotrebljen u ovim ispitivanjima.

Jedan deo potrebnih jona kalcijuma nalazi se u samoj rudi ili u upotrebljenoj vodi, ali i pored toga u većini slučajeva potrebno je dodati posebno jone kalcijuma za uspešno flotiranje kvarca.

Tačno određena koncentracija jona kalcijuma u pulpi je neobično važna, jer kako nedostatak istih smanjuje flotabilnost kvarca, tako isto i višak jona kalcijuma u pulpi negativno utiče na tu flotabilnost (kompresija dvostrukog sloja).

*Kolektiranje aktiviranih silikata.* — Tehnička masna kiselina — tall-ovo ulje upotrebljeno je kao kolektor prethodno aktiviranog kvarca. Upotrebljeni kolektor bio je u osnovi mešavina oleinske (50%) i saturirane linoletik kiseline. Dokazano je da su masne kiseline sa većim nezasićenim stepenom selektivnije u flotiranju aktiviranih silikata.

### Katjonsko flotiranje silikata i uloga reagensa

Kako su površine minerala kvarca u vodi negativno naelektrisane mogu direktno bez prethodnog aktiviranja stvoriti monomolekularni hidrofobni film sa katjonskim kolektorima. Kako se ovo flotiranje silikata vrši za vrednosti pH pulpe između 6,5 i 8,5 to je pri tim vrednostima pH pulpe površina minerala gvožđa pozitivno naelektrisana i ista neće pod tim uslovima biti hidrofobna, jer se na njoj ne može stvoriti kolektorski film od katjonskog kolektora. Ovo omogućava da u rasponu pH vrednosti 6,5 do 8,5 možemo selektivno flotirati silikate od oksida gvožđa.

Postupak katjonskog flotiranja silikata, upotrebljen u ovim istraživanjima, zahteva reagens sa sledećim redosledom dodavanja:

*pH kontrola.* — Kako su površine minerala gvožđa pozitivno naelektrisane za vrednosti pH pulpe ispod 8,7, kada isti ne reaguju sa katjonskim kolektorima, to je najpovoljnije flotiranje silikata pomoću katjonskog kolektora sa pH između 6,5 i 8,0.

U ispitivanim uzorcima uzeta je prirodna vrednost pH pulpe, koja je iznosila od 7,5 do 7,8.

*Kolektiranje silikata.* — Ovo kolektiranje vrši se katjonskim kolektorima bez ikakvog prethodnog aktiviranja. Kao kolektor u ovim ispitivanjima upotrebljena je nova vrsta katjonskog kolektora Willimind Acetate 513.

Smanjenje površinskog napona na graničnim površinama dveju faza izvršeno je pomoću borovog ulja, koji je dodavan u toku flotiranja.

Međutim, katjonsko flotiranje silikata nije moglo biti primenjeno na ispitivanoj rudi, bez prethodnog selektivnog flokuliranja minerala gvožđa, s obzirom na jako visok udeo mulja u pulpi, što je posledica velike finoće mlevenja (100% — 37 mikrona). Zato su i navedeni postupak i redosled dodavanja reagensa za katjonsko flotiranje silikata ispitivane rude bili izmenjeni. Odmah posle pH kontrole izvršeno je pre kolektiranja silikata, flokuliranje i ujedno deprimiranje oksidnih minerala gvožđa, postupkom selektivne flokulacije, upotrebljavajući kao flokulant vrstu štirka „Tapioca Flour”.

### Selektivno flokuliranje

Uspešno selektivno flotiranje silikata, bilo kojim postupkom, u prisustvu veće količine submikronskih čestica ne može se izvršiti.

Za rešenje ovoga problema primenjuje se postupak selektivnog flokuliranja. Ovaj izraz „selektivno flokuliranje” obuhvata tri faze: disperziju, selektivnu flokulaciju i selektivno odmuljivanje.

Najoptimalniji uslovi za selektivnu flokulaciju ruda gvožđa postignuti su kada su iste rude bile mlevene u prisustvu viška natrijum hidroksida, koji je davao pH vrednost od 10,0 do 10,5. Međutim, nešto manje uspešno selektivno flokuliranje može se isto tako postići i pri nižim pH vrednostima bez ikakvog dodavanja natrijum hidroksida.

Natrijum silikat se u većini slučajeva dodaje kao disperzant i on je, uglavnom, dodavan u fazi mlevenja rude. Međutim, i u ovom slučaju mora se naglasiti da se i bez upotrebe natrijum silikata, odnosno bez disperzije pulpe, može postići u izvesnim slučajevima uspešno selektivno flokuliranje. Normalno je da se bolji rezultati selektivnog flokuliranja postižu kada je pulpa dispergovana.

Flokuliranje mikronskih i submikronskih čestica minerala gvožđa izvodi se sukcesivnim dodavanjem prvo manje količine kalcijum hlorida, a potom flokulanta — štirka. Dodavanje soli kalcijuma može izostati, ako ruda sadrži prirodno dovoljnu koncentraciju istih jona, potrebnih za selektivno flokuliranje.

Ovako flokulirane čestice minerala gvožđa sedimentiraju i sifoniranjem se odvajaju od neflokuliranih mikronskih i submikronskih čestica kvarca koje ostaju u disperziji i kao preliv se odstranjuju.

Sedimentirani deo može biti ponovo tretiran, dodavanjem nove količine vode i postupkom sifoniranja — odmuljivanja — da bi se dobio konačan koncentrat (srednje bogat) ili se isti može podvrći bilo kojem (anjonskom ili katjonskom) daljem postupku flotiranja silikata.

Faza sifoniranja odnosno odmuljivanja posle flokuliranja može izostati i ista neodmuljena selektivno flokulirana pulpa može biti direktno flotirana bilo pomoću anjonskog bilo pomoću katjonskog flotiranja silikata.

Upotreba natrijum hidroksida i natrijum silikata za postizanje disperzije pulpe je dobro poznata u praksi pripreme mineralnih sirovina. Ovi reagensi dovode negativnu vrednost površine mineralnih čestica do tačke, na kojoj suprotnog dejstva između čestica sprečavaju prirodno flokuliranje.

Upotreba jona kalcijuma kao pomoćno sredstvo u flokuliranju objašnjava se verovatnim dejstvom neutralizacije viška električnog naboja na površinama minerala, težeći da spreči disperziju ili deluje kao vezani agens između flokula stvorenih dodavanjem flokulanata.

Kao flokulant upotrebljena je u ovim ispitivanjima jedna vrsta štirka — tapioca štirka, koji je u osnovi elektro-neutralan, ali se veruje da je isti prvenstveno adsorbovan od oksidnih minerala gvožđa. Ova osobina je iskorišćena za njegovu upotrebu kao depri-metoda oksida gvožđa. Stvoreni hidrofилни film tapioca štirka na površini minerala gvožđa ne dozvoljava stvaranje kolektorskog filma na istoj površini.

Ovo je iskorišćeno u ovim istraživanjima za selektivno odvajanje minerala kako anjonskim tako i katjonskim flotiranjem silikata, bilo da je pulpa posle selektivnog flokuliranja odmuljavana ili ne.

Upotrebljeni tapioca štirka je tehničke čistoće, uvezen sa Tajlanda i pripremljen za ova ispitivanja mešanjem istog štirka u hladnoj slabo koncentrovanoj kaustičnoj vodi i kuvanjem do blizu tačke ključanja.

Ispitivanje mogućnosti selektivnog flokuliranja bez odmulji-

Tablica 1

Borovo ulje, broj stepena dodavanja	Reagensi g/t			Koncentrat		Iskorišćenje gvožđa u koncentratu, %
	tapioca	wil. acet. 513	Bor. ulje	Fe %	SiO <sub>2</sub> %	
1	450,0	450,0	27	63,05	9,02	40,4
3	450,0	450,0	27	66,23	4,28	60,8

vanja pulpe sa katjonskim flotiranjem silikata. — Laboratorijska ispitivanja mogućnosti selektivnog flokuliranja sa potonjim katjonskim flotiranjem silikata bez prethodnog odmuljivanja vršena su prema šemi prikazanoj u slici 1.

Pulpa finoće 95% — 0,037 mm prethodno je selektivno flokulirana tapioca štirkom (0,45 do 1,1 kg/t) pri prirodnoj vrednosti pH od 7,7—7,8, a potom kolektirana sa katjonskim kolektorom Wilimind Acetatom (150 do 450 g/t). Kao penušavac upotrebljeno je borovo ulje (10—20 g/t) koje je dodavano u toku flotiranja.

Flotacijski ostatak (neflotirajući deo) predstavljao je konačan koncentrat gvožđa, dok je flotacijski preliv (kvarc) dvostruko prečišćavan u cilju smanjenja sadržaja gvožđa u konačnoj jalovini (flotirajući deo).

Međusobna zavisnost kvaliteta koncentrata gvožđa, odnosno iskorišćenja gvožđa u koncentratu i primena koncentracije kolektora data je dijagramom u slici 2. Sa povećanjem koncentracije kolektora smanjuje se sadržaj kvarca u koncentratu, bez veće promene iskorišćenja gvožđa u koncentratu.

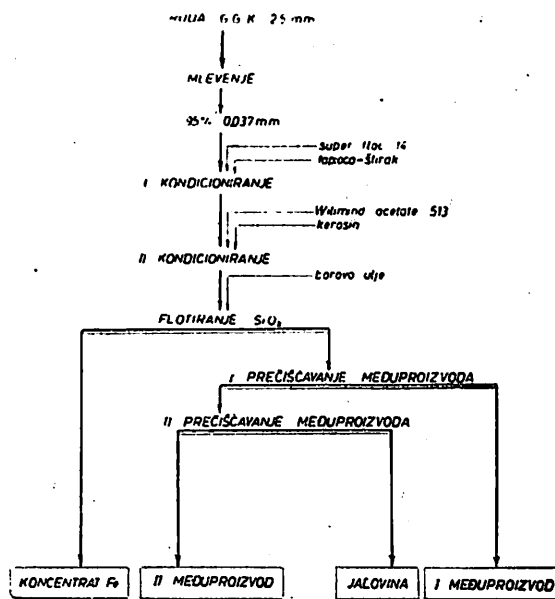
Ova ispitivanja ukazala su na značajnu ulogu borovog ulja kao reagensa za smanjenje površinskog napona na graničnim površinama tečne i gasovite faze. Bez istog reagensa, u sistemu flotiranja silikata Wilimind Acetatom 513, ne dolazi do stvaranja stabilnih vazdušnih mehurića, niti do flotiranja silikata.

Način dodavanja borovog ulja je takođe važan. Određena potrebna količina borovog ulja, koja je dodana sva odjednom, daje nepovoljnije metalurške rezultate od onih koji se dobijaju kad se borovo ulje dodaje postepeno u toku flotiranja, što se vidi iz tablice 1.

Uticaj koncentracije flokulanta tapioca štirka na selektivno flokuliranje i flotiranje prikazano je grafički na slici 3.

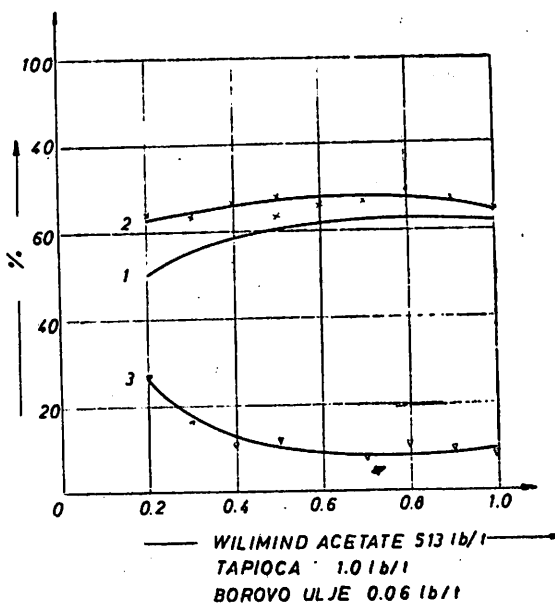
Optimalni rezultati selektivnog flokuliranja sa potonjim flotiranjem postignuti su za koncentraciju tapioca štirka od 900 g/t.

U tablici 2 dati su karakteristični rezultati opita izvedenih pod najpovoljnijim uslovima selektivnog flokuliranja sa katjonskim flotiranjem silikata bez odmuljivanja, sa vrstom i količinom reagensa.



Sl. 1 — Sema tehnološkog procesa flokuliranja i flotiranja bez odmuljivanja rude „Richmond-A“.

Fig. 1 — Flowsheet de flocculation et flottation sans deschlammage du minerai „Richmond-A“.



Sl. 2 — Iskorišćenje u funkciji utroška reagensa Wilimind acetata.

Fig. 2 — Rendement en fonction de la consommation du réactif „Wilimind acetate.“

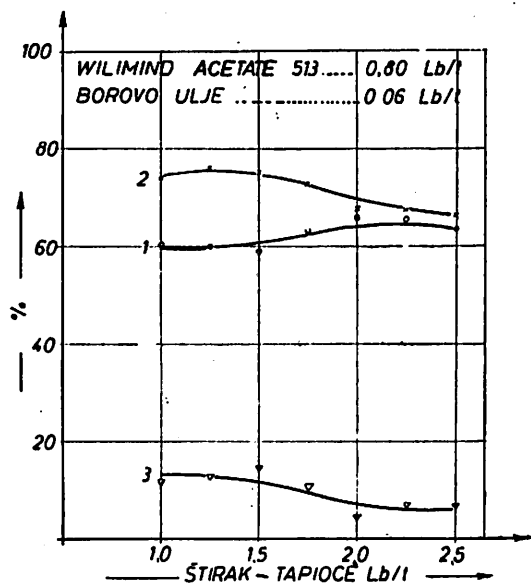


Ispitivanje mogućnosti selektivnog flokuliranja sa odmuljivanjem pulpe sa katjonskim flotiranjem silikata. — Laboratorijska ispitivanja mogućnosti selektivnog flokuliranja sa odmuljivanjem i potonjim flotiranjem silikata vršena su prema šemi tehnološkog procesa prikazanoj na slici 4. I ovi opiti flokuliranja i flotiranja vršeni su na rudi samlevenoj do finoće 95% — 37 mikrona i pri prirodnoj vrednosti pH pulpe od 7,7—7,8.

U tablici 3 prikazani su karakteristični metalurški rezultati koji su postignuti primenom postupka selektivnog flokuliranja sa odmuljivanjem i potonjim katjonskim flotiranjem silikata, sa vrstom i količinom dodatih reagensa.

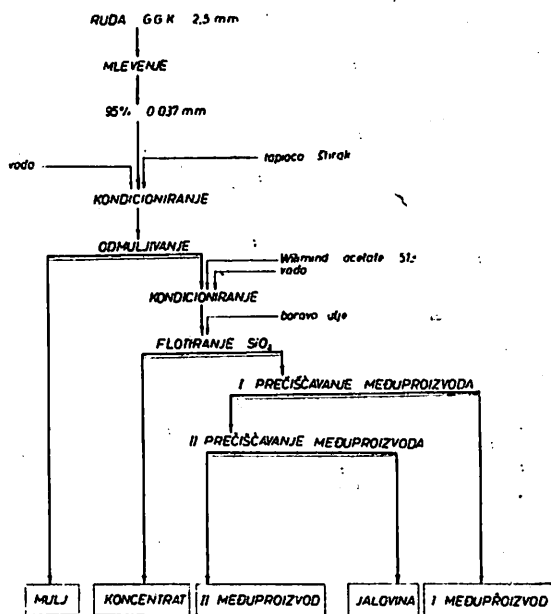
Ostvareni koncentrat je veoma kvalitetan, dok je gubitak gvožđa u mulju i jalovini minimalan.

Upoređujući ostvarene rezultate katjonskog flotiranja silikata, prethodno flokulira-



Sl. 3 — Uticaj koncentracije flokulanta tapioca-širaka na selektivno flokuliranje i flotiranje.

Fig. 3 — Influence de la concentration du flocculant du tapioca sur la flocculation et flottation selectives.



Sl. 4 — Šema tehnološkog procesa flotiranja sa odmuljivanjem i potonjim katjonskim flotiranjem silikata iz rude „Richmond-A.”

Fig. 4 — Flowsheet de flottation avec deschlammage sulvi de flottation cationique des silicates du mineral „Richmod-A.”

Tablica 2

Proizvod	Težina	Sadržaj %		Raspodela % Fe	Vrsta reagensa	Količina g/t
		Fe	SiO <sub>2</sub>			
Ulaz	100,0	36,63	46,21	100,0	tapioca širak	450,0
Fe-koncentrat	31,5	66,02	4,51	57,2	kerosin	45,0
I međuproizvod	18,5	47,11		23,6	wilimind acetat 513	450,0
II međuproizvod	12,1	27,54		9,0	borovo ulje	27,0
Jalovina	37,9	10,01		10,2		

Tablica 3

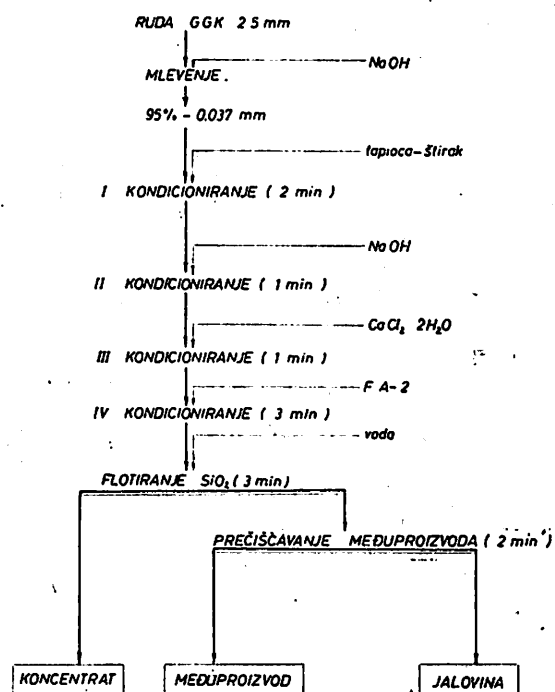
Proizvod	Težina	Sadržaj %		Raspodela % Fe	R e a g e n s i g/t		
		Fe	SiO <sub>2</sub>		vrsta	flokuliranje	flotiranje
Ulaz	100,0	46,17	45,90	100,0	tapioca	450,0	340,0
Koncentrat	36,4	65,55	3,92	66,0	wilimind acet. 513		20,0
I međuproizvod	16,9	40,97		19,1	bor. ulje		
II međuproizvod	14,5	21,39		8,6			
Jalovina	28,3	7,51		5,8			
Mulj	3,9	4,55		0,5			

nih ruda, koje su bile odmuljene sa neodmuljenim, može se prema uporednoj tablici 4 zaključiti da su prednosti postupka flotiranja prethodne odmuljene rude u tome, što se za iste uslove snižava utrošak kolektora, a donekle poboljšava i kvalitet koncentrata i iskorišćenje gvožđa u koncentratu.

Ispitivanja mogućnosti selektivnog flokuliranja bez odmuljivanja sa anjonskim flotiranjem silikata. — Ispitivanja mogućnosti anjonskog flotiranja silikata na neodmuljenoj prethodno flokuliranoj pulpi, vršeno je prema šemi prikazanoj na slici 5.

Mlevenje rude vršeno je natrijum hidroksidom, a selektivno flokuliranje tapioca štirkom, bez prethodnog dodatka jona kalcijuma, jer je prirodan sadržaj kalcijuma u rudi bio dovoljan za uspješno flokuliranje. Anjonsko flotiranje silikata vršeno je uz prethodno aktiviranje iste i pri uslovima jako bazične pulpe vrednosti pH 11,2 do 11,5.

U tablicama 5 i 6 prikazani su karakteristični metalurški rezultati prethodno flokuliranih i neodmuljenih anjonski flotiranih



Sl. 5 — Šema tehnološkog procesa flokuliranja bez odmuljivanja sa anjonskim flotiranjem silikata iz rude „Richmond-A.”

Fig. 5 — Flowsheet de flocculation sans deschlammage avec flottation anionique des silicates du mineral „Richmond-A.”

Tablica 4

Flotirana pulpa	R e a g e n s i g/t			K o n c e n t r a t		
	tapioca	wilimind acetat 513	borovo ulje	Sadržaj, %		Raspodela
				Fe	Si O <sub>2</sub>	% Fe
neodmuljena	450	450	27	66,2	4,28	60,7
odmuljena	450	340	20	66,8	3,43	66,9

Tablica 5

Proizvod	Težina %	Sadržaj, %			Raspodjela, %		
		Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Ulaz	100,0	36,13	45,81	1,37	100,0	100,0	100,0
Koncentrat	36,1	65,30	3,90	2,30	64,8	3,8	60,6
Međuproizvod	14,8	52,37	19,16	2,18	22,0	5,9	23,3
Jalovina	49,1	9,93	84,40	0,45	13,2	90,3	16,1

Tablica 6

Vrsta	Reagensi, g/t	
	Flokuliranje	Flotiranje
NaOH	900	900
Taploca	675	—
CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	—	350
Fa-2*	—	560

Tablica 7

Proizvod	Težina %	Sadržaj %		Raspodjela gvožđa, %
		Fe	SiO <sub>2</sub>	
Ulaz	100,0	36,02	45,72	100,0
Koncentrat	41,3	66,0	4,0	84,5
Jalovina	51,5	10,2	—	14,5
Mulj	7,2	5,0	—	1,0

silikata. Ostvareni koncentracije su jako visokog kvaliteta, a iskorišćenja gvožđa u koncentratu su zadovoljavajuća. Utrošak reagensa je, takođe, na nivou uobičajenom za ovakav način flotiranja.

Upoređujući anjonsko flotiranje silikata sa katjonskim flotiranjem, prethodno flokuliranih ali ne i odmuljenih pulpi, može se zaključiti da se anjonskim flotiranjem postižu nešto bolja iskorišćenja gvožđa uz isti kvalitet koncentrata, ali zato uz nešto povećan utrošak reagensa.

Ova ispitivanja pokazala su mogućnost uspešne koncentracije rude Richmond A primenom bilo kojih od navedenih ispitivanih postupaka.

Ako bismo rudu Richmond A tretirali industrijski, prema šemi tehnološkog procesa datoj u slici 6, selektivnim flotiranjem sa odmuljivanjem i potonjim katjonskim flotiranjem silikata, tada bi se mogao očekivati bilans koncentracije prikazan u tablici 7.

Uopšte uzevši, ova ispitivanja su pokazala da se i jako siromašne oksidne rude gvožđa, čije su strukturno-teksturine osobine takve, da zahtevaju dalekosežno otvaranje do veličina mikronskih i submikronskih čestica, a u cilju

\* Fa-2 — mešavina oleinske i linolinske kiseline

oslobađanja međusobne prirodne veze korisnih minerala od minerala jalovine, mogu veoma uspešno koncentrisati selektivnim flokuliranjem sa ili bez odmuljivanja sa putanjom anjonskim ka katjonskim flotiranjem silikata. Ovim postupkom mogu se dobiti koncentracije gvožđa sa oko 65% Fe uz iskorišćenje od 80—86%.

Ulaskom u peći sa ovako visoko kvalitetnim koncentratima, umesto srednje bogatih, koji se kod nas primenjuju, nesumljivo može dovesti kako do povećanja kapaciteta proizvodnje gvožđa postojećih peći, tako isto i do značajnog sniženja troškova proizvodnje istog proizvoda.

Da bi se isti flotacijski koncentracije mogli šaržirati u peći željezara, potrebno ih je prethodno peletizirati. Šaržirana peć peletima, takođe, povećava postojeće kapacitete željezara u poređenju sa šaržiranjem istih peći komadastom rudom.

Uzevši u obzir ono što je izneto, možemo zaključiti da prikazani postupak može omogućiti ekonomičnu eksploataciju i najsiromašnijih oksidnih ruda gvožđa i u našoj zemlji i da je stoga opravdano, u svetlu toga, ispitati sve naše domaće rude gvožđa, čije karakteristike odgovaraju opisanom uzroku ispitivane rude.



## RÉSUMÉ

### Les possibilités de concentration par flottation appliquant la flocculation sélective des minéraux de fer oxydés.

F. Šer, ingénieur diplômé\*)

L'auteur présente dans l'article les résultats des études au laboratoire des possibilités de concentration des minerais de fer pauvres, effectuées sur les taconites et sur un échantillon prélevé à Richmond A-Michigan U.S.A. Les études ont été effectuées en appliquant les procédés suivants:

- Flocculation sélective sans deschlammage de la pulpe et flottant les silicates avec des réactifs du groupe cationique;
- Flocculation sélective avec deschlammage de la pulpe et flottation des silicates avec des réactifs cationiques;
- Flocculation sélective sans deschlammage de pulpe et flottation des silicates avec des réactifs anioniques.

On a constaté dans l'exposé qu'on peut en appliquant n'importe quel des procédés cités et partant d'un minerai de fer avec 35% Fe et 45% SiO<sub>2</sub> obtenir des concentrés avec 65% Fe et 4% SiO<sub>2</sub>, avec une récupération de fer entre 82 et 85%. Le broyage a été très poussé et le minerai a été broyé jusqu'à 100% de moins de 37 microns.



---

\*) Dipl. ing. Filip Šer, saradnik Rudarskog instituta Beograd.

# Određivanje ekonomske granice površinske eksploatacije u odnosu na podzemni način rada\*)

(sa 11 slika)

Prof. ing. Ermin Teply

## Uvod

U okviru razrade dugoročne studije sa temom „Određivanje ekonomske granice površinske eksploatacije u odnosu na podzemni način rada s obzirom na nova tehnička dostignuća“, koju finansiraju Savezni i Republički fond za naučni rad, Rudarski institut sa svojim stručnim saradnicima razradio je teorijske postavke sa aplikacijom tih postavki na uslove lignita bazena Kostolac (prof. ing. F. Filipović i saradnici). U daljoj razradi studije autor ovog članka proširio je teorijske osnove i izvršio aplikaciju na uslove površinskog kopa i jamskog rada u rudnicima mrkog uglja „Tito“ — Banovići.

U tu svrhu potrebno je bilo prethodno analizirati obimnu geološku, tehničku, statističku i ekonomsku dokumentaciju, te na osnovu nje doći do osnovnih pokazatelja koji su potrebni za provedbu proračuna. Dokumentacija se temelji na postignutim rezultatima dosadanje eksploatacije površinskim i jamskim putem i na pokazateljima dobivenim iz projekata novih objekata prema odobrenom investicionom programu Rudnika uglja „Tito“, Banovići. Obradu dokumentacije izvršili su u zajedničkom radu autor članka i

inž. Vjekoslav Kovačević uz saradnju vodećih inženjera banovičkih rudnika. Iz navedene dokumentacije navodim u sažetom obliku samo osnovne podatke i, uglavnom, konačne pokazatelje.

## Geografski položaj

Banovičko područje obuhvata nalazišta mrkog uglja južno od Tuzle između rijeka Gostilje i Krivaje i podijeljeno je sa geološkog i geografskog stanovišta na tri bazena i to: Centralni bazen u sredini, Đurđevik na istoku i Seona na zapadu. U „Studiji“ obrađena je tema samo u odnosu na Centralni bazen, koji se ističe kako u pogledu zaliha i stepena istraženosti, tako i s obzirom na intenzitet eksploatacije. Osim toga, u Centralnom bazenu nalaze se u pogonu kako površinski kopovi tako i jame, pa je data mogućnost upoređivanja na istoj bazi. Slika 1 prikazuje lokacije pojedinih revira koji se nalaze u pogonu na potezu Podgorje — Repnik i u području Omazića. Za područje Turije predviđena je eksploatacija površinskim kopom i jamskim putem, pri čemu je ovo područje prihvaćeno kao glavni nosilac povećanja kapaciteta proizvodnje bazena u bližoj budućnosti.

\*) Izvodi i dopune teme br. 9 Rudarskog instituta, Beograd za 1963. godinu.





## Geološki opis

Opći geološki opis. — Produktivna tercijarna formacija leži na serpentinitima i drugim bazičnim stijenama koje je okružuju i djelomično zalaze u nju u vidu horstova. U predjelu Turije nadovezuju se u formaciji temeljnog gorja krečnjaci gornjojurske starosti. Ugljeni sloj leži na reljefu temeljnog gorja, pri čemu se kao neposredni kontakt najčešće pojavljuje serpentinsko-glinovita masa. Mlađi ugljonošni stepen miocenske starosti nema privredne važnosti.

Tektonika bazena je vrlo izrazita. Mladim tektonskim pokretima ugljeni je sloj razbijen u manje blokove, formirajući na taj način složenu strukturu, kako je to vidljivo na dva tipična poprečna profila čiji je položaj označen na prethodnoj situacionoj skici.

Izrazita rascjepkanost ugljenog sloja i jače izraženi površinski reljef iziskuju razgraničenje površinskih kopova na manje revire, koji obuhvataju najčešće oko 3,000.000 tona ugljene supstance, dok je za projektirani površinski kop Turija obuhvaćeno do 14,000.000 tona supstance.

Gusta rascjepkanost ugljenog sloja stvara izvjesne poteškoće pri jamskoj eksploataciji, jer iziskuje podjelu na mnoštvo manjih revira odnosno jamskih odjeljenja.

Moćnost i struktura ugljenog sloja i kvalitet uglja. — Izuzimajući sporednu pojavu mladeg sloja u sjevernom dijelu Centralnog bazena, postoji samo jedan ugljeni sloj primarne moćnosti od oko 20 m. Jedino u predjelu Repnika normalna mogućnost sloja iznosi 8 m.

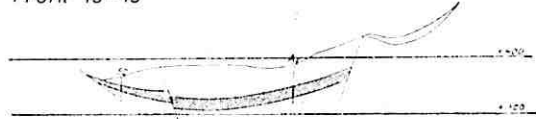
Površinsko otkopavanje ograničeno je samo na sloj moćnosti od oko 20 m, koji je prema profilu (sl. 3) podijeljen u 3 banka moćnosti 5—8 metara. Ovi su međusobno odvojeni tanjim laporovitim proslojcima.

Kvalitet ugljenog sloja opada od krovine prema podini. Ogrijevna moć pralog uglja u prodajnom kvalitetu iznosi u prosjeku 4.057 kcal. Količina pepela kreće se u granicama od 13,7 do 16,9%.

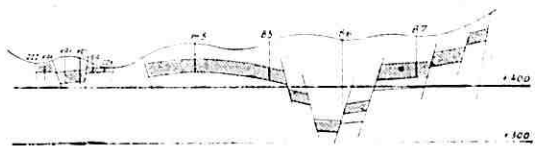
Zalihe ugljene supstance. — Sveukupne zalihe u ugljenom području Banovičkog bazena procijenjene su na više stotina miliona tona, od čega otpada na područje Centralnog bazena nešto manje od jedne polovine, a od toga je više desetina miliona tona predviđeno za površinsko otkopavanje.

Daljim istraživanjem rezerve za površinsko otkopavanje će se sigurno povećati, što će svakako obezbijediti projektirani godišnji kapacitet površinske eksploatacije za duži rok.

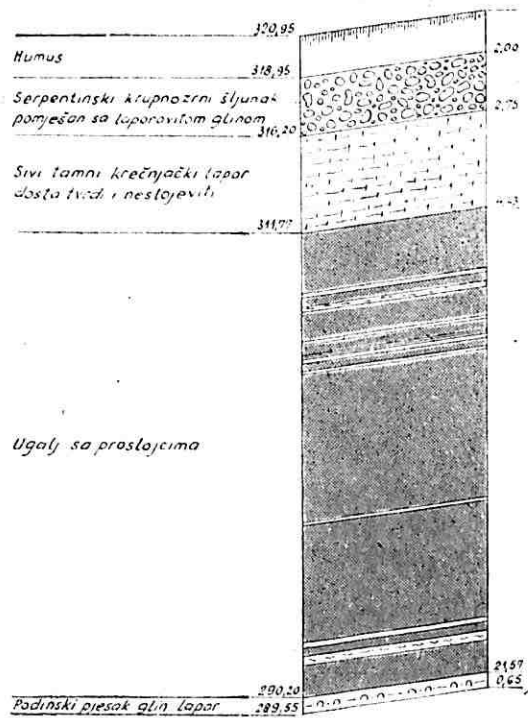
Profil 15-15



Profil 21-21



Sl. 2 — Tipični poprečni profili Centralnog bazena.  
Fig. 2 — Specimen cross-sections of Central area.



Sl. 3 — Tipičan profil ugljenog sloja.  
Fig. 3 — Specimen cross-section of coal seam.

## Geomehaničke osobine

Geomehanika terena još nije dovoljno ispitana. Na osnovu rezultata ispitivanja uzoraka krovinskih naslaga, Nonveiller dao je dijagram zavisnosti nagibnog kuta kosina od visina, prikazan na sl. 4.

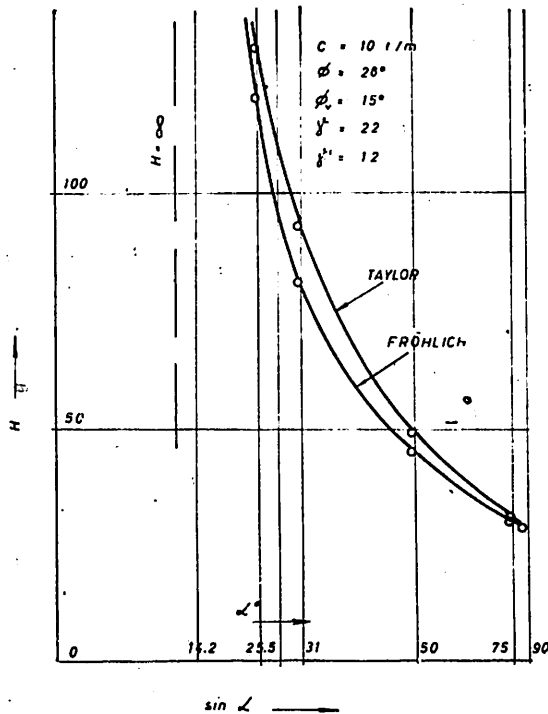
Težinski parametri su slijedeći:

- težina 1 m<sup>3</sup> ugljena u cjelini: 1,35 t
- težina 1 m<sup>3</sup> jalovine u cjelini: 2,25 t
- koeficijent rastresitosti jalovine 1,4

## Analiza sadašnjeg rada

### Tehnologija površinske eksploatacije

Otkrivka se vrši bagerovanjem bagerima kašikarima od 2,6 i 3,8 m<sup>3</sup> i dreglajnama od 3,8 do 4 i 9,16 m<sup>3</sup>. Transportna manipulacija na otkrivci riješena je djelomično direktnim prebacivanjem jalovine u otkopni prostor pomoću dreglajna, a djelomično lokomotiv-



Sl. 4 — Dijagram nagiba kosina za: razne visine.  
Fig. 4 — Diagram of slopes for various heights

skim odvozom na kolosijeku 0,76 m kao i damperskim odvozom. Ugalj se utovaruje bagerom direktno u rudničke željezničke vagonne ili se, pak, u slučaju većih dubina transportira grabuljarima duž otkopnog fronta i zatim gumenom transportnom trakom do ušća kopa, odakle se dalje odvozi rudničkim željezničkim vagonima. Ova tehnologija prikazana je u principijelnoj skici površinskog kopa Dolovi (sl. 5).

### Tehnologija jamske eksploatacije

Kao osnove za proračun služe rezultati jamskog otkopavanja u jami Radina gdje moćnost sloja iznosi 8 m. Primijenjena je metoda otkopavanja u slojnim pločama moćnosti 2,3 m širokim čelima sa zarušavanjem na zaštitni patos. Otkopavanje se vrši istovremeno sa 3 slojne ploče, pri čemu otkopi slijede po pružanju u razmacima od 20 do 25 m. Dužina radnih čela iznosi 60 m. Primjenjuje se dobivanje pomoću kombiniranih podsjekačica odnosno pomoću kombajna, dok se podgrađivanje izvodi čeličnom podgradom.

Jamski transport u cijelosti je riješen lančanim grabuljarima duž radnog čela i gumenim transportnim trakama u smjernim hodnicima te po glavnom izvoznom niskopu na površinu.

### Projekti novih eksploatacionih objekata

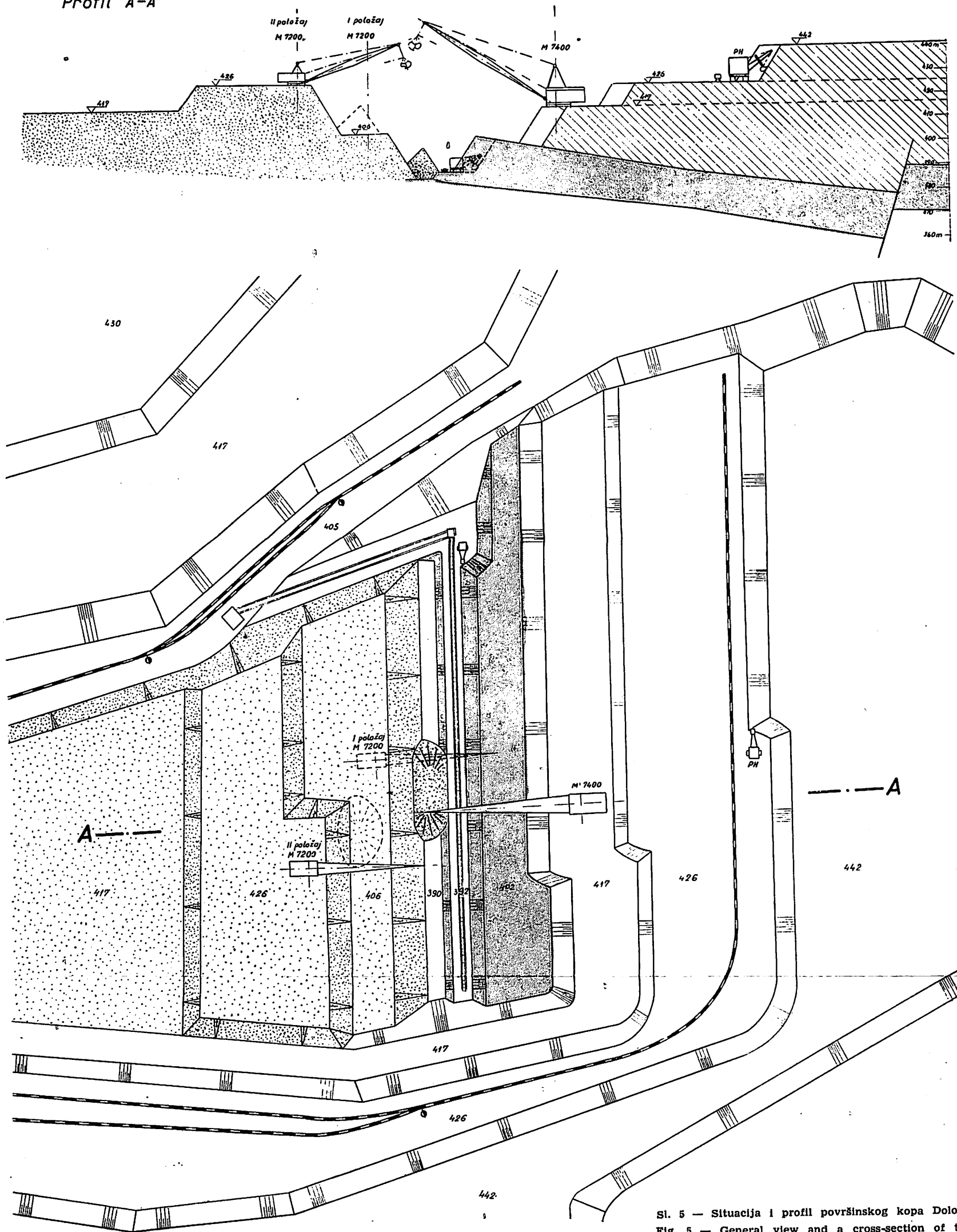
U svrhu povećanja kapaciteta rudnika predviđen je zahvat na području Turije i to površinskim kopom kapaciteta 1,000.000 t, te jamskim otkopavanjem sa početnim kapacitetom od 500.000 t u području Turije, i sa 500.000 t u području Grivica (situacija na sl. 1).

### Uslovi površinskog kopa Turije

Ugljeni sloj u ovom području izdanjuje na dužini od 2.000 m. Od linije izdanka, sloj pada prema jugoistoku. Moćnost sloja u prosjeku iznosi 22,5 m, od čega na čistu ugljenu supstancu otpada 21,0 m.

Koncepcija tehnologije površinskog kopa Turije u osnovi je slična sadanjem radu po primjeru pov. kopa Dolovi (sl. 5). Jalovina sa otkrivke prebacivaće se djelomično direktno

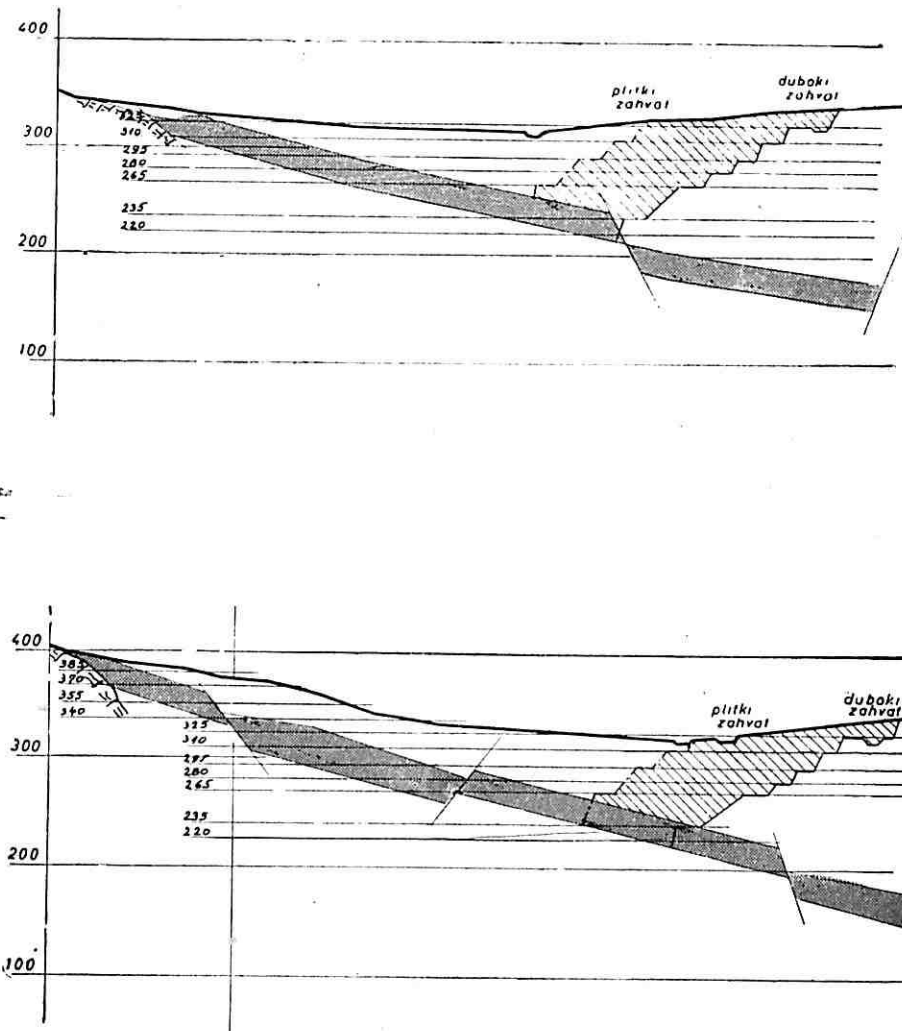
Profii A-A



Sl. 5 — Situacija i profil površinskog kopa Dolovi  
 Fig. 5 — General view and a cross-section of the open-pit mine Dolovi.

u otkopani prostor, a djelomično je predviđen utovar u dampere sa odvozom po obodu kopa na unutarnje jalovište. Otkop uglja predviđen je pomoću velikog dreglajna u dubinskom radu sa ubacivanjem u pomoćni bunker. Ovdje bi se vršilo punjenje dampera radi od-

S obzirom na razgraničenje između površinskog i jamskog otkopavanja kojim se ima nastaviti eksploatacija u dubinu, izrađen je projekt površinskog kopa Turije u dvije alternative, kako to prikazuju šematski profili na sl. 6. Prema prvoj alternativni predviđen je



Sl. 6 — Poprečni profili br. 10 i br. 12 u području revira Turije.

Fig. 6 — Cross-section No. 10 and 12 belonging to Turija mining field.

voza uglja na utovar u rudničke željezničke vagone. Umjesto toga, može se usvojiti transport uglja transporterima i trakama analogno rješenju navedenom za površinski kop Doolovi.

tzv. plitki zahvat, pri čemu otkrivka kopa dopire do kote 260, dok duboki zahvat prema drugoj alternativni dopire do kote 240.

U konkretnom slučaju revira Turije postavlja se, dakle, pitanje određivanja razgra-

ničenja između površinske i jamske eksploatacije sa stanovišta maksimalne ekonomski opravdane zahvatne dubine površinskog kopa.

U jamskoj eksploataciji prihvaćena je tehnologija koja je uspješno provedena u jami Radina.

### Osnove proračuna razgraničenja površinske i jamske eksploatacije

Proračuni se temelje na općenito važećem obrascu, kojim je određen ekonomski koeficijent otkrivke:

$$K_e = \frac{c - a + d}{b} \quad (1)$$

Pri čemu označava

$K_e$  — granični težinski odnos jalovine (otkrivke) prema korisnoj supstanci (t jal/t sups.)

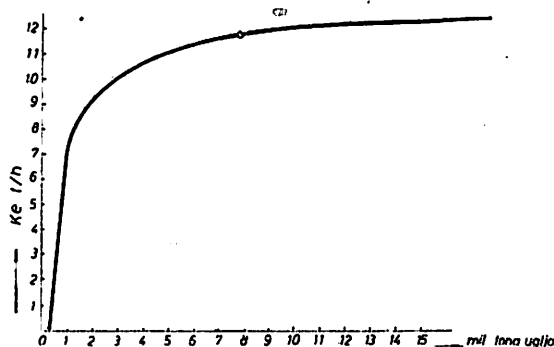
$a$  — troškove otkopa i transporta korisne supstance na površinskom kopu, din/t

$b$  — troškove otkrivke, din/t

$c$  — proizvodne troškove podzemnim putem din/t

$d$  — vrijednost otkopnih gubitaka i diferencije kvaliteta asortimana din/t.

Analiza pokazatelja. — Pokazatelji  $a$  i  $b$  proizvodnih troškova površinskog kopa zavise kod datih prirodnih uslova od primijenjenog tehnološkog procesa, kapacite-



Sl. 7 — Dijagram ekonomskog koeficijenta otkrivke u odnosu na ugljene zalihe polja.

Fig. 7 — Diagram of index of stripping economy in respect to the resources of the coal-field.

ta proizvodnje i veličine otkopnog polja odnosno revira. Pretpostavimo da je odabran najpovoljniji tehnološki proces, odnosno da je taj fiksiran prema datim mogućnostima, pa ćemo stoga njegov funkcionalni uticaj izlučiti. Kapacitet i veličina polja nalaze se u međusobnoj zavisnosti, pri čemu također valja voditi računa i o usklađenju njihovih odnosa, što znači da možemo kapacitet proizvodnje izraziti funkcijom veličine polja. Na taj način možemo reducirati međusobne zavisnosti do te mjere, da funkcionalnost proizvodnih troškova  $a$  i  $b$  baziramo samo na veličini polja.

Proizvodne troškove podzemnim putem, označenim sa  $c$  din/t smatramo fiksnom vrijednošću. Pri tom polazimo od pretpostavke, da je za podzemno otkopavanje preostala količina supstance po obimu dovoljna da opravda otvaranje jame, kao i da je u tim okvirima odabran najpovoljniji tehnološki proces i kapacitet, te da je izvršeno optimalno ograničenje jamskog polja. Izvjesna pomjeranja granice između površinskog i jamskog otkopavanja na dubini, koja se analizom ispituje, ne može bitno uticati na promjenu pokazatelja  $c$ .

Pokazateljem  $d$  obračunavamo razliku vrijednosti supstance, dobivene površinskim i jamskim putem, kao i gubitke otkopavanja. U pogledu boljeg asortimana dobivenog uglja na površinskom kopu bonitet iznosi 0,077  $c$ .

Vrijednost gubitaka otkopavanja obračunata je na uložena investiciona sredstva i troškove rudnog fonda po jednoj toni geoloških rezervi. Računamo sa 15% otkopnih gubitaka pri jamskom otkopavanju i sa 5% pri površinskom otkopavanju. Za diferenciju od 10% gubitaka bonitet iznosi 0,011  $c$ .

Iz toga slijedi da je  $d = 0,088 c$ .

Na osnovu obračunatih vrijednosti pokazatelja  $a$  do  $d$  dobiven je u „Studiji“ za banovičke uslove koeficijent  $K_e = 8,5$  t/t. Pri tom je računato da će proizvodni troškovi u projektiranoj jami biti za 19,3% niži od postignutih troškova u postojećoj jami Radina, sve na bazi cijena iz 1963. godine.

U daljoj obradi baziraćemo proračune na postignutim rezultatima poslovanja u 1963. godini kako za površinske kopove tako i za jame. U tom slučaju dobijamo obračunom vrijednost  $K_e = 11,35$  t/t.

Ova vrijednost važi za površinske kopove sa 5—6 miliona supstance uz godišnji kapacitet od 1,000.000 tona rovnog uglja. Opađanjem veličine polja površinskog kopa opada i  $K_e$ , jer investicije za otvaranje polja i izgradnju saobraćajnica po 1 t zalihe sve jače dolaze do izražaja. Ovo nije slučaj u jami, gdje ograničenje polja ne zavisi od dubinskog položaja sloja i reljefa terena. Analiziranjem rezultata poslovanja površinskog otkopavanja i provedenim procjenama dolazimo do približne krivulje  $Q - K_e$ , koja je prikazana za uslove banovičkog bazena na sl. 7.

Krivulja  $K_e$  polazi od veličine polja sa zalihom od 300.000 t i penje se do oko 8,000.000 tona. Odavde možemo pretpostaviti postepeno asimptotično približavanje apscisnoj paraleli.

Premda ovo nije dovoljno dokumentovano i dokazano, ipak putem ove krivulje utvrđena varijabilna veličina  $K_e$  može bolje poslužiti za proračun nego konstantna veličina  $K_e$ .

U obradi ove problematike analiziraćemo maksimalnu zahvatnu dubinu za dva primjera koji odgovaraju uslovima banovičkog bazena, naime za horizontalno uloženi sloj i za umjereno nagnuti sloj.

#### Proračun zahvatne dubine za horizontalan sloj u ravnom terenu.

Postupak možemo primijeniti za primjere izdignutih blokova ugljenog sloja između većih rasjeda prema karakterističnim profilima na slici 2. Ove primjere treba svesti u horizontalnoj i vertikalnoj projekciji na odgovarajuće geometrične likove, tako da dobijamo redukcijom primjer horizontalnog sloja u ravnom terenu.

Za proračun maksimalne zahvatne dubine ugljenog sloja, koji još odgovara površinskom otkopavanju, pretpostavimo horizontalni ugljeni sloj sa ograničenjem polja pravougaonog oblika prema skici datoj na sl. 8.

Označimo slijedeće dimenzije:

- $H_0 = y$  — maksimalna zahvatna dubina u m,
- $h$  — debljina ugljenog sloja koja po odbitku 5% otkopnih gubitaka iznosi 19,5 m,
- $\alpha$  — nagibni kut završnih kosina, izražen funkcijom  $x = \sin \alpha$  prema dijagramu na slici 4,

$a$  — uža strana polja u m,

$b = an$  — šira strana u m.

Zapremina otkrivke iznosi:

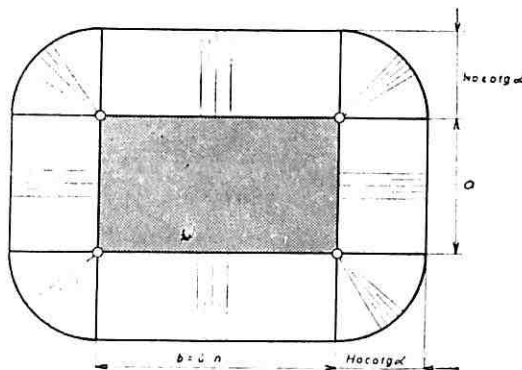
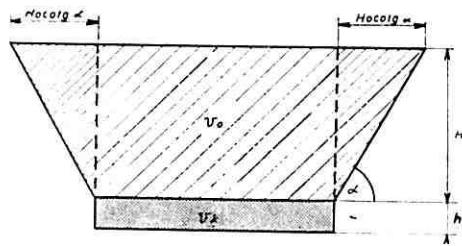
$$V_o = H_0 a^2 n + \frac{2 a H_0^2 \cotg \alpha}{2} + \frac{2 a n H_0^3 \cotg \alpha}{2} + \frac{4 H_0^2 \cotg^2 \alpha \pi}{4} \cdot \frac{H_0}{3} = \frac{H_0^3 \cotg^2 \alpha \pi}{3} + H_0^2 a \cotg \alpha (n+1) + H_0 a^2 n$$

Zapremina ugljenog sloja:

$$V_u = h a^2 n$$

Ekonomski koeficijent otkrivke iznosi na bazi zapremina:

$$K_{e \text{ vol}} = \frac{V_o}{V_u} = \frac{\frac{H_0^3 \cotg^2 \alpha \pi}{3} + H_0^2 a \cotg \alpha (n+1) + H_0 a^2 n}{h a^2 n} \quad (2)$$



Sl. 8 — Sema pravougaonog oblika polja za horizontalan sloj u ravnom terenu.

Fig. 8 — Scheme of a rectangular mining field for a horizontal seam in a plain.

U jednačinu uvrstimo slijedeće vrijednosti:

$$K_{e\ vol} = \frac{1,35}{2,25} K_e = 0,60 K_e$$

$$h K_{e\ vol} = 19,5 \cdot 0,60 K_e = 11,7 K_e$$

$$\cotg \alpha = \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{\sin \alpha} = \frac{\sqrt{1 - x^2}}{x}$$

Uvrštavanjem ovih vrijednosti sredimo jednačinu (2) u slijedeći oblik:

$$\frac{y^2 \pi}{3} \left( \frac{1 - x^2}{x^2} \right) + y^2 a (n+1) \left( \frac{\sqrt{1 - x^2}}{x} \right) + a^2 n (y - 11,7 K_e) = 0 \quad (3)$$

Korišćeci jednačinu (3) ispitamo stanje za stranice pravokutnika  $a = 100, 150, 200, 300, 400$  i  $500$  m i za  $n = 1, 3$  i  $5$ .

Za ovako ograničena polja proračunate su zalihe uglja i prema dijagramu na sl. 7 očitani pripadajući koeficijenti  $K_e$ , što je iskazano u tablici 1.

Za rješavanje poslužimo se grafoanalitičkom metodom po slijedećem postupku:

Jednačinu (3) rješavamo u vidu kvadratne jednačine za vrijednost

$$z = \frac{\sqrt{1 - x^2}}{x}$$

na taj način da za proizvoljno odabrane vrijednosti  $y$  izračunavamo pripadajuće vrijednosti  $x$ . Ovo izvršimo najmanje za dvije tačke, koje se nalaze dovoljno blizu i s obiju strana Fröhlichove krivulje na dijagramu sl. 4. Spajanjem ovih tačaka dobijamo na krivulji sjecište  $(x, y)$  kojim su za dati primjer određene vrijednosti  $y = H_0$ ;  $x = \sin \alpha$ .

Kao primjer neka posluži obračun za:

$$a = 200; n = 1 \text{ (kvadratni oblik); } K_e = 6,5$$

Jednačina broj (3) glasi za odabranu vrijednost:

$$y = 50$$

$$131000 \left( \frac{1 - x^2}{x^2} \right) + 1.000.000 \cdot \left( \frac{\sqrt{1 - x^2}}{x} \right) - 1.042.000 = 0$$

$$\frac{\sqrt{1 - x^2}}{x} = 0,92; x = 0,736;$$

$$y = 45$$

$$95300 \frac{1 - x^2}{x^2} + 810.000 \frac{\sqrt{1 - x^2}}{x} - 1.242.000 = 0$$

$$\frac{\sqrt{1 - x^2}}{x} = 1,32; x = 0,6025;$$

U dijagram (sl. 4) unosimo tačke:

$$x = 0,7360; y = 50;$$

$$x = 0,6025; y = 45;$$

Kako se tačke nalaze s obiju strana u blizini krivulje možemo povući pravac spajanja, te očitamo u sjecištu vrijednost  $x = 0,710$ ,  $y = 49,0$ .

Na sličan način obračunamo  $x$  i  $y$  za ostale vrijednosti „ $a$ “ i „ $n$ “.

Ove rezultate nanosimo na dijagram  $a - H_0$  dat na sl. 9, pri čemu dobijamo spajanjem pojedinih tačaka tri krivulje:  $n = 1, 3$  i  $5$ .

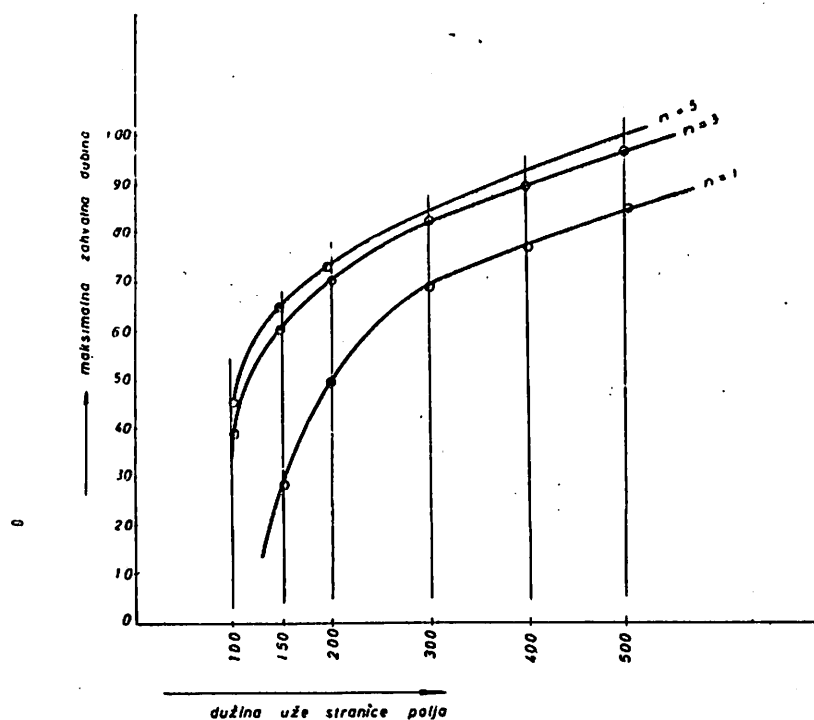
Tablica 1

Dužina stranice $a$ m	$n = 1$		$n = 3$		$n = 5$	
	$Q$ 1000 t	$K_e$	$Q$ 1000 t	$K_e$	$Q$ 1000 t	$K_e$
100			790	4,85	970	5,8
150	590	2,70	1170	8,9	2960	10,10
200	1050	6,50	3150	10,20	3900	10,70
300	2370	10,50	7100	11,65	8800	11,80
400	4200	10,80	12600	12,20	15600	12,30
500	6600	11,55	19800	12,40	24400	12,50

Tačniju sliku dobili bismo, ako bismo proučili stanje za ostale faktore  $n$ , npr. za  $n = 2$ ,  $n = 4$ ,  $n = 6$  kao i za kružni oblik polja. Tačnost iznalaženja maksimalne zahvatne dubine uvjetovana je, međutim, u prvom redu ekonomskim koeficijentom otkrivke  $K_0$ . Budući da ovaj zavisi od niza varijabilnih faktora, kako je to prethodno obrazloženo, možemo smatrati da je iznalaženje u grubim okvirima, a prema navede-

Matematičkom metodom dolazimo također do rezultata, ako uz jednačinu (3) postavimo jednačinu zavisnosti dubine kopa i završnog nagiba kosine prema krivulji na dijagramu u sl. 4. Ove krivulje svedene su u slijedeći prosječni matematički oblik, pri čemu je izvršena zamjena za  $\sin \alpha = x$ .

$$H_0 = 339 x^2 - 639,6 x + 330,7 \quad (4)$$



Sl. 9 — Dijagram maksimalne zahvatne dubine u odnosu na dimenzije polja.

Fig. 9 — Diagram of the maximum achieved depth in respect of field's size.

nom dijagramu, posve zadovoljavajuće. Dalje možemo konstatovati da su krivulje pravougaonih oblika  $n = 2$ , i  $n = 5$  u znatnoj mjeri koncentrirane oko privulje  $n = 3$ , tako da možemo prihvatiti krivulju  $n = 3$  kao mjerodavnu za pravougaone oblike polja.

Uvrštavanjem vrijednosti za  $a$ ,  $n$ , i  $K_0$  dobijamo analogno jednačini (3) niz jednačina, od kojih svaku riješavamo u vezi sa jednačinom (4). Ove proračune možemo izvoditi samo na elektronskom digitalnom stroju.



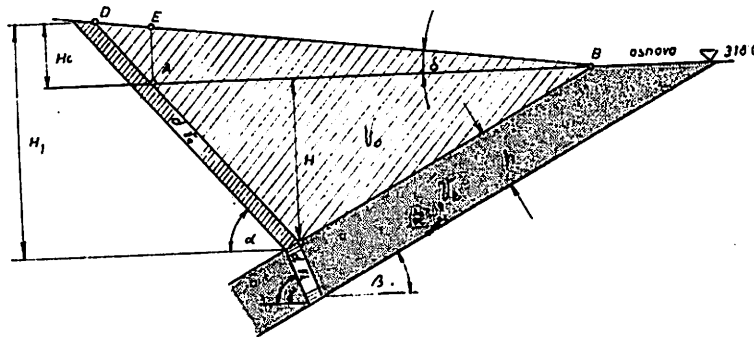
## Proračun zahvatne dubine za nagnuti sloj u nagnutom terenu

Općenito. — Ovaj primjer je tipičan za slojne i terenske uslove revira Turije. Ugljeni sloj izdanjuje na temeljnom gorju i pada prema jugoistoku pod prosječnim nagibom  $11 - 15^\circ$ . U pravcu pada sloja teren se uzdiže pod nagibom od 3 do  $3,5^\circ$ . Ugljeni sloj nema konstantnog pada niti konstantne moćnosti, a rasjedi još i povećavaju nepravilnost položaja sloja. Ipak, postoji mogućnost da se sloj i teren uklope u geometrijske likove. Stanje prikazuju dva tipična profila na sl. 6.

mjeri usmjerena na principijelno rješavanje negoli na tačno utvrđivanje za posve konkretne uslove. Analizom glavnih i tipičnih profila utvrdili smo slijedeće prosječne vrijednosti:

nagib ugljenog sloja	$\beta = 13^\circ$
nagib terena	$\delta = 3^\circ 30'$
efektivna moćnost ugljenog sloja po odbitku 5% na gubitke otkopavanja	$h = 20 \text{ m}$
nagib završne kosine ugljenog sloja	$\gamma = 75^\circ$

Na osnovu ovih vrijednosti dobiven je tipičan prosječni profil, dat na sl. 10.



Sl. 10 — Sematski profil nagnutog sloja.

Fig. 10 — Scheme of the inclined seam.

Postoje slijedeće mogućnosti za provedbu analize zahvatne dubine:

— metoda profila za svaki profil napose ili na osnovu konstruisanog prosječnog profila;

— metoda konstrukcije.

Od navedenih metoda profila tačnija je metoda rada za svaki pojedinačni profil ali je dugotrajnija, dok nas metoda prosječnog profila dovodi kraćim putem do približnog rezultata. Odlučili smo se za metodu prosječnog profila, jer je svrha ovog rada u većoj

Proračun. — Maksimalna ekonomska zahvatna dubina površinskog kopa određena je onom dubinom, kod koje odnos prirasta otkrivke prema prirastu ugljene supstance odgovara ekonomskom koeficijentu. U ovom slučaju ovaj koeficijent nazivamo parcijalnim koeficijentom otkrivke. Time dolazimo do razgraničenja između površinske i jamske eksploatacije, što znači da će od tako proračunate dubine dalje jamsko otkopavanje biti povoljnije.

Proračun maksimalne zahvatne dubine  $H$  izvršimo analogno metodi prof. Gorodockog derivacijom po  $H$ :

$$K_{e \text{ vol}} = \frac{\frac{dV_o}{dH}}{\frac{dV_k}{dH}} = \frac{dV_o}{dV_k} \quad (5)$$

Zapremine  $V_o$  i  $V_k$  računamo iz prosječnog profila na sl. 10 pri čemu je za osnovu uzeta horizontala povučena na visini linije izdanka.

Površina otkrivke iz trokuta ABC + ABE + ADE iznosi:

$$V_o = \frac{H^2 (\cotg \alpha + \cotg \beta)}{2} + \frac{H^2 (\cotg \alpha + \cotg \beta)^2 \cdot \tg \delta}{2} + \frac{H^2 (\cotg \alpha + \cotg \beta)^2 \cdot \tg \delta \cdot \frac{\sin \delta \cdot \cos \alpha}{\sin (\alpha - \delta)}}{2}$$

Površina ugljenog sloja:

$$V_k = \frac{H}{\sin \beta} \cdot h + \left( \frac{1}{\tg \beta} + \frac{1}{\tg [180 - (\beta + \gamma)]} \right) \frac{h^2}{2}$$

Uvrstimo vrijednost  $z = \cotg \alpha + \cotg \beta$ , te izvršimo derivaciju po  $H$ :

$$K_{e \text{ vol}} = \frac{dV_o}{dV_k} = \frac{H z + H z^2 \tg \delta \left( \frac{\sin \delta \cdot \cos \alpha}{\sin (\alpha - \delta)} + 1 \right)}{h \sin \beta}$$

Ovu jednačinu sredimo u slijedeći oblik:

$$K_{e \text{ vol}} = \frac{H z \sin \beta}{h} \left[ 1 + z \tg \delta \left( 1 + \frac{\sin \delta \cos \alpha}{\sin (\alpha - \delta)} \right) \right] \quad (6)$$

Dalje postavimo ranije navedenu jednačinu zavisnosti dubine kopa i završnog nagiba kosine prema krivulji na dijagramu u sl. 4. /jednačina (4)/, koja glasi:

$$H_1 = 339 x^2 - 639,6 x + 330,7$$

Proračunom iz profila sl. 10 dobijamo slijedeću jednačinu:

$$H_1 = H + H_o = H \left( 1 + \frac{z \sin \delta \sin \alpha}{\sin (\alpha - \delta)} \right) = 339 x^2 - 639,6 x + 330,7 \quad (7)$$

U ove jednačine uvrstimo slijedeće vrijednosti:

$$\begin{aligned} H &= \dots \dots \dots y \\ \sin \alpha &= \dots \dots \dots x \\ \cotg \alpha &= \dots \dots \dots \frac{\sqrt{1-x^2}}{x} \end{aligned}$$

$$z = \cotg \alpha + \cotg \beta = \frac{\sqrt{1-x^2}}{x} + 4,33148$$

$$\begin{aligned} \sin \beta &= 0,22495 \\ \tg \delta &= 0,06116 \\ \sin \delta &= 0,06105 \\ \cos \delta &= 0,99813 \\ \cos \alpha &= \sqrt{1-x^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin (\alpha - \delta) &= \sin \alpha \cos \delta - \cos \alpha \sin \delta = \\ &= x \cdot 0,99813 - \sqrt{1-x^2} \cdot 0,06105 \end{aligned}$$

$$h = 20 \text{ m}$$

iz čega slijede dvije jednačine:

$$K_{e \text{ vol}} = y \frac{\left( \frac{\sqrt{1-x^2}}{x} + 4,33148 \right) 0,22495}{20}$$

$$\cdot \left[ 1 + \left( \frac{\sqrt{1-x^2}}{x} + 4,33148 \right) 0,06116 \left( 1 + \frac{0,06105 \sqrt{1-x^2}}{0,99813 x - 0,06105 \sqrt{1-x^2}} \right) \right];$$

$$\begin{aligned} y \left[ 1 + \frac{\left( \frac{\sqrt{1-x^2}}{x} + 4,33148 \right) \cdot 0,06105 x}{0,99813 x - 0,06105 \sqrt{1-x^2}} \right] = \\ = 339 x^2 - 639,6 x + 330,7; \end{aligned}$$

$$K_{e \text{ vol}} = y \frac{0,06150 x + 0,0142 \sqrt{1-x^2}}{0,99813 x - 0,06105 \sqrt{1-x^2}} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} y = \frac{339 x^2 - 639,6 x + 330,7}{1,26257 x (0,99813 x - 0,06105 \sqrt{1-x^2})} \quad (9) \end{aligned}$$

Radi rješavanja ovih jednačina treba uvrstiti vrijednost  $K_e$ . Ujedno valja uzeti u obzir još dodatnu otkrivku koja participira od čeonih kosina kopa. Uvođenje ovih masa u proračun traži postavljanje nove jednačine

oblika  $V = f(H)$ , što dovodi do komplikovanosti u izračunavanju. Ovo je nužno provesti kod kopova kraćih smjernih dužina, gdje je učešće mase čeonih kosina jače. Za kop Turiju koji ima dužinu od 1500 m, uzeli smo jednostavniji postupak. Iz konstrukcije kopa ustanovili smo da čeona otkrivka iznosi oko 4% otkrivke profila. Ovu ispravku provodimo na taj način što množimo  $K_{e\ vol}$  u jednačini (8) sa faktorom 0,96.

Površinski kop Turija obuhvata oko 14.000.000 t uglja. Prema dijagramu na sl. 5 iznosi  $K_1 = 12,25$  t/t. Uvrštavanjem ove vrijednosti u jednačinu (8) uz naprijed nave-

deni korekciju možemo izračunati maksimalnu zahvatnu dubinu  $y = H$ . Zbog komplikovanosti ovaj račun možemo izvesti tek na elektronskom digitalnom stroju. Umjesto toga, možemo se ovdje poslužiti i grafoanalitičkom metodom po slijedećem postupku: U jednačinu (9) uvrstimo proizvoljno odabrane vrijednosti za:

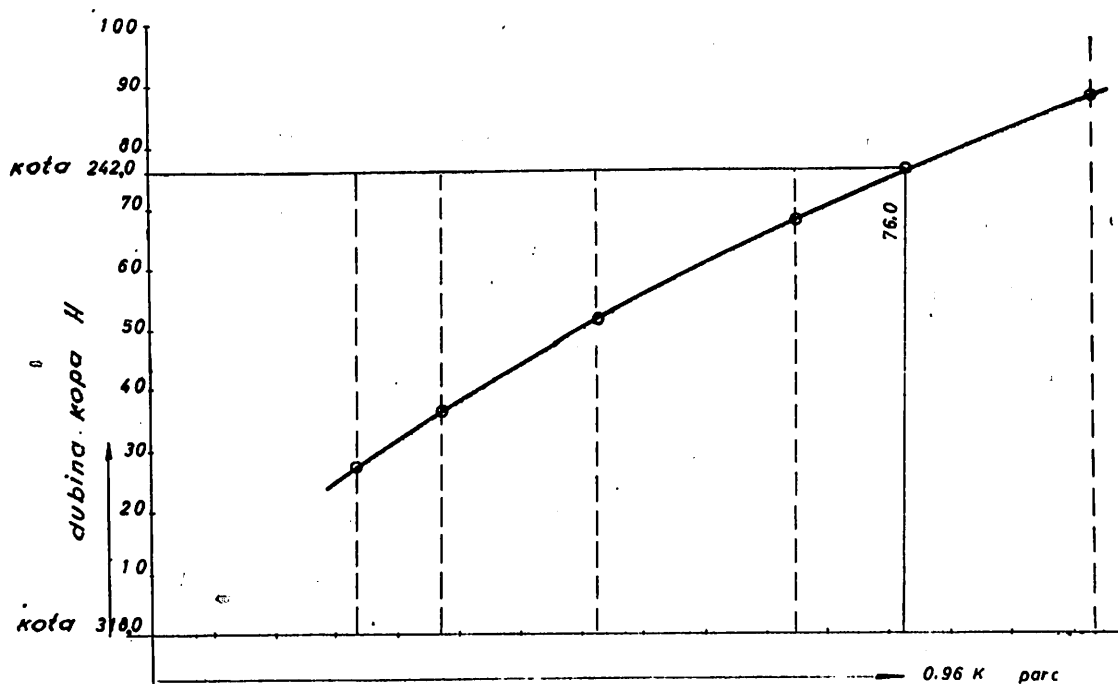
$$x_1 = 0,8; x_2 = 0,7; x_3 = 0,6; x_4 = 0,5; x_5 = 0,4;$$

iz čega izračunamo:

$$y_1 = 27,2; y_2 = 36,4; y_3 = 51,5; y_4 = 67,6; y_5 = 87,5;$$

i zatim putem jednačine (8):

$$K_{e\ vol} \text{ m}^3/\text{m}^3 \quad k_1 = 2,06; k_2 = 2,94; k_3 = 4,53; \\ k_4 = 6,55; k_5 = 9,55;$$



Sl. 11 — Dijagram parcijalnih koeficijenata otkrivke za razne dubine.

Fig. 11 — Diagram of partial indices of stripping for various depths.

Tablica 2

Zahvat	Dubina do kote	Vertikalna dubina, m	Otkrivka 1000 t	Rovni ugalj 1000 t	Koeficijenti K	
					m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	t/t
Plitki	280	58	43566	10901	2,4	4,0
Duboki	240	78	79113	14608	3,2	5,4
Razlika	20	20	35547	3707	5,75	9,6

Osnova je određena kotom 318.

odnosno

$$K_e \text{ t/t: } k_1 = 3,44; k_2 = 4,90; k_3 = 7,55;$$

$$k_4 = 10,93; k_5 = 15,93;$$

$$0,96 K_e \text{ t/t: } k_1 = 3,30; k_2 = 4,70; k_3 = 7,25;$$

$$k_4 = 10,50; k_5 = 15,30.$$

Dobijene rezultate za  $y = H$  i  $0,96 K_e$  unosimo u slijedeći dijagram, koji nam daje krivulju parcijalnih koeficijenata ( $K_e \text{ parc.}$ ) za razne zahvatne dubine.

Za  $K_e = 12,25 \text{ t/t}$  iznosi  $H = 76,0 \text{ m}$ , što predstavlja maksimalnu zahvatnu dubinu. Ovom odgovara najniža kota krovine ugljenog sloja  $242,0 \text{ m}$  polazeći od osnove na koti  $318,0$ .

Metoda poprečnih profila je tačna, ukoliko postoji mogućnost uklapanja sloja i reljefa terena u geometrijske oblike, a naročito ako proučavamo svaki pojedinačni profil i izvršimo korekciju za udio masa iz čeonih strana kopa. U slučaju većih odstupanja treba primijeniti metodu konstrukcije. Ova se sastoji u izradi konstrukcija kopa za razne zahvatne dubine sa obračunom masa. Zatim treba analizirati diferencije masa i parcijalne koeficijente između pojedinih zahvata radi iznalaženja one zahvatne dubine gdje se parcijalni koeficijent izjednačuje sa  $K_e$ .

U projektu Turije bila je izvršena analiza kopa sa dva zahvata, tzv. plitkim i dubokim

zahvatom koji su ucrtani u profilima na sl. 10. Pri tom je izvršeno ispitivanje samo za zapadni dio kopa, gdje se nalaze glavne zalihe uglja i gdje se postavlja pitanje optimalne dubine. Rezultati su dati u tablici 2.

Iz ove tablice razabiremo da je parcijalni koeficijent između plitkog i dubokog zahvata  $K_{\text{parc}} = 9,6 \text{ t/t}$  niži od  $K_e = 12,25 \text{ t/t}$ . To ne znači da bi trebalo ići sa površinskim kopom još niže, jer nam dijagram na sl. 11 pokazuje maksimalnu zahvatnu dubinu baš u blizini najnižeg odsječka dubokog zahvata. Tačnu sliku prema metodi konstrukcije dobili bismo, kad bismo stanje oko dubokog zahvata proučavali na kratkim visinskim razmacima.

### Zaključak

Iz izloženog možemo zaključiti da se kratkim postupcima proračuna metodama geometrijskih likova mogu dovoljno tačno utvrditi maksimalne zahvatne dubine površinskih kopova u uslovima banovičkog bazena. Tek u složenim slojnim i terenskim uslovima treba pribjegavati metodi konstrukcija. Tačnost proračuna zavisi, međutim, u prvom redu od ekonomskog koeficijenta otkrivke, koji može znatno varirati u zavisnosti od općih uslova i napose od primijenjene tehnike i tehnološkog procesa.

### SUMMARY

#### Determination of the Economic Limit of Openpit Methods versus Underground Methods

Prof. ing. E. Teply\*)

The principal characteristics of open-pit and underground methods used in Coal Mine „Tito”, Banovići, Yugoslavia are first described in this paper. After that, on the basis of these fundamental data, the limited economic coefficient of the surface mining area  $K_e$  is determined and, then, using it, the calculation of maximum gripped depth for a horizontal deposit on plane terrain is worked out; the greatness and the configuration

\*) Dipl. ing. Ermin Teply, prof. Tehnološkog fakulteta, Zagreb

of this deposit, as well as the alternation of the incline angle of its final slope by depth, are been also matter of considerations. By means of these discussions founded equations are utilized for the determination of maximum griped depths under different conditions and obtained results are represented by correspondent curves and/or diagrams.

In second part of this paper, the estimation for a mildly sloped deposit on slanting terrain is carried out. The partial coefficients of the surface mining area are founded by means of the grapho-analytical method and represented by a curve. On basis of it, the maximum griped depth is determined in function of the known surface mining area coefficient.

All of these calculations are carried out in accordance with Coal Mine „Tito” conditions and on purpose to they would be applied in this mine.



# Princip klasifikacije izvoznih postrojenja za duboka okna

Prof. ing. Vasilije Pavlović

## Uvod

U ranije objavljenim člancima autora izložen je princip klasifikacije izvoznih postrojenja sa cilindričnim bubnjevima za plića okna i za izvoz koševima. Ovde se razmatra isti problem za duboka okna i za izvoz koševima i skipovima. Kao velike dubine okna smatraju se 500 do 1000 m i više.

Neosporno je, da za velike visine izvanja dolaze u obzir i veliki izvozni sudovi, kao i savremeni izvozni sistemi: Kepe-kotur ili Kepe-bubanj (izvoz sa više užadi), koji, kao što je poznato, imaju izjednačene statičke momente.

Sa dubinom okna odnosno visinom izvoza, varijacija statičkog momenta između početka i kraja vožnje raste naročito zbog velikih izvoznih sudova. Ta varijacija statičkog momenta u toku jedne vožnje iznosi:

$$2 p \cdot H \cdot R$$

gde su

$p$  — specifična težina užeta, kg/m

$H$  — visina izvoza, m

$R$  — poluprečnik navijanja užeta, kotur ili bubanj, m.

Zbog velikih izvoznih sudova i visine težina užeta ( $p$ ) je velika, pa je i poluprečnik ( $R$ ) veliki, te sa velikom visinom ( $H$ ) varija-

cija statičkog momenta može dobiti nedozvoljeno veliku vrednost, što komplikuje rad izvozne mašine, tako da je ovde obavezno i racionalno primeniti samo statički izjednačene izvozne sisteme.

Kao što je već napomenuto, ovde dolaze u obzir statički izjednačeni sistemi sa konstantnim poluprečnikom navijanja užeta. Drugi statički izjednačeni sistemi kao spiralni ili konični bubnjevi i bobine spadaju u zastarele sisteme, te se više ne projektuju i ne konstruišu.

Kao izvozni sudovi dolaze u obzir:

Koševi: troetažni koševi sa po 2 vagoneta na etaži, vagoneti (JUS) od 2 m<sup>3</sup> i 3 m<sup>3</sup> zapremine:

$$K_1 = 6 \cdot 2 = 12 \text{ m}^3 \text{ — manji koš}$$

$$K_2 = 6 \cdot 3 = 18 \text{ m}^3 \text{ — veći koš}$$

Skipovi: ovde se usvajaju 3 veličine skipova, pošto za sad još ne postoji domaći standard:

$$S_1 = 6 \text{ m}^3 \text{ — mali skip}$$

$$S_2 = 12 \text{ m}^3 \text{ — srednji skip}$$

$$S_3 = 18 \text{ m}^3 \text{ — veliki skip}$$

U najnovije vreme se primenjuju za ugallj i rudu skoro isključivo skipovi sa pokretnim dnom, te je primena prevrtnih skipova veo-

ma retka. Stoga će i ovde biti usvojeni samo skipovi sa pokretnim dnom, kojima se može prema potrebi prevoziti i ljudstvo.

### Dijagrami vožnje

Pretpostavlja se, da se snabdevanje rudnika električnom energijom vrši iz međugradske mreže (trafostanice), što je skoro uvek slučaj u našim sadašnjim prilikama. Prema tome, za sve izvozne sudove i sve visine izvoza može se usvojiti kao dijagram vožnje ravnokraki trapezni dijagram ( $a_1 = a_2 = a \text{ m/s}^2$ ), a vrednost ubrzanja-usporenja, da bi se izbegla opasnost klizanja užeta na koturu ili bubnju, može se usvojiti za sve ista tj.  $0,8 \text{ m/s}^2$ . Ovo ubrzanje-usporenje odgovara i za prevoz ljudi.

Sasvim je logično, da se kinematika izvoza dovede u zavisnost od visine izvoza, ali ta zavisnost ne može biti kontinualna, već se mora, zbog konstruktivnih i drugih uzroka, stepenasto birati. Prema tome, predlažu se sledeći stepeni visine izvoza:

I visina izvoza	400 do 600 m
II visina izvoza	600 do 800 m
III visina izvoza	800 do 1000 m

U intervalima pojedinih stepena izvoznih visina elementi kinematike (dijagram vožnje) ostaju isti, dok su različiti kod svakog stepena visine, a samo ubrzanje-usporenje je isto svuda.

U intervalu svake visine svi elementi kinematike su isti, sem što se nešto menja perioda konstantne brzine: kraće za nižu granicu a duže za višu granicu date intervale.

Prirodno je, da brzina treba da raste sa visinom izvoza. Ona je najmanja kod visine izvoza I, a najveća kod visine izvoza III. Naši propisi, kao i propisi u mnogim drugim zemljama, ne regulišu brzinu vožnje, već je to pitanje više ili manje prepušteno konstruktorima. Propisi u SSSR-u samo plafoniraju brzinu dovodeći je u zavisnost sa visinom izvoza prema poznatom obrascu:

$$v_{max} = 0,8 \sqrt{H}$$

Ako se i ovde usvoji ovaj izraz za najveću dopuštenu brzinu vožnje, a za brzinu

normalne vožnje ( $v_n$ ) usvoji nešto niža vrednost od maksimalne dopuštene, onda se po jednom sličnom zakonu može birati brzina ( $v_n$ ). Kako izabrana brzina treba da važi i za donju i za gornju granicu svakog intervala visina, onda se mogu usvojiti sledeće vrednosti brzina ( $v_n$ ):

I visina izvoza:

$$v_n = 0,7 \quad v_{max} = 0,56 \sqrt{H} = 0,56 \sqrt{600} = 13,7 \text{ m/s}$$

II visina izvoza:

$$v_n = 0,7 \quad v_{max} = 0,56 \sqrt{H} = 0,56 \sqrt{800} = 15,8 \text{ m/s}$$

III visina izvoza:

$$v_n = 0,7 \quad v_{max} = 0,56 \sqrt{H} = 0,56 \sqrt{1000} = 17,7 \text{ m/s}$$

U knjizi „Transport i izvoz u rudnicima” (3) autor daje svoj obrazac za odnos između elemenata kinematike:

$$t = c \sqrt{H}$$

gde su

t — trajanje 1 vožnje bez manevara

H — visina izvoza

c — koeficijent, čija je vrednost:

$$c = \frac{1,25}{k} + \frac{0,8 k}{a}$$

$$k = \frac{v_n}{v_{max}}$$

Ako su vrednosti za  $k = 0,7$  i  $a = 0,8 \text{ m/s}^2$ , vrednost za  $c = 2,48$ .

Trajanje čiste vožnje (t) za svaku visinu iznosiće:

$$\text{I visina: } t = 2,48 \sqrt{600} = 60,5 \text{ s}$$

$$\text{II visina: } \quad \quad \quad 70,0 \text{ s}$$

$$\text{III visina: } \quad \quad \quad 78,0 \text{ s}$$

Ovo je vreme izračunato za gornje granice pojedinih intervala. Za donje granice ove će vrednosti biti nešto manje.

Može se, na osnovu iskustva, izračunati trajanje manevara kod koševa i skipova i to:

koševi:  $t_n = 3 \cdot 10 + 2 \cdot 5 = 40$  s

skipovi:  $t_m = 10$  s

Posle proračuna dobijaju se brojevi vožnje za razne visine izvoza i za koševe i za skipove:

I visina: koševi 36 vožnji/h  
skipovi 51 vožnja/h

II visina: koševi 33 vožnje/h  
skipovi 45 vožnji/h

III visina: koševi 30,5 vožnji/h  
skipovi 41 vožnja/h

I ovde je računato za gornje granice pojedinih intervala visina, dok će za donje granice odgovarajuće vrednosti biti nešto veće.

#### Karakteristike izvoznih sudova i kapaciteti izvoza

Rudnički proizvodi koji dolaze u obzir za izvoz mogu se podeliti, prema specifičnim težinama ( $\gamma$ ), u 2 kategorije:

ugalj ili laka ruda:  $\gamma = 0,8$  t/m<sup>3</sup> — srednje

ruda:  $\gamma = 1,6$  t/m<sup>3</sup> — srednje

Korisni tereti izvoznih sudova (Q) lako se izračunaju i, izraženi u tonama, iznose:

#### Korisni tereti sudova (Q)

Koševi:

$K_1 = 9,6$  t — ugalj

$K_2 = 14,4$  t — ugalj

Skipovi:

$S_1 = 4,8$  t — ugalj

$S_1 = 9,6$  t — ruda

$S_2 = 9,6$  t — ugalj

$S_2 = 19,2$  t — ruda

$S_3 = 14,4$  t — ugalj

$S_3 = 28,8$  t — ruda

Časovni kapaciteti izvoza ( $Q_h$ ), za razne visine i razne sudove se dobijaju iz odnosa:

$$Q_h = n_h \cdot Q$$

( $n_h$  — broj vožnji na 1 sat).

$$Q_h = n_h \cdot Q:$$

	I	II	III
--	---	----	-----

Koševi, ugalj:

$K_1 = 346$  t/h    317 t/h    294 t/h

$K_2 = 519$  „    475 „    441 „

Skipovi, ugalj:

$S_1 = 245$  t/h    216 t/h    197 t/h

$S_2 = 490$  „    432 „    394 „

$S_3 = 735$  „    648 „    591 „

Skipovi, ruda:

$S_1 = 490$  t/h    432 t/h    394 t/h

$S_2 = 980$  „    864 „    788 „

$S_3 = 1470$  „    1296 „    1182 „

I ovde se obračun odnosi na gornje granice intervala, za donje, pak, časovni kapaciteti će biti nešto veći.

Sopstvene težine izvoznih sudova ( $Q_1$ )

Sopstvene težine koševa (sa praznim vagonetima u njima) i skipova ( $Q_1$ ) mogu se uzeti orijentaciono, prema nekim nemačkim i ruskim konstrukcijama od lakog metala, i to:

Koševi:  $K_1 = 11$  t;     $K_2 = 15$  t

Skipovi:  $S_1 = 4,5$  t;  $S_2 = 6$  t;  $S_3 = 9$  t

Elementi kinematike, korisni tereti izvoznih sudova i časovni kapaciteti uneti su u tablicu 1.

Iz gornjeg izlaganja se vidi, da je broj varijacija izvoznih sudova:

Koševi:  $3 H \cdot 2 K \cdot 1 \gamma = 6$  varijacija

Skipovi:  $3 H \cdot 3 S \cdot 2 \gamma = 18$  varijacija



## Pogonske i konstruktivne karakteristike izvoznih mašina

### Snaga pogonskog motora i izbor sistema izvozne mašine

Specifična snaga pogonskog motora ( $N_{kw}^1$ ) ili snaga po jedinici korisnog tereta (KW/t), dobija se iz orijentacionog izraza:

$$N_{kw}^1 = \frac{K \cdot 1000 \cdot H}{102 \cdot n_z \cdot t} \cdot e = \frac{K \cdot 1000 \cdot H}{86,7 \cdot t} \cdot e = \frac{K \cdot 11,5 \cdot H}{t} \cdot e$$

gde su

H — visina izvoza

t — trajanje 1 vožnje bez manevara

e — koeficijent koji karakteriše dinamički režim mašine

K = koeficijent koji vodi računa o trenju u oknu.

Vrednost koeficijent (e) uzima se kod statički izjednačenih sistema, a na osnovu iskustva, i to:

e — 1,4 — kod izvoza koševima

e — 1,3 — kod izvoza skipovima

Prema tome, dobiće se definitivni orijentacioni izrazi za specifičnu snagu, i to:

$$N_{kw}^1 = \frac{1,2 \cdot 16,1 \cdot H}{t} = \frac{19,3 \cdot H}{t} \text{ — koševi} \quad (1)$$

$$N_{kw}^1 = \frac{1,15 \cdot 14,95 \cdot H}{t} = \frac{17,2 \cdot H}{t} \text{ — skipovi} \quad (1')$$

Ovi obrasci za obračunavanje specifičnih snaga daju više ili manje samo orijentacione vrednosti. No kad se uzme u obzir, da je ovde reč o statički potpuno izjednačenim sistemima, da je ubrzanje-usporeenje svuda isto i ima konstantnu vrednost 0,80% m/s<sup>2</sup>, onda se ovi izrazi sve više približuju pravim izrazima za specifičnu snagu.

Ukupna vučna sila (F), kao što je poznato, data je opštim izrazom:

$$F = k \cdot Q + p(H - 2x) + \Sigma m^1 \cdot a$$

Kod statički izjednačenih sistema srednji član ovog izraza je jednak nuli, te opšti izraz za vučnu silu kod ovih sistema dobija sledeći oblik:

$$F = k \cdot Q + \Sigma m^1 \cdot a$$

gde su

$\Sigma m^1$  — suma redukovanih masa

x — pređeni put suda

Izraz ( $\Sigma m^1 \cdot a$ ) predstavlja dinamičku silu, koja je u početku vožnje pozitivna, a na kraju pak negativna, dok je u periodu konstantne brzine jednaka nuli. Varijacija vučne sile u toku jedne vožnje iznosi:

$$2 \Sigma m^1 \cdot a$$

S obzirom da je u ovom izlaganju reč samo o statički izjednačenim sistemima, sa ubrzanjem-usporenjem 0,8 m/m<sup>2</sup>, varijacija ukupne vučne sile u odnosu na njenu sred-

Tablica 1

Elementi kinematike, korisni tereti sudova i časovni kapaciteti izvoza

H	Vrsta proizvođa	v m/s	Elem. kinematike				Q:		(t)			Q <sub>n</sub> :		(t/h)		
			t	n <sub>h</sub>		Koš		Skip			Koš		Skip			
				K	S	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	
I	ugalj	13,7	60,5	36	51	9,6	14,4	4,8	9,6	14,4	346	519	245	490	735	
	ruda	13,7	60,5	36	—	—	—	9,6	19,2	28,8	—	—	490	980	1470	
II	ugalj	15,8	70	33	45	9,6	14,4	4,8	9,6	14,4	317	475	216	432	648	
	ruda	15,8	70	—	45	—	—	9,6	19,2	28,8	—	—	432	864	1296	
III	ugalj	17,7	78	30,5	41	9,6	14,4	4,8	9,6	14,4	294	441	197	394	591	
	ruda	17,7	78	—	41	—	—	9,6	19,2	28,8	—	—	394	788	1182	

nju vrednost, izraženu u %, imaće približno istu vrednost kod svih visina izvoza. Isto tako, zbog velikih izvoznih sudova i visine izvoza moraju se ovde predvideti pogonski motori sa jednosmernom strujom i grupom motor-generator (W. Leonard). Kao što je poznato, kod ovih motora menjanje brzine se vrši menjanjem ekscitacije generatora jednosmerne struje, te su gubici na zagrevanje otpornika neznatni u odnosu na asinhronne motore, te i ova činjenica ukazuje na to, da se približni obrasci (1) i (1<sup>1</sup>) sve više približuju stvarnim izrazima za obračunavanje specifičnih snaga.

Prema tome, ovi se izrazi mogu slobodno upotrebiti za izračunavanje snaga pogonskih motora, koji dolaze u obzir kod izabranih izvoznih sistema.

Pomoću izraza (1) i (1<sup>1</sup>) izračunate su specifične snage za razne izvozne visine i za koševе i za skipove:

$$N_{kw}^1 = \frac{19,30 \cdot H}{t}$$

	I	II	III
koševi:	191 KW/t;	220 KW/t;	247 KW/t

$$N_{kw}^1 = \frac{17,20 \cdot H}{t}$$

	I	II	III
skipovi:	170 KW/t;	195 KW/t;	220 KW/t

Iz ovih se podataka vidi, da su sistemi sa skipovima, u pogledu potrošnje električne energije, ekonomičniji za oko 11% od sistema sa koševima.

Potrebna (instalirana) snaga motora se izračunava iz izraza:

$$N_{kw} = Q \cdot N_{kw}^1 \quad (2)$$

Ovaj se proračun snage odnosi na gornje granice odgovarajućih intervala visina, dok za donje granice vrednosti snaga su nešto manje, te izračunate vrednosti vrede za celu intervalu.

Izbor i proračun užadi (sa jednim ili sa više užadi); izbor prečnika koturova ili bubnjeva

U autorom udžbeniku „Transport i izvoz u rudnicima”, na strani 252/253, pokazana je sopstvena metoda autora za brzo određivanje karakteristika izvoznih užadi pomoću izraza:

$$p = c (Q + Q_1) \quad (3)$$

gde su

$$c = \frac{1}{1,05 \frac{\sigma_k}{k} - H}$$

Q i Q<sub>1</sub> — korisni teret i sopstvena težina sudova, izraženi u tonama

σ<sub>k</sub> — čvrstoća čelika (kg/cm<sup>2</sup>)

k — koeficijent sigurnosti užeta

Tablica 2  
Vrednosti koeficijenta (c) za razne uslove izvoza

Visina izvoza H	δ <sub>k</sub> = 160 kg/mm <sup>2</sup>		δ <sub>k</sub> = 180 kg/mm <sup>2</sup>	
	k = 8	k = 7,5	k = 8	k = 7,5
400	0,590	0,545	0,510	0,472
600	0,670	0,610	0,570	0,520
800	0,770	0,695	0,640	0,580
1000	0,910	0,805	0,740	0,653

Pomoću obrasca (3) izrađena je tablica 2 vrednosti koeficijenta (c):

Pomoću obrasca ili izraza (3) i tablice 2 lako se u tablici 61 udžbenika, na strani 248/249 izabere najpribližnija standardna užad.

Veličina izvoznih užadi (p) odlučuje o izboru sistema sa jednim ili više užadi. Pošto se ne izrađuje suviše velika užad, a cena užadi po 1 kg težine raste sa debljinom, pravilnije je umesto jednog suviše debelog užeta, koje zahteva i velike koturove, izabrati više tanjih užadi, kao što se i postupilo.

Kod sistema sa 1 užetom svuda je predložena čvrstoća čelika 180 kg/mm<sup>2</sup> — visoko kvalitetni čelik.

Kod sistema sa više užadi predložena je manje kvalitetna i jeftinija užad (160 kg/mm<sup>2</sup>).

Prečnici koturova i bubnjeva određeni su na osnovu propisanih uslova:

$$D \geq 120 d \quad (d - \text{debljina užeta})$$

Svi ovi, proračunom dobiveni, podaci u-neti su u tablice 3 i 4 (tablica 3 za koševе i tablica 4 za skipove).

Kao što je već spomenuto, na osnovu izračunatih težina užadi odnosno njihovih prečnika (d), izvršena je klasifikacija izvoznih sistema: na izvoz sa 1 užetom i na izvoz sa više užadi.

Izvozni sistemi sa koševima su ovde predviđeni samo za izvoz uglja, jer bi, zbog prevelike njihove težine, bilo neracionalno primeniti ih za izvoz rude. Predviđen je izvoz sa više užadi.

Izvozni sistemi sa skipovima predviđeni su za izvoz uglja i rude i za izvoz sa jednim i više užadi, prema veličini ukupnog tereta skipova.

Iz tablice 3 i tablice 4 vidi se, da će broj varijacija, u pogledu užadi i koturova, odnosno bubnjeva, iznositi, i to:

Kotur Kepe: 7 varijacija užeta i toliko varijacija kotura.

Kepe bubanj: 2 varijacije užadi i 4 varijacije bubnjeva, jer po 2 bubnja imaju isti prečnik, ali različite širine (4 i 6 užadi).

Čvrstina užadi kod koturova je 180 kg/mm<sup>2</sup>; kod bubnjeva, pak, je 160 kg/mm<sup>2</sup>.

U pogledu pogonskih motora, koji su svi sa jednosmernom strujom (W. Leonard) postoji sledeći broj varijacija:

Koševi:  $2 K \cdot 3 H \cdot 1 \gamma = 6$  varijacija (ugalj)

Skipovi:  $3 S \cdot 3 H \cdot 2 \gamma = 18$  varijacija (ugalj i ruda).

Iz jednog numeričkog primera može se razumeti značaj ove klasifikacije izvoznih postrojenja i datih tabela.

#### Primer

Izvoznim oknom dubine 750 m treba izvoziti godišnje 3,500.000 tona rude, u 3 smene sa po 6 sati efektivnog radnog vremena u smeni.

#### Rešenje:

Potrebni časovni kapacitet izvozne mašine, da bi se savladala data proizvodnja, iznosi:

$$\frac{1,2 \cdot 3,500,000}{300 \cdot 18} = 780 \text{ t/h}$$

U tablici 1, za datu visinu izvoza (600 do 800 m), nalazi se odgovarajući skip, i to:

Skip: S<sub>2</sub>;  $Q = 19,2 \text{ t}; Q + Q_1 = 25,2 \text{ t}$

Ukoliko bi postojao standardni skip i odgovarajući standardni presek okna, dobila bi se i dispozicija uređaja u oknu kao i prečnik okna.

Časovni kapacitet skipa, iz tablice, iznosi 864 t/h, što je veće od zadatih 780 t/h.

Elementi kinematike:  $v = 15,8 \text{ m/s}; a = 0,8 \text{ m/s}^2; t = 70 \text{ s i } n_1 = 45 \text{ vožnji/h.}$

Tablica 3

Karakteristika užadi i bubnjeva i specifična snaga mašine kod izvoza uglja koševima — izvoz sa 4 užeta

Visina izvoza	v m/s	Težina koša		Karakteristika užeta			D m	N <sub>kw</sub> <sup>t</sup> KW/t	
		K <sub>1</sub> t	K <sub>2</sub> t	p kg/m	d mm	n			
I	13,7	20,6	29,4	4,3,4	31	6,19	4,0	191	
II	15,8	20,6	29,4	4,4,11	34	6,19	4,1	220	n - broj žica, užeta
III	17,7	20,6	29,4	4,4,11	34	6,19	4,1	247	

U tablici 4 nalazi se karakteristika izvoznog postrojenja:

sistem: Kepe bubanj sa 4 užeta

uže:  $p = 4 \cdot 4,9 \text{ kg/m}$ ;  $d = 37 \text{ mm}$ ;  
 $n = 6,19 \text{ žica}$ ;  $\sigma = 160 \text{ kg/mm}^2$

bubanj:  $D = 4,5 \text{ m}$  (širina se lako odredi)

snaga:  $N_{kw}^I \cdot Q = 195 \cdot 19,2 = 374 \text{ KW}$   
 ili 3800 KW.

Iz ovog se primera vidi koliko je ovom klasifikacijom uprošćen i olakšan izbor vrste izvoznog postrojenja i izrada projekta; izbor dispozicija uređaja i preseka okna. Izrada projekta izvoznih postrojenja, koji se smatra kao dug i veoma kompleksan, ovde se svodi samo na jedan mehanički posao.

### Zaključak

Na bazi istraživačkog rada određene su tehničke i konstruktivne karakteristike iz-

voznih postrojenja za duboka okna. Isto u zavisnosti od kapaciteta proizvodnje.

Izložena metoda klasifikacije izvoznih postrojenja i određivanje njihovih tehničkih i konstruktivnih karakteristika, čini sastavni deo teme „Usklađivanje veličina transportnih i izvoznih postrojenja, opreme, instalacija i preseka jamskih prostorija, u zavisnosti od kapaciteta proizvodnje”.

Radi boljeg objašnjenja samog principa klasifikacije izvoznih postrojenja izabrane su proizvoljno 3 veličine skipova:  $6 \text{ m}^3$ ,  $12 \text{ m}^3$  i  $18 \text{ m}^3$ , približno prema nekim ruskim konstrukcijama, jer ne postoji naš standard za skipove.

Za izvozne koševе, kao i za odgovarajuće dispozicije opreme i preseka okna, postoje već naši standardi.

Ovde je svuda posmatran slučaj izvoza sa dva izvozna suda. Međutim, kod izvoza sa sistemom Kepe, kao što se zna, izvoz sa više

Tablica 4

Karakteristika izvoznih užadi, sa 1, 4 i 6 užadi — izvoz skipovima, za ugalj i za rudu; specifične snage motora

Visina izvoza	v m/s	N° skipa	Vrsta proiz- voda	Težina skipa t	Sistem sa 1 užetom				Sistem sa više užadi				$N_{kw}^I$ KW/t
					Karak. užeta			D m	Karak. užeta			D m	
					p kg/m	d mm	n		p kg/m	d mm	n		
I	13,7	S <sub>1</sub>	ugalj	9,3	4,90	37	6,19	4,5	—	—	—	—	170
			ruda	14,1	7,66	47	6,19	5,7	—	—	—	—	„
II	15,8	S <sub>1</sub>	ugalj	9,3	5,75	40	6,19	5,0	—	—	—	—	195
			ruda	14,1	8,51	50	6,33	6,0	—	—	—	—	195
III	17,7	S <sub>1</sub>	ugalj	9,3	6,67	43	6,19	5,2	—	—	—	—	220
			ruda	14,1	9,08	52	6,30	6,3	—	—	—	—	„
I	13,7	S <sub>2</sub>	ugalj	15,6	8,51	50	6,33	6,0	—	—	—	—	170
			ruda	25,2	—	—	—	—	(4 p) 4,4,11	34	6,19	4,1	„
II	15,8	S <sub>2</sub>	ugalj	15,6	9,08	52	6,30	6,3	—	—	—	—	195
			ruda	25,2	—	—	—	—	(4 p) 4,4, 9	37	6,19	4,5	„
III	17,7	S <sub>2</sub>	ugalj	15,6	10,53	56	6,30	6,8	—	—	—	—	220
			ruda	25,2	—	—	—	—	(4 p) 4,4, 9	37	6,19	4,5	„
I	13,7	S <sub>3</sub>	ugalj	23,4	—	—	—	—	—	—	—	—	170
			ruda	37,8	—	—	—	—	(4 p) 4,4,11 (6 p)	34	6,19	4,1	„
II	15,8	S <sub>3</sub>	ugalj	23,4	—	—	—	—	—	—	—	—	195
			ruda	37,8	—	—	—	—	(4 p) 4,4,11 (6 p)	34	6,19	4,1	„
III	17,7	S <sub>3</sub>	ugalj	23,4	—	—	—	—	—	—	—	—	220
			ruda	37,8	—	—	—	—	(4 p) 4,4, 9 (6 p)	37	6,19	4,5	„

horizonata istodobno je nemoguće, upravo moglo bi se izvoziti samo sa jednim sudom, dok bi se drugi šetao prazan. U tom slučaju pribegava se dispozicijama sa jednim sudom i sa utegom. U ovom slučaju svi časovni kapaciteti u tablici 1 se smanjuju za polovinu, kao i pogonska snaga motora; dok uže i koturovi ili bubnjevi ostaju isti kao u tablici; preseki i dispozicije okna se isto tako menjaju. Kod najvećih proizvodnji i izvoza sa više horizonata, ukoliko dati izvozni sudovi ne zadovoljavaju proizvodnju jame, moraju se primeniti dvojna izvozna postrojenja sa utegom.

Ovaj način usklađivanja veličina, prema izloženom analitičkom postupku, dopušta najracionalnija rešenja izvoza, kako kod projektovanja novih postrojenja, tako i kod raznih verifikacija uvoznih postrojenja ili kod rekonstrukcije postojećih.

Ova metoda klasifikacije izvoznih postrojenja, prema jednom racionalnom principu usklađivanja, može poslužiti kao osnova za standardizaciju izvoznih mašina, a isto tako može orijentaciono poslužiti i konstruktorima ovih postrojenja.

## RÉSUMÉ

### Principe de classification des machines d'extraction pour les puits profonds

V. N. Pavlović, Ingenieur civil des Mines\*)

L'auteur explique sa méthode analytique de classification des installations d'extraction pour les puits de 500 m à 1000 m, extraction par cages et par skips.

Il choisit les vitesses d'extraction par étapes de 200 m, à savoir: 400—600 m; 600—800 m et 800—1000 m. Ces vitesses augmentent à chaque étape (profondeur), mais restent constantes dans les 3 intervalles de profondeur ci-dessus énumérés.

Les systèmes applicables dans ces conditions d'extraction sont les systèmes à poulie-Koepe et les systèmes à multicables. Les cages sont à 3 étages avec 2 berlineis par étage et les grands standard (2 m<sup>3</sup> et 3 m<sup>3</sup>); les skips fixés et à fond mobile. Les produits miniers sont classifiés, d'après leur poids spécifiques, en 21 groupes. On a choisi les diagrammes (v/t) trapèze équilatéral, pour toutes les profondeurs. Pour éviter le glissement des câbles sur les poulies-Koepe (ou tambours), l'accélération est fixée à une valeur constante (0,8 m/sec<sup>2</sup>) pour toutes les profondeurs, et pour le transport du matériel et du personnel.

On forme les tables de caractéristiques cinématiques avec les capacités d'extraction et les caractéristiques techniques et constructives des machines, pour les différentes conditions de travail.

Cette méthode de classification permet de résoudre facilement n'importe quel problème, pour ainsi dire mécaniquement. Elle peut servir aussi comme base pour l'élaboration de type et la standardisation des machines d'extraction.

## Literatura

Pavlović, V., 1961: Varijacija dimenzija i snage izvoznih mašina u zavisnosti od kapaciteta i izvoza. — „Tehnika”, Rudarstvo i metalurgija br. 7, Beograd.

Pavlović, V., 1962: Automatizacija u rudnicima i mogućnost izrade tehničkih i ekonomskih elaborata pomoću računskih mašina. — Zbornik Rudarsko-geološkog fakulteta, sv. 7, Beograd.

Pavlović, V., 1963: Metoda podele ležišta na otkopna polja i izbor transportnih i izvoznih sredstava u podzemnoj eksploataciji. — „Rudarski glasnik” br. 2, Beograd.

Pavlović, V., 1963: Transport i izvoz u rudnicima (II izdanje). — Zavod za izdavanje udžbenika SRS, Beograd.

\*) Dipl. ing. Vasilije Pavlović, prof. Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.

## Petrološki sastav aleksinačkog uglja i nalaz liptobiolita

(sa 2 table)

Dr Oleg Podgajni

Krajem 1963. godine u Rudarskom institutu u Beogradu izvršena je detaljna petrološko-palinološka studija uglja iz Aleksinačkih rudnika. Tom prilikom izvršeno je ispitivanje uglja iz glavnog i podinskog sloja, po pružanju i padu. Uzimanje proba po pružanju omogućio je pravilan raspored postojećih pogona tj. Logorišta, Morave i Dubrave. Paralelno sa ovim ispitivanjima upoznat je petrografski sastav pratećih stena. Od posebnog je značaja nalaz pravog liptobiolita i to u većim količinama.

Glavni deo materijala koji se odnosi na petrološka ispitivanja prikazujemo ovde, dok će rezultati palinološke analize biti objavljeni posebno.

Ukupno je bilo uzeto 29 uzoraka uglja, dok se težina svakog uzorka kretala od 5 do 10 kg. Težina svih uzoraka iznosila je oko 250 kg. Obzirom da ispitivani ugalj pripada tvrdim mrkim ugljevima, to je mikroskopsko ispitivanje vršeno uglavnom u odbijenoj svetlosti. Bitno je, sa fizičkog aspekta, da je izrada preparata tekla prilično teško, a posebne teškoće pritičilo je oksidisanu ugalj. Nasuprot tome, tzv. gasni ugalj ponašao se je vrlo stabilno.

### Osnovni podaci o rudniku i basenu

Aleksinački ugljeni basen nalazi se severno od grada Aleksinca i zahvata površinu od oko 40 km<sup>2</sup>. Zapadna granica ugljenog base-

na ide dolinom Morave, istočnu granicu čine kristalasti masivi Ravne Kose, Sedog Vrh i Marinkovog Kosara. Severna granica ide linijom Deligrad—Bovan, a južna linijom Aleksinac—Prugovac.

Severno od Aleksinca na dužini od oko 7 km otvoren je ugljeni sloj sa tri okna (Dubrava, Morava i Logorište), koja su povezana industrijskom prugom. Od glavnog bunkera na „Moravi” vodi žičara dužine 5,2 km do separacije u selu Adrovcu, na pruži Beograd—Niš. Desnom obalom Morave, pored samog rudnika, prolazi autoput Beograd—Niš.

Po K. Petkoviću profil aleksinačke produktivne serije izgleda ovako:

— podinsko-priobalska serija, predstavljena crvenim i žutim peščarima i konglomeratima (OM-1);

— flišolika serija (OM-2):

a — laporci, peščari i glinci

b — podinski parafinski škriljci;

— ugalj

— povlatna serija (OM-3):

a — parafinski škriljci;

b — povlatni laporci;

sa napomenom da se u severnom krilu i u prugovačkoj oblasti javljaju samo podinsko-priobalske i flišolika serija.

U dosadašnjim izveštajima skoro svi autori ističu mišljenje da je prvobitna sinklinala izmenjena erozivno-tektonskim uticajima, te je danas sačuvano samo istočno krilo sinklinale. Pitanje prostiranja ugljonošne serije prema zapadu još ostaje otvoreno. Situacija na istočnom obodu je jasna, jer se na više mesta javljaju izdanci ugljenih slojeva.

Od posebnog je interesa da produktivna serija (oligomiocenska) leži transgresivno preko kristalastih škriljaca i perma. Podinu ugljenih slojeva čine glinoviti i uljni škriljci, koji leže na različitom odstojanju od ugljenih slojeva i različite su debljine. Kvalitet i debljina uljnih škriljaca raste idući severu. Neposrednu podinu glavnog ugljenog sloja čine fino-zrni glinoviti peščari, a povlatu uljni škriljci. Glavni ugljeni sloj tone prema JZ, zajedno sa svim ostalim slojevima serije. Debljina sloja raste od juga prema severu, tako da je u pogonu „Logorište“ ugljeni sloj debljine oko 1 m, a na severu u pogonu „Dubrava“ dostiže debljinu do 10 m. Međutim, sa debljinom ugljenog sloja rastu broj i debljina jalovih proslojaka, samim tim i debljina tzv. gasnog uglja koji se javlja u glavnom sloju. Najzad, treba pomenuti da ispod glavnog ugljenog sloja postoji još nekoliko tanjih ugljenih slojeva, ali su isti bez ekonomske vrednosti. Dalju povlatu ugljenih slojeva grade uljni škriljci i laporci. Debljina uljnih škriljaca dostiže i 100 m, ali uporedo opada sadržaj sirovog ulja. Podinski uljni škriljci imaju manju ekonomsku vrednost.

#### Petrografski i hemijski sastav uglja

Ugalj iz glavnog sloja u pogonu „Logorište“. — Petrografskim ispitivanjem, koje je izvršeno na uglju iz glavnog sloja u pogonu „Logorište“, dobijeni su kod

svih uzoraka skoro isti rezultati. Osnovna petrografska karakteristika ugljene materije iz ovog pogona je visok sadržaj humusnog detritusa višeg ranga (Tab. 1) i relativno slabije prisustvo humusnog detritusa nižeg ranga. Za ovaj ugalj je značajno da sadrži oko 15% klaritā, odnosno da jednim delom nosi karakteristike kamenih ugljeva. Sadržaj humusnog detritusa je osrednji i dobar deo istog može se smatrati za vitrit. Znači i po ovoj osobini ugljena materija se približava sastavu kamenih ugljeva.

U humusnom detritusu nižeg ranga (sl. 1) postoje brojni ostaci mikrospora, kutikula, kore, delića fuzinita i sklerocijumi. Sem toga male pojave sklerotinita često se susreću (sl. 2).

Svi ovi macerali su praćeni slabijom glinovitom ili piritskom mineralizacijom. U humusnom detritusu višeg ranga macerali su retki i predstavljeni su skoro uvek sporinitom ili kutinitom uz beznačajnu mineralizaciju. Značajno je, da dobar deo ovog detritusa ima veliku sličnost sa klaritom.

Sadržaj gelificiranog drvenastog tkiva je iznenađujuće nizak, dok se predstavnici inertitne grupe vrlo retko zapažaju.

Iz rezultata mikroskopskog ispitivanja i podataka skraćenih hemijskih analiza nije utvrđena promena kvaliteta ugljene supstance idući po padu ugljenog sloja. Isto tako da se zaključiti da ispitivana ugljena materija predstavlja tvrde mrke ugljeve i to one, koji su jako blizu granice prema kamenim ugljevima. Sadržaj ugljenika se kreće oko 72%, a isparljivih materija oko 46% (na ugalj bez vlage i pepela). Kod ovoga treba imati u vidu da su mnogi uzorci, zbog prilika u jami, bili uzeti sa nepovoljnih mesta (sa slabim pojavama oksidacije), te treba smatrati da je stvarni kvalitet uglja nešto bolji.

Tablica 1

Pregled srednjih rezultata kvantitativnih petrografskih analiza uglja

Ugljeni sloj	Pogon	Klarit %	Humusni detritus nižeg ranga	Humusni detritus višeg ranga	Gelificirano drvenasto tkivo	Humusni gel	Fuzit	Liptobiolit
glavni	Logorište	14,9	13,8	49,5	3,8	18,0	—	—
podinski	Logorište	18,2	7,3	45,0	1,5	18,0	—	—
glavni	Morava	19,0	14,6	34,9	4,0	14,4	0,1	13,0
glavni	Dubrava	22,3	12,6	31,7	4,3	11,8	—	17,3

Napomena: Dobijene vrednosti za liptobiolit su orijentacione, jer zbog velike tvrdoće istog uzorkovanje nije bilo potpuno.

Ugalj iz glavnog sloja u pogonu „Morava”. — Ugljena materija u pogonu „Morava”, mada se pod mikroskopom bitno ne razlikuje od one iz pogona „Logorište”, ipak pokazuje izvesne specifičnosti šireg značaja. Odmah pada u oči da sadržaj kutinita naglo raste u okviru ovog pogona, te se često uočava kutikulin klarit (sl. 3) ili humusni detritus višeg ranga sa kutinitom. Pored toga, u ovom humusnom detritusu mestimično se susreću i ostaci megaspora, što je vrlo redak slučaj u domaćim ugljevima.

Sadržaj gelificiranog drvenastog tkiva je vrlo nizak. Ugalj iz pogona „Morava” već sadrži i veća sočiva fuzinita (sl. 4), što je omogućilo da isti u kvantitativnoj analizi zauzme svoje mesto sa 0,1%. Ovde treba pomenuti deliće semifuzinita (sl. 5), koji su nastali fuzinizacijom neodređenih biljnih ostataka (kora?). Nalaz raskinutih „prstenova” nesumnjivo ukazuje na hipautohtone uslove obrazovanja ugljenog sloja. Za ugalj iz pogona „Morava” je konstatovano da sa dubinom (tj. po padu ugljenog sloja) sadrži sve više inertinita.

Najzad, treba pomenuti i nalaz piritiziranih mikrofaunističkih ostataka (sl. 6), koji su sve češći idući ka severu.

U pogledu mineralnih primesa može se lako konstatovati porast ingenetske mineralizacije ugljene supstance u poređenju sa ugljem iz pogona „Logorište”. Piritiska impregnacija se često susreće (vel. zrna oko 10 mikrona), a sem toga postoje i sočiva karbonatnih materija (vel. 70 × 120 mikrona).

Iz podataka petrografske građe i hemij-

skog sastava vidi se da ugljena materija ima nešto niži stepen ugljenizacije nego ista u oblasti pogona „Logorište”. Sadržaj ugljenika se kreće do 71%, a isparljivih materija iznad 48% (na ugalj bez vlage i pepela). Ovo bi trebalo da bude realna slika sastava, jer su uzorci bili u potpuno svežem stanju i bez tragova oksidacije.

Ugalj iz glavnog sloja u pogonu „Dubrava”. — Glavnu masu ugljene materije čini humusni detritus višeg ranga (sa 38%), pa kutikulin klarit (sa 22%). Za klarit je značajno da pored kutinita često sadrži i ostatke megaspora (sl. 7), koje su pobudile naš poseban interes. Za humusni gel je značajno da se dobrim delom može uračunati u vitrit (sl. 8). Prisustvo klarita i vitrita uveliko približava ispitivani ugalj granici kamenih ugljeva.

Sadržaj gelificiranog drvenastog tkiva je vrlo nizak, kao i u prethodnim slučajevima. Ova okolnost ukazuje na posebne uslove obrazovanja ugljenog sloja i u prvom redu na slabu zastupljenost drvenastog tkiva u matičnom materijalu.

Inertinitna grupa slabo je zastupljena, pri čemu se zapaža njen porast po padu ugljenog sloja.

Najzad, treba pomenuti da se još češće nego u prethodnim slučajevima zapažaju piritizirani ostaci mikrofaune i to pretežno igličastog oblika (sl. 8). Značajno je, da su ovi ostaci dosad bili zapaženi jedino u domaćim ugljevima starijeg miocena (Kakanj, Zenica, Ibar).

Tablica 2

Pregled kvaliteta uglja iz Aleksinačkih rudnika

Ugljeni sloj	Oznaka uzorka	P o g o n	Vlaga radna	Pepeo (na 105°)	Sumpor ukupan (na 105°)	C-fiks bvp	Isparljive materije bvp	Ugljenik bvp
glavni	L—O	Logorište	17,40	11,02	5,19	53,36	46,64	72,42
„	L—I	„	14,80	9,62	5,74	54,78	45,22	71,90
„	M—V	Morava	17,70	10,57	5,05	50,46	49,54	69,00
„	M—X	„	13,80	11,49	5,04	47,20	52,80	71,51
„	D—I	Dubrava	14,10	10,83	4,27	49,73	50,27	70,68
„	D—VIII	„	9,10	9,13	5,03	52,41	47,59	71,36
podinski	L—P	Logorište	16,70	12,13	6,59	55,27	44,73	67,32
glavni	G	∅	7,50	18,70	6,65	32,46	67,54	69,08

bvp: Sračunato na ugalj bez vlage i pepela.



Posmatrajući vrednosti za liptobiolit u tablici 1, vidi se porast idući ka „Dubravi” i mada su dobijene vrednosti orijentacione prirode (jer zbog velike tvrdoće liptobiolita uzorkovanje nije bilo potpuno), jasno se potvrđuje terensko zapažanje da idući od juga ka severu debljina proslojka liptobiolita konstantno raste.

Ugalj iz podinskog sloja u pogonu „Logorište”, mikrosastav uljnog škrljca i tzv. železara. — Ugljena materija iz *podinskog sloja* u „Logorištu” bez ikakve sumnje pripada nešto višem rangu, nego što je ona iz glavnog sloja. U ovom uglju izdvojeni su isti mikrolitotipovi kao i u glavnom sloju (Tab. 1), samo sa razlikom što su znatno kvalitetniji. U prvom redu skoro sav humusni gel spada u vitrite, a veći deo humusnog detritusa višeg ranga odgovara klaritu.

Humusni detritus i klarit, za razliku od prethodnih ispitivanja, skoro potpuno su izgrađeni od sporinita (sl. 9). Suberinit i kutinit postoje, ali u jako podređenoj količini. Isti je slučaj i sa interinitom, koji se javlja u tragovima.

Mineralizacija ugljene supstance je niska, tako da i sa ove strane ugalj iz podinskog sloja predstavlja kvalitetnu sirovinu.

Rezultati kvantitativne analize su dati u Tab. 1, pri čemu pojedine vrednosti treba posmatrati jedino kroz objašnjenje dato u prethodnom tekstu (tj. da humusni gel odgovara vitritu i dr).

Uzorci podinskog i povlatnog *uljnog škrljca* dobijeni su iz pogona „Logorište”, „Morava” i „Dubrava”. Aleksinački rudnici već raspolažu sa detaljnim tehnološkim studijama ovog škrljca i naša želja bila je usmerena jedino u pravcu bližeg upoznavanja mikrostrukture i mineraloškog sastava ove stene.

Mikroskopskim ispitivanjem je utvrđeno da su uljni škrljci izgrađeni od jako sitnozrne sapro-humitske osnovne mase (sl. 10), gde je gelifikacija mikrofaunističkih i florističkih ostataka toliko daleko napredovala da se identifikacija ne može da vrši. Jasno se uočavaju usamljeni sklerocijumi i mikroproslojci humusnog gela. Od mineralnih materija na prvo mesto dolazi glinovita supstanca, zatim kalcijumkarbonat i pirit. Zapažaju se ostaci kalcijumkarbonatnih ljušturica. Pirit obavezno prati svaki delić škrljca i najčešće je veličine oko 5 mikrona.

Mikroskopskim ispitivanjem tzv. *železara*, koji se javlja u vidu proslojaka različite debljine u glavnom ugljenom sloju, utvrđeno je da se ova stena može označiti kao silifikovani argilit. Ovaj argilit je izgrađen od jako fine glinovite supstance u kojoj je neravnomerno raspoređena ugljena materija. Mestimično se zapažaju ostaci mikrofaune (sl. 11).

Sastav i poreklo tzv. *gasnog uglja*. — U Aleksinačkim rudnicima „gasnim” ugljem se označava tvrdi i žilavi proslojak mat uglja koji se javlja u glavnom sloju. U oblasti pogona „Logorište” prisustvo ovog uglja nije konstatovano, ali idući prema severu proslojak ovog uglja je sve deblji tako da u pogonu „Dubrava” dostiže debljinu od preko jednog metra.

Na prvi pogled ovaj mat ugalj podseća na ugljeviti škrljac. Boja mu je različita, što zavisi od količine mineralnih primesa. Tipičan „gasni” ugalj je crne boje, ima retku vertikalnu deljivost i manju specifičnu težinu nego ostali ugalj. Na površini preloma mestimično se mogu uočiti vrlo mala sočiva žute boje, koja predstavljaju grudvice fosilne smole.

Mikroskopskim ispitivanjem „gasnog” uglja je utvrđeno da osnovnu masu izgrađuju gusto zbijeni ostaci kore, koji su okruženi jako gelificiranom ugljenom masom. Mestimično se uočavaju delići kutinita i usamljeni sklerocijumi (sl. 12). Piritiska impregnacija uvek je prisutna, a retko se uočavaju i piritizirani ostaci mikrofaune.

Kada se mikroskopski nalaz dopuni rezultatima hemijskih analiza, nedvosmisleno se može zaključiti da je u pitanju tipičan *korin liptobiolit*.

U Rudarskom institutu su izvršene analize mrkog uglja i liptobiolita na sadržaj bitumena i tera. Rezultati su prikazani u tablici 3.

Tablica 3

	Mrki ugalj %		Liptobiolit %	
Bitumen	3,06		3,13	
Vlaga	11,2	—	7,2	—
Ter	7,7	8,7	20,1	21,7
Gasna voda	7,2	8,2	5,8	6,2
Polu-koks	64,3	74,4	55,5	59,9
Gas + gubici	8,6	10,7	11,4	12,2

Postanak ovog liptobiolita može se objasniti delimično aerobnim uslovima u toku akumulacije biljnog materijala. Za razliku od

humita, čiji je postanak vezan za močvaru sa nepokretnom vodenom sredinom, liptobioliti nastaju u relativno pokretnoj vodenoj sredini tj. priticaj sveže vode stvara cirkulaciju kiseonika i tako omogućava biohemijsko razlaganje biljne materije. Stoga u našem slučaju imamo liptobiolit, koji je izgrađen od najotpornijih biljnih delova, naime od ostataka kore (suberinita) kutinita i sporo-polenita. Vrlo retko se uočavaju i odlomci fuzinita.

Takav sastav uslovljava visok sadržaj isparljivih materija, vodonika i bitumena. U odnosu na liptobiolite iz poznatih ležišta u svetu, domaći liptobiolit ima nešto slabije karakteristike. Naime, sadrži mnogo više sumpora i vlage uz nedovoljnu količinu bitumena. Sadržaj tera, određen destilacijom na nižoj temperaturi, sasvim je zadovoljavajući i iznosi 21,70% (bez vlage), što predstavlja vrednost koja je daleko iznad one dobijene kod čistog uglja (8,70% — bez vlage).

U našem slučaju u pitanju je specifičan korin liptobiolit, koji je izgrađen od periderme. Obzirom na takav sastav domaći liptobiolit ima i specifične hemijske osobine. Sadrži 7,50% vlage, 18,70% pepela, 6,65% ukupnog sumpora, 67,54% isparljivih materija i 69,08% ugljenika.

Radi paralele napominjemo da tipičan korin liptobiolit iz Kine odnosno lopinit sadrži 0,47% vlage, pepela 3,72%, sumpora 2,06%, isparljivih materija 65,15% i vodonika 70% uz kaloričnu vrednost od 8.035. Prinos tera se kreće oko 33%.

## Zaključak

Po fizičkim i hemijskim osobinama uglj iz glavnog i podinskog sloja u Aleksinačkim rudnicima spada u tvrde mrke ugljeve. Ugalj je fino trakast, crne boje, osrednje trošnosti i polusjajan.

Petrografskom analizom je utvrđeno da je ugljena materija vrlo heterogenog sastava i da je u svim slučajevima izgrađena od humusnog detritusa nižeg i višeg ranga, klarita, humusnog gela, gelificiranog drvenastog tkiva i inertinita. Humusni gel često nosi karakteristike vitrita (kamenih ugljeva).

Kutinit predstavlja bitan maceral ispitivane ugljene materije. Zatim slede macerali: suberinit, sporinit (od mikro i makrospora) i semifuzinit. Ostali su zastupljeni u vrlo slaboj količini.

Ugljena materija iz glavnog i podinskog sloja nesumnjivo je humusnog porekla, pri čemu su delimično aerobni i hipautohtoni uslovi imali presudnu ulogu kod obrazovanja ugljenih slojeva. Pojedini macerali nastali su od biljnih ostataka, koji su prešli izvestan put pre svog definitivnog deponovanja. Najzad su uočene i sapropelitske primese i piritizirani ostaci mikrofaune.

Ugljena materija iz tzv. gasnog uglja sva je izgrađena od brojnih ostataka suberinita, te kao takva predstavlja korin liptobiolit. Ovo je prvi veći nalaz domaćeg liptobiolita. U poređenju sa lopinitom domaći liptobiolit je nešto siromašniji terom.

Ugljena materija iz Aleksinačkih rudnika predstavlja specifičnu vrstu uglja u poređenju sa ostalim ugljevima sličnih kvaliteta u našoj zemlji. To je tipičan humit, koji je nastao od pretaloženih otpornijih biljnih delova (kora, kutikule, spore, polen i dr) i to uglavnom od fito-facija žbunolikih močvarnih biljaka.

Po N. Pantiću palionološki kompleksi iz Aleksinačkog uglja u poređenju sa repnim kompleksima, ograničavaju moguću starost uglja na period od kraja oligocena do starijih odeljaka srednjeg miocena. Postoje izvesni detalji u sastavu palionoloških spektara, koji govore u prilog nešto veće starosti no što je starost ravnorečkog uglja, uglja iz Ugljevika ili uglja iz ugljonosnog horizonta u Zeničko-sarajevskom basenu. U tom slučaju trebalo bi očekivati starost sličnu starosti bogovinskog ugljonosnog horizonta: granica oligocen-miocen. Bliži podaci po ovom pitanju dobiće se tek uporednom studijom uglja iz Ravne Reke, Bogovine i Aleksinca.

Posmatrano kroz pružanje i pad ugljenog sloja, konstatovano je da postoje promene u kvalitetu ugljene supstance koje se ogledaju u sledećem: najbolji kvalitet ugljene supstance je u oblasti pogona „Logorište“, kod pogona „Morava“ isti je nešto slabiji i najzad, kod „Dubrave“ opet dolazi do poboljšanja. Po padu, jedino kod pogona „Dubrave“ je konstatovano poboljšanje ugljene supstance.

Rezultati skraćenih hemijskih analiza su sledeći: sadržaj isparljivih materija se kreće od 45,22% do 53,86%, a ugljenika od 65,34% do 72,42%. Sadržaj radne vlage iznosi 8,80% do 17,70%, pepela 6,22% do 22,48% (na 105°) i ukupnog sumpora od 3,90% do 8,58% (na 105°).

Singenetska mineralizacija ugljene supstance je relativno niska. Osnovnu mineralnu primesu čini glinovita supstanca, u znatno manjoj količini se javljaju kalcijumkarbonatne tvorevine i pirit. Pirit mestimično čini značajnu primesu i najčešće se javlja u vidu najfinije singenetske impregnacije (vel. zrna oko 10 mikrona), zatim u piritiziranim organskim ostacima i najzad u vidu konkrecija veličine preko 1 mm.

Sa praktičnog stanovišta i to prvenstveno u pogledu briketiranja, uglj iz aleksinačkih rudnika mogao bi se utoliko bolje briketirati ukoliko se više uklone primese humusnog gela i humusnog detritusa nižeg ranga. Liptobiolit bi trebalo izdvajati, jer se njegove fizičke osobine znatno razlikuju od onih u ostalom uglju, a osim toga, on je odlična sirovina za hemijsku industriju.

#### ZUSAMMENFASSUNG

### Der petrologische Aufbau der Kohle aus der Grube Aleksinac und die Feststellung von Liptobiolith

Dr O. Podgajni\*)

Es wird das Untersuchungsergebnis über den petrologischen Bestand der Kohle aus dem Hauptflöz und dem I. Liegendflöz der besagten Grube gegeben, die demnach den Halbglanzkohlen und Hartbraunkohlen angehören.

Die Kohlensubstanz ist ausnehmend heterogen und besteht aus humosen Detritus niederen und höheren Ranges, Clarit, Humusgel (bzw. Vitrit), vergeltem Holzgewebe und Inertinit. Aus dem vorangehenden ergibt sich, dass die Kohlensubstanz teilweise den Charakter von Steinkohlen besitzt. Im Hauptflöz ist Kutinit das vorherrschende Mazeral, im Liegenden — Sporinit.

Die Ergebnisse gekürzter chemischer Analysen sind folgende:

flüchtige Bestandteile . . . . .	45,22% — 53,86%
Kohlenstoff . . . . .	65,34% — 72,42% (w.a.f.)
Feuchtigkeitsgehalt . . . . .	8,80% — 17,70%
Aschegehalt . . . . .	6,22% — 22,48% (bei 105°C)
Schwefelgehalt (insgesamt) . . . . .	3,90% — 8,58% (bei 105°C)

Das Hauptflöz enthält ein durchlaufendes, ungefähr 1 m mächtiges Kork-Liptobiolith-Zwischenflöz, das von wissenschaftlichen und praktischen Standpunkt aus von Interesse ist. In Bezug auf den chinesischen Lopinit ist unser Liptobiolith etwas ärmer an Teer (22%).

Die syngenetische Mineralisierung der Kohlensubstanz ist relativ niedrig. Die hauptsächlich mineralischen Beimengungen bilden tonige Substanzen und Pyrit. Letzterer bildet stellenweise eine bedeutende Beimengung.

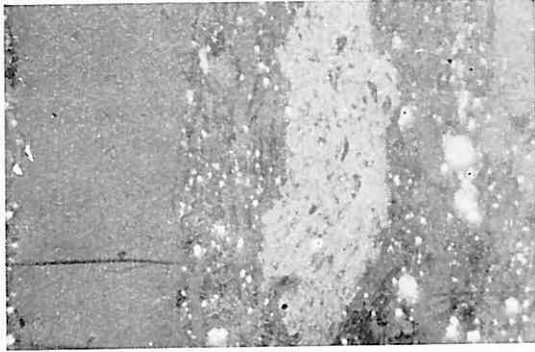
#### Literatura

Cičulić, M., 1950: Prethodni izveštaj o geološkom ispitivanju u aleksinačkoj oblasti. — Izveštaj u fondu Zavoda za geološka i geofizička istraživanja „J. Zujović“, Beograd.

Podgajni, O., Pantić, N., 1964: Petrološko-palinološka studija uglja iz Aleksinačkih rudnika. — Izveštaj u fondu Rudarskog instituta, Beograd.

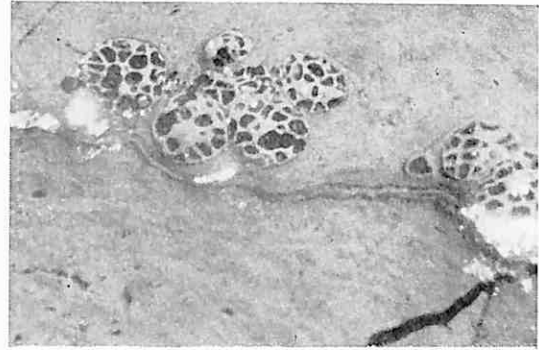
Savović, M., Matić, D., 1961: Aleksinački uljni škriljac i mogućnost rentabilnog korišćenja kao energetskog izvora i za hemijsku industriju. — Izveštaj u fondu Aleksinačkih rudnika, Aleksinac.

\*) Dr Oleg Podgajni, saradnik Zavoda za pripremu mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd.



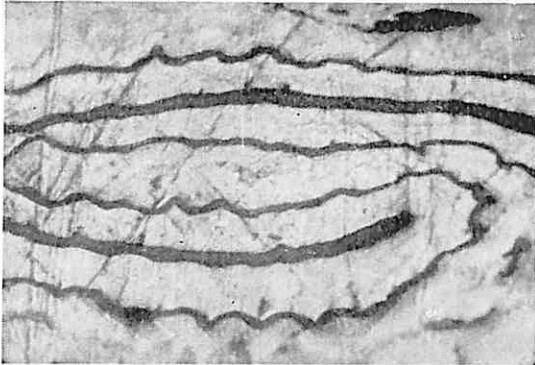
Sl. 1 — Humusni detritus nižeg ranga, sa fuzinitom i humusnim gelom. Belo-pirit (pogon Logorište). Odb. svetl. — Pov. 176x, ulje.

Abb. 1 — Humoser Detritus niederen Ranges, mit Fusinit und Humusgel. (Revier Logorište). Weiss-Pyrit; Auflicht, Vergr. 176 x, Oelimmersion.



Sl. 2 — Humusni detritus višeg ranga, sa kutinitom i sklerotinitom (pogon Logorište). Odb. svetl. — Pov. 176 x, ulje.

Abb. 2 — Humoser Detritus höheren Ranges, mit Kutinit und Sklerotinit (Revier Logorište). Auflicht, Vergr. 176 x, Oelimmersion.



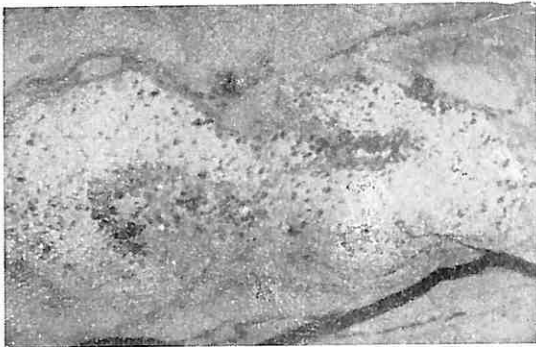
Sl. 3 — Klarit sa kutinitom (pogon Morava). Odb. svetl. — Pov. 176 x, ulje.

Abb. 3 — Clarit mit Kutinit (Revier Morava). Auflicht, Vergr. 176 x, Oelimmersion.



Sl. 4 — Sočivo deformisanog fuzinita (pogon Morava). Odb. svetl. — Pov. 176 x, ulje.

Abb. 4 — Linse aus deformierten Fusinit (Revier Morava). Auflicht, Vergr. 176 x, Oelimmersion.



Sl. 5 — Specifičan semifuzinit (raskinuti prsten) u humusnom detritusu višeg ranga (pogon Dubrava). Odb. svetl. — Pov. 176 x, ulje.

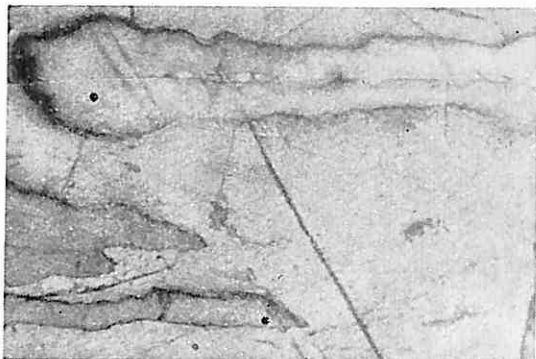
Abb. 5 — Spezifischer Semifusinit (zerrissener Ring) im humosen Detritus höheren Ranges (Revier Dubrava). Auflicht, Vergr. 176 x, Oelimmersion.



Sl. 6 — Neodređeni piritizirani mikrofaunistički ostatak (pogon Dubrava). Odb. svetl. — Pov. 176 x, ulje.

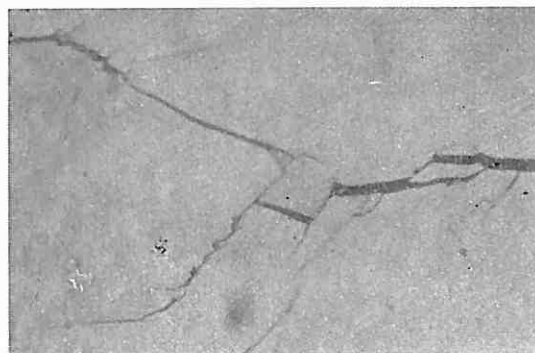
Abb. 6 — Nicht bestimmbar pyritisierte mikrofaunistische Reste (Revier Dubrava). Auflicht, Vergr. 176 x, Oelimmersion.





Sl. 7 — Makrosporinit u klaritu (pogon Dubrava). Odb. svetl. — Pov. 176 x, ulje.

Abb. 7 — Makrosporinit im Clarit (Revier Dubrava). Auflicht, Vergr. 176 x, Oelimmersion.



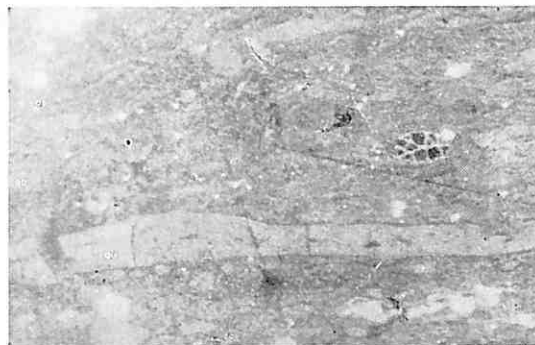
Sl. 8 — Specifičan izgled vitrita (pogon Dubrava). Odb. svetl. — Pov. 176 x, ulje.

Abb. 8 — Spezifisches Aussehen des Vitritinit (Revier Dubrava). Auflicht, Vergr. 176 x, Oelimmersion.



Sl. 9 — Klarit sa mikrosporinitom (počinski sloj, Ljogorište). Auflicht, Vergr. 176 x, Oelb. mersion.

Abb. 9 — Clarit mit Mikrosporinit (Liegendflöz, Ljogorište). Auflicht, Vergr. 176 x, Oelimmersion.



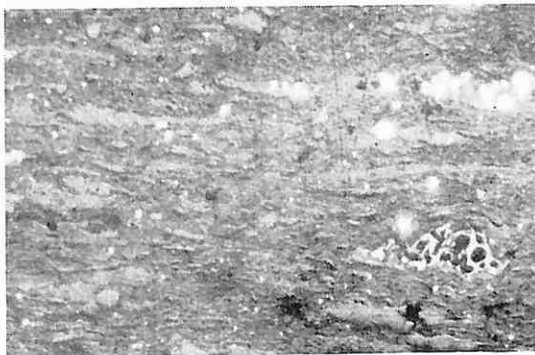
Sl. 10 — Mikrostruktura uljnog škriljca sa sklerocijumom i humusnim gelom. Odb. svetl. — Pov. 176 x, ulje.

Abb. 10 — Mikrostruktur des Oelschiefers mit Sklerotium und Humusgel, Auflicht, Vergr. 176 x. Oelimmersion.



Sl. 11 — Silifikovani argilit sa piritiziranim ostacima mikrofaune. Odb. svetl. — Pov. 176 x, ulje.

Abb. 11 — Verkieselter Argilit mit pyritisierten Mikrofaunen-Resten. Auflicht, Vergr. 176 x, Oelimmersion.



Sl. 12 — Korin liptobiolit sa sklerocijumom i piritom. Odb. svetl. — Pov. 176 x, ulje.

Abb. 12 — Kork-Liptobiolith mit Sklerotium und Pyrit Auflicht, Vergr. 176 x, Oelimmersion.



## Termičko bušenje i sečenje stena

(sa 1 slikom)

Dipl. ing. Janoš Kun

### Uvod

Zahvaljujući iskustvima, koja su zadnjih godina stečena u radu sa raketama, američki i ruski stručnjaci proširili su primenu uređaja sa neprekidnim mlazom i u rudarstvu. Ovi uređaji do sada su sa uspehom primenjeni u bušenju i sečenju tvrdih stena.

Termičko bušenje stena, prema dosadašnjim rezultatima u inostranstvu, zaslužuje posebnu pažnju, tim pre što će Rudarski institut u najskorijoj budućnosti započeti sa istraživanjem u tom pogledu radi rešenja problema eksploatacije vrlo tvrdih stena.

Računajući s tim, da ćemo u što skorijem vremenu moći da iznesemo rezultate istraživanja, smatrali smo da je korisno pre toga izneti najnovije stanje u razvoju termičkog bušenja i sečenja stena.

### Razvoj termičkog bušenja i sečenja

Još od početka ovog veka plamen sa visokom temperaturom koristi se u raznim područjima obrade čelika. Tako se i danas veoma mnogo koristi za zavarivanje, sečenje, grejanje i toplotnu obradu čelika plamen kiseonik-acetilen. U drugim granama industrije je plamen sa visokom temperaturom također našao svoju primenu. Tako se za oblikovanje stakla upotrebljava plamen kiseonik — prirodni gas. Kod svih tih uređaja karakteristično je da se gas-gorivo pali tek kad dospe u

spoljašnju atmosferu. Za razliku od toga, kod rakete ili u gorioniku mlaznog tipa, sagorevanje se vrši u komori. Osim toga, dok je brzina plamena kod običnih gorionika za zavarivanje manja od brzine zvuka, kod mlaznih gorionika brzina plamenih gasova iznosi oko 1800 metara u sekundi, odnosno pet puta je veća od brzine zvuka. Zbog ove velike brzine kod gorionika mlaznog tipa, osim visoke temperature (oko 2200°C), na razaranje deluje i kinetička energija plamenih gasova.

Takva koncentracija kod mlaznog gorionika predstavlja, osim nuklearne, najveću koncentraciju, koja se danas koristi u industriji. Tako na primer, energija mlaza plamena, čija je dužina 450 mm a prečnik 50 mm, odgovara ekvivalentu mehaničke energije, koju proizvodi motor od 500 KS.

Razvoj termičkog bušenja, koje bazira na korišćenju mlaza plamena, bio je postepen i išao je paralelno sa razvojem konstrukcija za izradu uređaja ove vrste.

Prvi uređaji za bušenje mlazom plamena bili su sposobni za bušenje minskih rupa prečnika 25—60 mm, a dubine 1,5 do 2,0 m pri brzini bušenja već prema vrsti stena, od 7 do 14 m na sat. Ovakav učinak odgovarao je dakle boljim tipovima bušačkih čekića, težine od 20 kg. Danas su u upotrebi uređaji koji su sposobni za izradu bušotina prečnika 125 do 250 mm, do dubine oko 60 m sa brzinom bušenja u tvrdim stenama od 6 do 12 m na sat.



## Primena bušenja mlazom plamena

Danas se termičko bušenje pomoću mlaza plamena uspešno primenjuje naročito u tvrdim stenama, koje imaju veći sadržaj silicija. Takve stene, zbog svoje velike otpornosti i abrazivnosti, stvaraju naročito velike teškoće kod klasičnih načina bušenja, ali su istovremeno sklone raspadanju pod uticajem razlike u termičkim naprezanjima. Podaci iz inostranstva govore o tome, da se danas sa uspehom buše mlazom plamena bušotine velikih prečnika u granitu, kvarcitu, hematitu, sijenitu, škriljcima i pešćarima.

Dosadašnja iskustva su pokazala da je bušenje mlazom plamena efikasnije kod stena sa većom lomljivošću, a manje efikasno kod stena koje teže topljenju. Tako su vrlo dobri rezultati postignuti kod kvarcita, pešćara, granita, kao i dolomita, to jest kod stena koje pokazuju dobru lomljivost. Nasuprot tome, bušenje je sporije plamenim mlazom kod stena sa malim sadržajem silicijuma, koje se tope, kao što su dijabazne stene, neki graniti sa malim sadržajem silicijuma ili graniti grubo-zrnaste strukture.

Vrlo dobri rezultati postignuti su u bušenju mlazom plamena na rudniku gvozdene rude (takonit) u Minesoti. Kao rezultat u Canadian Mining Journal-u se navodi da brzina bušenja, pri prečniku bušotine od 185 mm, iznosi 535 metara dužnih bušotine u smeni, što je deset puta više od onog, što se postiže najboljim udarnim bušilicama.

U slučajevima gde se sa uređajima za bušenje mlazom plamena i ne postiže veće napredovanje u odnosu na udarne bušilice, ipak se omogućuju veći razmaci između bušotina radi mogućnosti izrade većih prečnika bušotine i izrade komora za racionalnije punjenje minske rupe.

Sa uređajima za bušenje mlazom plamena, koji su danas u upotrebi, mogu se postići prosečne brzine bušenja i to:

Materijal	Brzina u m/čas
hematit	4,3
gvozdена ruda „takonit“	6,0
sijenit	6,0
granit	6,0
kvarcit	8,5

Radi upoređenja mogućnosti i ekonomičnosti bušenja, koristićemo se podacima iz časopisa „Mine and Quarry Engineering“, koji, izraženi u nama pristupačnoj formuli, su dati u tablici 1.

## Primena sečenja stena mlazom plamena

Pored bušenja mlazom plamena, značajni rezultati postignuti su i na sečenju stene mlazom plamena.

Sečenje stena našlo je, u prvom redu, veliku primenu kod eksploatacije ukrasnog kamena. Nasuprot klasičnoj eksploataciji kamena miniranjem, sečenjem se postiže mnogo veće iskorišćenje mase, ne oštećuje se blok kamena i bolje koristi efektivno radno vreme.

Sečenje stena mlazom plamena svodi se na izradu niza bušotina sa istim uređajima kao i kod bušenja mlazom. Bušotine se obično izrađuju prečnika oko 175 mm, a u razmaku od 200 do 230 mm. Bušotine u ovom slučaju ne služe za eksploziv, već za smanjenje unutrašnjih napona u masivu, što omogućava dobivanje zdravog kamenog bloka. Učinci koji se postižu ovim načinom sečenja u granitu iznose u proseku 1,5 do 3 m<sup>2</sup> površine na

Tablica 1

	Način bušenja			
	Udarна бушилица	Rotациона бушилица	Wagon drill	Mlazom plamenā
Troškovi po бушиlici na radni čas	100,0	20,7	42,8	167,0
Troškovi po dužnom metru бушотине	100,0	89,5	15,8	41,0
Troškovi po m <sup>3</sup> stene	100,0	65,4	109,0	47,5
Potrebno vreme буšenja	100,0	229,0	188,0	20,6
Potrebан број бушилица за исту производњу	100,0	285,7	257,1	50,0

sat, dok se sa uređajima za sečenje helikoidalnom testerom postiže 0,3 do 0,8 m<sup>2</sup> na sat.

U Evropi za eksploataciju granita sečenje mlazom plamena uvedeno je prvi put u kamenolomu Hantergantick (V. Britanija), gde su postignuti vrlo dobri rezultati. Pored toga, što se smanjio otpadni kamen, znatno je povećano iskorišćenje radnog vremena, jer se više nije moralo čekati vreme miniranja i udaljavanja ljudi zbog eksplozije.

### Opis uređaja

Najpoznatiji proizvođač uređaja za bušenje mlazom plamena je „Linde Air Products Company” iz Toronto (Canada).

Jedan od uređaja, koje ova firma proizvodi, je konstruisan za bušenje prečnika iznad 165 mm. Presek ovog uređaja prikazan je na slici 1. Ovaj uređaj za sagorevanje troši kiseonik i tečno gorivo, koji se dovode iz posebnih rezervoara pod stalnim pritiskom i sa regulisanim dotokom.

Kiseonik se nalazi u rezervoaru pod pritiskom od 160 atm, koji je obično smešten na samohodnom prevoznom sredstvu. Rezervoar sadrži kiseonik u količini, koja je dovoljna za rad od 8 do 10 časova.

Tečno gorivo doprema se do uređaja za bušenje kamionskim cisternama, iz kojih se pomoću pumpe ubacuje direktno u gorionik, pod pritiskom od oko 5 atm.

Za hlađenje omotača gorionika upotrebljava se voda, koja brzinom od 5 do 10 m/sec struji kroz omotač. Voda nakon prolaza kroz omotač izlazi iz gorionika i stvara vodenu paru, koja takođe pomaže procesu bušenja.

Postoje razni uređaji za bušenje i sečenje mlazom plamena, koji su provereni u radu. Tako se, osim uređaja za bušenje većih ili manjih bušotina, izrađuju i gorionici prečnika 32 mm za sečenje i oblikovanje kamenih blokova odnosno za izradu segmenata, kao i obrade površine poluobrađenih komada. Obrada površine mlazom plamena pored uštede vremena na mehaničkoj i ručnoj obradi povećavaće otpornost kao i dekorativne osobine kamena.

Jedan od takvih uređaja je Linde FSJ-6, koji teži svega oko 3,5 kg a troši na čas:

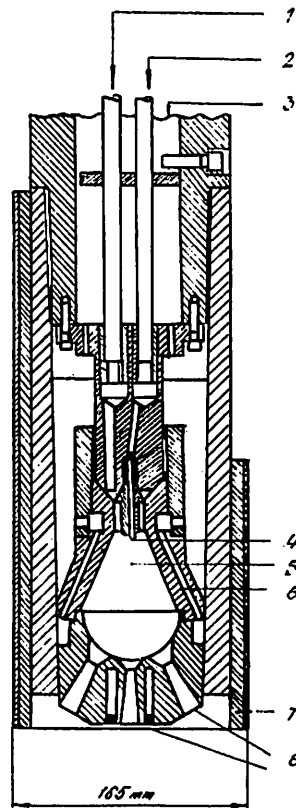
1,5 m<sup>3</sup> kiseonika pod pritiskom 9,5 atm  
16 l tečnog goriva pod pritiskom 4,2 atm  
400 l vode pod pritiskom od 4,5 atm.

### Normativi potrošnog materijala

Potrošnja kiseonika, tečnog goriva i vode za hlađenje, zavisi u prvom redu od vrste stena i konstrukcije uređaja. Da bi se taj utrošak sveo na što racionalniju meru, ugrađuju se regulatori, koji automatski dodaju u gorionike kiseonik i tečno gorivo. Do sada nisu publikovani normativi potrošnog materijala kod bušenja i sečenja mlazom plamena, ali se na osnovu rezultata rada pojedinih uređaja može zaključiti da bi se za sečenje jednog m<sup>2</sup> površine tvrde stene utrošilo približno:

— kiseonika	35—45 Nm <sup>3</sup>
— tečnog goriva	40—45 l
— vode za hlađenje oko	400 l

Kod uređaja za oblikovanje i obradu kamena potrošnja vode je znatno veća, jer osim gorionika treba hladiti i površinu kamena u blizini plamena.



Sl. 1 — Presek gorionika za bušenje mlazom plamena. 1 — dovod kiseonika; 2 — dovod goriva; 3 — dovod vode za hlađenje; 4 — mlaznica za gorivo; 5 — komora za sagorevanje; 6 — kanali za cirkulaciju vode za hlađenje; 7 — vodice za usmeravanje u bušotini; 8 — mlaznice za plamen.

Abb, 1 — Durchschnitt des Düsenbohrers.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Thermisches Bohren und Schneiden der Steine

Dipl. ing. J. Kun<sup>\*)</sup>

Mit der Entwicklung der Raketentechnik fanden auch bei bergbaulichen Geräten dieselben Prinzipien ihre Anwendung.

Für sehr harte Steine verwendet man in letzter Zeit, an Stelle der klassischen Bohrverfahren, neue Düsenbohrer, die im Ausland mit grossem Erfolg angewendet werden. Düsenbohrer werden nicht nur für die Ausführung grosser Sprengbohrlöcher verwendet, sondern auch für die Bearbeitung harter Steine, wie Quarzit, Granit, Sandstein u.a.m.

Vorliegend werden die Hauptprinzipien des thermischen Bohr- und Schneidverfahrens beschrieben, sowie ein Ueberblick einiger Kennzahlen und Ergebnisse gegeben.

### Literatura

- Baker, J. R., 1957: Jet piercing. — Canadian Mining Journal, 108—111.
- Baldini, G., 1962: La perforazione termica delle rocce. — Atti e rassegna tecnica della societa ingegneri e architetti in Torino, Nr. 4, 99—105.
- Jet channelling at Hantergantick. — Mine and Quarry Engineering, 1962, august, 305—355.



<sup>\*)</sup> Dipl. ing. J. Kun, upravnik Biroa za rudarstvo Rudarskog instituta, Beograd.

## Prilog teorijskom i analitičkom tretiranju drvenih vodica u izvoznim tornjevima u rudarstvu

(sa 7 slika)

Prof. ing. Dragutin Damjanović

### Uvod

Kod izvoznih tornjeva u rudarstvu javlja se ponekad potreba za proveravanjem stabilnosti vodica i poprečnica (traverzi). Kao što je poznato, to su, uglavnom, oni konstruktivni elementi, koji uslovljavaju pravilan rad jedne od najvažnijih rudarskih konstrukcija. Pri tome, oni mogu biti od drveta ili čelika, mada je čest slučaj jednovremene primene oba građevinska materijala. U članku će se tretirati oba slučaja, sa posebnim osvrtom na primenu drvenih vodica, pošto se drvo dosta upotrebljava, mada je poznata njegova velika osetljivost u konstrukcijama zbog relativno brzog truljenja, osobito na dodirnim površinama sa metalnim delovima. Ovde neće biti izlaganja o samoj konstrukciji izvoznog tornja, pretpostaviće se, prema tome, da ona zadovoljava sve uslove stabiliteta za slučaj stalnog, pokretnog i horizontalnog opterećenja od vetra. Vođice imaju posebnu, tačno određenu funkciju u sklopu konstrukcije izvoznog tornja, jer je njihov rad namenjen obezbeđenju eksploatacije rudnika. One se, u oknu, oslanjaju na poprečnice i imaju stalan međusobni razmak; van okna, one se do određene visine provlače kroz konstrukciju izvoznog tornja i imaju za primar-

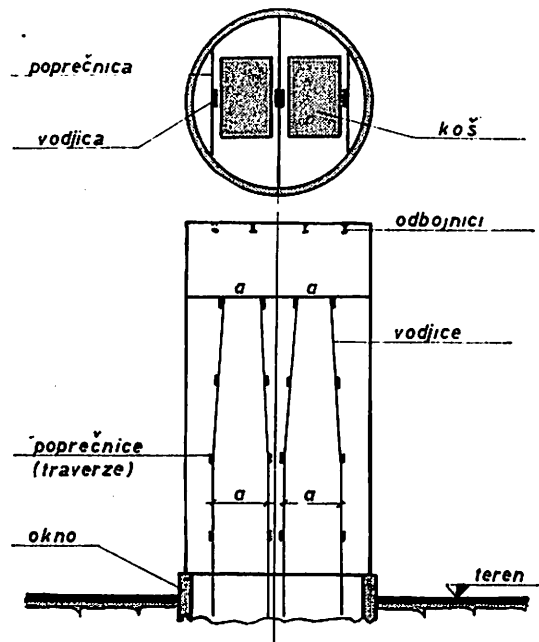
ni zadatak, usmeravanje i osiguravanje mirnog hoda izvoznih sudova, pri njihovim manjim i većim brzinama. U svom gornjem delu, vođice nisu više paralelne među sobom, njihov se razmak smanjuje u takvom odnosu, da obezbeđuje postepen, siguran i miran ulazak izvoznog suda iz „normalnog” u „suženi” profil, koji sada putem trenja deluje na efikasno dovođenje njegove brzine do nule.

Vođice su i u tom delu izvoznog tornja pričvršćene za poprečnice, koje i ovde i u samom oknu imaju složeni zadatak, — one će, zbog toga, biti posebno tretirane kao konstruktivni element. U cilju povećanja opšte sigurnosti konstrukcije tornja, postavljaju se u njegovom gornjem delu specijalni horizontalni nosači „odbojnici”, čiji je zadatak da u datom slučaju prime na sebe silu koja izvlači koš ili skip. Ovakvi slučajevi, mada su retki, mogu da nastupe ako neki od konstruktivnih elemenata „otkaže”, najčešće usled zamora nekog od primenjenih građevinskih materijala.

Sila koja izvlači koš ili skip je dinamička, pa je usled toga i cela konstrukcija tornja izložena takvom opterećenju. Zato su i propisi predvideli veće koeficijente sigurnosti u odnosu na statičko opterećenje (za vođice je

koeficijent sigurnosti  $n = 4$ ). U najopštijem obliku, dispozicija vodica van okna, šematski je prikazana na sl. 1.

Pre prelaska na izlaganje načina ispitivanja napona kod vodica, pretpostaviće se da one, u pogledu svog kvaliteta, u svemu odgovaraju važećim propisima (čl. 9 „Tehničkih propisa o prevozu ljudi i materijala u oknima“). Sem toga, tretiraće se samo drvene vodice, budući da su one češće u upotrebi, i da za njih nije potrebno i posebno odobrenje rudarskog inspektorata, što je inače slučaj kod primene čeličnih vodica.



Sl. 1 — Dispozicija vodica van okna.

Fig. 1 — Disposition des longrines hors des puits d'extraction.

### Vodice van okna

Ulaženjem koša u „suženi profil“ između vodica, dolazi do pojave novih sila usled trenja između izvoznog suda i vodica. Trenje stvara sile koje imaju suprotan smer od smera kretanja izvoznog suda. U karikiranoj razmeri, na sl. 2, prikazan je vertikalni presek vodica i poprečnica, na delu van okna, pri čemu su vodice pod jednim određenim uglom  $\alpha$ .

Na vodicu dejstvuje sila trenja  $\mu N$ , koja je u stvari jedan deo normalne sile  $N$ , pri čemu je:

$\mu$  = koeficijent trenja između vodice i izvoznog suda, i

$N$  = normalna sila u kg ili tonama.

Radi lakšeg izlaganja uzećemo da je normalna sila  $N$  koncentrisana, sa dejstvom u tački C, na polovini visine izvoznog suda. U izrazu  $S-G$ , u planu sila, je:

$S$  = vučna sila u užetu u tonama ili kg i

$G$  = težina koša u tonama ili kg.

Iz sl. 2 vidi se da je vučna sila  $S-G$  u ravnoteži sa normalnim silama  $N$  i sa silama otpora  $W$ , kada se uzme u obzir koeficijent trenja  $\mu = 0,40$ , što je ovde slučaj, i pri čemu je  $\varphi$  = ugao trenja koji odgovara veličini  $\mu$ .

Iz plana sila na sl. 2 vidi se da je:

$$W = \frac{S - G}{2 \sin(\alpha + \varphi)} \text{ (sila otpora usled trenja) i}$$

$$N = W \cdot \cos \varphi = \frac{S - G}{2 \sin(\alpha + \varphi)} \cdot \cos \varphi$$

Za uobičajene slučajeve je ugao nagiba vodica  $\alpha = 2^\circ$  (nagib 1 : 50) i ugao  $\varphi$  koji odgovara koeficijentu trenja  $\mu : \varphi = 22^\circ$ , pa je prema tome:

$$N = \frac{S - G}{2 \sin 24^\circ} \cdot \cos 22^\circ = \frac{S - G}{2 \cdot 0,407} \cdot 0,927 = (S - G) \cdot 1,14 = S - G$$

Za stanje neposredno pred zaustavljanjem koša usled trenja, dovoljno je uzeti da je sila u užetu dva puta veća od težine koša, tj. da je:

$$S = 2G$$

pa je tada normalna sila:

$$N = S - G = 2G - G = G \text{ u tonama.}$$

Prema toj sili treba izračunati: raspon vodice odnosno međusobno odstojanje poprečnica za date dimenzije, dimenzije vodica za usvojeni raspon kao i verifikaciju napona u vodici. Kao što se vidi, normalna sila  $N$  zavisi od sile  $S$  u užetu, za stadijum neposredno pred zaustavljanje koša u suženom prostoru (jer kada koš stane, izvozna mašina ne

radi, pa je sila u užetu  $S \geq G$ ). Pri tome se može uzeti da je  $S = 1 - 2/G$  i to: za teže koševе odnosno skipove  $S = 1,2 - 1,5/G$  i za lakše:  $1,5 - 2/G$ . Na taj će se način dobiti realne dimenzije vodica. Raspon vodica treba uvek odrediti računskim putem, pa će kod velikih i teških izvoznih sudova biti znatno manji nego kod malih i lakših. Na jednom brojnom primeru će se videti način rada.

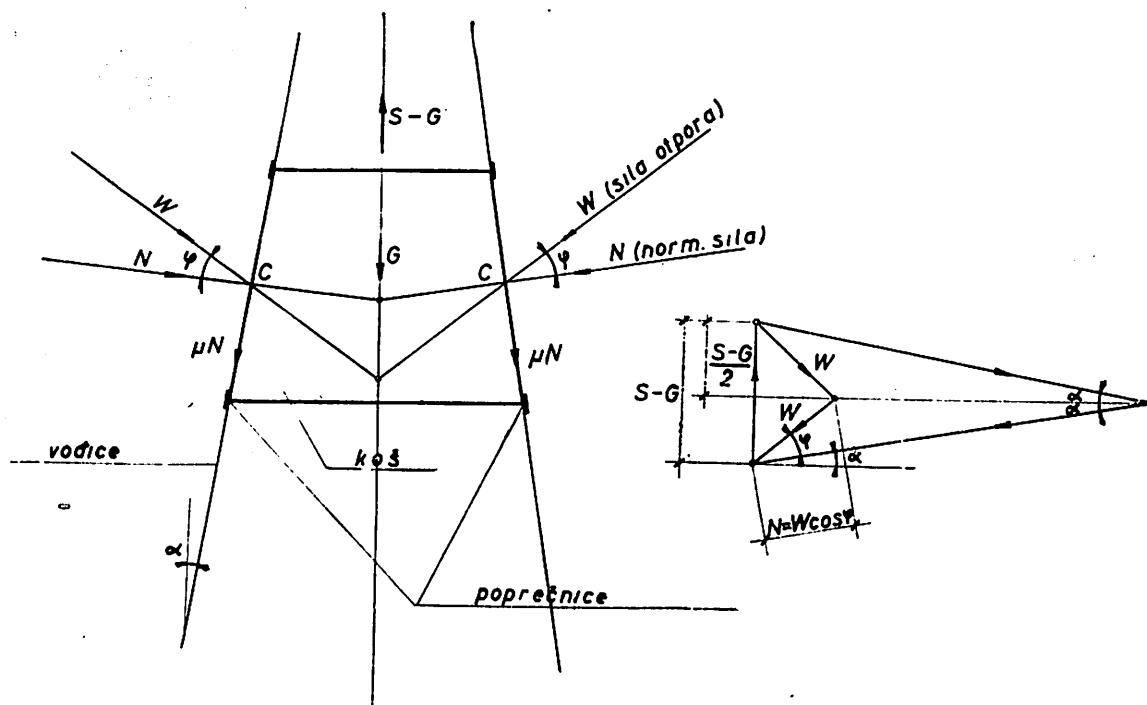
ili

$$l = \frac{100 \cdot 780}{750} = 104 \text{ cm.}$$

Vodica se može, zbog načina svog spajanja sa poprečnicama, smatrati prostom gredom raspona „l” (sl. 3).

U proračun najvećeg napona uvodi se najnepovoljniji položaj sile  $N$ , tj. kada je na polovini raspona  $l$ , pa je:

$$M_{max.} = \frac{N \cdot l}{4}$$



Sl. 2 — Prikaz uticaja normalnih sila i sila trenja na vodice.

Fig. 2 — Demonstration de l'influence des forces normales et de frottement sur les longrines.

Dato je: Težina koša  $G = 3000 \text{ kg}$ . Normalna sila  $N = 3000 \text{ kg}$ . Vodice: 18/16 cm pa je sada:

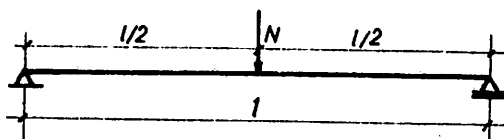
$$M_{max.} = \frac{3000 \cdot l}{4}, \quad W = \frac{18 \cdot 16^2}{6}, \quad \sigma = 100 \text{ kg/cm}^2$$

odakle je:

$$M_{max.} = \sigma \cdot W$$

ili

$$750 \cdot l = 100 \cdot 780$$



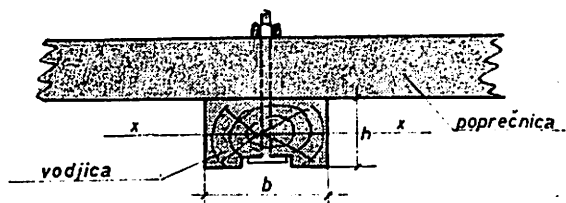
Sl. 3 — Statički sistem vodica.

Fig. 3 — Système statique des longrines.

Otporni moment vodice je, prema sl. 4,

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

pri čemu treba pravilno uvesti njegovu vrednost, u odnosu na merodavnu osu kao i položaj poprečnice.



Sl. 4 — Horizontalni presek vodice i poprečnice.  
Fig. 4 — Coupe transversale de longrine et traverse.

U ovom slučaju redovno treba kontrolisati i ugib vodice, koji za položaj sile „N” na polovini raspona „l” iznosi:

$$f = \frac{N \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J} = f_{dozv.} = \frac{1}{200} \text{ (prema propisima)}$$

Ako je vrednost računski dobijenog ugiba  $f$  veća od vrednosti, koja se dozvoljava propisima, tada se dimenzije vodice određuju prema dozvoljenom ugibu.

Za drvenu vodicu pravougaonog preseka:

$$b : h = 7 : 5$$

odakle je:

$$b = \frac{7}{5} \cdot h$$

što se dobija iz sl. 4:

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{7/5 \cdot h \cdot h^3}{12} = \frac{7 \cdot h^4}{60} \text{ u cm}^4$$

Zamenom vrednost za ugib je:

$$f = f_{dozv.} = \frac{N \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J}$$

i odavde:

$$J = \frac{N \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot f_{dozv.}} = \frac{N \cdot l^3 \cdot 200}{48 \cdot E \cdot f} = \frac{N \cdot l^2 \cdot 50}{12 \cdot E} = \frac{7 \cdot h^4}{60}$$

U ovom izrazu je nepoznata visina preseka vodice „h”, pa je sada:

$$h = \sqrt[4]{\frac{50 \cdot 60 \cdot N \cdot l^2}{7 \cdot 12 \cdot E}} = \sqrt[4]{\frac{250 \cdot N \cdot l^2}{7 \cdot E}} = \sqrt[4]{\frac{35,7 \cdot N \cdot l^2}{E}} \text{ u cm.}$$

Pri ovom treba paziti, da se u proračun uvede pravilna vrednost za modul elastičnosti  $E$  u  $\text{kg/cm}^2$ .

Sada se, za poznato  $h$ , nalazi druga dimenzija vodice:  $b = 7/5 h$ .

Sa ovako nađenim dimenzijama za „b” i „h”, smanjenim za veličinu habanja, treba proveriti napone u vodici, koji su sada složeni, jer je:

$$\sigma_{1,2} = -\mu \frac{w \cdot N}{b \cdot h} \mp \frac{M_{max.}}{W_x} \cdot \eta$$

pri čemu je:

$$M_{max.} = \frac{N \cdot l}{4} + \mu \cdot N \cdot \frac{h}{2} \text{ u tm ili kg/cm i}$$

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} \text{ u m}^3 \text{ ili cm}^3$$

gde je

$w$  — merodavni koeficijent izvijanja (sl. 5).

Na sl. 5 je prikazan način opterećenja vodice od sile  $N$  i  $\mu \cdot N$ . Uneti su i dijagrami napona centrične sile  $\mu \cdot N$  i normalne sile  $N$ , iz kojih se vidi, da su najviše opterećena vlakna na unutrašnjoj strani vodice.

Vodica je inače tretirana kao prosta gređa, opterećena jednom koncentrisanom silom na polovini raspona i momentom u istoj tački.

#### Vodice u oknu

Vodica u oknu je izložena sili, koja potiče od težine koša, kada se u datom slučaju hvataljka uhvati za nju. Pri tome se težina koša deli srazmerno broju vodica (sl. 6).

Na delu  $AB$  drvena vodica, preseka  $b/h$ , opterećena je pritiskujućom silom  $P$  i bočnom silom  $R$ , čija je vrednost  $= \frac{1}{12} \cdot Q$ .

gdé je  $Q$  = najveće opterećenje koša. Prema tome, izraz za napon u vodici je:

$$\sigma_{1,2} = -w \cdot \frac{P}{F} \mp \frac{M_x}{W_x} \cdot \eta$$

gde je:

$w$  = merodavni koeficijent izvijanja, koji se dobija u zavisnosti od:

$$\lambda = \frac{l}{i_{min.}} = \text{vitkost vodice,}$$

gde je:

$l$  = dužina na izvijanje u  $m^1$  ili  $cm^1$ , koja zavisi od načina veze vodice sa poprečnicom; u ovom slučaju vodicu treba smatrati kao štap sa dva zgloba na krajevima, pa je tada dužina na izvijanje jednaka dužini vodice  $l$ , a

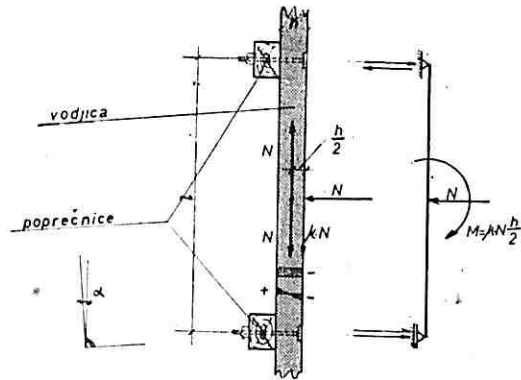
$$i_{min.} = \sqrt{\frac{J_{min.}}{F}} = \text{najmanji poluprečnik}$$

inercije u  $m^1$  ili  $cm^1$ .

Iz ovog se vidi da treba, pre proveravanja napona, usvojiti dimenzije vodica  $b/h$ , da bi se, u izraz za  $i_{min.}$  uvele vrednosti za  $J_{min.}$  i  $F$ . Sada se iz poznate vrednosti za  $\lambda = \frac{l}{i_{min.}}$  nalazi koeficijent izvijanja „ $w$ “.

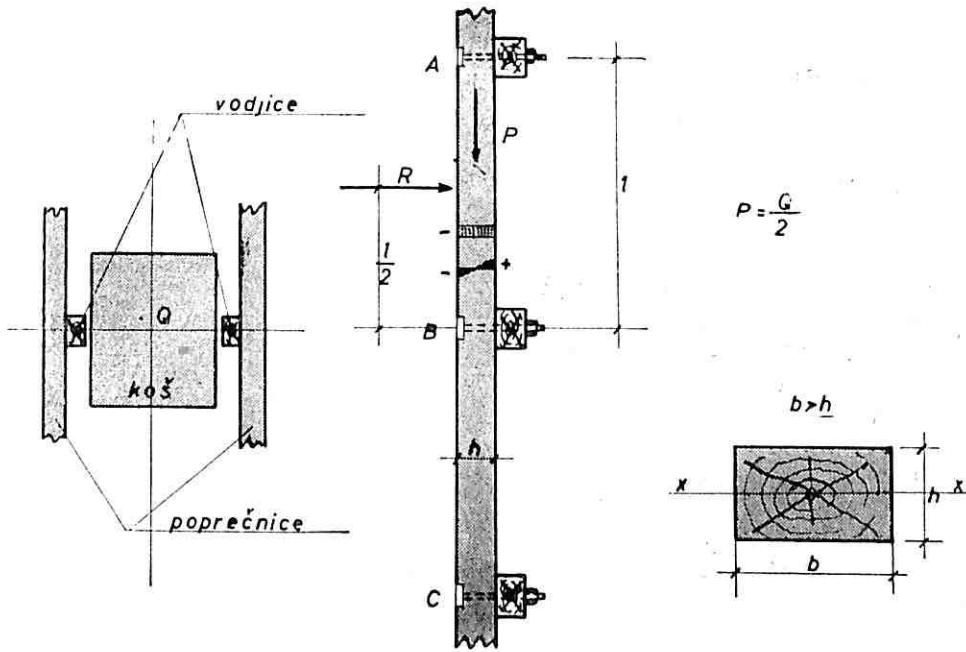
$M_x$  = najveći momenat od koncentrisane sile  $R$ , koji je ovde:

$$M_x = R \cdot \frac{l}{4} \text{ u tm ili kg/cm i}$$



Sl. 5 — Sistem opterećenja vodica.

Fig. 5 — Système des charges sur les longrines.



Sl. 6 — Poprečni i vertikalni presek vodica i poprečnice sa dijagramima napona u vodici.

Fig. 6 — Coupe transversale et verticale des longrines et traverses avec diagrammes des contraintes dans les longrines.



$$W_x = \text{otporni momenat preseka vodice} = \frac{b \cdot h^2}{6} \text{ u m}^3 \text{ ili cm}^3.$$

Za određivanje merodavnih napona  $\sigma_1$  i  $\sigma_2$  uzet je trenutak, kada se hvataljka uhvatila za vodicu sa jednovremenim bočnim udarom sile  $R$ .

$\eta$  = koeficijent koji zavisi od dozvoljenih napona na savijanje i pritisak, za tehnički kvalitet drvene građe od koje su vodice.

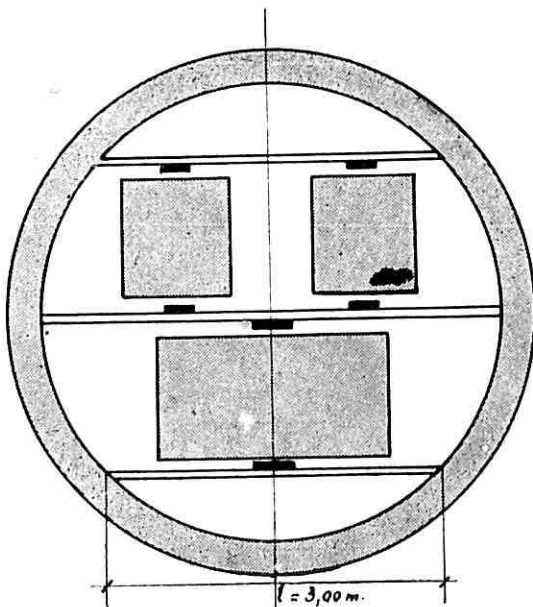
Tako je npr.:

- za čamovu građu II klase  $\eta = 0,90$
- za čamovu građu I klase  $\eta = 0,87$
- za hrastovu građu II klase  $\eta = 0,835$
- za hrastovu građu I klase  $\eta = 0,858$

Prema jugoslovenskim propisima, za štapove izložene pritisku i savijanju, ovaj koeficijent  $\eta = 0,85$ , dok je za štapove napregnute na zatezanje i savijanje njegova vrednost  $\eta = 0,80$ .

Izraz za veličine napona:

$$\sigma_{1,2} = -w \cdot \frac{P}{b \cdot h} \mp \frac{M_x}{W_x} \cdot \eta \leq \sigma_p \text{ dozr.}$$



Sl. 7 — Horizontalni presek okna sa položajem vodica, poprečnica i koševa.

Fig. 7 — Coupe transversale du puits d'extraction avec disposition des longrines, traverses et cages.

Na sl. 6 su šematski prikazani dijagrami napona u vodici na delu  $AB$ . U praksi je najčešći slučaj, da se dimenzije vodica unapred usvajaju, vodeći pri tome računa i o veličini njihovog „habanja” odnosno „trošenja” pri radu, pa je tada potrebno da se odredi njihov raspon  $l$ , drugim rečima razmak poprečnica. Taj se razmak nalazi iz:

$$\sigma_{1,2} = -w \cdot \frac{P}{F} \mp \frac{M_x}{W_x} \cdot \eta \leq \sigma_p \text{ dozr.}$$

Da bi se, pri tom, naponi iskoristili do maksimuma, treba staviti:

$$\sigma_{1,2} = -w \cdot \frac{P}{F} \mp \frac{M_x}{W_x} \cdot \eta = \sigma_p \text{ dozr.}$$

Prema jugoslovenskim propisima:

$$w = \frac{1}{1 - 0,8 \left[ \frac{\lambda}{100} \right]^2} \text{ za } \lambda \leq 75$$

$$w = \frac{\lambda^2}{3100} \text{ za } \lambda \geq 75$$

Iz obrasca za napon  $\sigma$  vidi se, da se veličina „ $l$ ” javlja u izrazu za „ $w$ ” i  $M_x$ , pa je zato:

$$\sigma_{1,2} = -w \cdot \frac{P}{F} \mp \frac{M_x}{W_x} \cdot \eta = \frac{1}{1 - 0,8 \left( \frac{l^2}{100^2 \cdot i^2_{min.}} \right)} \cdot \frac{P}{F} \pm \frac{N \cdot l}{4 \cdot W_x} \cdot \eta = \sigma_p \text{ dozr.}$$

$$\sigma_{1,2} = -w \cdot \frac{P}{F} \mp \frac{M_x}{W_x} \cdot \eta = \frac{l^2}{3100 \cdot i^2_{min.}} \cdot \frac{P}{F} \pm \frac{N \cdot l}{4 \cdot W_x} \cdot \eta = \sigma_p \text{ dozr.}$$

Iz jednog brojnog primera videće se primena ovih obrazaca u proračunu.

Brojni primer

Dato je: težina koša (prema propisima)  $Q = 6000$  kg; merodavne dimenzije vodica  $b = 18$  cm i  $h = 14$  cm; građa: četinar I klase, sa  $\sigma_p = 100$  kg/cm<sup>2</sup> (prema jugoslovenskim propisima).

Treba odrediti: raspon vodice odnosno razmak poprečnica u cm i kritične napone u vodici, u kg/cm<sup>2</sup> (sl. 7).

Iz jednačine:

$$w \cdot \frac{P}{F} \pm \frac{N \cdot l}{4 \cdot W_x} \cdot \eta = \sigma_p \text{ dozv.}$$

gde je:

$$w = \frac{1}{1 - 0,8 \cdot \frac{1^2}{100^2 \cdot l^2}} \quad \text{i} \quad w = \frac{\lambda^2}{3100} = \frac{l^2}{3100 \cdot l^2}$$

gde je:

$$i_{min.} = \sqrt{\frac{J_{min.}}{F}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 14^3}{12}} = \sqrt{\frac{14^2}{12}} = 4,04 \text{ cm.}$$

$$P = \frac{6000}{2} = 3000 \text{ kg}$$

odnosno sa četvorostrukom sigurnošću, prema propisima:

$$P = 4 \cdot 3000 = 12000 \text{ kg}$$

$$F = 18 \cdot 14 = 252 \text{ cm}^2$$

$$N = \frac{6000}{12} = 500 \text{ kg}$$

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{12} = \frac{18 \cdot 14^2}{6} = 3 \cdot 14^2 = 588 \text{ cm}^2$$

$\eta = 0,85$  — prema jugoslovenskim propisima.

Rad: =

Ako se iz prve vrednosti za „w” zanemari drugi izraz u imenitelju:

$$0,8 \cdot \frac{l^2}{100^2 \cdot l^2} = \frac{0,8}{163216} \quad l^2 = 0,000005 \cdot l^2, \text{ tada je}$$

$$w = 1.$$

Druga vrednost za „w” biće prema jugoslovenskim propisima:

$$w = \frac{1}{3100 \cdot l^2} \cdot l^2 = 0,00002 \cdot l^2.$$

Prvo rešenje:

$$1. \quad \frac{P}{F} \pm \frac{N \cdot l}{4 \cdot W_x} \cdot \eta = \sigma_p \text{ dozv.}$$

Ovde je uzeto  $w = 1$  pa je:

$$\frac{12000}{252} \pm \frac{500 \cdot 1}{4 \cdot 588} \cdot 0,85 = 100 \text{ kg/cm}^2$$

(četinar I klase)

ili

$$47,6 + 0,17 \cdot 1 = 100; \quad l = \frac{100 - 47,6}{0,18} =$$

$$= \frac{52,40}{0,18} = 291 \text{ cm} = 2,90 \text{ m.}$$

Drugo rešenje:

$$w \cdot \frac{P}{F} + \frac{N \cdot l}{4 \cdot W_x} \cdot \eta = \sigma_p \text{ dozv.}$$

ili

$$0,00002 \cdot 1^2 \cdot 47,6 + 0,18 \cdot 1 = 100$$

ili

$$0,001 \cdot 1^2 + 0,18 \cdot 1 = 100$$

i odavde:

$$l = \frac{0,18 + \sqrt{0,18^2 + 4 \cdot 0,001 \cdot 100}}{2 \cdot 0,001} = \frac{0,18 + 0,65}{0,002} =$$

$$415 \text{ cm} = 4,15 \text{ m}$$

merodavna je manja vrednost za „l” tj.

$$l = 290 \text{ cm} = 2,90 \text{ m}$$

Naponi u vodičama:

$$\sigma_{1,2} = -w \cdot \frac{P}{F} \mp \frac{M_x}{W_x} \cdot \eta$$

gde je:

$$\lambda = \frac{1}{i_{min.}} = \frac{290}{4,04} = 71,7 < 75$$

pa je

$$w = \frac{1}{1 - 0,8 \cdot \left(\frac{\lambda}{100}\right)^2} = \frac{1}{1 - 0,8 \cdot 0,52} =$$

$$= \frac{1}{1 - 0,416} = \frac{1}{0,584} = 1,71$$

$$P = 3000 \text{ kg}$$

$$F = 18 \cdot 14 = 252 \text{ cm}^2$$

$$M = \frac{N \cdot l}{4} = \frac{500 \cdot 290}{4} = 36250 \text{ kgcm}$$

$$W_x = 588 \text{ cm}^2; \quad \eta = 0,85$$

pa su naponi:

$$\sigma_1 = -1,71 \cdot \frac{3000}{252} = -\frac{36250}{588} \cdot 0,85 =$$

$$= -20,2 - 52,5 =$$

$$= -72,7 \text{ kg/cm}^2 < 100$$

$$\sigma_2 = -1,71 \cdot \frac{3000}{252} + \frac{36250}{588} \cdot 0,85 = -20,2 +$$

$$+ 52,5 = +32,3 \text{ kg/cm}^2 < 95$$

Iz ovih analiza i proračuna mogu se, dakle, izdvojiti analitički izrazi za:

- dimenzioniranje vodica,
- ispitivanje napona u vodicama, i
- određivanje njihovog merodavnog raspona odnosno odstojanja poprečnica.

Sem toga, prema računski dobijenim vrednostima napona  $\sigma_1$  i  $\sigma_2$ , i prema stepenu njihovog iskorišćenja u odnosu na dozvoljene napone, mogu se dimenzije vodica regulisati na smanjenje ili povećanje.

#### RÉSUMÉ

Une contribution au traitement théorique et analytique des longrines en bois, dans un système de guidage des puits d'extraction.

Prof. ing. D. Damjanović\*)

Dans cet article est présenté le traitement et le calcul des contraintes et dimensions des longrines en bois, soumises aux efforts simultanés de compression, du flambage et de flexion.

Tenant compte des contraintes admises, cette étude donne les expressions analytiques, pour calculer:

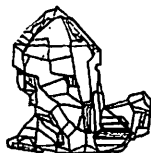
- la longueur maximum de la longrine,
- les dimensions de la longrine, et
- les contraintes critiques.

#### Literatura

Pavlović, V., 1963: Transport i izvoz u rudnicima. — Beograd.

Wedler, B., 1955: Holzbauwerke. — Berlin.

Jugoslovenski važeći propisi za konstrukcije u rudarstvu i građevinarstvu. — Beograd, 1954.



\*) Dipl. ing. Dragutin Damjanović, vanredni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.

# Mogućnost primene statističke matematičke analize u pripremi mineralnih sirovina

Dipl. ing. Zoran Pacić

## Uvod

Poznato je da se danas za praćenje i interpretaciju rezultata u naučno-istraživačkom radu, kao i za automatsko regulisanje i praćenje uslova u tehnološkom procesu, sve više koriste metode statističke analize.

Ako počemo od toga, da prilikom razrade izvesnog problema dobijamo čitav niz važnih parametara, na osnovu kojih donosimo određene zaključke, možemo postaviti pitanje — koje od dobijenih rezultata smatramo tačnim, koliko iznosi dijapazon dozvoljenih odstupanja i koje slučajeve treba odbaciti, pre no što se počne sa analizom postignutih rezultata.

Rezultat, do koga smo došli u toku naših ispitivanja, ne može se analizirati usamljen i nepotvrđen. Međutim, postavlja se pitanje, kada je već određeni problem obrađen i dobijeno ne jedan već čitav niz rezultata, na koji način taj niz dobijenih rezultata pripremiti za analizu i donošenje zaključaka. U takvom slučaju, pravilno primenjen statistički metod može uvek za određena ispitivanja, bolje rečeno za izvestan skup rezultata, da da tačan odgovor — koji su od rezultata, datih u nizu, u granicama dozvoljene greške, koliko je ta greška i koje rezultate kao neispravne treba odbaciti.

Kod automatskog a naročito kod poluautomatskog praćenja tehnološkog procesa, gde dobijamo velike nizove registrovanih rezul-

tata i gde se odmah u toku registracije ne saopštavaju rezultati punktu za korigovanje procesa, već se rezultati sagledavaju posle određenog vremenskog perioda i na osnovu toga utiče na dalji tok procesa, statistički metod obrade rezultata svakako dobija svoju punu primenu.

Mi, danas, imamo u mnogim našim postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina ugrađene uređaje, koji nam za određeni vremenski period saopštavaju nizove rezultata u vidu određenog grafičkog prikaza ili sl. Ovi rezultati ostaju bez dalje statističke obrade i nisu dovoljno iskorišćeni u praćenju tehnološkog procesa.

## Mogućnost korišćenja zakona statistike pri izradi laboratorijskih studija

Ako postavimo zahtev da laboratorijskom studijom ispitamo primenu bilo koje od poznatih metoda koncentracije mineralnih sirovina, mi onda idemo jednim uobičajenim redom.

Vrši se uzimanje uzorka iz samog ležišta iz bunkera gde je već mineralna sirovina usklađena ili u toku same prerade u tehnološkom procesu ukoliko već imamo industrijsku preradu ove sirovine.

Zatim se vrši pripremanje uzoraka različitim metodama skraćivanja, usitnjavanja itd.

I na kraju, vrši se uzimanje pojedinačnih uzoraka, određene težine, koji su potrebni za laboratorijsko ispitivanje.

Broj opita u toku ispitivanja zavisi od karaktera ispitivanja, težine problema, kao i pojedinačnih parametara do kojih se želi doći u toku ispitivanja. S obzirom na to, da u toku ispitivanja može iskrsnuti čitav niz nepredviđenih momenata, bilo kao posledica postupka koji se primenjuje, bilo kao posledica karaktera sirovine, to je obim takvih ispitivanja veoma teško unapred odrediti a posebno broj opita u ovakvim ispitivanjima.

Rezultati opita mogu biti sagledani tek kada su hemijske analize dobijenih proizvoda u toku opita gotove i kada je na bazi težina i hemijskih analiza dobijen stvarni metal bilans. Pri tom, do sadržaja metala u ulazu, a po pojedinim optima, dolazimo računskim putem. Normalno je, da se kod tako dobijenog sadržaja metala u ulazu u čitavoj seriji opita pojavljuju izvesna odstupanja. Ova odstupanja uočavaju se i poređenjem pojedinih sadržaja metala u ulazu opita sa sadržajem koji je dobijen hemijskom analizom srednjeg uzorka na kome su i vršena ispitivanja. Postavlja se pitanje, da li uzorak, uzet za kompletnu hemijsku analizu, može biti reper prema kome treba upoređivati sadržaj metala u ulazu dobijen za pojedine opite. Ako od čitave mase uzmemo 50 uzoraka od po 1<sup>o</sup> kg rude za laboratorijske opite, pa se jedan od tih 50 pripremi i da za izradu kompletne hemijske analize, dobija se rezultat za jedan uzorak, čija težina greške može biti ista kao srednja greška koja se dobija iz bilansa metala opita izvršenih od ostalih 49 uzoraka. Ako se ova pojava logično usvoji, moglo bi se reći da se do srednje vrednosti serije rezultata može doći preko osnovnih principa statistike odnosno definisanosti teorije grešaka.

Ako postoji izvesna serija rezultata, oni će se međusobno manje ili više slagati. Ako su rezultati jedne serije, merenja  $r_1$ ;  $r_2$ ;  $r_3$ ; . . . . .  $r_i$  i ako se pojedinačni rezultati ponavljaju sa frekvencijom  $n_1$ ;  $n_2$ ;  $n_3$ ; . . . . .  $n$ , onda je:

$$\text{ukupan broj merenja: } n = \sum_0^i n_i \quad (1)$$

Srednja vrednost rezultata:

$$\bar{r} = \sum_0^i \left( \frac{n_i}{n} \right) \cdot r_i = \sum_0^i p_i \cdot r_i \quad (2)$$

Količnik  $n_i/n = p_i$  zove se *verovatnoća rezultata*  $r_i$ .

Srednja vrednost kvadrata svih rezultata jeste:

$$\sum_0^i (n_i/n) \cdot r_i^2 = \sum_0^i p_i \cdot r_i^2 = \bar{r}^2 \quad (3)$$

Razlika između jednog pojedinačnog rezultata i srednje vrednosti zove se *devijacija* tog rezultata:

$$\Delta_i = r_i - \bar{r} \quad (4)$$

Proizlazi da je srednja vrednost svih devijacija ravna nuli, jer je

$$\sum_0^i \Delta_i \cdot n_i = 0 \quad (5)$$

Radi toga devijacija nije ugodno merilo preciznosti metode merenja te je bolje služiti se veličinom, koja zavisi od kvadrata devijacija. Tako npr. disperzija jedne serije po definiciji je srednja vrednost kvadrata svih devijacija:

$$\delta^2 = \sum_0^i (n_i/n) \cdot \Delta_i^2 = \sum_0^i p_i \cdot \Delta_i^2 = \bar{r}^2 - \bar{r}^2 \quad (6)$$

Može se kao merilo tačnosti uzeti i kvadratni koren disperzije. Ova veličina zove se *standardna devijacija* a definisana je izrazom:

$$\delta = \pm \sqrt{\sum_0^i p_i \cdot \Delta_i^2} = \sqrt{\bar{r}^2 - \bar{r}^2} \quad (7)$$

Primer:

Izvršena je studija koncentracije jedne olovo-cinkane rude postupkom flotacije, jednom serijom od 25 laboratorijskih opita. Sadržaj olova i cinka u ulazu dobijen je za svaki opit pojedinačno računski preko metal bilansa. Dobijeni rezultati procentualnog učešća olova i cinka u ulazu za čitavu seriju opita dati su u tablici 1.

Ako seriju rezultata sadržaja olova u ulazu proverimo preko zakona statistike dolazimo do rezultata datih u tablici 2.

Iz ovoga slede granični slučajevi:

$$6,874 = 6,87$$

$$6,226 = 6,23$$

što znači, da od 25 rezultata 7 nije zadovoljilo.

Kriterijum po Gauss-u da 68% svih rezultata bude u granicama  $\bar{r} \pm \delta$  smatraćemo za naš slučaj zadovoljenim, jer su 72% od svih rezultata pozitivni.

Rezultat 6,86 sa svojom devijacijom od +0,36 kao najvećom u čitavoj seriji izgleda sumnjiv. Radi odluke da li ga treba odbaciti iz čitave serije naših opita, vršimo proveru po kriterijumu Chauvenea:

$$\frac{\Delta_i}{\delta} = \frac{0,36}{0,32} = 1,12 \text{ za } n = 20$$

gde je  $q = 2,24$ , te pošto je  $1,12 < 2,24$  mi ovaj rezultat ne možemo odbaciti i ako nam je po svom odstupanju na prvi pogled izgledalo da to možemo učiniti.

Proveru rezultata za sadržaj cinka u ulazu dajemo u tablici 3.

Tablica 1

Broj opita	Pb % u ulazu	Zn % u ulazu
1.	6,32	1,42
2.	6,12	1,31
3.	6,30	1,31
4.	6,42	1,32
5.	6,43	1,63
6.	6,14	1,65
7.	6,45	1,64
8.	6,41	1,54
9.	6,99	0,94
10.	6,79	1,79
11.	6,30	1,55
12.	6,63	1,28
13.	6,38	2,00
14.	6,71	0,96
15.	7,14	1,74
16.	6,57	1,63
17.	6,52	1,74
18.	6,08	1,64
19.	7,12	1,51
20.	6,52	1,66
21.	6,84	1,58
22.	6,76	1,68
23.	6,06	1,11
24.	6,76	1,19
25.	6,86	1,43

Tablica 2

$r_i$	$n_i$	$n_i/n$	$\frac{r_i \cdot n_i}{n}$	$\Delta_i$	$n_i \cdot \Delta_i$	$\Delta_i^2$	$n_i \cdot \Delta_i^2/n$
6,32	1	0,04	0,253	-0,23	-0,23	0,0529	0,002116
6,12	1	0,04	0,245	-0,43	-0,43	0,1849	0,007396
6,30	2	0,08	0,504	-0,25	-0,50	0,0625	0,005000
6,42	1	0,04	0,257	-0,13	-0,13	0,0169	0,000676
6,43	1	0,04	0,257	-0,12	-0,12	0,0144	0,000576
6,14	1	0,04	0,246	-0,53	-0,53	0,2809	0,011236
6,45	1	0,04	0,258	-0,10	-0,10	0,0100	0,000400
6,41	1	0,04	0,256	-0,14	-0,14	0,0196	0,000784
6,99	1	0,04	0,280	+0,49	+0,49	0,2401	0,009604
6,79	1	0,04	0,272	+0,24	+0,24	0,0576	0,002304
6,63	1	0,04	0,265	+0,08	+0,08	0,0064	0,000256
6,38	1	0,04	0,255	-0,17	-0,17	0,0289	0,001156
6,71	1	0,04	0,268	+0,16	+0,16	0,0256	0,001024
7,14	1	0,04	0,286	+0,64	+0,64	0,4096	0,016384
6,57	1	0,04	0,263	+0,02	+0,02	0,0004	0,000016
6,52	2	0,08	0,522	-0,03	-0,06	0,0009	0,000072
6,08	1	0,04	0,243	-0,47	-0,47	0,2209	0,008836
7,12	1	0,04	0,285	+0,62	+0,62	0,3844	0,015376
6,84	1	0,04	0,274	+0,29	+0,29	0,0841	0,003364
6,76	2	0,08	0,541	+0,23	+0,47	0,0529	0,004232
6,06	1	0,04	0,242	-0,49	-0,49	0,2401	0,009604
6,86	1	0,04	0,274	+0,36	+0,36	0,1296	0,005184
$n = 25$			$\bar{r} = 6,55$				0,105596

Standardna devijacija:  $\delta = \pm \sqrt{0,105596} = \pm 0,324$

Rezultat čitave serije:  $\bar{r} = 6,55 \pm 0,324$

Tablica 3

$r_i$	$n_i$	$n_i/n$	$\frac{r_i \cdot n_i}{n}$	$\Delta_i$	$n_i \cdot \Delta_i$	$\Delta_i^2$	$n_i \cdot \Delta_i^2/n$	
1,42	1	0,04	0,057	-0,064	-0,064	0,0041	0,000164	
1,31	2	0,08	0,105	-0,186	-0,362	0,0346	0,002768	
1,32	1	0,04	0,053	-0,175	-0,175	0,0306	0,001224	
1,63	2	0,08	0,130	+0,282	+0,284	0,0202	0,001616	
1,65	1	0,04	0,066	+0,164	+0,164	0,0269	0,001076	
1,64	1	0,04	0,065	+0,150	+0,150	0,0225	0,000900	
1,54	1	0,04	0,062	+0,053	+0,053	0,0028	0,000112	
0,94	1	0,04	0,037	-0,590	-0,590	0,3481	0,013924	
1,79	1	0,04	0,072	+0,308	+0,308	0,0949	0,003796	
1,55	1	0,04	0,062	+0,060	+0,060	0,0036	0,000144	
1,28	1	0,04	0,051	-0,216	-0,216	0,0466	0,001864	
2,00	1	0,04	0,080	+0,517	+0,517	0,2673	0,010692	
0,96	1	0,04	0,038	-0,568	-0,568	0,3226	0,012904	
1,74	1	0,04	0,069	+0,251	+0,251	0,0630	0,002520	
1,74	1	0,04	0,069	+0,252	+0,252	0,0635	0,002540	
1,64	1	0,04	0,066	+0,158	+0,158	0,0250	0,001000	
1,51	1	0,04	0,060	+0,024	+0,024	0,0006	0,000024	
1,66	1	0,04	0,066	+0,171	+0,171	0,0292	0,001168	
1,58	1	0,04	0,063	+0,094	+0,094	0,0088	0,000352	
1,68	1	0,04	0,067	+0,193	+0,193	0,0372	0,001488	
1,11	1	0,04	0,044	-0,382	-0,382	0,1459	0,005836	
1,19	1	0,04	0,048	-0,304	-0,304	0,0924	0,003696	
1,43	1	0,04	0,057	-0,052	-0,052	0,0027	0,000108	
		$n = 25$	$\bar{r} = 1,487$					0,069906

Standardna devijacija izračunata za cink:

$$\delta = \pm \sqrt{0,069906} = \pm 0,264$$

$$\bar{r} = 1,487 \pm 0,264$$

iz ovoga slede granični slučajevi:

$$1,487 + 0,264 = 1,751$$

$$1,487 - 0,264 = 1,223$$

što znači da od 25 rezultata 6 ne zadovoljava. Kriterijum Gauss-a da 68% svih rezultata bude u granicama  $\bar{r} \pm \delta$  smatraćemo za naš slučaj dovoljnim, jer imamo 76% pozitivnih rezultata.

Rezultat 1,739 sa svojom devijacijom + 0,252 kao najvećom u čitavoj seriji proveravamo po kriterijumu Chauvené-a pa dobijamo sledeće:

$$\frac{\Delta_i}{\delta} = 0,252/0,264 = 0,9545$$

Po tablici Chauvené-a za  $n = 20$  znamo da je  $q = 2,24$  pa kako je  $0,95 < 2,24$ , mi ovaj rezultat iz naše serije zadržavamo.

Primenom teorije grešaka na seriji od 25 laboratorijskih opita, koji su urađeni u cilju proučavanja ove olovo-cinkove rude, dolazimo do saznanja, koje rezultate za sadržaj olova ili cinka u ulazu možemo usvojiti a koje

odbaciti. Isto tako proverom po Gauss-ovom kriterijumu dolazimo do saznanja da li serija rezultata kao celina može da zadovolji.

Iz navedenog konkretnog primera vidimo da kod olova imamo 7 negativnih rezultata, odnosno rezultati čitave serije zadovoljavaju sa 72%. Kod sadržaja cinka nema 6 zadovoljavajućih rezultata te je ukupan broj zadovoljavajućih rezultata 76%. Međutim, ako bismo posmatrali rezultate sadržaja olova i sadržaja cinka povezano za određeni opit, te zbog nezadovoljavajućeg rezultata jednog odbacili čitav opit, došli bismo do sledećeg zaključka: opite pod rednim brojem 9 i 23 treba apsolutno odbaciti, jer su nezadovoljavajući rezultati sadržaja metala u ulazu kako za olovo tako i za cink. Opite 2, 6, 15, 18 i 19 treba odbaciti radi nezadovoljavajućih rezultata sadržaja olova, dok opite 10, 13, 14 i 24 treba odbaciti kao nezadovoljavajuće radi sadržaja cinka. Iz toga proizlazi da u ovoj seriji od 25 opita ima pozitivnih samo 56% rezultata. Primenjujući Gauss-ov kriterijum da se 68% svih rezultata nalaze u granicama ( $r = \pm \delta$ ) ovakvu jednu seriju trebalo bi odbaciti.

Na ovaj način, primena zakona statističke određuje nam tačno dijapazon dozvolje-

nih odstupanja i omogućuje da o svim serijama odnosno čitavoj studiji rasuđujemo i donosimo zaključke tek po odbacivanju opita, koji su izvan dozvoljenih granica odstupanja.

Zakoni statistike, primenjeni na ovakav način, ukazuju samo koje opite treba odbaciti kao nepouzdanе. Međutim, o uzrocima odstupanja ovaj primenjeni postupak ne govori ništa. Gde je nastupila greška i u kom redu veličine je svaka od tih pojedinačnih grešaka ne zna se, pošto se u svakoj pojedinačnoj operaciji opita može pretpostaviti učinjena greška.

Uzrok nastajanja greške odnosno odstupanja od neke određene vrednosti nastaje u prvom redu kao posledica nedovoljne preciznosti u radu, pa bi ove uzroke trebalo tražiti pre svega:

— zbog metačnosti uzimanja pojedinačnih manjih uzoraka za laboratorijske opite iz velikog osnovnog srednjeg uzorka (preciznost metode uzorkovanja);

— zbog gubitka najfinijih čestica korisnih minerala u procesu pripremanja uzorka za opit koncentracije (drobljenje, mlevenje);

— zbog gubitka pojedinih komponenti u toku procesa koncentracije, odvodnjavanja i sušenja;

— zbog gubitaka koji su nastali u toku pripremanja uzorka za hemijsku analizu;

— zbog greške koja nastaje merenjem proizvoda dobijenih u toku opita; i konačno

— zbog odstupanja koja neminovno nastaju kao posledica preciznosti odgovarajuće metode hemijske analize.

Prema tome, ovaj postupak nema za cilj da otkrije mesto nastale greške i da utvrdi težinu koju pojedini uzročnik nosi sa sobom u određivanju definitivnog odstupanja.

### **Primena zakona statistike u praćenju tehnološkog procesa**

Za praćenje tehnološkog postupka u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina postoje određene metode. Međutim, primena ovih metoda vezana je za mnoge subjektivne uslove.

Na mnogim pogonima u našoj zemlji funkcionišu razni uređaji za kontrolu tehnološkog postupka, ali automatika ovih uređaja nije potpuna, bolje reći, definitivne rezultate dobijamo posle čitavog niza operacija u kojima pored automata veliki deo operacija

obavljaju određena stručna lica. Znači, dolazimo do zaključka sličnog kao i u izlaganju u prethodnom poglavlju, da su dobijeni rezultati kompleksno vezani za čitav niz operacija i da se u svakoj od pojedinačnih operacija može očekivati greška.

Uzećemo samo jedan očišćen primer gde se mogu u kontroli tehnološkog procesa primeniti zakoni statistike, apriori pre usvajanja rešenja odnosno donošenju suda o radu pogona. Poznato je, da se u postrojenju za pripremu neke rude postupkom flotacije rezultati rada u toku jednog vremenskog perioda (npr. za mesec dana rada) sagledavaju preko metal bilansa prerađene rude i dobijenih proizvoda flotacije. Takođe je poznato, da sem merenja proizvoda, za izradu metal bilansa moramo imati i hemijsku analizu sadržaja pojedinih komponenti. U velikim postrojenjima uobičajeno je da se metal bilans prati po smenama tj. u toku 8-časovnog rada. Kada se na kraju meseca dobije sadržaj određenih komponenti u pojedinim proizvodima, prave se tzv. kompozitni uzorci u čiji sastav ulaze svi smenski uzorci. Takav uzorak, koji sada predstavlja rezultat-prosek smenskih uzoraka, uzima se za izradu mesečnog metal bilansa. Svaki pojedinačni uzorak uneo je u kompozit veću ili manju devijaciju. Postavlja se pitanje, da li se svaki od pojedinačnih uzoraka može uzeti za izradu kompozita odnosno koliko iznosi dozvoljeni dijapazon odstupanja za pojedinačne uzorke, to se može odrediti primenom zakona statistike. Na osnovu takvog postupka možemo odrediti koji uzorci ulaze u sastav kompozita a koje treba odbaciti. Interesantno bi bilo i sagledavanje komparativnih rezultata, kada primenjujemo zakone statistike za izradu kompozita i kada kompozitni uzorak pripremimo od svih smenskih uzoraka bez prethodne selekcije. Odras unete greške na prikazan metal bilans svakako bi predstavljao dragocenu materiju za izučavanje samog procesa i za intervenciju u korigovanju i otklanjanju nedostataka. Primena zakona statistike u pomenutom slučaju, bila bi od posebnog interesa za velika postrojenja, gde za hiljade tona proizvedenog koncentrata jedan uzorak tzv. mesečni kompozit postaje odlučujući podatak. Često, u velikim postrojenjima uspostavlja se kontrola uzimanja uzoraka na dva ili tri mesta za jedan isti proizvod. Primeri iz prakse pokazuju, da se u takvim slučajevima dešavaju konstantna odstupanja i u konačnom sudu,



koji se uzorak može smatrati najpouzdanijim, odluče mnogo manje važni faktori. Međutim, pomoću zakona statistike u ovakvim slučajevima može se izračunati težina grešaka u svakom pojedinačnom nizu, videti devijacije nizova, utvrditi da li se svakog meseca u istim nizovima javlja sličan dijapazon devijacije, te na osnovu takve jedne

analize odlučiti u izboru uzorka, a za nesigurne rezultate otkriti uzročnike grešaka.

Ovim primerom samo smo ukazali na jedno od mesta primene. Međutim, posmatrano u svetlu čitave šeme tehnološkog procesa može se reći, da je primena statističke metode ne samo moguća no za pravilnu kontrolu procesa i neophodna.

#### SUMMARY

### Possibility of Statistical Mathematical Analysis Application in Mineral Dressing

Z. Pacić, Min. Eng.\*)

The paper is concerned with the problem of adequate statistical methods application in mineral dressing.

The first part is considering the problem of error evaluation i.e. deviation appeared in some individual tests, the problem of error average value determination, as well as the differences among the results obtained in a lead-zinc ore tests. The method for standard deviation determination in lead-zinc contents is studied on the basis of twenty five individual tests. Analysing the data, the author points out the causes resulting in already mentioned deviations.

Finally, the author gives the possibilities of the use of such a statistical results analysis in industrial processes.

#### Literatura

Blanquet, P., 1957: Primena zakona statistike za rasvetljavanje izvesnih problema u kontroli tehnološkog procesa. Disperzija rezultata i hemijska analiza minerala. — Pariz.

Raffineau, P., 1960: Statistička analiza u laboratorijskim ispitivanjima postupkom flotacije. — Referat na Međunarodnom kongresu za PMS, London.

Gy, P., 1957: Primena statističke metode na izučavanje problema u industrijskom tretiranju mineralnih sirovina. — Pariz.

\*) Dipl. ing. Zoran Pacić, saradnik Zavoda za pripremu mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd.

# Primena savremenih metoda za kvantitativno određivanje kobalta

(sa 1 slikom)

Dipl. hem. Angelina Jovičić

## Uvod

Kobalt se u prirodi javlja zajedno sa stenama veoma različitog petrografskog sastava i pokazuje jednu stalnu povezanost sa ultrabazičnim stenama. On učestvuje u manjoj meri i u sastavu olivina, serpentina i drugih silikata, koji čine osnovne komponente bazičnih stena, kao i u sastavu niklovih ruda (sulfidnih i silikatnih). Sem toga, kobalt je vezan i sa srednjokiselim i kiselim magmatским stenama (diorit, granodiorit, ređe granit).

Asocijacija kobalta sa niklom, bakrom, gvožđem i manganom je jedna od geohemijskih osobina ovoga metala. Klarkov sadržaj kobalta iznosi samo 0,0012%. Od celokupnog broja atoma litosfere samo 0,0005% pripada kobaltu.

Po svom značaju mogu se izdvojiti sledeći minerali kobalta koji se javljaju u prirodi: skuterudit ( $\text{CaAs}_2$ ), smaltin  $/(\text{Co}, \text{Ni}) \text{As}_3$ /, saflorit  $/(\text{Co}, \text{Fe}) \text{As}_2$ /, kobaltin ( $\text{CoAsS}$ ), glaukodat  $/(\text{Co}, \text{Fe}) \text{AsS}$ /, katijerit ( $\text{CoS}_2$ ), lineit ( $\text{Co}_2\text{S}_4$ ), kerolit  $/(\text{Co}, \text{Cu}, \text{Ni})_3 \text{S}_4$ /, asbolan  $/\text{m} (\text{Co}, \text{Ni}) \text{OMnO}_2\text{nH}_2\text{O}/$ , eritrin  $/\text{Co}_3 (\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}/$  i drugi.

Među kobaltnim rudama izdvajaju se arsenske rude, sulfidne rude i gvožđevito-manganove rude.

Ekonomski značajna ležišta kobalta mogu se podeliti na: magmatska ležišta, skarnovska ležišta, ležišta kobalta u bakronosnim pešćarima i škriljcima, kompleksna hidrotermalna Ag-Co-Ni-Bi-U ležišta, čistokobaltna žična i silikantna ležišta.

Ležišta kobalta, a naročito sa sulfidnim rudama, koncentrisana su u svetu na nekoliko područja:

— Centralnoafrička provincija, koja obuhvata niz bakronosnih ležišta u kojima se nalaze i ekonomski značajne koncentracije kobalta (Katanga, Severna Rodezija).

— Kanadska provincija, koja se sastoji od niza sulfidnih ležišta niklovo-bakrovo-kobaltnih ruda kao i žična Ag-Co ležišta.

Ovde treba takođe spomenuti i silikatna ležišta nikla u Novoj Kaledoniji, Kubi i Brazilu, odakle se kobalt dobija kao nusprodukt.

Čisto kobaltne rude odlikuju se relativno jednostavnim mineraloškim sastavom. Kobalt se javlja prvenstveno u vidu kobaltina i glaukodata. Sadržaj kobalta u takvim rudama varira obično od 0,04% do 7%. Rude koje sadrže ispod 3—3,5% Co podvrgavaju se pre metalurške prerade obogaćivanju.

Kompleksne kobaltne rude odlikuju se složenim mineraloškim i hemijskim sastavom. U kobaltno-niklovim rudama kobalt se obično javlja u mineralima kao što su smaltin i

safloorit, koji su vezani prelazima sa odgovarajućim niklovim arsenidima. Ove rude imaju, u poređenju sa čisto kobaltnim, više arsena i, što je glavno, drugih metala. Ovakve rude, koje sadrže preko 2—3% kobalta, šalju se direktno na metaluršku preradu.

Među rudama gde je kobalt vezan u kobaltonosnom piritu, posebni značaj imaju kobalto-bakrove rude (bakar je, uglavnom, vezan za halkopirit). Čist pirit u tim rudama sadrži obično 0,40—0,70% kobalta. Kobaltonosni piritni koncentracije se podvrgavaju metalurškoj preradi.

U našoj zemlji nema nekih naročitih pojava kobaltnih ruda. Postoji nekoliko manjih pojava Ni-Co ruda, ali je njihov ekonomski značaj mali ili se nedovoljno istražene. U prve se mogu nabrojati pojave u Gokčanici (istočno od Raške), a u druge pojave u Petkoviću kod Orahovca, gde su nedavno otkrivene i manje mase sulfidne mineralizacije (sa prosečno 0,3—0,4% kobalta).

Naša silikatna ležišta nikla, u kojima se obavezno kao pratilac javlja kobalt, predstavljaju problem za sebe, a sigurno je da još dugo neće biti izvor ekonomičnog dobijanja kobalt-metala, jer se iz takvih ruda ne može izvršiti koncentracija pomenutih minerala kobalta.

Svetska proizvodnja kobalta potiče najvećim delom iz rudnih ležišta u kojima se kobalt nalazi kao sporedna komponenta, a samo u nekoliko ležišta kobalt je vodeća metalna komponenta. Izvesne količine kobalta dobijaju se i preradom otpadaka kobalta i starog kobalta.

S obzirom da kobalt predstavlja jedan od prvorazrednih strategijskih metala, to se i njegova proizvodnja posle drugog svetskog rata znatno povećava. Proizvodnja kobalta u toku poslednjih godina prelazi 12.000 tona (bez SSSR, a prema 4.300 tona u 1939. godini). Isključivo industrijska primena kobalta zasniva se prvenstveno na osobinama njegovih legura, koje mogu da izdrže visoku temperaturu i čvrstoću, i magnetičnim osobinama. Jedan manji deo kobalta upotrebljava se u keramičkoj industriji za kobaltiranje, a neke njegove soli se upotrebljavaju kao katalizatori. Izotop kobalt-60 nalazi važnu primenu u savremenoj medicini.

Naša zemlja ne eksploatiše kobalt rudarskim putem, a svoje potrebe u kobaltu podmiruje uvozom.

## Dosadašnji primenjivani postupci za kvantitativno određivanje kobalta

### Elektrolitički postupak

Kobalt se može uspešno kvantitativno odrediti elektrolitičkim putem samo u materijalima koji ne sadrže bakar i nikal. Skoro uvek jedan od pomenutih metala je pratilac kobalta, pa ova metoda ne može dati tačne rezultate, jer će se na elektrodi taložiti pored kobalta i bakar i nikal. Ova metoda zahteva poseban tretman ispitivanog uzorka, što znatno produžuje i otežava rad. Pomoću kalijumnitrita ( $KNO_2$ ) prevodi se kobalt u nerastvorljivi kalijumkobaltni nitrit ( $K_3Co(NO_2)_6$ ) i tako odvoji od navedenih elemenata, pa se tek zatim vrši elektroliza.

### Gravimetrijski postupak

Gravimetrijski postupak za određivanje kobalta se najčešće primenjuje u analitičkoj praksi. Ovaj način određivanja vrlo je dug, a i rezultati upoređeni sa rezultatima dobijenim spektrofotometrijskim postupkom znatno odstupaju od rezultata ove tačnije metode. Kako je prikazano u tablici 2, gde su dati uporedni rezultati ova dva postupka, primećuju se i veća odstupanja kao što je kod uzorka 72/63. Skoro kao po pravilu ova metoda daje veće vrednosti od stvarnih. Ovo se naročito odražava kod određivanja kobalta u onim uzorcima koji sadrže niske procenete ovog metala.

Sušтина ove metode se sastoji u tome, da se u rastvorenom uzorku u hlorovodoničnoj kiselini staloži kobalt sa  $\alpha$  nitrozo  $\beta$  naftolom, a nagrađeni purpurno-crveni talog kobaltonitrozo naftola ( $Co/C_{10}(HO)_3$ ) žarenjem prevodi u kobalt oksid ( $Co_3O_4$ ). Ovako dobijeni kobalt oksid nije stalnog sastava a ni dovoljno čist, te se obračunavanjem na elementarni kobalt dobijaju relativno visoke vrednosti. Da bi se smanjila greška prevodi se oksid pomoću sumporne kiseline u sulfat i ovaj meri.

### Spektrofotometrijska metoda za kvantitativno određivanje kobalta

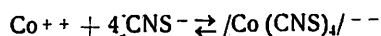
#### Fotometrijske metode uopšte

Zahvaljujući osobini da kobalt gradi sa različitim solima obojena jedinjenja postoji više načina za fotometrijska određivanja malih količina ovog elementa:

— poznata su crveno obojena jedinjenja amonijačnih kobaltnih kompleksa /Co (NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>/<sup>+++</sup> nastalih dodatkom amonijaka i vodonikperoksida rastvorima kobaltnih soli;

— u novije vreme se sve više koristi bojena reakcija kobalta sa nitrozo R soli (natrijumnitrozo 2 naftol 3,6 disulfonat), jer je vrlo osetljiva i može da koristi za određivanje i gama količina kobalta;

— tiocijanatni postupak se zasniva na poznatoj bojenoj reakciji za kobalt pomoću tiocijanata. Doda li se rastvorima kobaltnih soli koncentrovani rastvor nekog alkalnog tiocijanata (NH<sub>4</sub>CNS, KCNS ili NaCNS), nastaje plavo obojenje od kompleksnog kobalt-tiocijanatnog jona /Co (CNS)<sub>4</sub>/<sup>---</sup>



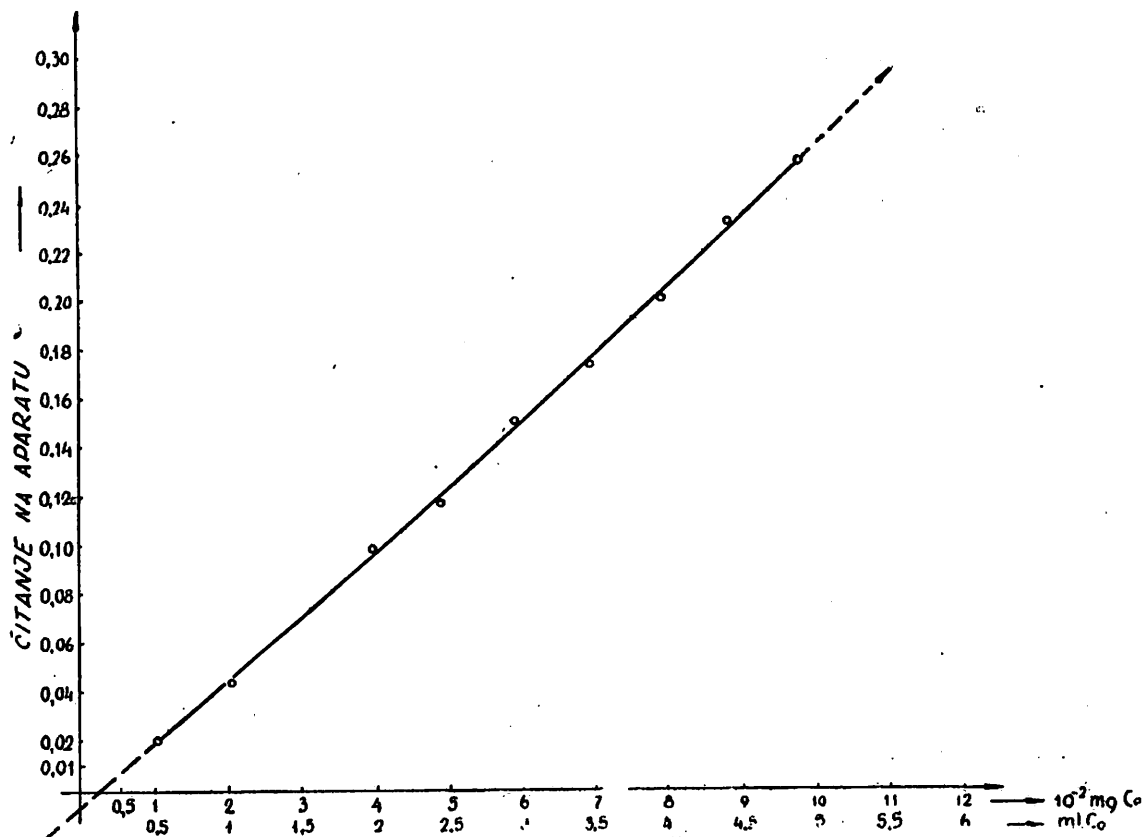
Plava boja je intenzivnija u prisustvu organskih rastvarača na primer acetona, jer

ovaj smanjuje disocijaciju kobalttiocijanatnog jona. Elementi koji ometaju reakciju blokiraju se dodavanjem odgovarajućih reagensa.

Uvođenjem ove metode u Biro-u za analitičku hemiju Rudarskog instituta postiže se veća tačnost i brzina u određivanju procentualnog udela kobalta u uzorcima koji se ispituju.

#### Tiocijanatni postupak razrađen na spektrofotometru SP-600

Da bi se dobio odgovarajući rastvor za očitavanje na spektrofotometru treba određeni uzorak rastvoriti u smeši hlorovodonične i azotne kiseline. Azotna kiselina se dodaje kao oksidans, a hlorovodonična razblažena vodom u odnosu 1:1. Kada je rastvaranje završeno, azotni oksidi se eliminišu dodavanjem koncentrovane hlorovodonične



Sl. 1 — Baždarna kriva.

Abb. 1 — Eichungs-Kurve.

kiseline i uparavanjem do suva. U ovako pripremljenu probu stavi se 10 ml razblažene hlorovodonične kiseline 1 : 10, prokuva, doda amonijaka do slabo postojanog zamućenja, a zatim u kapima hlorovodonična kiselina, sve dok se nagrađeni hidroksidi ne rastvore. Sadržaj cele probe se kvantitativno bez filtriranja prenosi u normalni sud od 100 ml i dopuni do crte. Ako proba sadrži velike količine gvožđa, treba je prvo staložiti suspenzijom cink-oksida, odvojiti ga, zajedno sa silicijumom, filtriranjem i filtrat upotrebiti za dalju analizu. U međuvremenu treba pripremiti reagens koji sadrži 125 grama hidratisanog trinatrijum-fosfata u 1 litru destilovane vode. 8 ml ovog rastvora se pomeša sa 10 ml 60% amonijum tiocijanata i dobro promućka u levku za odvajanje. U ovako pripremljenu mešavinu dolije se 5 ml ispitivane probe, koja mora da ima pH-1, a zatim pipetom tačno 10 ml smeše etiletar-amilalkohol (7,5 ml etiletra i 2,5 ml amilalkohola). Posle energičnog mućkanja u etarskom sloju se pojavljuje plavo obojenje kobalhtiocijanatnog kompleksa  $[Co(CNS)_4]^{--}$  i na spektrofotometru SP-600 pri  $\lambda$  600 A° meri apsorbancija sloja, odnosno koncentracija rastvora. Preko baždarnе krive prikazane na slici 1 vrši se preračunavanje sadržaja kobalta u ‰.

Tablica 1

Co, ml	Co, mg	Čitanje na aparatu	Co %
0,5	0,01	0,022	0,01
1,0	0,02	0,048	0,02
1,5	0,03	0,074	0,03
2,0	0,04	0,099	0,04
2,5	0,05	0,124	0,05
3,0	0,06	0,150	0,06
3,5	0,07	0,174	0,07
4,0	0,08	0,200	0,08
4,5	0,09	0,224	0,09
5,0	0,10	0,250	0,10

U tablici 1 prikazane su vrednosti po kojima je konstruisana baždarna kriva, a pošlo se od poznate koncentracije vodenog rastvora kobalt-sulfata. Za referentnu probu uzeta je destilovana voda.

Baždarna kriva, koja je konstruisana po vrednostima datim u tablici 1, kao što se iz dijagrama vidi, ne prolazi kroz koordinatni početak, već je produžena i seče negativnu osu koordinatnog sistema, a kao takva se može upotrebiti za čitanje nižih i viših vrednosti koje nisu prikazane u tablici 1. Te vrednosti su manje ili više aproksimativne, ali nisu netačne, jer je iskustvo pokazalo da se mogu sa date krive očitavati i veće i manje koncentracije kobalta sa dovoljnom tačnošću.

### Obrađivani materijal

Spektrofotometrijskom metodom kobalt je određivan u sledećim materijalima: rudama nikla i gvožđa, azbestnim materijalima i piritnim koncentratima.

Na početku uhodavanja ove metode vršene su uporedne analize spektrofotometrijski i gravimetrijski na uzorcima ruda nikla, a dobijeni rezultati prikazani su u tablici 2.

Tablica 2

Oznaka uzorka	Sadržaj kobalta %	
	spektrofotometrijska metoda	gravimetrijska metoda
55 /63	0,01	0,04
56 /63	trag	trag
56a/63	trag	0,01
58 /63	0,04	0,05
64 /63	0,12	0,13
66 /63	0,13	0,14
70 /63	0,24	0,27
72 /63	0,08	0,18
74 /63	0,29	0,32
101 /63	trag	trag
103 /63	trag	trag

U tablici 3 date su vrednosti za procentualni sadržaj kobalta za pojedine karakteristične uzorke već navedenih materijala.

### Zaključak

Spektrofotometrijska metoda za kvantitativno određivanje kobalta u kompleksnim

rudama nikla i gvožđa kao i u ostalim mineralnim sirovinama je detaljno razrađena po metodi Foster de Snell Ph. D. Dobijeni rezultati ovom metodom su vrlo tačni, a i operacije izvođenja analize, u odnosu na klas-

sične metode, su daleko brže. Zato se ova metoda može uopšte preporučiti, kada se zahteva veća tačnost i kada treba u kraćem vremenskom periodu izvršiti veći broj analiza.

Tablica 3

Ruda	Oznaka uzorka	L <sub>4</sub> /17	L <sub>4</sub> /21	L <sub>3</sub> /1	L <sub>3</sub> /4	L <sub>3</sub> /14	L <sub>3</sub> /16	L <sub>4</sub> /1	L <sub>4</sub> /4	L <sub>4</sub> /11	L <sub>5</sub> /9	L <sub>5</sub> /14	K <sub>1</sub> /24	K <sub>1</sub> /4
Ruda gvožđa A	% Co	0,15	0,14	0,02	0,01	0,01	0,05	0,08	0,04	0,15	0,03	0,04	0,07	0,11
	Oznaka uzorka	2/63	3/63	4/63	5/63	6/63	7/63	8/63	9/63	10/63	11/63	20/63	70/63	74/63
Ruda nikla	% Co	trag	0,01	0,02	0,03	trag	0,52	0,03	0,03	0,02	0,02	0,17	0,24	0,29
	Oznaka uzorka	As/4	As/5	As/6	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>						
Azbestni materijal	% Co	0,10	0,07	trag	0,05	0,04	trag							
	Oznaka uzorka	O <sub>s</sub> -P <sub>x</sub> 1	O <sub>s</sub> -P <sub>x</sub> 20	M	G									
Piritni koncentrat	% Co	0,02	0,01	0,02	trag									
	Oznaka uzorka	U. P.												
Ruda gvožđa B	% Co	trag												

Napomena: Rezultati analiza dobijeni su u Birou za analitičku hemiju Rudarskog instituta.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Anwendung neuer Methoden für die quantitative Kobalt-Bestimmung

Dipl. hem. A. Jovičić\*)

Im vorliegenden wird die spektrometrische Methode für die quantitative Kobaltbestimmung in komplexen Ni- und Fe-Erzen und anderen mineralischen Rohstoffen nach der Methode Foster de Snell Ph. D. eingehend ausgearbeitet.

Die nach dieser Methode gewonnenen Resultate sind sehr genau und die Ausführungen der Analysen sind — in Bezug auf die klassischen Methoden — bedeutend weniger zeitraubend.

Aus diesen Gründen ist diese Methode in jenen Fällen empfehlenswert, wenn eine besondere Genauigkeit von mehreren Analysen bei kürzerer Ausführungszeit gefordert wird.

\*) Dipl. hem. Angelina Jovičić, saradnik Biroa za analitičku hemiju Rudarskog instituta, Beograd.

## Literatura

- Hall, A. J., 1950: Colorimetric Determination of Cobalt with Nitroso R Salt in the Presence of Copper. — „Analytical Chemistry”, Washington.
- Janković, S., 1960: Ekonomska geologija. — Beograd.
- Kecman, G. R., 1948: Determination of Cobalt in Atmospheric Samples. — „Analytical Chemistry”, Washington.
- Kolthoff-Sandell, 1951: Anorganska kvantitativna analiza. — Zagreb.
- Putschè, H., 1947: Colorimetric Method for the Determination of Cobalt in Stainless Steel. — „Analytical Chemistry”, Washington.
- Saltzman, B., 1955: Microdetermination of Cobalt in Biological Materials. — „Analytical Chemistry”, Washington.
- Snell, F. C., 1957: Colorimetric Methods of Analysis. — New York.
- Tredvel, F. P., 1952: Kvantitativna hemijska analiza. — Beograd.
- Welcher, I. F., 1962: Organic Analytical Reagents. — Princeton, New Jersey.



## Olovo i cink u znaku visoke konjunktуре

Uglješa Dimitrijević

Za poslednju godinu dana na tržištu obojenih metala došlo je do značajnih promena u poslovanju bazičnim metalima, olovom i cinkom, srebrom, bakrom. Stalni porast cene olova i cinka, od leta prošle godine (preko 50%), svakako je pojava koja privlači pažnju zainteresovanih faktora svetskog tržišta i koja, zbog svoje kompleksnosti, traži da bude objašnjena i da se, ako je moguće, sagleda dalji razvoj današnje situacije za koju je jugoslovenska industrija obojenih metala vitalno zainteresovana.

Kriza i obilje su faze koje u kraćem ili dužem vremenskom razmaku jedna drugu smenjuju ostavljajući svaka iza sebe probleme u nasleđe drugoj na rešavanje. Olovo i cink, pre današnjeg boom-a, dugo godina su bili u krizi. Ta je kriza i dovela do pokušaja da se putem organizovanog delovanja zasnovanog na širokoj međunarodnoj platformi prebrode posledice koje je ona svojom pojavom proizvela. Rešavanje nastalih problema svetskog tržišta na nacionalnoj osnovi (povišenje carina na uvoz metala, kvantitativna ograničenja uvoza, premiranje izvoza, oslobođenje od poreza) samo je pogoršavalo situaciju i pretilo da se kriza produbi.

Da bi se to sprečilo formirana je 1958. godine Međunarodna studijska grupa za olovo i cink, koju sačinjava najveći broj zemalja proizvođača i potrošača tih metala. U zajedničkoj organizaciji, zemlje proizvođači i potrošači trebalo je da uspostave poremećenu ravnotežu između ponude i tražnje dobrovoljnim i dogovornim merama. Kao i ranije formirani međunarodni robni sporazumi nekih sirovina (pšenice, šećera, kafe, kalaja), i formiranje ove grupe (treba primetiti da grupa nema strogi karakter međunarodnog sporazuma, jer ona ne donosi odluke obavezne za članove nego preporuke čije je usva-

janje dobrovoljno) došlo je bilo u vreme krize plasmana oba metala, brzog povećanja neprodatih stokova i pada cena na nivo ispod proizvodnih troškova.

### Situacija na tržištu olova i cinka pre formiranja Međunarodne studijske grupe za olovo i cink

Stihijnost koja je vladala najvećim delom tržišta u posleratnim godinama dovela je do oskudice ovih metala u prvim godinama toga vremena. Njihove visoke cene, koje su svakako doprinele da se ubrza s tehnološkim usavršavanjem, učinile su da je dobar deo tržišta izgubljen u korist supstituta, naročito aluminijuma i plastičnih masa. Sa iščezavanjem korejskog i sueckog boom-a, metali su zapali u krizu. Proizvodnja nije mogla naći plasman, zbog čega su rasli stokovi neprodanog metala, a cene su se iz godine u godinu sve više srozavale. Mnogi rudnici otvoreni posle korejskog rata, kada je tržište metala dostiglo najvišu vrednost u posleratnim godinama (prosek njujorške kotacije za olovo u 1951. iznosio je \$ 17,5 za jednu libru, u 1956. godini \$ 16; a cinka \$ 18, odnosno \$ 13,5 za jednu libru; londonske kotacije su bile još interesantnije: olovo, u proseku, £ 162 za jednu dugu tonu, odnosno £ 115, a cink £ 172 odnosno £ 96), morali su obustaviti rad. Ono što je karakterisalo tržište olova i cinka poslednjih nekoliko godina, to je neuravnoteženost proizvodnje sa potrošnjom, tj. proizvedene količine su iz godine u godinu premašale tražnju, tako da je prosečna godišnja kotacija olova za 50% bila niža od kotacije u 1956 (65% niža od kotacije u 1951.), a cinka 30% (60% niža od godišnjeg proseka u 1956.).



Mere koje su preduzimale pojedine države na nacionalnoj osnovi radi uspostavljanja ravnoteže odnosnih nacionalnih privreda, sve su više sužavale svetsko tržište. Zavedenjem kvota u SAD na uvoz olova i cinka 1958. godine, tj. na tržištu najvećeg potrošača i uvoznika ovih metala, a posle i drugih zemalja (Japana, Z. Nemačke), konačno je deformisano tržište. Unutrašnje cene u ovako zaštićenim privredama išle su u raskorak sa cenama gde nisu postojale ove barijere.

Ovakvo tretiranje problema koji zbog svoje uopštenosti izlaze iz okvira pojedinih nacionalnih tržišta dovelo je do toga da se preko 70% svetske konsumacije olova i cinka nalazilo u oblastima, gde su cene veštački održavane iznad nivoa cena slobodnog tržišta. Količine olova i cinka odstranjene zbog nametnutih restrikcija sa svojih tradicionalnih tržišta nisu mogle naći prođu na ostalim tržištima sveta. Posledice takvog razvoja stvari i takve politike izrazile su se u petogodišnjoj krizi ovih metala, kao i u eliminisanju većeg broja proizvođača tih metala.

#### **Tržište metala i strategijski stokovi olova i cinka vlade SAD**

Privreda SAD neosporno je od najvećeg značaja za tržište olova i cinka. Ona je u 1962. godini konsumirala 27% svetske potrošnje olova i cinka. Iako je najveći proizvođač ovih metala (18% olova i 25% cinka), ova privreda mora da uvozi znatne količine (olova je uvezla 333.000 tona kratkih u 1957. godini, godini pred uspostavljanje kvota, i cinka 242.000 tona; u 1963. je uvezla 269.000 kratkih tona olova i 144.000 tona cinka). Upravo te količine je i čine faktorom čitavog svetskog tržišta ovih metala (podaci prema Statistiques, Paris, i Statistics, New York).

Uz to, forsirano popunjavanje strategijskih stokova, što je bilo primarno u ekonomskoj politici vlade te zemlje u doba korejskog rata i posle njega, veštački je uticalo na porast cena i kod mnogih zemalja izvoznica stvorilo perspektivu unosnog poslovanja. Za relativno kratko vreme otvoreni su novi rudnici, povećani su kapaciteti topionica, i najveći deo tržišnih viškova zemalja izvoznica našao je plasman u SAD. Ubrzo su američki stokovi daleko premašili milionsku cifru za svaki metal.

Koliko je popunjavanje ovih stokova u početku bilo korisno za izvoznike, omogućavajući im da u kratkom vremenu ostvare velike i unosne poslove, s obustavljanjem kupovina 1957. godine pokazala se sva pogrešnost zainteresovanih zemalja da se oslanjaju na efemernu politiku, a ne na politiku zdravog ekonomskog razvoja, tj. proizvodnje radi zadovoljenja ekonomskih potreba a ne zadovoljenja spekulativne računice.

Kupujući metale za stokove, veštački je održavana cena na nivou koji je pogodio američkoj industriji olova i cinka, koja je samo tako na slobodnom tržištu mogla da učestvuje konkurentno s proizvođačima čiji su troškovi proizvodnje bili niži, a sa kojima u normalnim uslovima ponude i tražnje nije mogla ići u korak. To je, može se reći, i bio osnovni razlog da su se 1958. godine, po obustavljanju kupovina za stokove, zavele kvote na uvoz ova dva metala.

Međutim, ni zavedene kvote, ni postojeće carine (\$ 23,5 po toni olova i \$15,5 po toni cinka) nisu pružile dovoljnu zaštitu domaćim američkim proizvođačima (povišenje carina koje su tražili proizvođači nije bilo oportuno sa razloga spoljnopoličkih i spoljnotrgovinskih), jer cene, i pored održavanja njihovog na višem nivou putem carine i kvota, stalno su padale, a kao posledica krize u industrijskoj upotrebi ovih metala (cinka u manjoj meri). Mali američki proizvođači (s proizvodnjom do 3.000 tona) ponovo su se našli pogođeni, i vlada je morala da pruži direktnu pomoć. Ta pomoć (primenjuje se od 1962.) iznosi danas \$ 60 po kratkoj toni za olovo i \$ 33 po toni cinka. Nju prima oko 270 manjih rudnika i ove godine iznosi oko 3.000.000 dolara. Prema tome, zaštita industrije olova i cinka SAD je trojaka: carine, kvote i subvencije.

Neosporno je da sa tako nagomilanim stokovima vlada SAD može danas da upravlja tržištem i da se njima posluži kao instrumentom za ostvarenje planova i unutrašnje i spoljne ekonomske politike. Iznošenjem ili neiznošenjem većih ili manjih količina metala na tržište cene mogu da padaju ili da rastu. Dok je situacija olova i cinka izražavala depresiju, nije se moglo očekivati da se metali sa ovog izvora pojave na tržištu. Danas, pak, kada na tržištu vlada dijametralno suprotna tendencija, nije iznenađujuće što se pojavljuju i ove količine. Visoke cene naročito cinka, dale su opravdanje američkoj vladi da

uzme u razmatranje predlog o iznošenju iz strategijskih stokova (Stock-pile) 50.000 kratkih tona olova i 75.000 kratkih tona cinka. Iako je ovo ustupanje tržištu vezano za prethodno odobrenje američkog parlamenta i potom još za protek šest meseci, ono je u prvi mah proizvelo izvesno dejstvo, usporavajući tempo porasta cena olova, ali nije i oborilo cenu. Na cink, čije su količine ponuda na tržištu mnogo oskudnije od količina olova, ovo nije imalo isto dejstvo. Cene su nastavile da rastu, ali je neosporno da je i ovde bio ublažen ritam njihovog povećanja.

### Proizvodnja i struktura potrošnje

Upotreba olova i cinka u 1963. godini dostigla je rekordan nivo, sa povećanjem od 6% (bakar 4%, kalaj 3%), zahvaljujući, u prvom redu, većoj angažovanosti kapaciteta prerađivačke industrije koja ove metale upotrebljava kao sirovinu, a zatim malim stokovima i kod proizvođača i kod potrošača. Kupovine za popunjavanje potrošačkih i trgovačkih stokova znatno su doprinele da tržište dostigne onaj obim poslovanja čije su cifre ostvarene u prošloj godini pozitivno uticale na kretanje cena na tržištu.

Povećana ekonomska aktivnost u prošloj godini nastavlja se i u ovoj, u najvećem broju zemalja, i tražnja sirovina uopšte, pa i ovih metala, pokazuje sigurne znakove jedne godine pune obećanja. Ceni se, da je tražnja osnovnih metala porasla 3—5%, i da će ovogodišnje poslovanje biti u znaku visokog prosperiteta.

Svetska proizvodnja olova i cinka rasla je i u godinama krize. Fluktuacije su bile kod glavnih zemalja proizvođača zapadnog sveta, dok je proizvodnja socijalističkih zemalja u permanentnom porastu.

Tehnički napredak posle prošlog rata doneo je niz veštačkih sirovina i novih sirovina mineralnog porekla, koje direktno utiču na menjanje strukture olova i cinka u glavnim dosadašnjim njihovim primenama. Dugo vremena posle rata održavane visoke cene ubrzale su proces iznalaženja novih sirovina, tehnički pogodnijih za obradu i, naročito, jeftinijih, a u cilju direktne zamene skupog olova i cinka. Plastične mase stale su u prvi red u toj konkurenciji. Pri tome je olovo naročito pogođeno u industriji kablova, tetraetila, legura i dr. Ne samo da kablovi od plastične mase služe danas u mnogim pri-

menama istoj svrsi kao i oni u kojima je olovo bilo jedina sirovina više od 100 godina, nego su neuporedivo lakši od olovnih, što je od posebnog značaja u izračunavanju troškova proizvodnje, naročito u vezi sa transportom sirovina i njihovih gotovih proizvoda. U SAD-u je pad svakako najosetniji, dok je u zapadnoevropskim zemljama tempo opadanja sporiji.

Tehnički progres usporava ritam plašmana olova indirektno i u drugim važnim domenima njegove primene. U industriji baterija SAD, ne samo da je smanjena količina olova potrebnog za proizvodnju akumulatora (sa 26 libri na oko 20 libri za proizvodnju jedne baterije) nego je produžen i vek trajanja akumulatora. Samo zahvaljujući porastu proizvodnje automobilske industrije, glavnog korisnika baterija, pokriva se ova razlika. Osim toga, olovne baterije imaju potencijalnog konkurenta u nuklearnoj energiji, koja se može na razne načine da pretvori u električnu energiju. Visoki proizvodni troškovi, u prvom redu, u ovom trenutku onemogućuju da dođe do masovne i rentabilne zamene.

Isto tako, i u proizvodnji tetraetil benzina, koji i danas zauzima značajno mesto u strukturi potrošnje olova u američkoj industriji, postiže se isti efekat sa manjom količinom olova nego pre nekoliko godina. A sa upotrebom mašina na mlazni pogon tetraetil izgleda da počinje gubiti teren jedne interesantne primene.

I struktura potrošnje cinka se izmenila. Pre rata je cink trošen, pre svega, za proizvodnju mesinga, zatim građevinskih ploča i, najzad, u galvanizaciji. Posle rata, cink za galvanizaciju zauzima prvo mesto (oko 40%), a die casting (20%) postao je značajniji od primene cinka za proizvodnju ploča. Svakako, razlike postoje idući od zemlje do zemlje (na primer, u SAD die casting jače utiče na strukturu potrošnje cinka nego u Evropi).

Upoređujući potrošnju olova i cinka s potrošnjom njihovih supstituta, aluminijuma i plastike, vidi se da je ova konkurencija jedan od krupnih razloga izmene strukture naših metala i njihovog usporenog progressa. Pre 10 godina samo, upotreba olova i cinka zajedno, u zemljama zapadne hemisfere, bila je jednaka ukupnoj potrošnji plastičnih masa i aluminijuma. Sada pak, potrošnja olova i cinka zajedno čini jednu trećinu ukupne potrošnje plastike i aluminijuma. U tempu

(u 000 tona)

Zemlje	Rudarska proizvodnja olova (sadržaj metala)			Metalurška proizvodnja olova		
	1961.	1962.	1963.	1961.	1962.	1963.
Australija	267	369	406	182	208	242
SAD	248	224	237	717	659	680
Kanada	166	192	181	156	138	140
Meksiko	190	179	180	180	180	187
Peru	130	149	135	76	68	81
Evr. zajed. tržište	120	112	98	457	452	487
Velika Britanija	2	—	—	137	139	171
Ostala zapadna Evropa	274	262	256	246	250	243
Afrika	207	208	209	60	56	52
Japan	46	53	53	83	92	101
Ostali	119	107	106	74	70	81
	1769	1853	1861	2368	2320	2465
Socijalističke zemlje	600	630	650	597	610	650

Zemlje	Rudarska proizvodnja cinka (sadrž. metala)			Metalurška proizvodnja cinka		
	1961.	1962.	1963.	1961.	1962.	1963.
Australija	293	310	321	141	171	183
SAD	463	504	523	818	851	865
Kanada	402	455	453	243	254	257
Meksiko	258	245	240	52	56	56
Peru	174	227	245	32	34	56
Evr. zajed. tržište	258	252	230	726	669	657
Velika Britanija	—	—	—	94	99	100
Ostala zapadna Evropa	311	313	362	147	159	165
Kongo	100	96	84	57	55	54
Ostala Afrika	147	145	144	30	40	41
Ostali	75	76	78	18	19	28
Japan	168	193	195	212	245	282
	2649	2806	2875	2570	2652	2744
Socijalističke zemlje	750	780	800	720	750	780

Zemlje	Potrošnja olova metala			Potrošnja cinka metala		
	1961.	1962.	1963.	1961.	1962.	1963.
Australija	47	46	60	79	86	92
SAD	832	901	940	838	929	975
Kanada	46	45	43	55	59	64
Meksiko	37	39	45	22	24	26
Peru	2	3	4	1	2	2
Evr. zajed. tržište	584	585	601	731	735	717
Velika Britanija	276	276	283	258	245	258
Ostala zapadna Evropa	207	219	221	169	165	175
Afrika	16	21	23	26	31	40
Japan	123	115	122	243	243	285
Ostali	121	126	135	163	183	211
	2292	2376	2477	2586	2704	2845
Socijalističke zemlje	555	580	600	644	670	690

Primedba: Rudarska proizvodnja se odnosi samo na koncentrat olova odnosno cinka. U metaluršku proizvodnju olova uneto je i antimonsko i sekundarno olovo. (Izvor: „Mining”, Annual Review 1964, London)

kretanja porasta, sadašnji godišnji porast potrošnje plastike i aluminijuma iznosi 15%, prema 10% olova i cinka.

Ovakva promena odnosa neosporno je vezana sa strukturom proizvodnih troškova. U proizvodnji olova i cinka, rudnički troškovi daleko su najvažnija pozicija, i u svojoj današnjoj realnoj vrednosti viši su nego pre rata. Kod aluminijuma, naprotiv, rudnički troškovi ne ulaze u red najkрупnijih pozicija strukture troškova proizvodnje tog metala, a glavna pozicija — energija — danas je u realnoj vrednosti niža nego pre rata. Proizvodi plastičnih masa imaju za osnovu jeftin sirovinski materijal, čija cena pada s masovnom proizvodnjom i tehnološkim usavršavanjem procesa proizvodnje.

### Cene i njihova stabilizacija

Još prvih godina neposredno posle formiranja predratnog Društva naroda proizvođači sirovina uopšte, često uz pomoć svojih vlada, preduzimali su akcije radi stabilizacije cena i uspostavljanja ravnoteže između ponude i tražnje. U načelu priznavana kao opravdana težnja, u svojoj realizaciji stabilizacija je bila polovična, privremena, da bi se najzad pokazala kao nemogućna i zamrla u očekivanju da se pojave bolji uslovi za njeno ostvarenje.

Odmah treba naglasiti da je nestabilnost kurseva najčešće bila logična posledica postojećeg stanja izražavanog u stalnoj neravnoteži između ponude i tražnje, to jest u postojanju skoro uvek veće ponude od tražnje. Nisu poznate sirovine u čijim je ponudama postojala dugotrajna ili permanentna oskudica, i pored povremeno publikovanih tvrdjenja o skoroj iscrpenosti rezervi. Posle takvih glasova obično su dolazile vesti o otkriću novih nalazišta.

Pokušaji stabilizacije sirovina uopšte kretali su se u pravcu ograničenja proizvodnje i izvoza, formiranja stokova regulatora ili pak povećanja izvoza i razmene. Ni jedan od ovih metoda borbe protiv veće ponude od tražnje nije pokazao trajnije rezultate. Ograničenje proizvodnje i izvoza teško je ostvariti čak i tamo gde je mali broj proizvođača (i izvoznika), pa i tu je efikasno samo za vreme postojanja neposredne opasnosti na tržištu odnosne sirovine. Organizacija kontrole proizvodnje i izvoza, problem je

### Struktura potrošnje olova (%)

	1960.	1955.	1950.
<b>Akumulatori</b>			
Velika Britanija	20	16	16
SAD	34	31	34
Zapadna Nemačka	26	17	14
<b>Ploče i cevi</b>			
Velika Britanija	19	21	24
SAD	5	5	5
Zapadna Nemačka	14	18	28
<b>Tetraetil</b>			
Velika Britanija	7	6	2
SAD	16	14	9
Zapadna Nemačka			
<b>Kablovi</b>			
Velika Britanija	25	29	26
SAD	6	10	11
Zapadna Nemačka	30	41	40
<b>Razno</b>			
Velika Britanija	29	28	32
SAD	39	40	41
Zapadna Nemačka	29	21	18

### Struktura potrošnje cinka (%)

	1960.	1955.	1950.
<b>Galvanizacija</b>			
Velika Britanija	35	40	40
SAD	41	40	46
Zapadna Nemačka	27	26	23
<b>Livenje pod pritiskom</b>			
Velika Britanija	23	17	14
SAD	37	39	30
Zapadna Nemačka	13	9	3

koji ni do danas nije dobio svoje rešenje.

Isto tako, ni formiranje stokova regulatora (buffer stock), iako je opšte verovanje da oni mogu doprineti da se reguliše problem stabilizacije cena, do sada bar, nije pokazalo svoju punu efikasnost. Najinteresantniji pokušaj u ovome je svakako učinjen na tržištu kalaja. Delimični uspesi utiču da se takva organizacija predlaže i za tržište olova i cinka, kao i bakra.\*) Na zasedanju Međunarodne studijske grupe za olovo i cink 1960. i 1961. godine bilo je o tome reči.

U tretiranju problema koji su postavljeni pred Svetsku konferenciju o trgovini, koja se ovih dana održava u Ženevi, ovo je jedan od fundamentalnih problema, i teško je reći

\*) Na tržištu bakra upravo se sada vodi borba između snabdevača londonske berze metala (britanski kapital) i američkih producenata. Ovi drugi traže da se cene bakra stabilizuju, nasuprot braniocima berzanskog poslovanja koji zastupaju klasični mehanizam formiranja cene putem ponude i tražnje.

kakvo će, bar i privremeno, rešenje dobiti. Suvviše su divergentni interesi zainteresovanih strana da bi bilo moguće odmah formulirati najpogodniji i za sve strane zadovoljavajući odgovor. U svakom slučaju, saradnja na svetskoj osnovi biće korisna, jer će se dobiti neosporno obimnija i tačnija obaveštenja o evoluciji tržišta odnosnih sirovina i realna saznanja o mogućnosti efikasne realizacije mera koje bi se donele u cilju stabilizacije cena, a, što je potrebno imati na umu, bez povrede interesa zemalja u razvoju.

Fluktuacije i visoki nivo cena olova i cinka, što karakteriše današnje tržište ovih metala, nosi u sebi potencijalnu opasnost da se kompromituje buduća potrošnja njihova u domenima u kojima se potrošačke industrijske grane mogu orijentisati na supstitute, kao i da se izgube koristi koje mogu nastati od novih primena. Preterano visoka cena metala navodi potrošača na revidiranje računice njihove primene i iznalaženja zamene. Jednom izgubljen sektor potrošnje teško se ponovo zadobija, a, u svakom slučaju, uz velike žrtve. Malo je verovatno da je relativno veliki porast potrošnje u toku poslednjih dvanaest meseci posledica otkrivanja do sada nepoznatih primena s mogućnošću masovne apsorpcije ovih metala, mada ne treba potcenjivati rezultate pre pet godina formirane organizacije International Lead-Zinc Research Organisation, koja koordinira i proširuje istraživačke napore da bi se povećao broj polja primene u preradi olova i cinka. Mnogo je verovatnije da ovaj porast predstavlja industrijsku ekspanziju postojećih primena, vezanu u mnogome za privredno oživljenje posle perioda recesije i za predsedničke izbore u SAD, kao i za druge značajne pojave danas u svetu, što, sa njihovim okončanjem, može, u idućoj godini, da ne bude zamenjeno novim stimulusima.

U interpretaciji evolucije današnjih cena, posebno treba naglasiti uticaj londonske berze metala. Može se slobodno reći da u ostvarivanju nivoa cena momenat spekulativnog u mnogome ima svog udela. Zaista, ostvarene cene prodajama od nekoliko hiljada tona preko ovog tržišta ne bi mogle normalno da budu izraz svetskog raspoloženja potrošača da kupuju te metale po tim cenama. Na londonskoj berzi metala (London Metal Exchange) sve se manje obavlja trgovina u kojoj se metal i fizički pojavljuje. Otuda i mogućnost

nerealnog prikazivanja situacije ponude i tražnje, kao i spekulativnog formiranja cena.

Poslednjih nekoliko godina krizu na slobodnom tržištu metala pojačavala je tonaža sovjetskog olova i cinka, koja je, istina, opala prošle godine, verovatno zbog porasta domaće potrošnje, ali koja može da poraste ponovo u najkraćem vremenu. Planovi o proizvodnji ovih metala u Rumuniji, Poljskoj i Bugarskoj pokazuju da treba očekivati skorou pojavu količina znatnijih od dosadašnjih. Ove količine biće namenjene, u prvom redu, za potrebe socijalističkih zemalja, ali, zbog atraktivnosti današnjih cena, nije neverovatno da mogu opteretiti tržište zapadnih zemalja u tonaži većoj od današnje (sovjetski izvoz cinka u 1963. godini se kretao oko 90.000 tona, prema 120.000 tona u 1962. godini, a olova 30—40 000 tona).

U sadašnjoj situaciji, radikalnu promenu u kretanju cena mogu značajno izvršiti SAD sa količinama iz strategijskih stokova svoje vlade. Treba očekivati da od Senata ovih dana odobrena prodaja olova (50.000 tona) i cinka (75.000 tona) sa ovog izvora uskoro dobije svoju realizaciju i da se pojave prvi rezultati ovog akta. U slučaju da izvesne količine metala budu prodavane i na londonskoj berzi, gde je i došlo do sadašnje huse, moglo bi se očekivati da se cene te berze svedu na nivo zadovoljavajući i za proizvođača i za potrošača.

Međutim, treba primetiti da usporeni tempo porasta cena koji je nastupio na vest o ustupanju metala tržištu iz stokova američke vlade, nije se održao posle vrlo brzo donetog odobrenja senata. Naprotiv, na londonskoj berzi došlo je do novih skokova cena i olova i cinka. Ako bi se industrijska aktivnost glavnih industrijskih zemalja održala na današnjem nivou i u drugom polugodištu ove godine, ne bi bilo iznenađujuće da cena olova na londonskoj berzi dostigne cifru od 100 funti sterlinga za jednu (dugu) tonu (najviša od 1957.). Današnja cena cinka već daleko premašuje najviše cene od 1952. godine. Druga je stvar, pak, koliko će dugo trajati ovaj boom, i da li na njemu producenti mogu da izrađuju realne investicione planove za jednu dugoročnu rentabilnu produkciju olova i cinka. U nizu faktora koji formiraju i utiču na sadašnju tendenciju tržišta, znatan je broj onih, koji nisu ekonomskog karaktera, a i od ovih svi nisu dovoljno ubedljivi.

# Korišćenje siromašnih ruda u SSSR-u<sup>\*)</sup>

Dipl. ing. Dejan Milovanović

## Uvod

Proizvodnja najraznovrsnijih mineralnih sirovina — uglja, nafte, metala i nemetala — treba u narednih 20 godina da u SSSR-u dostigne ogromne razmere. Tako se programom, donetim na XXII kongresu KPSS planira da 1980. godine bude otkopano 600 miliona tona gvozdene rude i oko 1500 miliona kubnih metara drugih mineralnih sirovina metalnog karaktera. Proizvodnja čelika 1980. godine dostignuće nivo od 250 miliona tona, što u odnosu na 76,3 miliona tona proizvedenog čelika u 1962. godini predstavlja više nego trostruko povećanje. Uzimajući u obzir sve metalne mineralne sirovine, njihova proizvodnja u 1980. godini treba da bude 5—6 puta veća nego što je bila u 1960. godini.

Kako su rezerve mineralnih sirovina sa visokim procentom korisnih komponenti danas u SSSR-u velikim delom iscrpene, u cilju zadovoljenja neprekidno rastućih zahteva, rudarska proizvodnja u SSSR-u, prinuđena je da se najvećim delom orijentiše na korišćenje siromašnih, niskoprocentnih ruda. Već danas se u ovoj zemlji oko 80% gvo-

zdenih ruda i skoro sve metalne mineralne sirovine, podvrgavaju raznovrsnim postupcima pripremanja.

Do revolucije u Rusiji je postojalo samo nekoliko primitivnih postrojenja za obogaćivanje i pripremu mineralnih sirovina. Posle revolucije, 1920. godine, organizovan je specijalni institut za mehaničku preradu minerala Mehanobr (Institut mehaničkoj obratki mineralov), a 1922. godine, grupa sovjetskih inženjera poslana je od strane Uralskog ekonomskog saveta u Švedsku i SAD da studira metode pripremanja siromašnih ruda gvožđa. Od 1928—1938. godine u SSSR-u je bila angažovana grupa od nekoliko stotina američkih inženjera i metalurga, koja je jednim delom doprinela da sovjetski stručnjaci ovladaju savremenim metodama i postupcima tretiranja niskoprocentnih ruda. U toku II svetskog rata u vezi sa ogromnim zahtevima ratne industrije, postignuti su značajni rezultati u razvijanju nove metodologije i primene najsavremenijih metoda pripreme mineralnih sirovina.

Poslednjih godina, uprkos nesumnjivo velikom napretku postignutom u korišćenju niskoprocentnih ruda u SSSR-u, jasno je uočeno da se postupci i metode tretiranja tih ruda moraju još više unaprediti i ubrzati njihova praktična primena. U vezi sa ovim

<sup>\*)</sup> Članak je najvećim delom raden prema podacima J. Kowalevskog: Low-grade ore beneficiation in the Soviet Union. — Russian technical literature, No. 11, OECD, Paris, 1963.

problemima, u januarskom broju časopisa „Cvetnye metally“ iz 1963. godine, postavljene su sledeće teze odnosno zadaci koji se između ostalih postavljaju pred sovjetske teoretičare i praktičare:

— ubrzati industrijsku primenu kolektivnih flotacijskih metoda sa dopunskim tretiranjem dobijenih koncentrata selektivnim flotiranjem, na čijim problemima Mehanobra radi već preko desetak godina;

— usavršiti industrijsku primenu metode autoklav-soda kod kompleksnih molibdensko-volframskih proizvoda;

— ubrzati industrijsku primenu metode Mostoviča za tretiranje oksidnih ruda bakra koje se teško obogaćuju; ova metoda je na zapadu poznata pod nazivom L.P.F. proces;

— uvesti najmodernije i najefektnije flotacijske reagense, preporučene od Mehanobra i drugih naučnih instituta.

U ovom radu dat je pregled sadašnjeg stanja korišćenja niskoprocentnih ruda u SSSR-u za neke osnovne metalne mineralne sirovine uz obavezno prikazivanje najkarakterističnijih geološko-ekonomskih pokazatelja.

## Rude gvožđa

Na osnovu podataka Ministarstva za geologiju SSSR, industrijske rezerve gvozdene ruda u ovoj zemlji iznosile su 1. januara 1959. godine oko 41,000 miliona tona, sa prosečnim sadržajem od 38,7% gvožđa. One su izdvojene u tri klase:

- I — 8,300 miliona tona bogatih ruda koje ne zahtevaju pripremanje, odnosno 20,2% ukupnih rezervi;
- II — 22,800 miliona tona rude koja se lako priprema, ili 55,6% ukupnih rezervi;
- III — 9,900 miliona tona ruda koje se teško pripremaju, ili 24,2% ukupnih raspoloživih rezervi.

Klasifikacija Ministarstva za geologiju SSSR samo na osnovu sadržaja gvožđa naišla

je na kritiku nekih sovjetskih autora. Oni, naime, smatraju da su bogate rude gvožđa samo one, koje imaju sadržaj metala preko 60%, tako da mogu direktno ići u visoku peć, a sve druge, sa sadržajem od 40—60% i sa više od 10% silicije moraju biti sistematski i studiozno analizirane, da bi se precizno odredilo da li mogu direktno da idu u postrojenja za aglomeraciju i visoke peći ili u postrojenja za pripremanje.

Takođe je jasno uočena pojava da rezerve bogatih ruda sporije rastu od njihove potrošnje i da se one, uglavnom, nalaze na dubini od 400 do 600 metara, dok se niskoprocentne rude najvećim delom nalaze u površinskim delovima. Osim toga, geološki uslovi u dubljim rudnicima su često složeni, kao što je slučaj u rudnicima KMA, gde postoje česte provale vode. Ovo uslovljava da otvaranje i izgradnja rudnika sa rudnim telima na većoj dubini zahteva 7—15 godina, dok se postrojenja za pripremanje ruda, pri istim proizvodnim kapacitetima, grade obično 3—5 godina.

Dvadesetogodišnji ekonomski plan (1960 do 1980. godine) predviđa da se u 1980. godini proizvede 600 miliona tona sirove gvozdene rude. Polazeći od 170 miliona tona gvozdene rude, koja je otkopana 1962. godine, ukupna količina koja treba da se otkopa do 1980. godine treba da iznosi oko 7,000 miliona tona, a to znači da bogate rude obezbeđuju u potpunosti tako predviđeno dvadesetogodišnje povećanje proizvodnje. Međutim, prema J. K o w a l e w s k o m, prosečni gubici u sovjetskim rudnicima gvožđa su takvi, da jedna trećina rude ostaje u jami a dve trećine se otkopava, zbog čega će biti potrebno, da bi se zadovoljile potrebe do 1980. godine, da se raspolaze sa rezervama od 10,500 miliona tona rude, odnosno 25% više nego što to omogućavaju bogate rude iz uslovne prve klase.

Ovo su bili, uglavnom, razlozi što se pripremanju niskoprocentnih ruda gvožđa u SSSR-u poklonila velika pažnja i što se ulažu ogromne investicije za postrojenja koja tretiraju takve rude. Zbog toga je i opravdano mišljenje u sovjetskoj literaturi, da je ekonomičnije eksploatirati niskoprocentne rude nego tzv. bogate rude. Obogaćivanje

gvozdених руда омогућава и боље искоришћење у високим пећима, јер сваки проценат пораста садржаја гвожђа изнад 60%, проузрокује повећање корисности високе пећи за 3%, а смањује употребу кокса за 2%.

Сва постројења за припрему која се налазе у изградњи или треба да се изграде у току седмогодишњег планског периода, пројектована су да дају концентрате са 64% гвожђа (седам постројења у области Кривог Рога) и са 65% (Оленогорско). У области Новог Кривог Рога добијени су концентрати и са 67 до 70% гвожђа тако да постоје реални изгледи да ће доћи до реконструкције већ постојећих постројења за обogaћивање као и ревизије пројеката оних капацитета који тек треба да се граде. На овај начин долази до изражаја јасна савремена тенденција, да се из сиромашних руда гвожђа (42—35%) издвајају одговарајућим поступцима концентрације високкоквалитетни концентрати гвожђа.

Да би се добили високкоквалитетни концентрати, руда мора бити тако да се уситни (0,1—0,01 мм) и концентрат не може да се агломерише већ мора да иде на пејетизацију, процес који су совјетски стручњаци почели да уводе у индустријском обиму изгледа тек 1963. године.

Од метода припремања у СССР-у се данас првенствено употребљавају само гравитацијска и магнетна концентрација. Последњих година се ради интензивно на испитивању могућности примене флотацијске концентрације за оксидне минерале гвожђа, а такође се ради и на проблемима примене претконцентрације у тешким течностима. Известан недостатак неких реагенса за флотирање donekle отежава шире увођење ових поступака, али предвиђени дјиновски развој хемијске индустрије свакако да ће то ускоро отклонити у потпуности.

Цене гвоздених руда и концентрата у неким рудницама СССР, на основу листе No. 01—07 која важи од 1. јануара 1961. године, овако су изгледале:

#### *Centralni rejon, Lipeckoe ležište:*

руда са 37—55% Fe (просечно 49%), садржај влаге 16,5%; цена 2,85 до 7,05 рубаља по тони.

#### *Kavkaz, Daskezan:*

руда за високе пећи и агломерисани концентрати; цена 4,80 рубаља по тони.

#### *Krim, Kamiš Burun:*

концентрати са 43% Fe и 25% влаге имају цену од 1,00 рубаља по тони, а агломерати са 50% Fe и 1% влаге 4,40 рубаља по тони.

#### *Krivi Rog:*

различите руде са ценом од 0,56 до 7,87 рубаља по тони.

#### *Bogoslovski rejon:*

дробљена магнетиска руда, крупноће 10—35 мм са 55% Fe и 2% влаге има цену од 4,50 до 7,95 рубаља.

#### *Magnitogorsk:*

крупноћа 40—100 мм, 59% Fe, 6% влаге; цена од 1,25—2,00 рубаље по тони.

#### **Mangan**

Према досадашњем степену истражености у СССР-у се налази више од 2/3 свих светских резерви мanganових руда. Најзначајнија лежишта су Никополско у Украјини и Чиатурско на Кавказу.

Руде мanganа се у овим лежиштима дробе до 80 мм, а затим се руда пере. Комеди већи од 25 мм иду на сегрегацију, а они испод те крупноће представљају концентрат који се деhidрира. Руда са 30% мanganа даје на тај начин концентрате са 45,5% Mn, уз искоришћења од 70%. Највећи део губитака, око 18%, одлази из процеса прања као муљ. Да би се мangan из муља такође искористио, подигнути су погони флотације у Чиатуру и Никополју који третирају тај муљ.

У Никополју се добијају три врсте концентрата, које по Бетеhtин-у имају карактеристике приказане на табlici 1.



## Hromiti

Najznačajnija ležišta hromita u Sovjetskom Savezu su histeromagmatskog tipa. Prema sadržaju  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  i vrednosti faktora, hromiti se u ovoj zemlji dele u 15 vrsta, sa sadržajem  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  od 60 i više procenata pa do 34%. Proizvodnja hroma u SSSR-u je, na osnovu podataka Quins Metal Handbook-a, iznosila 1961. godine oko 900.000 tona.

Bogati hromiti se u SSSR-u direktno prodaju. Rude sa 25%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  se peru i dobijaju se koncentri sa 40%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  uz iskorišćenja 80%. Uralske rude koje predstavljaju fine impregnacije usitnjavaju se do 0,5 mm, a zatim se koncentrišu gravitacijskim putem na klatnim stolovima, dajući koncentrate sa 48%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

## Titan

Kusinsko titano-magnetitsko ležište na Uralu predstavlja jedan od najvažnijih izvora titana u SSSR-u. Ono pripada grupi intruzivno-titano-magnetitskih ležišta sa mineralima magnetitom i iljmenitom uz povišen sadržaj vanadijuma.

Ruda Kusinskog ležišta prvo ide na magnetnu separaciju a zatim se, pošto je magnetit izdvojen, ostatak šalje na flotiranje iljmenita. Sirovina sa 22%  $\text{TiO}_2$  daje koncentrate sa 42,5—45%  $\text{TiO}_2$ , uz iskorišćenja od 75%. Pri tome se dobijaju dva koncentrata: magnetitsko-vanadijumski i iljmenitski koncentrat.

## Bakar

Ležišta bakra u SSSR-u se u najviše slučajeva odlikuju niskim sadržajem metala od oko 1% Cu. Rude sa oko 5% Cu se direktno prerađuju metalurški. Ekonomski najznačajniji tipovi bakrovih ležišta su:

**Niklovo-bakrova ležišta.** — U SSSR-u postoji nekoliko ležišta ovoga tipa od kojih je najvažnije ležište Norilsk u gabrodijabazima.

Prema elaboratu Mehanobra mešovita niklovo-bakrova sulfidna ruda iz Norilaska tretira se u više faza da bi se dobili određeni koncentri. Prvo se ruda usitnjava, zatim gravitaciono obogaćuje i najzad podvrgava magnetskoj separaciji u više faza. Dobijeni koncentri direktno idu u peći za topljenje, a jalovina iz svih prethodnih faza podvrgava se flotiranju.

U postrojenju Severonikel vrši se kolektivna flotacija halkopirita, niklonosnog pirhotina i pentlandita. Zatim se vrši selektivna flotacija u alkalnoj sredini uz deprimiranje pentlandita i pirhotina, upotrebljavajući ksantat kao kolektor. Sastav kolektivnih koncentrata u ovom postrojenju je: Ni — 3,25%, Cu — 1,84%, Co — 0,13%, uz iskorišćenja 87,2% za bakar, 82,5% za nikel i 76,5% za kobalt.

**Piritska ležišta.** — Bakronosna piritska ležišta u Sovjetskom Savezu prostiru se na istočnoj padini Uralskog grebena, u jednom pojasu dugom preko 600 kilometara.

O načinu tretiranja ruda iz ovih ležišta ima veoma malo podataka i oni su izneti u tablici 2.

Tablica 1

Kon. entrat	Me %	Fe %	P %	$\text{SiO}_2$ %	$\text{Al}_2\text{O}_3$ %	CaO %	MgO %	BaO %	$\text{H}_2\text{O}$ %
I vrsta	48—50	0,7—12	0,16—0,22	8—11	12—16	1,0—1,4	0,1—0,9	0,1—0,2	8—13
II vrsta	42—46	1,5—19	0,17—0,25	13—16	20—25	2—3	0,5—2,0	—	12—16
III vrsta	30—35	16—35	0,18—0,35	20—32	20—35	2—3	0,5—2,0	—	13—18

Tablica 2

Postrojenje	Cu		Iskorišćenje %
	u rudi %	u koncentratu %	
Srednjeuralsk	1,3	9,6	81,5
Krasnouralsk	2,05	10,2	88,0

Impregnaciono-štokverknaležišta. — Ovom tipu pripadaju ogromna porfiriska ležišta Kounrad, Bošče Kulj i Almalič, prva dva u Kazahstanu a poslednje u Uzbekistanu.

Po N. A. Starikov-u minimalni sadržaj bakra u Kounradskom ležištu je 0,7%, a uz ovaj metal dobijaju se još i zlato i srebro. Međutim, najveći deo primarnih ruda je sa sadržajem bakra ispod 0,4%.

Ležište Almalič u primarnoj zoni ima sadržaj bakra 0,7% a u cementacionoj 1,1%. Kapaciteti topionica za bakar u celoj almaličkoj oblasti iznose oko 300.000 tona metala godišnje.

Bakronosni peščari. — Ovoj grupi pripada Džekazgansko ležište u centralnom Kazahstanu. Prema podacima N. A. Starikov-a, minimalni ekonomski sadržaj bakra u ovom ležištu iznosi 0,4% pri minimalnoj moćnosti rudnog tela od 1,5 metara.

Karakteristično je da J. Kowalewsk i navodi da su postupci za pripremanje bakrovih ruda u Džekazganskom i Almaličkom ležištu identični.

Po istom autoru ruda se usitnjava do —0,5 mm, flotira pomoću ksantata penušača uz dodatak hidrokarbonskih komponenti. Siromašni koncentraci ponovo se usitnjavaju i naknadno flotiraju-prečišćavaju.

U Džekazganskom postrojenju za flotiranje preraduje se ruda sa 2,07% Cu. Tom prilikom dobija se koncentrat sa sadržajem Cu 33,5%, Fe 10% i S 17%, uz iskorišćenja od 92,6%. Posle naknadnog usitnjavanja koncentrata dobijaju se koncentraci sa 40—45% Cu. Upotrebom ovakvih metoda mogu se koncentrisati rude i sa svega 0,5% bakra.

U Balkaškom postrojenju sva se ruda usitnjava toliko da 60—65% ima krupnoću od 0,074 mm.

Oksidne rude. — Ove rude se pripremaju na više načina. Neke od njih se koncentrišu cijanidiranjem uz postizanje iskorišćenja od 70—80%. Slične rude daju prilikom flotiranja siromašne koncentrate sa iskorišćenjem od svega 20—30%. Postupkom Mostoviča kod ovih ruda se postižu koncentraci sa 30—60% Cu uz iskorišćenja od 65—95%, ali je postupak dosta skup.

Ležišta sa Cu, Pb, Zn i piritom. — Ležišta sa bakrom, cinkom i piritom nalaze se najvećim delom na Uralu i tretiranje njihovih ruda stvara niz teškoća sovjetskim stručnjacima. Naime, u najvećem broju slučajeva, za jednu tonu koncentrata bakra izgubi se jedna tona cinka, a veliki deo bakra ostaje u koncentratu cinka.

Poslednjih godina primenom kolektivne flotacije, sa naknadnim selektivnim flotiranjem kolektivnog koncentrata, u mnogim postrojenjima za pripremanje ovakvih ruda dobijeni su koncentraci sa karakteristikama, datim u tablici 3.

Polimetalne rude, koje sadrže bakar, olovo, cink i pirit posle finog usitnjavanja flotiraju se kolektivno i selektivno. Rezultati dobijeni u pojedinim postrojenjima za obogaćivanje su dati u tablici 4.

Tablica 3

Postrojenje	R u d a %		K o n c e n t r a t %				I s k o r i š ć e n j e	
	Cu	Zn	b a k r a		c i n k a		Cu	Zn
			Cu	Zn	Cu	Zn		
Krasnouralsk	1,75	5,03	12,9	9,2	1,2	51,4	87,6	68,0
Kirovgrad	1,0	2,0	13,0	8,0	—	45,0	93,0	55,0
Karabaš	2,04	1,99	15,2	—	—	48,9	89,6	43,9
Sibaj	0,97	2,40	17,1	5,0	1,5	50,5	76,0	68,5

Tablica 4 Kobalt

	Postrojenja		
	Mizur. (Sadonsko)	Lenino- gorsk	Zirjanovsk
Sadržaj metala u rudi, %			
Pb	3,88	1,05	2,4
Zn	3,07	1,95	4,1
Cu	—	0,16	0,6
Sadržaj metala u Pb koncentratu, %			
Pb	70,1	50,5	63,4
Zn	8,0	12,0	6,2
Cu	—	3,4	3,4
Sadržaj metala u Zn koncentratu, %			
Pb	2,24	1,7	2,3
Zn	1,74	51,3	33,0
Cu	—	—	—
Sadržaj metala u Cu koncentratu, %			
Pb	—	3,2	6,3
Zn	—	4,3	13,3
Cu	—	14,7	8,3
Iskorišćenja, %			
Pb	90,0	82,4	79,6
Zn	82,4	69,4	80,1
Cu	—	32,3	57,9

#### Nikl

Pored sulfidnih ležišta u oblasti Norilaska i poluostrva Kola, u SSSR-u se u terenima srednjeg i južnog Urala nalaze veoma rasprostranjena ležišta siromašnih, silikatnih ruda nikla.

Silikatne rude nikla, po Sovjetskim ekonomskim pokazateljima, ne smeju imati manje od 0,82% Ni. Prilikom pripremanja, prvo se vrši mešanje različitih tipova rude a zatim se usitnjava do —40 mm, posle čega se meša sa gipsom ili piritom (zbog S). Dobijeni materijal presuje se u brikete jajastog oblika od 200 grama koji moraju imati povoljnu čvrstoću.

Za aglomeraciju ruda se usitnjava do 3—5 mm sa 20—25% vlage.

U postrojenju za obogaćivanje Pišma tretira se ruda sa 0,607% Cu i 0,038% Co. Ruda se usitnjava do finoće od 60% —0,074 mm, a zatim se kolektivno flotira butil ksantatom i teškim ugljovodonicima; naknadnim selektivnim flotiranjem dobijaju se koncentracije sa 27% Cu uz iskorišćenje od 91% i kobaltne koncentracije koji imaju 0,54% Co uz iskorišćenje od 89%.

#### Molibden

U sovjetskim postrojenjima za pripremanje molibdenita ruda se posle usitnjavanja do finoće od 50% —0,074 mm flotira borovim uljem uz dodatak neutralnih ulja. U postrojenju Umalta primenjuje se flotacijska koncentracija sa višestepenim prečišćavanjem i usitnjavanjem koncentrata.

Oksidisane rude u Balakašu flotiraju se pomoću masnih kiselina i kerozena, a dobijeni koncentracije imaju svega 10% Mo i dalje se hidrometalurški prerađuju.

Rezultati obogaćivanja molibdenita u pojedinih sovjetskim postrojenjima dati su u tablici 5.

Tablica 5

Postrojenje	Sadržaj Mo u rudi	Mo u koncentratu	Iskorišćenja
Umalta	0,157%	48,0%	84,0%
Tirni Auz	0,076	49,0	69,0
Sora	0,034	50,0	73,0
Davenda	0,18	22,8	73,2
Sahtoma	0,179	15,6	85,0

Dobijanje molibdenskih koncentrata iz porfirskih ruda bakra vrši se u SSSR-u pomoću flotacije. Koncentrat dobijen kolektivnom flotacijom naknadno se tretira postupkom desorpcije uz dodatak Na<sub>2</sub>S za deprimiranje svih sulfida izuzev molibdenskog, a zatim se dodaju neutralni ugljovodonici i vrši se flotiranje molibdenita. Podaci o rezultatima ovakvog flotiranja za neke nepoznate pogone za pripremanje su prikazani u tablici 6.

Tablica 6

Pogon br.	Mo u rudi %	Mo u Mo-Cu koncentratima %	Mo koncentrat %	Iskorišćenja %	
				Cu—Mo	Mo koncentrat
1	0,005	0,05	25	65	50
2	0,00339	—	49	—	73
3	—	—	20	—	70

### Volfram

Prema podacima J. Kowalewskog, šelitske rude siromašnog sastava u SSSR-u se flotiraju i postižu se rezultati prikazani u tablici 7.

Tablica 7

Postrojenje	% WO <sub>3</sub>		Iskorišćenja %
	ruda	koncentrat	
Tirni Auz Čoruh	0,2	65,0	82,0
Dairon	0,2	72,0	78,4
Koitaš	0,46	72,6	85,2
Ljangarsko	0,124	72,0	81,3

Tablica 8

Postrojenje	% WO <sub>3</sub>			Iskorišćenja
	u rudi	u koncentratu	u jalovini	
Bukukinsko	0,35	71,0	0,11	67,0
Beluhinsko	0,27	72,0	0,03	70,0

Metodom I. N. Maslenikova (Mehanobr) iz jalovine koja ostaje posle gravitacione koncentracije izdvaja se preostali volfram pomoću sode u autoklavima, uz precipitaciju CaWO<sub>4</sub>.

Volframske rude koncentrišu se gravitacijskim putem, a u nekim slučajevima ova koncentracija se obavlja u teškoj sredini. Postižu se rezultati prikazani u tablici 8.

### Kalaj

Sovjetskim stručnjacima izgleda pripada prvenstvo uvođenja u industrijskom obimu flotacijske metode kod niskoprocenatnih ruda

kalaja. Po J. Kowalewskom, u Magdansknoj oblasti od ruda sa 0,37% Sn dobijaju se grubi koncentri sa 3,6% metala uz iskorišćenja od 96%. Ako se ponovo izvrši flotacija, dobijaju se koncentri sa 8% Sn. Upotrebom sumporne kiseline u količini od 15 kilograma po toni i primenom koncentracijskih stolova, dobijaju se koncentri sa 22% Sn uz iskorišćenja od 85%.

U Hinganskom postrojenju se vrši flotacija mulja i dobijaju se grubi koncentri sa 4% Sn uz iskorišćenja od 94%. Flotacijom mulja na stolovima za koncentraciju dobijaju se koncentri sa 10% Sn uz iskorišćenja od 68%.

### Živa

Obogaćivanje siromašnih i trošnih ruda žive vrši se u SSSR-u gravitacijskim i flotacijskim putem. U Hajdarkanskom postrojenju rude sa 0,55% Hg, 0,2% S i 94,2% kvarca usitnjavaju se do —2 mm i podvrgavaju se gravitacijskoj koncentraciji. Dobijeni koncentri imaju 51,6% Hg uz iskorišćenja od 30,6%. Jalovina se usitnjava do —0,3 mm i flotira pa se dobijaju koncentri sa 25,8% Hg uz iskorišćenja od 57,8%.

### Zlato

Precizniji podaci o metodama obogaćivanja koja se u SSSR-u primenjuju kod dobijanja zlata nisu bliže poznati u stručnoj literaturi. U decembarskom broju časopisa „Razvedka” i „Ohrana nedr” od 1962. godine navodi se da su iskorišćenja prilikom dobijanja zlata iz rasipnih ležišta u 1962. godini bila između 61,6% i 79%, sa minimumom između 10% i 63,4% i maksimumom između 100% i 90%.

## Zaključak

U cilju ostvarivanja osnovnih postavki XXII Kongresa KPSS, široko i intenzivno korišćenje najrazličitijih mineralnih sirovina zauzima posebno i jedno od najvažnijih mesta u sovjetskoj ekonomici. Iako je u SSSR poslednjih godina pronađen i istražen veći broj ležišta najrazličitijih mineralnih sirovina sa visokim sadržajem korisnih komponenti, sovjetska mineralna ekonomika moraće sve više da se orijentiše na već ranije pronađene ogromne rezerve mineralnih sirovina sa niskim sadržajem korisnih komponenti, kako bi neprekidno rastuće potrebe bile pravovremeno zadovoljene. Zbog toga je poslednjih godina velika pažnja obraćena na razvijanje i primenu najsavremenijih metoda i postupaka za tretiranje niskoprocentnih ruda. U tom cilju osnovan je niz specijalnih instituta i zavoda, koji se bave problemima obogaćivanja siromašnih mineralnih sirovina, kao i pronalaženjem mogućnosti za sopstvenu proizvodnju reagenasa za flotiranje i druge postupke.

U odnosu na pojedine mineralne sirovine, u SSSR se najviše napora i sredstava ulaže za pronalaženje ekonomičnih metoda na kom polju su već postignuti značajni rezultati. Ovo je višestruko značajno jer zemlja raspolaže sa ogromnim rezervama gvoždevitih kvarcita a potrebno je za sledećih dvadeset godina povećati proizvodnju čelika za više od tri puta. Naročito su interesantni rezultati postignuti kod flotiranja gvoždenih ruda.

Tretiranje legirajućih i obojenih metala, odnosno njihovih niskoprocentnih ruda, u-

glavnom je na nivou metoda koje se primenjuju u SAD i drugim zapadnim zemljama. Kod oksidnih bakarnih ruda posebno je značajna metoda Mostovič-a, čijom primenom se dobijaju koncentracije sa 30—60%, uz iskorišćenja od 65—95%.

Izvesni autori navode da se u SSSR vrši flotiranje niskoprocentnih ruda kalaja, ali su ovi podaci velikim delom samo proizvoljni i zvanično nepotvrđeni.

Iako detaljniji podaci o metodama obogaćivanja, koje se primenjuju kod tretiranja ležišta zlata u SSSR, nisu poznati, iz sovjetske literature se može jasno zaključiti da su sovjetski stručni i politički organi nezadovoljni stanjem koje postoji u postrojenjima za tretiranje ovog plemenitog metala, i da se poslednjih godina ulažu veliki naponi da bi se smanjili gubici i povećala iskorišćenja.

Problem nedostajanja izvesnih reagenasa za flotiranje, koji je bio dosta akutan ranijih godina, u poslednje vreme skoro uopšte ne postoji. Gigantski razvoj hemije, predviđen u sledećih desetak godina, svakako će uveliko uticati da se razviju nove metode obogaćivanja, odnosno korišćenja najnovijih i najefikasnijih reagenasa. Iznalaženje i praktično korišćenje novih metoda za obogaćivanje siromašnih mineralnih sirovina u SSSR imaće svakako veliki uticaj i na mineralnu ekonomiju drugih zemalja koje raspolažu znatnim rezervama ovakvih sirovina ali još uvek ne poseduju rentabilne ekonomske metode za njihovo tretiranje i preradu. Na taj način svetska obezbeđenost mineralnim sirovinama biće povećana u relativno velikom obimu.

## Literatura

- Galkin, I. B. i dr., 1962: Razvedka štokverkovih mestoroždenij cvetnyh i redkih metallov. — Gosgeoltehzdat, Moskva.
- Kowalewski, J., 1963: Low-grade ore beneficiation in the Soviet Union. — Russian Technical Literature, No. 11, Juli, p. 1—13, OECD, Paris.
- Landsberg, H. H., i dr., 1963: Resources in Americas Future. — The Johns Hopkins Press, Baltimore.
- Starikov, A. N., 1957: Raskritie rudnih mestoroždenij. — Metalurgizdat, Sverdlovsk.
- Tjušnjakov, I. A., Ivanov, P. I., 1962: Novyj metod oprobovanija rospnih mestoroždenij zolota. — Razv. i Ohr. Nedr, 12, p. 9—15, Gosgeoltehzdat, Moskva.
- Trebovanja promyšlenosti k kačestvu mineralnogo syrja, 1958, 1961, 1962: Zelezo, Nikel, Med, Rtut. — vip. 25, 26, 34 i 59, Gosgeoltehzdat, Moskva.

## Tendencije u proizvodnji i potrošnji azbesta u SAD

Dipl. ekon. Branislav Slavković

U posljednje dve godine, u proizvodnji i potrošnji azbesta u SAD ispoljene su tendencije koje privlače posebnu pažnju, jer se radi o zemlji koja je najveći potrošač azbesta u svetu.

Sa sopstvenom proizvodnjom ove sirovine, koja se poslednjih nekoliko godina kretala između 43—52 hiljade kratkih tona (u 1957. god. 43.653, a u 1961. 52.814 kratkih tona), i visoko razvijenom industrijom prerade (obloge za kočnice, azbestno-cementni proizvodi, azbestno-asfaltni podovi i dr.), SAD su ukupne potrebe podmirivale iz domaćih rudnika sa svega oko 70%. U poslednje dve godine učinjeni su ozbiljni naponi na razvijanju sopstvene sirovinske baze. Mada su za pokriće celokupnih potreba SAD i dalje upućene na uvoz iz Kanade, Južne Afrike i drugih zemalja, nastojanja za povećanjem sopstvene proizvodnje azbesta značajna su, jer se odnose na područje kratkovlaknastog azbesta, između ostalog i na azbest stragarskog tipa, koji se doskora proizvodio jedino u našoj zemlji.

Prema podacima iz američkih izvora\*), ukupna proizvodnja azbesta u SAD u 1963. godini ocenjuje se da je povećana na oko 115.000 kratkih tona, što predstavlja udvostručenje u odnosu na 1961. godinu. Ujedno, to je najbrži tempo porasta ove proizvodnje

\*) „Engineering and Mining Journal”, februar 1964.

u svetu (povećanje ukupne svetske proizvodnje u 1963. prema 1962. godini iznosi oko 50%).

U protekle dve godine izgrađeno je više novih separacija. Među značajnije spada separacija na rudniku firme Advocate Mines Ltd, u mestu Baie Vert, Njufaundlend. Počela je probni rad u julu 1963. godine. Za izgradnju ove separacije korišćena su iskustva stečena prethodnim radom pilotskog postrojenja podignutog 1960. godine na ovom ležištu. Kvalitet azbesta koji daje nova separacija pogodan je za upotrebu u industriji azbestno-cementnih proizvoda. Pored isporučenog azbesta kupcima u SAD, izvršene su i izvesne isporuke prerađivačima u Evropi.

Kapacitet separacije, pri punom korišćenju, iznosi 60.000 kratkih tona azbestnog vlakna godišnje.

Ubrzan razvoj ostvaren je i u državi Kalifornija, gde su u toku 1962. godine puštene u probni rad dve separacije. Jedna na ležištu Koperopolis (Copperopolis), 100 milja istočno od San Franciska, kapaciteta 70.000 kratkih tona azbestnog vlakna godišnje. Struktura vlakna po klasama obuhvata klase 4, 5, 6 i 7, od čega na klase 4, 5 i 6 otpada 35.000 t/godišnje, a ostatak od 35.000 tona ili 50% čini klasa 7. Separacija staje oko 5 miliona dolara. Rudnik se eksploatiše preko dnevnog kopa. Računa se da ležište sadrži oko 23 miliona tona azbestne rude sa prosečnim sadržajem vlakna od 6,25%.

Drugo ležište u Kaliforniji na kome je, takode, puštena u rad separacija azbesta u 1962. godini, privlači naročitu pažnju, jer se naše u Stragarima. U američkoj literaturi\*) se naše u Stragarima. U američkoj literaturi se i spominje da jedina dosad poznata pojava sličnog azbesta u svetu postoji u Stragarima u Jugoslaviji. Ležište o kome je reč, poznato je pod nazivom *Koalinga* (Coalinga). Vlasništvo je u svetu poznate Johns-Manville kompanije (80%) i Kern Cannty Land kompanije (20%). Nalazi se u zapadnom delu doline Sv. Joakima (San Joaguin Valley), na sredokračju između San Franciska i Los Anđelosa. Naziv je dobilo po mestu Koalinga, poznatom centru proizvodnje uglja iz 19. veka i prvim naftnim poljima u Kaliforniji koja su otkrivena u istom delu ovog grada.

Na ovom ležištu izgrađena separacija kapaciteta od 12.000 tona/god. stajala je 1,5 miliona dolara. Prve isporuke azbesta izvršene su u martu 1962. godine.

Separacija proizvodi, uglavnom, kratko vlakno koje odgovara klasi 7 kanadske klasifikacije. Glavna mu je primena u industriji pločica za podove, gde usled veće beline i pokazane bolje prijemčivosti pigmentata pri bojenju ima određenu prednost u odnosu na kanadski azbest. Osobina da se lakše boji čini njegovu upotrebu i jeftinijom, jer snižava troškove bojenja. Stoga je kompanija Johns-Manville u svojim fabrikama pločica za podove pristupila zameni kanadskog kratko-

vlaknastim Koalinga azbestom. Dosada je ova zamena izvršena u količini koja varira od 33—50%.

Drugi važan momenat koji je povoljno uticao na otvaranje rudnika i separacije azbesta u Koalingi je sve veća potrošnja uopšte kratkovlaknastog azbesta u SAD, pri čemu podvozni troškovi za azbest iz Kanade igraju značajnu ulogu.

Poslednjih godina u zapadnom delu SAD razvila se u znatnoj meri industrija koja prerađuje kratkovlaknasti azbest. Samo u Kaliforniji ukupna potrošnja azbesta povećala se na 110.000 tona godišnje za proizvodnju asfaltnih i vinilnih ploča, azbestno-asfaltnih emulzija, azbestno-cementnih cevi, obloge za kočnice itd. U Teksasu, Lujizijani, Alabami i Misisipiju troši se daljih oko 100.000 tona azbestnog vlakna godišnje. Od ukupne potrošnje, koja samo u ovom delu SAD iznosi oko 220.000 tona, oko 75% odnosi se na kratkovlaknasti azbest, a ostatak, uglavnom, na vlakno klase 4.

Najveći deo ovih količina azbesta potiče iz Kanade, što izaziva znatne transportne troškove. Oni su naročito od značaja pri uvozu klase 7, koja je najjeftinija i upotrebljava se najviše. Podvozni troškovi jedne tone takvog vlakna, koje se prodaje u Kanadi po ceni od 40 dolara za tonu, na paritetu FOB, iznose do Kalifornije 30 dolara, tako da u Kaliforniji staje 70 dolara. To kalifornijskim proizvođačima azbesta pruža znatno preimućstvo na domaćem tržištu i dovodi ih u povoljniji položaj u konkurenciji sa kanadskim rudnicima.

\*) „Mining Engineering” sept. 1962, str. 61.



## Stevan Đuričić i Mihailo Rašković u rudarstvu Srbije

(sa 3 slike)

Dr Vasilije Simić

Ranije sam imao prilike da opširnije prikažem delatnost prvih školovanih rudara u Srbiji Đorđa Brankovića, Stevana Pavlovića i Vasilija Božića. Oni su 1843. godine završili rudarske nauke na čuvenoj akademiji u Banskoj Šćavnici (Šemnicu) i zatim proveli mučan i tegoban život u rudarstvu Srbije.

Ovoga puta biće reči o dvojici opet šemničkih đaka Stevanu Đuričiću i Mihailu Raškoviću. Đuričić se upisao na akademiju, kad su je prva trojica napuštali. A kad je Đuričić napuštao Šemnic, završivši studije, došao je Mihailo Rašković. Tako je rudarska akademija u Šemnicu između 1839—1850. godine obrazovala prvih pet rudarskih inženjera Srba. A to su bili i poslednji, jer se studenti iz Srbije nisu više školovali u Šemnicu.

### Stevan Đuričić i podgorski rudnici

Ovaj zaboravljeni pionir našega rudarstva rodio se je u Vršcu 1822. ili 1823. godine. Na rudarsku akademiju upisao se je 1843. godine, zajedno sa nekim Jovanom Georgijevićem. Pre toga je učio filozofiju. Đuričić je završio studije 1847. godine, a zatim je prakticao, verovatno do dolaska u Srbiju (1849. godine). Službu je počeo u Majdanpeku, gde je ostao punih pet godina. Pošto je otpušten iz službe vratio se je ponovo

u Austro-Ugarsku, tamo ostao kratko vreme pa se ponovo vratio u Srbiju. Krajem 1856. godine on je okružni inženjer u Smederevu. Tek od 1859. godine primio je srpsko državljanstvo.

Đuričić je došao u Majdanpek kad su otpočinjali prvi rudarski radovi. Zajedno sa V. Božićem bio je dodeljen za pomoćnika J. Abelu, rukovodiocu rudarskih radova u istočnoj Srbiji. Dok je V. Božić imao nezavidno zvanje šihtmajstora, Đuričić je bio još zapostavljeniji. Imenovan je za nadzornika istraga (Schürfungsuübersgeher) kako ga Abel naziva. Đuričićovo zapostavljanje ministar finansija Paun Janković pravdao je rđavim svedočanstvom sa studija. On je Đuričića postavio „u kačestvu praktikanta rudarskog” dok se ne vidi, hoće li se za kakav tehnički posao „upotrebitelan pokazati”. Plata mu je iznosila svega 25 forinti mesečno. V. Božić je primao 83 a Abel 100 forinti.

U prvoj polovini 1849. godine Đuričića šalju u Kučajnu da otvara stari rudnik olova. Ali i tamo je, do oktobra 1850. godine samo poslovođa, dok je upravnik radova Šenbuhher ili Lučinski. Tek ujesen 1850. godine postao je rukovodilac rudarskih radova u Kučajni i dodeljeno mu je 20 radnika, sa kojima je trebalo da otvori rudište.

Đuričić je ostao u Kučajni dve godine. Baš zato što je bio zapostavljen, trudio se



da postigne što bolje rezultate. Iz jednog njegovog pisma čitamo: „Za vreme mog dvogodišnjeg u Kučajni bavljenja, više sam se u oknama bavio nego kod kuće”. Zbog takvog rada dolazio je u sukob sa radnicima. Oni se žale da im u potpunosti ne isplaćuje akordni rad. Njegovo zalaganje u radu bilo je naopako ocenjeno. Za neuspeh istražnih radova ministar Janković krivio je Đuričića koji je navodno „bez svaki naučni rudarski rezona tumarajući tamo amo pri tra-



Sl. 1 — Stevan Đuričić.

ženju ruda” badava trošio državne novce. Kao da se sa utrošenim novcima (nekoliko hiljada forinti) mogao očekivati nekakav uspeh u radu. Kasnije je Feliks Hofman potrošio u Kučajni nekoliko desetina hiljada dukata, pa ipak nije otvorio rudnik. Prema tome, Đuričić nije bio u stanju, da sa nekoliko stotina groša mesečnog rashoda pronade rudište, koje se nije dalo pronaći ni sa desetinama hiljada dukata u rukama tako umnog istraživača, kakav je bio Feliks Hofman.

Kad je srpska država, deset godina posle napuštanja svoga rada u Kučajni, htela da iznajmi rudište Feliksu Hofmanu, ministar-

stvo finansija potražilo je od Đuričića, da ga poblize obavesti o prilikama u Kučajni, za vreme dok je on tamo boravio i radio. Đuričić je 14. januara 1862. godine napisao ministru finansija izveštaj pod naslovom: „Rudokopije Kučajnsko u smotreniju geognostičkom i predlog njegovog mogućeg uspešnog obdelavanja”. Pisao ga je po sećanju, deset godina kako je napustio Kučajnu. Uz opis rudišta priložio je i geološku skicu sa legendom na nemačkom jeziku. U svome napisu Đuričić veli da je više vremena provodio u jami nego kod kuće. Sasvim mu se može verovati, jer kao što se iz izveštaja vidi, on je tačno zapazio način pojavljivanja ruda i prisustvo velikih količina podzemnih voda u rudištu, koje su ometale rudarski rad. Njegovo gledište o rudištu odiše optimalnim shvatanjima, što je u ono vreme bilo sasvim na svome mestu, jer je samo takvo gledanje na rudište moglo podstaći ulaganje novca u istražne radove. Uostalom, vrednost kučajnskog rudišta nije ni do danas rasvetljena i pored Hofmanovih neuspeha. Ali u pogledu ulaganja novčanih sredstava u rudarske radove Đuričić je veoma oprezan, preporučujući najpre najosnovnije radove, rudarske i topioničke. Da je kasniji vlasnik Kučajne Feliks Hofman tako postupio, ne bi doživeo u Kučajni teška razočarenja i za ono vreme ogroman gubitak (80.000 dukata).

Đuričić je iz Kučajne ponovo vraćen u Majdanpek i ministarstvo finansija ga „opet u kačestvu praktikanta i o staroj plati odredi u kancelariji Upraviteljstva za Delovoditelja, nadajući se, da će u tome delu, znajući svoj maternji jezik, očekivanju Popečiteljstva bolje odgovoriti”.

Posle toga nastaju teški dani za rudarskog inženjera Stevana Đuričića na rudniku u Majdanpeku. Mlad i poletan inženjer, mesto da vodi neki pogon na rudniku ili u topionici bakra odnosno gvožđa, on zavodi akta u delovodni protokol i registar. A akata je bilo beskrajno mnogo: „Upravitelj struke pisao je upravitelju rudokopstva; ovaj upraviteljstvu rudokopija, ovo je sazivalo sednicu, i, na slučaj da stvar odobri, pisao ministarstvu finansija. Tu je načelnik odeljenja referisao ministru, koji je podnosio predlog Savetu, čije je opšte zaključenje išlo knezu na potvrdu. Posle kneževe potvrde, predmet se slao ministarstvu finansija, koje je pisalo

upraviteljstvu rudokopija, koje je pisalo upravitelju rudokopstva, koji je pisao upravitelju struke”\*)

Đuričića je oslobodio delovodnog protokola načelnik rudarskog odeljenja Vilhelm Fuks, predloživši ministru, da ga premesti u topionicu bakra za „privremenog kontrolirajućeg pisara”. Na novom mestu Đuričić je imao bar kakvog-takvog kontakta sa rudarstvom. Maja 1853. godine plata mu je iznosila 250 talira godišnje. U isto vreme njegove nešto starije kolege, primale su znatno više, Božić 350 talira a Branković čak 500. Ali ni nove dužnosti pisara u topionici nisu se mnogo razlikovale od pređašnjih poslova na delovodniku. Đuričić je svakako nezadovoljan novim mestom, a ministar Janković veli o tome: „on i sada nastavi lakomisleno, odavajući se strasti lova, bluda i pijanstva, a dužnosti konečno prenebrejavajući, strpljenje Popečiteljstva iskušavati, ukore prezidijalnim putem i sredstvom upraviteljstva izdavane mu ni u šta držeći”.

Veoma zanimljivu karakteristiku o Đuričiću dao je ministar Janković krajem 1854. godine. On je iste godine nekoliko meseci proveo u Majdanpeku i promatrao Đuričićev rad.

„Stevan Đuričić, kontrolirajući pisar kod bakarne topionice, izučio je rudarsku akademiju u Semnicu, govori o rudarskim predmetima slobodno i iz prepiranja njegovi sa svakim o svačem viditi se može, da on želi da pokaže i dokaže, da u znanju rudarskom nije ni on manji od sinova Izrailovi, ali zapra Boga: teže preteže, no negledajući na to, može biti, da bi isti Đuričić mogao s vremenom usposobiti se i više i bolje te postati poleznim članom našega rudarstva, ali je lenj, nebrežljiv, neuredan, netočan, preturljiv, zabluden, i skitnji svakoj pa i po meanama odat, da sam mu morao najposle zapretiti i otpustom iz službe, ako se ne popravi i bolji nebude”.

Ova slikovita karakteristika mogla bi se delimično i primiti kao odgovarajuća, bar što se tiče izraza „lenj, nebrežljiv, neuredan, netočan”, jer je Đuričić logično trebalo takav da bude. Mlad rudarski inženjer počeo je u rudarstvu službu kao nadglednik istraga, zatim je premešten za „delovoditelja” u upravu preduzeća, a najzad posle petogodišnjeg rada postao je pisar u topionici, dok

S. Jovanović: Ustavobranitelji i njihova vlada 1838—1858. — Beograd, 1925. Str. 83.

stranci sa istim kvalifikacijama dobijaju mesta u rudarstvu Srbije kao stručnjaci i rukovodioci? I to nije bio slučaj samo sa Đuričićem već i sa svima ostalim Srbima inženjerima Brankovićem, Pavlovićem i Božićem. A baš u to vreme služili su u Majdanpeku, zajedno sa Srbima rudarima i stranci kao Karl Frndak, upravnik rudnika, otpušten iz službe jer je „pokazivao zlu volju u radu”; Jozef Červenka, upravnik oknarskog odseka, otpušten iz službe, zbog pijanstva; Jozef Silberlajtner, inženjer u oknarskom odseku otpušten iz službe „zbog lenjosti i nevaljalstva”.

Pod ovakvim okolnostima Đuričić nije mogao ostati dalje u rudarstvu Srbije, kojim su naopako rukovodili Jovan Gavrilović i njegov ministar Paura Janković. U prvoj polovini 1854. godine Đuričić je otpušten iz službe. Više nikada nije služio kod države kao rudar, ali se rudarstvom i dalje interesovao i bavio.

Pošto je otpušten iz službe, Đuričić se žalio knezu i kako mu je žalba odbijena, on se zaposlio kao građevinski inženjer. Decembra 1856. godine napisao je izveštaj o pojavama uglja u okolini Smedereva, gde je bio zaposlen kao okružni inženjer. Izveštaj je vrlo interesantan i pokazuje da Đuričić raspolaže sasvim solidnim znanjem kako rudarskim tako i geološkim. Iz svojih terenskih promatranja izvukao je sasvim pravilne zaključke i predložio potrebna novčana sredstva da se ugljene pojave otvore. Ispitivanja ugljenih pojava u okolini Smedereva Đuričić je vršio u slobodnom vremenu, van poslova okružnog inženjera. On o tome piše: „Upotrebio sam od moje zvanične dužnosti slobodno vreme na ispitivanje u okolini Smedereva postojeći brda, kao i na otkrivenja pod kojima se u istima mrki ugljen naodi”. Ovaj Đuričićev spis je najstariji geološki izveštaj o nekom terenu u Srbiji, pisan od strane naših stručnjaka.

Tek kao okružni inženjer u Valjevu Đuričić će se u punoj meri posvetiti rudarstvu. Putujući po okrugu zbog raznih poslova, a interesujući se nalazištima ruda, on će imati prilike da promatra pojave bakarnih ruda u Sitaricama i Vragočanici, antimonskih na severnim padinama Povlena, olovnih u Drenajiću, Zlatariću, Osećini i drugde, uglja u Tubraviću i litografskih ploča u Struganiku. Glavnu pažnju, međutim, poklonio je bakarnim rudama u Sitaricama i Vragočanici. Maja

meseca 1864. godine on se obraća ministarstvu finansija molbom „da mu se podari pravo na kopanje bakarne rude u ataru šela Sitarice“. Ova rudna pojava bila je odavno poznata; nju je svojevrmeno tražio da eksploatiše prota Matija Nenadović. Đuričiću je odobren rad; 4. februara 1865. godine on se ponovo obraća ministarstvu finansija, ovoga puta tražeći:

„1. Da mu se raširi isključivo pravo istraživanja na rude i to: osim opštine Suvodanjske i na Kameničku, ili na gornju čast sreza Podgorskog ispod Medvednika, Jablanika i Povlena ležeći, i to pravo da mu se ustupi na tri godine;

2. Da mu se ustupi pravo pronađenu rudu topiti i obdelavati u ataru sela Vragočanice uz branički potok na mestu koje je on odkupio i ovo mesto da mu se na rudne mere premeri za koje će plaćati propisanu taksu i

3. Da mu se dozvoli međutim, dok on ne bi dobio potrebne šume, da može iz Medvednika i okoline suva drva, kojih veli da tamo mlogo ima, za svoju radnju nositi i upotrebljavati, a za podizanje zdanija i zgrada građu seći i izvlačiti“.

Ministar finansija Kosta Cukić odnoso se blagonaklono prema Đuričićevim naporima da otvori rudnike u valjevskoj Podgorini. On predlaže Sovetu i knezu, da se Đuričiću izade u susret, jer je dosadašnjim istražnim radovima pokazao „nadeždne rezultate“. U obrazloženju Đuričićevih predloga, Cukić veli:

„Za ovo vreme i ovim načinom, uzda se g. Đuričić, da će u toj okolini podpuno doznati, gdi se i kakova ruda naodi, i dali će je vredno biti obdelavati, pa će tek onda iskati koncesiju za obdelavanje ruda s nuždnim i opredeljenje atara zemljištima i šumom za preduzeće“.

Blagodareći ministrovom povoljnom mišljenju već 23. februara 1865. godine usvojeni su svi Đuričićevi predlozi i dato mu pravo da otkopava i topi bakarne rude. Iste godine 18. novembra knez je odobrio ugovor između države i Đuričića, po kome se ovome daje povlastica na 50 godina za obdelavanje bakarnih ruda u opštinama suvodanjskoj i kameničkoj. Povlastica je nazvata „Podgorski rudnik“.

Zaključenju ugovora prethodio je intenzivan rad na istraživanju bakarnog rudišta u Vragočanici i pripremama za dobijanje povlastice. Smatrajući da je „istraživanjem bakarnu rudu u toliko odkrio, da će trajućee obdelavanje ruda osigurati moći“ Đuričić

traži, da rudarska komisija izade na lice mesta, uveri se o svemu, obeleži mu rudna polja, kao što je to ranije uradila u rudniku Kučajni, mesto za topionicu i potreban šumski kompleks. Krajem septembra iste godine komisija je obišla rudarske radove u Vragočanici, gde je Đuričić sa „više podkopa rudu bakarnu u toliko odkrio, da je prilika, ako se ista bakarna ruda i dalje u dubljini i tako izdašnom održi, da će se moći godišnje prema broju radenika 10 do 20 iljada centi rude bakarne vaditi“. U dolini Jablanice rudarska komisija je obeležila površinu od preko 30 jutara, gde će se izgraditi topionica bakra. Povlašćeni teren za rude iznosio je nešto preko 10 jutra. Po Đuričićevoj molbi vlasti su odobrile, da se mesto, gde će se otvoriti rudnik nazove „Mijailovo“ u čast kneza Mihaila.

Kako Đuričić nije imao potrebnog kapitala početkom 1866. godine osnovana je „družina Podgorski rudnika“ koju su sačinjavali Stevan Đuričić, njegov tast Atanasije, Nikolić i Ilija Kolarac, sa „udelmom 1/3 dobiti“. Polovinom aprila iste godine počeo je upis akcija kao što se vidi iz novinskog oglasa:

„Družina Podgorski rudnika otvara upis na akcije — deonice — kako bi u njenom izvestnom i otvorenom preduzeću visina sagrađana učastvovati mogla. Cela akcija staje 20, a četvrtina 5 dukata cesar. Novci se tek docnije po ratama polažu. U Beogradu upisuje se u kancelariji družine, ili kod umoljeni na to sakupitelja, a po okružjima umoljeni su gg. okružni kaznačeji, da taj upis izdejstvuju“.

Ovim je bilo osnovano prvo rudarsko društvo u obnovljenom rudarstvu Srbije od domaćih ljudi. Pun naziv mu je bio „Srpsko rudarsko društvo Podgorskih rudnika“. Skraćeno se nazivalo „Društvo Podgorskih rudnika“.

Delatnost podgorskih rudnika u ovo vreme opisao je Manojlo Marić, rudarski inženjer rečima:

„Još 1851. godine našlo se u selu Sitarici, sreza podgorskom okruga valjevskog bogate bakarne rude. Nastojavanjem jednog stručnog čoveka, koji je u početku 1865. godine dobio koncesiju za istraživanje i kopanje ruda u ataru opštine suvodanjske i kameničke nađeno je u najnovije doba na više mesta bogatih bakarnih ruda u prostoru od čitave dve kvadratne milje. Družina Podgorskih rudnika na koju je pravo za istraživanje i kopanje ovih ruda docnije prenešeno, odpoče da kopa rude bakra poglavito

u selu Vragočanici, a pored njih i nešto olovnih ruda. Osim toga istraživala je još na više mesta bakarne rude, odpočela podkop kojim će u Drenajiću da podide pod otkope iz kojih su za vremena Karadordevog kopate olovne rude i odpočela je da vadi litografske ploče u selu Struganiku, sreza kolubarskog, našto je odvojenu koncesiju dobila. Pronalazak ovih litografskih ploča od važnosti je velike, počem ih do sada ima samo još u jednom predelu u bavar-skim Alpima. Među dosada izvađenim plčćama bilo je vrlo dobrih.

Uspeh na svima mestima nije bio jednak. Rude bakra u Vragočanici pokazale su se bogate i trajašne, tako da će ovom rudniku budućnost biti osigurana, čim se topionica, koja se u dolini reke Jablanice ima podići, uredi da počne topiti. Olovne rude što su u ovom rudniku sa bakarnim pomešane od slabe su vrednosti; ispitivanjem po drugim mestima naišlo se na vrlo bogata ali ne na trajašna rudišta bakra.

topionice bio pozvan iz Nove Moldave u Banatu inžerjer topioničar Sigfrid Cajlinger, koji je pre toga topio bakarne rude u Majdanpeku.

Iz drugog prikaza podgorskih rudnika saznajemo, da je rudarsko društvo:

„više potkopa i okna otvorilo i iz nji nekoliko iljada cenata bakarne rude izvadilo, nekoliko zgrada i kuća za stanovanje radenika i smeštaj materijala ogradilo, nužna zemljišta kupovinom pribavilo i naposledku u dolini reke Jablanice potrebnu gradu i materijal za grade-nje jedne topionice spremilo, za koju celj i nužna se šuma u okolnoj opštenarodnoj planini rezervirala”.

O podgorskim rudnicima govori ministar Kosta Cukić pred narodnom skupštinom 1867. godine sledeće:



Sl. 2 — Legenda Đuričićeve geološke skice.

Kao povoljne okolnosti, koje će na uspeh preduzeća ovog veliki upliv imati, moram napomenuti: da su rudnici usred sela; da je nadnica tamo vrlo jevtina, a radne snage ima dosta; da su rudnici sa mestom, gde se ima topionica podići vezani dobrim putevima; da je mesto za topionicu izbrano vrlo udեսno i da vode za pokretanje mašinerija u njoj ima izobilja”. (Dnevni list „Srbija” za 1867. godinu).

Sve stručne poslove na podizanju podgorskih rudnika obavio je Đuričić uzgred, kao okružni inženjer; jedino je zbog podizanja

„U majdanu podgorskom okružija valjevskog bakarne su se rude dobro pokazale, one su se u tečaju dve poslednje godine vadile i spremalo se šta je potrebno za podizanje topionice za topljenje bakra. U ovom okružiju nadene su i litografske ploče; ove bi se dobro i pclezno prodavale, kad bi družina, koja ove majdane ima, ploče vadila”.

Đuričić je ostao član društva podgorskih rudnika do 27. septembra 1867. godine, kada je sva svoja prava preneo na Iliju Kolarca. On je i dalje nastavio da služi kao okružni

inženjer u Valjevu i nije poznato da li se i dalje interesovao rudarstvom podgorskih rudnika. Umro je u Valjevu 1889. god. kao okružni inženjer II klase.

Rudarskom inženjeru Stevanu Đuričiću pripada i počasno zvanje prvog nacionalnog geološkog radnika. Prilikom traženja povlašćenih rudarskih prava u Podgorini Đuričić je 1. februara 1865. godine predao ministarstvu finansija geološku skicu „jedne časti sreza podgorskog, okružija valjevskog, ispod Medvednika, Jablanika i Povlena ležeće, gde se bakarna ruda pronašla”. Ova je skica, koliko je do sada poznato, prvi i veoma uspeo pokušaj izrade geološke karte nekoga kraja u Srbiji, od strane našega čoveka. Ako se Đorđe Branković kod nas potpisao prvi kao geolog, zato što je služio u bečkom geološkom zavodu, Stevan Đuričić je stvarno to bio, jer je izradio prvu našu geološku kartu. A imao je zvanje i obavljao poslove okružnog građevinskog inženjera u Valjevu.

Đuričićevu geološku skicu objašnjava legenda sa 12 različitih tipova stena, koje je autor na terenu razlikovao. Kako sam svojevremeno geološki snimao baš ove terene, smem bez bojazni od preterivanja reći, da savremeni geolog ne bi izdvojio mnogo više tvorevina na terenu, nego što je to učinio pre skoro jednoga veka rudarski inženjer S. Đuričić. Izrada ovakve geološke skice odnosno karte, na kojoj su laporasti škriljci odvojeni od laporaca, a ovi od argilošista; gde je razlikovan gabra od dijabaza a ovaj od porfira, pretpostavlja veoma solidno obrazovanog geološkog stručnjaka, s jedne strane, sa druge opet temeljno ispitivanje terena, koje i danas, posle toliko vremena, može služiti za ugled.

Zaključujući izlaganje o delatnosti jednog starog našeg rudara, možemo s pravom reći, da stvarni lik Stevana Đuričića nije onakav, kao što ga je pokušao da predstavi Paun Janković, ministar finansija ustavobraniteljskog režima u godišnjim izveštajima i „kondukt listama”. Stevan Đuričić je toliko zaslužan za rudarstvo i geologiju u Srbiji, koliko je bio štetan ministar Paun Janković.

\*

Dalja istorija podgorskih rudnika u opštim crtama izgledala je ovako: Kolarac i Nikolić, nemajući dovoljnih kapitala o-

snovali su 14. jula 1874. godine novo društvo, sastavljeno od braće Brajt iz Londona, inače vlasnika kučajnskih rudnika i Kolarca i Nikolića. Glavni upravnik preduzeća bio je Atanasije Nikolić. Iste godine društvo je uzelo u povlasticu novih 8 rudnih polja:

„1. Tri rudna polja, od kojih su dva na mestu zvanom Kućine, a jedno na Jelinoj brezi u Vragočanici na obdelavanju bakarne rude;

2. Jedno rudno polje u selu Drenajiću, na mestu zvanom Kozline, na obdelavanju olovne rude;

3. Jedno rudno polje u selu Dragijevici na mestu zvanom Babina reka, na obdelavanju olovne rude;

4. Jedno rudno polje u selu Osečini na mestu zvanom Obradov Potok, na obdelavanju olovne rude;

5. Dva rudna polja u Brezovici i to jedno na mestu zvanom kod izvora na obdelavanju olovne i jedno mesto na mestu zvanom Mijoljac na obdelavanju antimonske rude”.

Po društvenim pravilima, donetim maja 1875. godine, osnovni kapital društva iznosio je 72.000 dukata, podeljen na 720 akcija po 100 dukata. Od toga su braća Brajt imala 40.000 dukata a ostalo Kolarac i Nikolić. Uprava podgorskih rudnika bila je sada u Kučajni. Tehnički upravnik je Franc Zelinček a glavni upravnik Čarls Brajt. Zvaničan naziv društva je „Družina podgorskog rudnika u okrugu valjevskom nalazeća se”.

Radovi na podgorskim rudnicima još od početka tekli su nepovoljno, jer vlasnici nisu imali kapitala. U 1866. godini radilo je svega 7 rudara. Kolarac i Nikolić pozivaju iz Nove Moldave „*k.u.k. Hüttenmeister*”-a Cajlingera, da pregleda rudište i izradi projekte za topionicu bakra. Ali mu ne plaćaju ni putni trošak od svega 270 forinata i on preko svoga zastupnika u Zemunu preti Kolarcu tužbom sudu. Ništa nije bilo bolje ni kad su rudnike preuzeli braća Brajt. Oni su ubrzo bankrotirali. Maja 1877. godine Kolarac i Nikolić odrekli su se rudarskih prava u podgorskim rudnicima. Septembra 1882. godine braća Brajt prenose podgorske rudnike na Džona Liča Eskuersa iz Martoka. Po F. Kanicu „opaki švindler Lič” prevarivši srpsku vladu i svoje engleske poverioce pobegao je u Ameriku. Rudarsko odeljenje oduzelo je Liču povlasticu podgorskih rudnika 17. februara 1888. godine.

U istoj godini na terenima negdašnjih podgorskih rudnika izdate su kapetanu Huntersu 4 rudarske povlastice na ime

Huntersa, Kinga i Ingleza iz Londona. Hunters je naknadio srpskoj državi 30.000 dinara, koliko je ostao dužan Lič i pokušao sa proizvodnjom i prodajom već izvađenih ruda iz Vragočanice, koje su kolima prevožene do Zabrežja na Savi a dalje brodom u Austriju. Ruda je verovatno prodavana nekoj topionici u Mađarskoj. Hunters je istupio iz podgorskih rudnika 1892. godine, a ostali povlastičari osnovali su akcionarsko društvo, koje je u Vragočanici vadilo bakarne, u Brezovici antimonske i kod Osečine i Osladića olovne rude.

Koliko je izvađeno i prodano olovnih, bakarnih i antimonskih ruda ne zna se pouzdano. Prema statističkim podacima izvezeno je iz Srbije 1871/2. godine 2687 oka antimonske rude u vrednosti 16.122 groša a 1873/4. izvezeno je antimonskih i olovnih ruda zajedno 356.136 oka u vrednosti 888.922 gr. čarš. Koliko je od ove rude proizvedeno u Podgorini nemoguće je reći, jer su antimonsku rudu proizvodili kopovi u Podrinju a olovnu i Kučajna.

Poznato nam je, međutim, koliko je u nekim godinama iz Srbije izvezeno tetraedrita. Ova je ruda nesumnjivo iz Vragočanice. Izvezeno je:

1884. god.	43.096 kg	u vrednost	64.084 din.
1885. „	13.034	„	11.780 „
1886. „	101.400	„	41.115 „
1887. „	61.800	„	61.838 „

Poslednja veća pošiljka rude za izvoz bila je pripremljena krajem 1894. godine. Ruda je dovezena do Zabrežja, ali je ovde država na nju stavila zabranu, zbog velikih dugova rudnika. Ruda je kasnije prodana na licitaciji a podgorski rudnici nisu dalje radili, sem toliko, da bi očuvali rudarsko pravo razni špekulanti.

### Mihailo Rašković, rudar i profesor Velike škole u Beogradu

Mihailo Rašković rodio se je u Titelu, 1827. godine. Otac mu je bio oberlajtnant u pravnoj vojnoj službi. To je sve što se zna o njegovoj porodici, detinjstvu i školovanju. Kad je stupao u državnu službu podneo je dokumente o završenim naukama „filozofskim, i jestestvoslovno-matematičkim“ u Budimpešti, tehničkim na politehničkom i česko-tehničkom institutu u Pragu, i rudarskim na akademijama u Šemnicu i Pšibramu. Po-

sle studija u Budimpešti upisao se na rudarsku akademiju u Šemnicu, a za vreme revolucije u Mađarskoj napustio je Šemnic i nastavio studije u Pšibramu. Rudarske nauke učio je poslednje, jer mladog Raškovića, prilikom prijema u državnu službu, nazivaju rudarskim akademikom.

Ne zna se gde je obavljao rudarsku praksu ni kada je prešao u Srbiju. Septembra 1853. godine podneo je molbu da bude primljen za profesora hemije i tehnologije na beogradskom liceju, koji je baš tada bio u reorganizaciji, jer su u nastavu uvedene prvi



Sl. 3 — Mihailo Rašković.

put prirodne i tehničke nauke na „matematičari osnovane“. Glavni inspektor škola u Srbiji Platon Simeonović predložio je ministru prosvete, da se Rašković postavi za profesora. Knez je već 26. septembra doneo rešenje, da se Mihailo Rašković „rudarski akademik, za kontraktualnog Profesora Hemije i Tehnologije pri liceumu našem primi“.

Rašković je bio dovoljno pametan i nije zatražio mesto u rudarstvu, iako je Srbija u to vreme na sve strane tražila obrazovane rudare. On je video kako su teško naseli u



službi rudarstva njegovi stariji drugovi: Branković, Božić, Pavlović i Đuričić. Osim toga, u prosvetnoj struci imao je znatno veću platu nego u rudarskoj (600 : 220 talira godišnje).

U 1855. godini Rašković je primio srpsko državljanstvo pa je odmah zatim imenovan „djestvitelnim“ profesorom liceja, mesto kontraktualnog. Kad je 1863. godine licej pretvoren u Veliku školu on je preveden za profesora nove škole. U toku 1859—1862. godine, pored hemije i tehnologije predavao je i fiziku. Od 1857. god. pa do smrti bio je član Srpskog učenog društva.

Raškovićevu delatnost u liceju i na Velikoj školi prikazala je Olga Đurković (Glasnik hem. društva u Beogradu knj. 19 i 20, 1954. i 1955. god.). Ovde će biti govora samo o njegovom radu na rudarstvu, t kome je on, za razliku od ostalih rudara, šemničkih đaka, imao velikog ugleda.

Iako je bio profesor liceja odnosno Velike škole i predavao predmete samo od opšteg značaja za rudarstvo, Rašković je do kraja života ostao rudar. O tome najubedljivije govori njegov učenik i sledbenik na katedri hemije i tehnologije Sima Lozanić.

„U doba kad je Rašković učio topioničarstvo, dokimastika i duvaljka behu glavna hemiska oruđa, kojima su sva rudarska pitanja rešavana: zato je i svoju laboratoriju poglavito tim oruđem bio snabdeo; a sve ostalo, što je bilo u njoj, samo je za oglede na predavanju služilo. Čak istinitost ili lažnost sumnjivog novca nije hemiskim putem utvrđivao, već je to iz njihove specifične težine izvodio. Ali je ta Raškovičeva laboratorija velike usluge ukazivala tadašnjem istraživanju ruda, koje je u velikom jeku bilo. Tu uslugu činio je Rašković rado svakome i besplatno; a to je rađeno i posle njega“ (Doživljaji i radovi Sime Lozanića. Beograd 1927. godine).

Svoju laboratoriju Rašković je nazvao „hemiskom radionicom“ i u njoj su slušaoci tehničkih nauka pomoću duvaljke vršili odredbe. „Radionica je ova,“ piše savremenik M. Đ. Milićević, „blagodareći profesoru M. Raškoviću tako uređena, da ne samo kako valja podmiruje školsku potrebu, nego je jedina za sve analize, za koje se potreba oseti u državi“.

Ako je bio rudar u svojoj laboratoriji za vreme školskog rada, on je to bio još i više za vreme školskog odmora. Preko leta putovao je po zemlji radi upoznavanja geoloških prilika naših krajeva, ili kao rudarski struč-

njak odlazi na rudarska preduzeća u Majdanpek, Senjski ugljenokop, ili drugde. Prvi školski odmor leti 1854. godine Rašković koristi putujući po „Knjažestvu i Vojvodstvu Srbiji“ radi ispitivanja „geognostičesko-rudarskih odnošenija ovi zemalja“. I sledeće, 1855. godine on opet putuje po Srbiji“ razne u jestestvenu nauku spadajuće redkosti ispitivati i po mogućstvu sobrati“.

U 1857. godini Rašković se za vreme letnjeg odmora nalazi u Majdanpeku kao tehnički komesar preduzeća. Ovo je bila kritična godina poslovanja prvog rudarskog preduzeća u obnovljenoj Srbiji. Već tada je bilo jasno, da se poslovanje u Majdanpeku mora iz osnova promeniti, jer se nisu mogle ustaliti proizvodnja ni gvožđa ni bakra. Sledeće godine Rašković je član komisije, zajedno sa Jovanom Gavrilovićem, Hermanom Brajthauptom i Vladimirom Jakšićem, koja je predložila vladi, da se Majdanpek likvidira kao državno preduzeće, a rudnik i topionice bakra i gvožđa ponude u zakup stranom kapitalu.

Rašković je sudelovao u radu i drugog našeg rudarskog preduzeća, senjskog ugljenokopa, dok je ovaj bio u rukama Prve srpske banke. On je rukovodio istražnim radovima a u toku 1871. godine merenjem je ograničio površinu od milion kvadratnih metara, koliko je banka bila iznajmila. Početkom septembra 1871. godine pustio je ugljenokop u rad, otvorivši ponovo potkop sv. Sava.

Dok se bavio u Senju i okolini Raškoviću nije izmakla iz očiju ugljonošnost susednih terena. Njegovim nastojanjem osnovana je „Resavska rudarska družina“, koja je maja 1871. godine dobila prava istraživanja“ u celom srezu resavskom okruga čuprijskog, a poglavito u okolini opštine vojničke i milivačke... na ime društvenog člana M. Raškovića“. No kako je Rašković umro sledeće godine, nije ni stigao da uradi nešto više kao član Resavske rudarske družine.

Pišući nedavno o razvoju ugljarske privrede u Srbiji (Razvoj ugljenokopa i ugljarske privrede u Srbiji, Beograd, 1958.) pomeno sam i „Resavsku rudarsku družinu“ o kojoj sam u literaturi našao malo podataka, pa i to najvećim delom pogrešnih. Zaveden spisom P. Ilića (Pregled negdašnjih rudnika u Srbiji — Židiljski rudnik), koji suvlasnike družine naziva Resavcima, ja sam smatrao

da je „Resavska rudarska družina” bila u prvom redu delo trgovaca iz čuprijske čaršije. Stvar, međutim, izgleda sasvim drugojačije. U arhivu Srpske akademije nauka u Beogradu čuvaju se spisi iz lične arhive Nikole Krstića (1829—1902), poznatog pravnika i istoričara. Među njegovim hartijama nalazi se omot sa natpisom „Resavska rudarska družina” i u njemu tri dokumenta. Jedan je iz 1871. a druga dva iz 1883. godine. Krstić je bio jedan od osnivača družine, njen delovođa i verovatno pravni predstavnik.

Osnivači rudarske družine nisu ni Resavci, ni rudari, sem dvojice. To je, u stvari, elita ondašnjeg beogradskog društva, sastavljena od ministara, profesora Velike škole, čak i jednog arhimandrita, koji je kasnije postao beogradski mitropolit. Među njima je samo jedan trgovac. Prvi na listi družine je Mihailo Rašković. Zatim se ređaju: K. Jon; Rajko Lešjanin bivši ministar pravde i namestnik a u vreme osnivanja družine bio je ministar u penziji; Kosta Cukić, bivši ministar finansija u to vreme „državni agent” u Bukureštu; Emilijan Josimović „profesor više matematike u vojnoj školi”; Teodosije Mraović arhimandrit i profesor bogoslovije u Beogradu, kasnije mitropolit; Lazar Cukić, Milan Petrović ministar inostranih dela (1868), Đorđe Stanišić član Glavne kontrole; K. Stefanović beogradski trgovac; Nikola Krstić u to vreme član kasacionog suda i Feliks Hofman poznati rudarski inženjer.

Ideja o osnivanju „društva na akcije” potekla je svakako od njegovog prvog člana profesora Raškovića, jer je ovaj, delom za račun države, delom „Prve srpske banke”, vlasnika senjskog ugljenokopa od 1869—1871. godine, ispitivao kučajsku ugljunosnu oblast i preko leta 1871. godine, pred početak eksploatacije uglja, „ograničavao majdan senjski”. Kao što se vidi iz „predhodnog ugovora”, Rašković je još 26. maja 1871. godine dobio odobrenje, kao član Resavske rudarske družine, koja još nije bila zvanično osnovana, da istražuje ugalj u Resavi.

Rudarska družina osnovana je 1. jula 1871. godine. Imala je 12 članova, između kojih se biraju 4 odbornika kao rukovodioci za poslove: „tehničke kopaoničke, tehničke postrojne, kasirske i pravno administrativne”. Društveni kapital bio je podeljen na 124 akcije,

svaka po 20 dukata. Članovi su dobijali po 10 akcija, dok su četiri preostale poklonjene odbornicima kao nagrada za rad. Ako ova sredstva ne bi bila dovoljna, članovi družine su se obavezali, da zajednički uplate još 120 ili najviše 240 akcija.

Osnivači „Resavske rudarske družine” nisu imali namere da otvaraju ugljenokope u Resavi. Njih je, kao i mnoge ostale građane Srbije u to vreme bila uhvatila „ugljena groznica”. Hteli su da protrguju ugljenim terenima, odnosno pravima, dobijenim na osnovi rudarskog zakona. Ako ostali osnivači družine nisu poznavali rudarstvo, to se ne može reći za Hofmana ili Raškovića. Prvi je već bio nepovratno uložio u rudarstvo Srbije 80.000 dukata. On je pouzdano znao, da se sa 250 dukata, koliko je iznosio početni kapital družine, ne može otvoriti nigde u Srbiji ugljenokop, a najmanje u Židilju, van svake saobraćajne veze.

Ministarstvo finansija pozivalo je Raškovića i na ostale rudničke objekte u zemlji da ih pregleda i da svoje mišljenje. Ovo utoliko radije što je Rašković, za razliku od ostalih rudarskih eksperata, bio u stanju da rude i hemijski ispita. Sa Rudnika, gde je bio 1862. god., on javlja telegrafski ministru finansija: „Svršivši Rudnički zadatak, nalazim rudokopnju nesposobnu za brzu fabrikaciju olova. Izvestije poslaću poštom”. Krajem šezdesetih godina prošloga veka Rašković je svakako po nalogu vlade pokušao da otvori stare rudnike pod Avalom. Tom prilikom ispita je i hemijski sastav ruda sa Crvenog Brega utvrdivši da one imaju „4—5 loti srebra u jednoj centi”.

Rašković je radio i za podrinjske rudnike. Kad je država 1862. godine počela otvarati olovna rudišta u Podrinju, uzorci ruda za analizu slati su Velikoj školi u Beogradu, odnosno Raškoviću. U jednom izveštaju Ministarstva prosvete i crkvenih dela od 30. aprila 1863. godine čitamo: „U hemijskoj radionici osim običnog školskog rada činjene su analize kvalitativne i kvantitativne po struci saniteta i industrije. Analizirane su rudničke i podrinske rude. Analize ove imale su da opredele koliko je vredna podiči industriju olova u zemlji i koliko se može obezbediti potreba države ovim nužnim metalom” (Vidovdan 1863, br. 74). U 1866. godini Rašković je analizirao ponovo rude sa podrinjskih rudišta. Selanačke rude imale su 70—75% olova, iz



Zavlake 28—68%, Voljevaca 9%, Jagodnje 70%. Analize su praćene njegovim zabeleškama: „Pirit gvožđa nađen u Drobnojicama sa-drži po malo mangana, a nema ni arsena ni selen, te bi se zgodno mogao za fabrikaciju sumpora upotrebiti”. Olovo sa Jagodnje spada „među najbolje sorte mekog olova (Weichblei). U njemu se duvaljkom nalazi 0,012% srebra i jedva trag antimona. U olovnoj rudi u Zavlaci nalazi se vanadin, zbog koga je ona crvena”.

Kao obrazovan hemičar Rašković je vršio i druge poslove po nalogu pojedinih ministarstava. Kada su 1868. godine kovani naši bakreni novci u bečkoj kovnici, Rašković tamo prisustvuje kao „komisar” ministarstva finansija. U njegovoj hemijskoj radionici na Velikoj školi ispituju se lekovi, petrolej i „luftgas”.

Rašković je radio i na našem rudarskom zakonodavstvu. Maja 1865. godine određen je, sa ostalim članovima komisije, da pregleda projekat rudarskog zakona, koji je sastavio Đorđe Branković. Komisija je dala konačni tekst i zakon je štampan 1866. godine.

Mihailo Rašković je bio veoma savestan radnik i istraživač. Kada ga je ministarstvo unutrašnjih dela pozvalo, da 1857. godine zajedno sa „pravitelstvenim” apotekarom Ili-

ćem pristupi ispitivanju „otečestveni mineralni voda” dajući mu po dukat dnevno za lične troškove i „dvoja bezplatna kola, jedna za podvoz njiov a druga za nošenje instrumenata, i jedan bezplatni momak, poradi njine usluge”. Osim toga za svaku analizu nuđen mu je poseban honorar. Rašković se, međutim, ne prima ovog posla, jer nije za njega bio pripravljen. Koliko mu poziv ministarstva „pričinjava veliku radost, počem se njime udostojavam visokog poverenja Pravitelstva, i koliko bi moja želja bila polzovati se tom prilikom radi poznavanja otečestva našeg u odnošenju jestestvoslovnom, toliko mi je većma teško u poniznosti izjaviti hvaljenom Popečitelstvu, da mi nije moguće za sad preduzeti ovaj zadatak”. A nije ga primio jer nisu bile svršene „neobhodimo nuždne predugotovitelne radnje, imeno ispit čistoće reagensa i u opšte isledovanje oštine instrumenata i njihovi međusobni odnošenija... a taj je posao tako važan i delikatan, da se za isti potrebuje duže vremena, nego što nam ga Popečitelstvo ostavlja.” Izgleda da se Rašković ni kasnije nije bavio ispitivanjem mineralnih voda.

Nije poznato ni jedno Raškovićevo odštampano delo.

#### Literatura

Simić, V., 1959: Dva stara izveštaja o Kučajni. — Vesnik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja, knjiga XVII, Beograd.

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



## Kongresi i stručna putovanja

### **Proslava desetogodišnjeg rada Istraživačkog instituta za pripremu mineralnih sirovina u Frajbergu i naučni kolokvijum.**

Istraživački institut za PMS, Frajberg, Nemačke akademije nauka u Berlinu, slavio je 21 do 23. aprila 1964. godine desetogodišnjicu svog osnivanja i rada.

Svečani deo proslave održan je 21. aprila akademijom, na kojoj je uz pozdrave gostiju, svečanu podelu diploma saradnicima koji rade u Institutu od njegovog osnivanja, prof. dr ing. Kichberg, direktor Instituta od njegovog osnivanja pa do danas, izneo njihov život, rad i postignute rezultate u tom vremenskom periodu.

U okviru radnog dela proslave održan je naučno-stručni Kolokvijum pod naslovom „Priprema mineralnih sirovina i voda”. Na ovu temu održao je prof. dr ing. H. Kirchberg referat, kojim se ukazuje na veliku aktuelnost problema tretiranja otpadnih voda i njihovo vraćanje u tehnološke procese.

U toku dva dana tj. 22. i 23. 4. održano je ukupno 14 naučno-stručnih izlaganja, podeljenih u 6 grupa.

Prva grupa, pod naslovom „Stanje električne i magnetne pripreme mineralnih sirovina” obuhvatila je referate:

Plaskin, I. N., Olofinskij, N. F., — Moskva:

*Odvajanje koronom i njegova primena pri obogaćivanju, klasiranju i obesprašivanju*

Autori ističu glavna fizikalna svojstva iskorišćena pri odvajanju, a to su razlike električne provodljivosti, dielektričnih konstanti i trenja kod nabijanja komponenata.

Razmatrani su komorni i bubnjasti odvajaci i navedene njihove specifičnosti.

S uspehom se pripremaju rude Mn, Fe, uglja, azbesta, metalurškog peska itd.

Stieler, A. — Frankfurt na Majni:

*Kritička razmatranja mokrog i suhog odvajanja Fe- ruda s naročitim osvrtom na magnetnu i elektrostatičku pripremu*

Veći učinak pripreme u magnetnom polju bilo je moguće postići konstruktivnim poboljšanjima i pogodnijim materijalom elemenata magnetnog kruga.

Gustoćom toka od 24.000 Gaussa postignuta su vrlo visoka iskorišćenja. Kod Fe-minerala sa malom razlikom magnetiziranja preporučuje se kombinacija elektrostatičke i magnetne pripreme.

U drugoj grupi referata pod nazivom „Specijalni postupci pripreme bez vode”, bili su održani referati:

Plaskin, I. N., Tomov, T. G. — Moskva:

*Mogućnosti uštede vode tretiranjem ruda u teškim tečnostima*

Razlika utroška vode kod mehaničkog tretiranja ruda prema utrošku pri tretiranju s teškim tečnostima je velika i iznosi 5 m<sup>3</sup>/h i više. Zbog toga se sve češće uvodi čišćenje ruda teškim tečnostima. U radu se navode opiti primene TBE (tetrabromoetana) pri tretiranju rude ciklonima. Visoka oštrina deljanja postiže se i kod veličine zrna od 0,07 mm.

Occella, E. — Torino:

*Priprema minerala i stena na osnovu njihovih elastičnih svojstava*

Za odvajanje mineralnih sirovina od prateće jalovine mogu se iskoristiti njihova različita elastična svojstva.

Prikazana je konstrukcija aparata poluindustrijskog postrojenja koji se sastoji od ploča za odbijanje i pregrada za hvatanje pojedinih frakcija. Rezultati koje je pokazalo postrojenje kapaciteta 10—15 t/h su zadovoljavajući.

Treća grupa referata nosila je naslov „Štedljiva potrošnja vode pri mokrim postupcima pripreme”

Slokan, K. — Ljubljana:

*Razvoj ekonomisanja vodom u separacijama uglja Jugoslavije*

Uz pregled proizvodnje uglja data je i sistematizacija postrojenja za pripremu obzirom na način trošenja vode. Izneti su rezultati različitih opita suvog čišćenja lignitskih ugljeva. Naročito je naglašena mogućnost čišćenja selektivnim drobljenjem i prosejavanjem, pri čemu se može smanjiti sadržaj pepela i za oko 10%.

Špetl, F. — Šebor, G. — Prag:

*Primena centrifugiranja pri odvodnjavanju mulja uglja i flotacijske jalovine*

Sve veća količina prašine u rovnom uglju zahteva da se dosadašnji taložnici i zgušnjivači, zbog svojih enormnih površina zamene uređajima većeg učinka i bolje ekonomičnosti. Opi-ti centrifugama tipa TS 16 VEB Chemische Maschinenbauwerke Rudisleben i UCM-14 dali su vrlo dobre rezultate.

Berger, W., Scheibe, W — Frajberg:

*Potrebna količina vode pri odvajanju slabim magnetnim poljem*

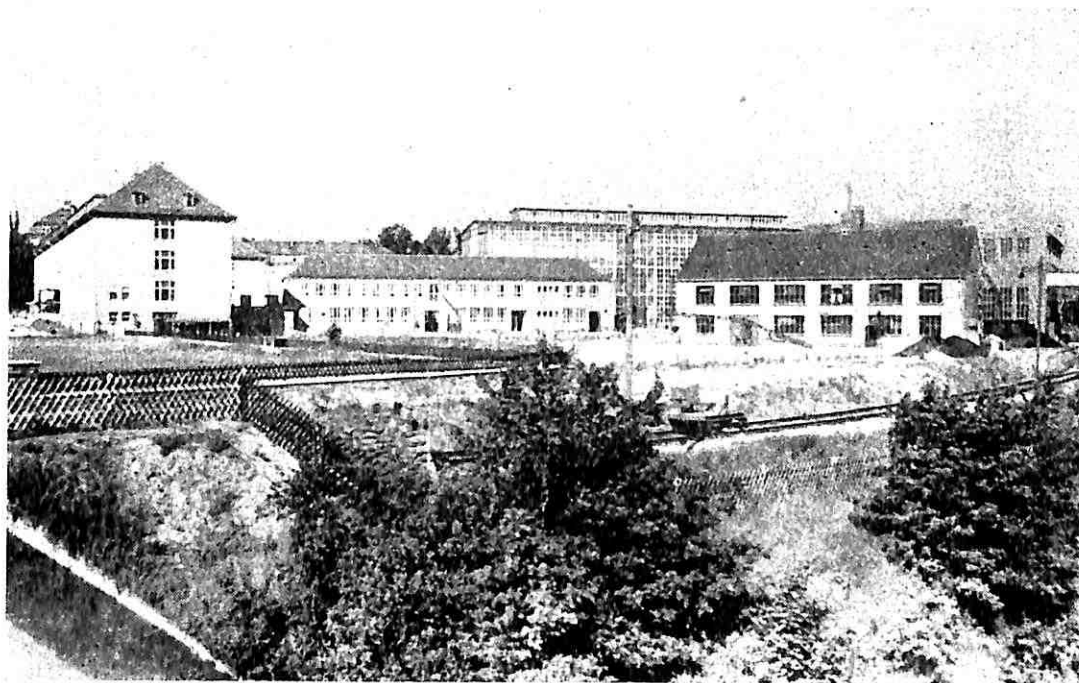
Rezultati odvajanja zavise, pored ostalog, i od neophodnog dodavanja vode.

Mali udeli ksantata i aktivirajućih reagensa deluju povoljno na flotiranje, no zato su ostali joni i fini mulj nepovoljni za proces. Iz opita proizilazi da ponovna upotreba vode zavisi od sadržaja otopljenih materijala a i od sadržaja najsitnijih zrna. Primenom povratne vode pogonski troškovi se znatno smanjuju.

Wettgen, E. — Frajberg:

*Doprinos problemu upotrebe povratne vode pri flotiranju*

Pogonskim opitima potvrđene su vrednosti laboratorijskih opita, kojima je pokazano da se pri korišćenju otpadnih voda kao i kod upotrebe sveže vode, postižu jednako vredni rezultati flotiranja olovne rude rudnika Frajberg odnosno rudnika Altenberg.



Sl. 1 — Istraživački institut za pripremu mineralnih sirovina u Frajbergu.

Opitima su utvrđene najpodesnije količine kao i mesta dodavanja vode u pulpu na magnetnom separatoru. Pokazalo se da razblaživanje ulazne pulpe daje najbolji efekat. To вреди, pre svega, onda kada je početni volumni udeo čvrstog materijala iznad 20%.

Clement, M., Bahr, A. — Klaustal:

*Mogućnosti štednje vode u postrojenjima za flotiranje*

Opi-ti flotiranja sulfidnih ruda uz upotrebu sveže, povratne i otpadne vode su pokazali da svojstva vode različito utiču na tok flotiranja.

Uhlig, D., Dallmann, W., Rasch, G. — Frajberg:  
*Problemi odmuljivanja materijala sitnog zrna s naročitim osvrtom na tehnologiju pripreme feldspata iz Kahla*

Za rešavanje problema feldspata iz Kahla, koji sadrži vrlo visok procenat Fe (4%) u zrnu ispod 0,04 mm, pokazuje se podesnim pranje u aparatu sa sabljama. Pri tom je važno da se gustoća pulpe održi niskom.

Povoljni rezultati postižu se i flotacijskim odmuljivanjem.

Granica odvajanja zrna je potpuno neovisna o gustoći pulpe.

U narednoj grupi referata pod nazivom: „Bistrenje i čišćenje vode” data su dva referata i to:

Scudek, J. — Prag:

*Mogućnosti povećanja čistoće i stepena iskorišćenja otpadnih voda iz postrojenja za pripremu ruda*

Rudarska industrija ČSSR šalje godišnje u rečne tokove oko 40 miliona m<sup>3</sup> otpadnih i jamskih voda. Ova velika količina otpadnih voda može se smanjiti u prvom redu vraćanjem vode u tehnološki proces.

Količine fenola smanjuju se upotrebom reagensa koji ne sadrže fenole. Čvrste čestice odstranjuju se taloženjem, dok za koloidni materijal dolaze u obzir flokulanti. U referatu se razmatraju mogućnosti upotrebe organskih i anorganskih flokulanata.

Leszczyńska, H., Kaczorek, M., Sohiesiak, R., Witkowska, B., Hoffman, P., Pfeffer, A. — Varšava:

*Razvoj postupka za čišćenje jamske vode koja sadrži sumpor*

Kroz 10 godina rada izrađen je postupak čišćenja vode koja sadrži u sebi rastvoren H<sub>2</sub>S. Čišćenje se provodi u tornju u dva stepena. Od ulazne količine H<sub>2</sub>S 300—350 mg/l izlazna voda ima još samo 10 mg H<sub>2</sub>S/l. Na taj način se, osim odstranjivanja sumpora iz vode koja odlazi u rečne tokove, dobiva još i znatna količina sumpora.

I na kraju grupom referata pod nazivom „Primeri primene odvajanja koronom”, prikazani su interesantni radovi italijanskih autora:

Carta, M. Ferrara, G. F., Del Fà, C. — Cagliari  
*Suha priprema kombinacijom selektivnog drobljenja i odvajanja koronom*

Kombinacijom ova dva postupka mogu se postići povoljniji rezultati pripreme svakog posebno.

Selektivnim drobljenjem dobiva se mnogo materijala u međuproizvodu. Daljnje drobljenje međuproizvoda ne dolazi u obzir zbog pogoršanja njegovog kvaliteta, pa se elektrostatička priprema ovde javlja kao idealna dopuna. Kombinacija postupka na sumporu, baritu i dr. dala je dobre rezultate.

Rinelli, G. — Rim:

*Mogućnosti odvajanja koronom nakon obrade površinskog kvarca, feldspata, berila*

Područje primene korona odvajanja može se proširiti povećanjem provodljivosti površina minerala obradom pomoću reagensa ili zagrijavanjem.

Autor je izneo rezultate opita tretiranja pegmatita korona odvajanjem.

dipl. ing. S. Tomašić

### *I jugoslovensko-poljsko savetovanje o nekim problemima eksploatacije uglja*

U Beogradu, u velikoj sali Zavoda za produktivnost rada, 17. i 18. o. m. održano je u organizaciji DIT, industrije „14. oktobar” iz Kruševca i Rudarskog instituta iz Beograda Prvo jugoslovensko-poljsko savetovanje o nekim značajnim problemima eksploatacije uglja. Savetovanje je u prisustvu oko 150 jugoslovenskih inženjera, predstavnika naše privrede, rudnika, fakulteta, instituta i proizvođača rudarske opreme i oko 48 poljskih stručnjaka, otvorio ing. Evgenije Kostić, predsednik Saveza inženjera i tehničara rudarske, geološke i metalurške struke Jugoslavije.

Učesnike savetovanja pozdravio je potpredsednik Udruženja inženjera i tehničara Poljske, koje broji oko 25.000 članova, ing. Jerži Rabszyn, zatim potpredsednik Savezne privredne komore Rista Bajalski i savetnik poljske ambasade u Beogradu Viktor Vojcehovski, koji su sa svoje strane istakli značaj ovakvih savetovanja koja doprinose razmeni iskustava na stručnom polju i proširenju prijateljske i poslovne saradnje između dveju zemalja.

Na savetovanju je saslušano 7 poljskih i 5 jugoslovenskih referata:

— prof. mgr ing. M. Borecki: „Rudarstvo uglja u Poljskoj”,

— doc. mgr ing. J. Rabszyn — dr ing. V. Juzef: „Dostiguća u pogledu sigurnosti i higijene rada u rudnicima uglja u Poljskoj”,

— mgr ing. Z. Szmids — dr ing. T. Żur: „Transport materijala trakama na površinskim kopovima uglja u Poljskoj”,

— mgr ing. J. Noskovski: „Otkopne metode i vrsta mehanizacije u rudnicima Donjeg Šljonska”,

— mgr ing. Z. Pluta: „Pitanje mehanizacije i konstrukcije u poljskim rudnicima uglja”,

— doc. mgr ing. Gluzinski: „Primena automatizacije i elektrifikacije u rudnicima uglja Poljske”,

— dipl. ing. R. Osinski: „Tehnički postupak u mehaničkoj preradi uglja”.

Sa jugoslovenske strane podneti su sledeći referati:

— dipl. ing. M. Perišić: „Razvitak rudnika uglja u SFR Jugoslaviji”,

— dipl. ing. M. Tasić: „Transport uglja na površinskim kopovima u Jugoslaviji”,

— dipl. ing. R. Ahčan: „Rezultati i dostignuća na otkopavanju debelih slojeva uglja u Jugoslaviji”,

— dipl. ing. Đ. Jarošević: „Tendencije u pravcu automatizacije u rudnicima uglja Jugoslavije”,

— dipl. ing. R. Mitić: „Rudarske mašine”.

Preko iznetih referata poljsko rudarstvo uglja, koje sa proizvedenih 113 miliona tona u

prošlog godini spada u grupu najrazvijenijih industrija uglja u svetu, a po tradicijama jedno od najstarijih (prvi zapisi datiraju iz 1366. godine), predstavilo se našim slušaocima u punoj veličini. Postignuti rezultati na svim poljima zadržavaju. Spomenimo samo nekoliko podataka koji ilustruju ovu veličinu: u rudniku Zabže samo jedno široko čelo, mehanizovano kombajn OWB-2, daje dnevno oko 2.400 t prvoklasnog kamenog uglja; ispod grada Bitoma samo jedan rudnik daje dnevno 7.000 t uglja isključivo iz zaštitnog stuba; grad Bitom spušten je usled podzemne eksploatacije uglja ispod njega oko 1,5 m a da u njemu nisu nastala razorna pomeranja tla i rušenja; ovaj uspeh postignut originalnim metodama rada i uspelim rešenjem tehnološkog procesa otkopavanja izuzetno je značajan zbog velikih rezervi uglja zarobljenih u zaštitnim stubovima raznih veličina u celom svetu, a samo u Poljskoj one iznose 3—5 milijardi industrijskih zaliha. Velike uspehe poljski inženjeri postigli su i na području mehanizacije i automatizacije rada. Rudnik „Vesola” sa svojom proizvodnjom od 9.000 t dnevno i sa 26 kombajna u radu spada u najmehanizovanije rudnike u Poljskoj, a njegova proizvodnja uskoro treba da dostigne 16.000 t dnevno.

Veliki značaj u Poljskoj dat je naučno-istraživačkom radu, školovanju kadrova i brizi za higijensko-tehničku zaštitu na radu. U Glavnom rudarskom institutu u Katowicama (GIG) radi oko 1.000 inženjera i tehničara na kompleksnoj problematici eksploatacije i prerade uglja, a za obuku kvalifikovanih rudara i tehničara organizovano je 66 osnovnih rudarskih škola, 14 rudarskih tehnikuma, 4 rudarske škole za svršene učenike srednjih škola i 16 rudarskih tehnikuma za zaposlene!

Sve veći značaj u poljskom rudarstvu dobija i proizvodnja mrkog uglja koja je u 1962. god. iznosila 11,2 miliona tona, a u 1980. godini treba da dostigne 40 miliona tona, pored 140 miliona tona kamenog uglja. Poljska, veoma obdarena od prirode u rudarskom smislu, ima zalihe od nekoliko stotina milijardi tona mrkog uglja u veoma povoljnim uslovima i na maloj dubini. U ovakvim područjima brzo se razvijaju moćni površinski kopovi, od kojih je Turov I i II najznačajniji. Zapažena je činjenica da se na površinskim otkopima sve više primenjuju transportne trake velikih sposobnosti, da ovaj sistem postaje preovlađujući i da daje bolje rezultate od lokomotivskog transporta. U primeni su trake širine i 2,25 m, sa brzinom 5,24 m/sec, dužine 1330 i 1756 m, a za časovne kapacitete i do 11.000 m<sup>3</sup> jalovine a 3100 t uglja.

Poljski gosti prikazali su na savetovanju i dva uspela stručna filma iz oblasti hidrauličnog zasipavanja i rešavanja problema velikih depozita jalovine i iz područja mehanizovanog otkopavanja na širokom čelu. Pored toga priredili su veoma uspešnu izložbu slika rudarske opreme koju oni proizvode, a u jednom uglu velike sale za konferencije organizovali su demonstracije te opreme sa veoma uspelim minijaturnim modelima koji imaju svoj pogon i mogu da vrše ko-

Naši predstavnici dali su uspeo prikaz našeg rudarstva, kompleksnost problematike eksploatacije u složenim rudarsko-geološkim uslovima, u uslovima malih rezervi i malih kapaciteta, tendencije za dalji porast proizvodnje uglja i načine da se on ostvari. Posebna pažnja poklonjena je bila mehanizovanoj eksploataciji moćnih slojeva lignita, transportu velikih masa na površinskim otkopima lignita kod nas i automatizaciji kojoj pripada budućnost. Predstavnik industrije „14. oktobar” iz Kruševca izneo je osobine rudarskih mašina koje se kod nas proizvode.

U živoj diskusiji obe strane su postavljale brojna pitanja, što je još više doprinelo da se rudarstvo i postignuti rezultati druge strane bolje upoznaju sa ciljem eventualne primene tih dostignuća u svojim uslovima.

Savetovanje je završeno u veoma iskrenoj, kolegijalnoj i srdačnoj atmosferi, a doneti brojni zaključci nesumnjivo su ukazali na korisnost ovakvih skupova i na potrebu da se oni češće i redovno održavaju i steknu tradiciju. Sledeće savetovanje jugoslovenskih i poljskih rudara na temu *površinska eksploatacija i eksploatacija metala i nemetala održaće se u Poljskoj*, a to je prilika da i naše rudarstvo u celini pokaže svoje rezultate.

Po završetku savetovanja poljski stručnjaci običi će nekoliko naših rudnika, gde će se bolje upoznati sa prilikama i uslovima u kojima mi rudarimo i sa rezultatima koje smo im na ovom savetovanju izneli.

dipl. ing. V. Lepojević

## Prikazi iz literature

Autor: Batel W.

Naslov: **Uvod u tehniku merenja veličine zrna** (Einführung in die Korngrößenmesstechnik)

Izdavač: Springer-Verlag, 2. popravljeno izdanje, 163. str. 114 sl. 1964.

S obzirom, da se velik deo čvrste materije pojavljuje u obliku zrna, to su osobine takve materije za nas od velike važnosti. Velik deo potrošnih dobara pojavljuje se u toj formi kao npr. kameni i mrki ugalj, đubrivo, keramičke sirovine, pigment boja, cement, građevinski materijal itd.

Svaka vrsta čvrste materije ima izvesne osobine. Ako se ta materija pojavljuje u obliku zrna, onda ono dalje pokazuje nove osobine. Od veličine zrna i rasporeda veličina zrna zavisi npr. brzina hemijske reakcije (sagorevanje, brzina rastvaranja i dr.), moć adsorpcije, učinak i primenljivost pojedinih postupaka za pripremu rude uopšte kao što su sejanje, taloženje, bistrenje i flotacija.

Vrsta i raspored međuprostora u sistemima zrna u nasutom stanju utiču na tok vode kroz zemlju, stepen otpuštanja nafte u njenim ležiš-

tima, pad pritiska u nasutim materijama kroz koje protiče neka tečnost, učinak postrojenja za filtraciju, ostatak vlažnosti kod razdvajanja sistema čvrsto/tečno, moć upijanja tečnosti i time plodnost zemljišta, provodljivost toplote zrnastih izolacionih materija itd, čvrstoća i spec. težina betona, keramike, porcelana, sinterovanog materijala, briketa, mere za otprašivanje i stepen otprašenosti.

Autor je posebno obratio pažnju na raspored veličine zrna pomoću dijagrama i karakteristika, uzimanje proba, analizu veličine zrna kao i metode za merenje površina i druge parametre zrnastih materija.

U poslednjem poglavlju su izvedeni neki primeri primenjeni na analize veličine zrna.

Dipl. ing. G. Nešić

Autor: Labahn Otto

Naslov: Priručnik za praksu u cementnoj industriji (Ratgeber für Zementingenieure — Taschenbuch für die Zementpraxis)

Izdavač: Bauverlag GmbH — Wiesbaden — Berlin, 3. prošireno izdanje, 237 str. 44 sl., 1963.

Knjiga počinje Opštim delom, koji prikazuje vreme vezivanja, vrste cementa i finoću mliva (određivanje površine po Blaine-u). U delu o dobijanju sirovina u kamenolomu daje se pregled nalazišta, geološki položaj i zahtevi koji se postavljaju u odnosu na ležište.

U opštim smernicama za dobijanje obuhvaćeno je skidanje jalovine i odlaganje, dobijanje, bušenje i otpucavanje (pucanje pomoću det. štá-pina i el. upaljača) horizontalno i vertikalno otpucavanje, otpucavanje u komorama, bušotine velikih prečnika, kao i dejstvo nastalo usled potresa prilikom otpucavanja.

U transportu je obrađen utovar materijala i transport kamionima, prugom, gumenim trakama i žičarom. Na kraju tog poglavlja data je cena transporta cementnih sirovina do fabrike.

U poglavlju „Određivanje sirovinskih komponenta” obrađuju se hemijske osnove za računsko određivanje sirovinskih komponenta za portland-cement (3varijante sa po 2 komponente), kao i grafičko određivanje sirovinskih mešavina sa 2 i 3 komponente.

U poglavlju o izboru tehnološkog procesa, isti se određuje sa tehničkog i ekonomskog stanovišta, pri čemu se uzimaju u obzir amortizacija, plate, sirovine, gorivo, pogonska snaga, materijal za pakovanje, pogonska režija itd.

U procesu pripreme sirovina obrađeni su sistemi i postupci kao i mašine za drobljenje, mlevenje i sušenje sirovina, mokra priprema cementnih sirovina i sva potrebna postrojenja za silažu.

Kod peći su obrađene automatske šahtne i rotacione peći, dat je kompletan termotehnički obračun, kao i način izračunavanja veličine rotacione peći i potrebne pogonske snage, ležište i hladnjak za rotacione peći.

Kod mlinova za mlevenje cementa obrađeni su cevni mlinovi sa ekshaustorima i vedričkim transportom.

Na kraju je obrađeno još siliranje cementa, otprašivanje i transport cementa do utovara za odvoz iz fabrike.

Dipl. ing. G. Nešić

Autor: Kupke Rudolf

Naslov: Elektrozaštita u industrijskom pogonu (Elektrosicherheit im Industriebetrieb)

Izdavač: VEB Verlag Technik Berlin, sv. 14, str. 129, sl. 66, 1963.

Posle statističkih podataka o unesrećenjima i drugim štetnim dejstvima električne struje izlaže se načelo, šta je sve potrebno za izbegavanje unesrećenja. U prvom redu važi načelo, da je nesreću moguće izbeći i ukazuju se putevi, kojima se to može postići.

Navode se opasnosti od električne struje i mere za povećanje sigurnosti prilikom primene električne energije.

Iznose se osobenosti električnih unesrećenja: mogućnosti dejstva električne struje na ljudsko telo i koji su aktivni faktori pri tom, isključivi značaj jačine struje, uticaj vrste struje i frekvencije, otpor ljudskog tela, pitanje opasnog napona i karakteristične razlike u dejstvu pri unesrećenju usled niskog ili visokog napona.

Nabrajaju se opasnosti od unesrećenja putem slučajnog dodira kod delova postrojenja, koji se nalaze stalno pod naponom i zaštitne mere za sprečavanje istih; opasnost od unesrećenja usled nedovoljno dobro izvedenih radova na postrojenju kao i usled nedostataka prouzrokovanih slabim održavanjem, opasnosti usled oštećenja električnih postrojenja, dalje opasnost prilikom vršenja opravki i čišćenja postrojenja, opasnost ako se radovi izvode u blizini postrojenja pod naponom kao i opasnost na delovima, koji su pod naponom.

Kod opasnosti od unesrećenja od provodnih delova, koji ne pripadaju strujnom kolu, koji usled greške sprovode napon — mere za njihovo sprečavanje.

Dok je u prethodnom poglavlju obrađivano sprečavanje od unesrećenja usled dodira delova pod naponom u ovom poglavlju se radi o opasnostima, koje nastaju, ako njihova kućišta postanu sprovodnik prema zemlji i to usled neke izolacione greške.

U poglavlju o zaštitnim merama protiv visokog dodirnog napona obrađena je zaštitna izolacija, izolacija postrojenja, napon do 42 V, zaštitni rastavljač, zaštitno uzemljenje, nulovanje, specijalno povezivanje kod teškoća oko uzemljenja i nulovanja.

U poglavlju „prenaponi” se iznose opasnosti i zaštitne mere za njihovo sprečavanje. U posebnom poglavlju je obrađena elektrozaštita pri radovima, koji se izvode pod vanrednim uslovima, kao radovi sa elektroaparatima u kotlovima, elektrozavarivanje itd.

U poglavlju o pružanju prve pomoći posle unesrećenja data su detaljna uputstva.

Isto tako, obrađene su mere za sprečavanje požara i eksplozije, kao i borba protiv požara, ukoliko je ovaj već nastupio.

Dipl. ing. G. Nešić

Autor: Gitičrat, E. E. i dr.

Naslov: **Englesko-ruski terminološki rečnik za geološka istražna bušenja** (Anglo-ruski terminološki slovar po geologoposkovu burenju)

Izdavač: Gostoptehizdat, Leningrad, 1963.

Ernest Ernestovič Gitičrat, Aljbert Aljbertovič Pinkevič i Larisa Vasiljevna Vinogradova pod rukovodstvom doktora I. A. Utkina sastavili su rečnik jedne prilično uske tehničke grane. Njegovu pojavu su diktirala dva razloga: geološka istražna bušenja su prerasla u obimnu naučno-tehničku granu i — engleska, a posebno američka, iskustva u ovoj oblasti su tako velika i značajna da ih treba učiniti pristupačnim širokom krugu sovjetskih čitalaca. Iako terminologija nije još uvek ni ujednačena ni dovoljno utanačena. Tim više ovaj rečnik zaslužuje pohvalu ne samo kao radni poduhvat no i kao delo hrabrosti.

Podstrek za izradu ovog rečnika potiče iz prevodilačke službe Svesaveznog naučno-istraživačkog instituta za metodiku i tehniku istražnih radova. Ovaj institut prati ne samo literaturu već i rutinske izveštaje i komercijalno-propagandni materijal iz svoje oblasti kako u Sovjetskom Savezu tako i van njega.

Rečnik sadrži preko 15.000 termina raspoređenih abecednim redom bez ikakvih odstupanja. Termine koji su ovde cibuhačeni možemo po svome poretku podeliti na četiri grupe: opšte-priljeni termini, neozvaničeni termini, uhodani komercijalni izrazi i razgovorni izrazi.

U opšte-priljene termine spadaju oni kojima se služe svi stručnjaci jedne oblasti sa jasnim granicama njegovog specifičnog značenja. Najsolidniji i najslužbeniji među njima potiču iz standarda. Iz ovog zajemčenog izvora došao je npr. termin EXS (oznaka za višestepene dijamantske krune  $1,485 \times 0,845''$ ). Najveći je fond reči iz stručne literature i svakodnevnih prakse. Te su reči — iako bez službenog akta — tokom duge upotrebe izborile svoje pravo građanstva, npr. reč taconiti (čije se značenje ne poklapa sa istom reči u geologiji i rudarstvu) ili reč Briggs standard (koja je u upotrebi već više od sto godina tj. od 1862).

Kao neozvaničeni termini smatraju se izrazi koji tek treba da se probiju. Oni su mahom veoma stručno izabrani, ali su novijeg datuma i suprotstavljaju se nedovoljno jasnim izrazima. Na primer reč oil pored mnogih drugih značenja široko se upotrebljava i za naftu. U ovom rečniku je saopšten bolji ali još neusvojeni izraz fossile oil.

Uhodani komercijalni nazivi ne mogu se omalovažiti u stručnoj literaturi i nauci. Oni uglav-

nom očekuju da budu istisnuti utanačenim izrazima i — novim generacijama stručnjaka. Takvi su npr. termini Micatex (pločice liskuna koje se upotrebljavaju u borbi protiv absorpcije rastvora za bušenje) ili Morjave Super Seal (smesa grubo izmlivenoga bentonita s perlitom i drvenom strugotinom za borbu protiv absorpcije rastvora za bušenje).

Razgovorni izrazi, kojih ovde ima priličan broj, žive u literaturi naporedo sa već ustaljenim terminima. Oni se moraju znati, bez njih nema rada na terenu, jer oni su rezultat jezikovnog stvaralaštva radničke klase i konkretne duhovitosti. Tako radnici umesto shaker screen ili shaker (vibrosito) kažu jednostavno — rhumba.

S obzirom da je ovo terminološki rečnik, uz svaku reč se očekuje definicija. Ovo nije dosledno sprovedeno. Negde su definicije potpune i na uzornoj visini (kao kod izraza formation factor), negde obična tautologija (npr. perforate), a negde ni prevod nije pouzdan (vidi safety bleeder valve).

Rečnik je snabdeven i posebnim odeljkóm skraćenica koje se susreću u stručnoj literaturi i rutinskim izveštajima ekipa za geološka istražna bušenja.

A. Birviš

Autor: Levinson-Lessing, F. Ju., Struve, E. A.  
Naslov: **Petrografski rečnik** (Petrografičeskij slovar)

Izdavač: Gosgeoltekhizdat, Moskva, 1963.

Još 1893. god. prvi autor, profesor petrogradskog (danas: lenjingradskog) univerziteta izdao je prvi petrografski rečnik na nemačkom jeziku. Posle oktobarske revolucije oba autora izdala su ovaj rečnik, naravno potpunije i savršenije od svoje nemačke i francuske varijante koja se u međuvremenu pojavila. Drugo izdanje je izašlo negde 1938. god. i danas je bibliografska retkost.

Ovo izdanje nije označeno kao treće, niti kao novo. Ovo je prerađeno i dopunjeno. Autorski kolektiv i kolektiv redaktora izvršili su detaljnu reviziju postojećeg leksičkog materijala i dodali nove i novousvojene termine. Lakoničnost i metodičnost prvih autora sačuvani su u potpunosti. Osnovnih termina (bez varijeteta) ima preko 4.500.

Najvažnija osobina ovog rečnika je njegova doslednost u koncepciji. Već sama ta činjenica da rečnik ima koncepciju govori njemu u prilog i pohvalu. Koncepcija se sastoji u sledećem:

- izbor termina u granici jedne oblasti,
- termin saopšten po određenom redu (poreklo, autorstvo i vreme nastajanja, definicija, opis i obim, varijeteti),
- izbegnuta tautologija u saopštavanju definicije.

Na kraju rečnika nalazi se literatura. Prema najgrubljoj proceni ona sadrži preko 1.000 bibliografskih podataka.

A. Birviš

Naslov: Nemačko-ruski opštetechnički rečnik  
(Deutsch — Russisches Polytechnisches  
Wörterbuch, Nemecko-russkij politehničes-  
skij slovar)

Izdavač: Fizmatgiz, Moskva, 1963.

Rečnik priručničkog velikog formata (26×20 cm) sadrži preko 90.000 reči iz sledećih oblasti: mašinstvo, avijacija, medicina rada, automatika, tehnika računskih mašina, industrija automobila, metalurgija, obrada metala, arhitektura, meteorologija, astronomija, mehanika, otpornost materijala, aerodinamika, mineralogija, biologija, izrada muzičkih instrumenata, proizvodnja celuloze i papira, eksploatacija i prerada nafte, vojna tehnika, geodezija, geologija, petrografija, hidrologija, hidrotehnika, prehrambena industrija, obrada drveta, plastične mase, štamparstvo, rudarstvo, radioelektronika, željeznički i brodski saobraćaj, brodarstvo i brodogradnja, zoologija, raketna tehnika, industrija kože i obuće, guma, kaučuk, kristalografija, fotografija i film, šumarstvo, PTT i služba veze, matematika, fizika, hemija, elektrotehnika, osvetljenje, ekonomija, tehnologija silikata, građevinarstvo, termotehnika, časovničarstvo, agronomija i tekstil.

U izradi ovog rečnika kao ravnopravni autori učestvovali su brojni tehnički stručnjaci (preko 30) i jedan filolog (docent, kandidat filol. nauka M. I. Ajubinder). Saradnja je proširena i stručnjacima iz NDR (VEB Verlag Technik). Unete su samo reči koje se susreću u tekućoj tehničkoj literaturi: monografije, udžbenici, priručnici i periodika. S obzirom na raznolikost i izvora i obim samog rečnika, mnoge su reči hotimično ispuštene i ostavljene za specijalizovane rečnike pojedinih struka.

Rečnik je složen uobičajeno, sa već poznatim odstupanjem kod sovjetskih rečnika: slaganje po „gnezdima“ gde su atributi pobrojani uz svoju vodeću reč, a ne tamo gde im je mesto po azbučnom redu. Od ozbiljnijih nedostataka treba pomenuti dva: Prvi: reči sa predmetom un- su brojnije no što je potrebno. Drugi: nije dodat pregled nemačkih tehničkih skraćenica, iako su neke od njih, kao LKW (Lastkraftwagen — kamion) ušle u upotrebu kod širih narodnih slojeva.

A. Birviš

### Iz stranih i domaćih časopisa

Lyubenov, P. S., Istakov, S. N: **Dobijanje železnih ruda u Bugarskoj** (Iron-ore mining in Bulgaria). — „Mine-Quarry Engineering“ London, 30/1964/4, apr. 146—152, 2 fot., 3 mape, 6 crt., 1 tab./engl./

Autori saopštavaju da su najveća poznata ležišta železnih ruda u Bugarskoj Kremikovci (16 km severoistočno od Sofije) i Martinovci (još severnije u brdima). Opisana su oba rudnika.

Kremikovačko ležište je kompleksno rudno telo (gvožđe-olovo-bariti), u obliku sočiva sa još jednim sporednim rudnim telom. Pokrивka je dolomitski krečnjak debljine 10—150 m. Na južnom delu je peskovita glina debljine 17—230 m. Rudno telo je hidrotermalnog porekla. I telo i ostale stene prošarane su pukotinama. Mestimično se javljaju breče. Zapažaju se karstni fenomeni. Tvrde stene su 2,0—3,0, a meke 0,5—1,5 (prema skali Protodakonova). Procenjene rezerve su: 245 miliona tona železne rude, 29 miliona tona barita i 10 miliona tona olova. Kop je površinski. Najveća planirana dubina je 300 m, uglovi nagiba su različiti. Rudnička oblast je podeljena na istočni i zapadni deo, prema debljini pokrивke. Zasad se eksploataše samo istočni deo. Eksploatacija zapadnog dela je planirana za 1975. godinu. Transport se vrši rudničkom železnicom normalnog koloseka. Parne lokomotive su zamenjene električnim lokomotivama od 100 tona sovjetske proizvodnje (GDR EL-2). Vagoni osamdesetotoni su sovjetske, rumunske i bugarske izrade. Za buduće radove predviđena je upotreba savremenijih sredstava. Minske rupe se buše sovjetskom opremom BU-2. Otkopne radove obavljaju, takođe, sovjetski bageri EKG-4 i EKG-8. U rudniku Kremikovci zaposleno je 1.048 ljudi. Učinak je 15,9 tona/smena (za rudu). Neto cena rude iznosi 2,22 leva/tona. Kapitalna ulaganja potrebna za planirani puni kapacitet — 54,5 miliona leva.

Ležište rudnika Martinovci je u okviru anti-klinale Berkovica. Ruda je magnetni pirotit sa srednjim sadržajem gvožđa 20—40%. Ona se nalazi u nizu tela u obliku sočiva, čija dužina varira od 100 do 500 m, a debljina im je između 10 i 60 m. Ova sočiva su postavljena vertikalno ili pod uglom oko 80°.

Glavna sadržina sočivastih tela je mermer, a železna ruda je nepravilno smeštena u njima i jasno izdvojena od stene. Kop je podzemni sa nekoliko potkopa. Primenjuje se posebna varijanta otkopavanja sa zadržavanjem boka i podeljano otkopavanje. Masiv je podeljen na blokove sa jednim, najviše dva hodnika u horizontu. Otpucani materijal se transportuje mehanizovano. Naknadno se kopaju slepa okna i stubovi. Razbijanje velikih komada vrši se na samom radištu. Sve drugo je ostavljeno postrojenju za pripremu, koje u članku nije opisano. Za transport se koriste vagoneti sa bočnim istovarom (Granby) i električne lokomotive. Mesečni učinak je 8—10 hiljada tona. Primarni proizvodni troškovi iznose 1,5 leva/tona. Smatra se da sledeća četiri faktora utiču na visoke učinke rudnika Martinovci:

- visok stepen mehanizacije
- planirani postupci otkopavanja za svaki posebni slučaj
- povoljni uslovi stvoreni pogodnom metodom utovarivanja i
- mogućnost simultanog utovara.

Mehanizacija doprinosi znatnom sniženju troškova.

Oba rudnika su skoro isključivi snabdevači bugarske crne metalurgije. Rudnik Martinovci snabdeva prvo metalurško postrojenje u Bugar-



skoj „Lenjin”. Oko rudnika Kremikovci je grupa metalurških postrojenja, čiji će kapaciteti početi da se realno koriste od 1965. godine (1 milion tona valjanog čelika). Pisari ne saopštavaju ništa konkretno o kvalitetu dobijenog metala.

A. Birviš

Ash, S. H.: **Bezbednost u rudnicima metala** (Safety in metal mining). — „Mining Congress Journal”, Washington, 50 (1964), 2 (feb.), 68—69, 72, 3 fot. (engl.)

Pisac nastoji da ukaže na probleme HTZ u rudnicima metala. Ovi problemi su daleko više obrađeni u vezi sa dobijanjem uglja. U rudnicima metala postoji niz specifičnosti, čije proučavanje predstavlja doprinos bezbednosti pri eksploataciji metalnih ležišta.

Obradom statističkih podataka za godine 1961—1963, došlo se do odnosa povreda prema radnim procesima, odnosa povreda prema težim i smrtnim slučajevima i odnosa nesrećnih slučajeva prema proizvodnim procesima. Odnosi su izraženi u obliku decimalnih razlomaka.

Saopšteni su programi i mere za uspešno sprečavanje povreda. Autor je pošao od osnovnih premisa: smanjiti ulogu slučajnosti, isključiti nepouzdanost iz ljudskog faktora, precizno fiksirati glavne istine bezbednosti, odgovornost učiniti poznatom i određenom i dati je u sposobne ruke. Uloga javnosti se ne sme zaobilaziti.

U vezi sa ovim date su mere koje se mogu primeniti. Umesto dobrovoljnosti treba tražiti odgovornost. Ne zaustavljati se samo na usvajanju znanja bezbednosti, već raditi na njihovom sprovođenju. Život u opasnosti nije opasan, ako se zna šta je opasnost i kako joj se suprotstavljati.

Pisac smatra da su sledeće promene u rudnicima metala doprinele porastu bezbednosti: podgrađivanje sidrenjem, električne lampe na šlemovima, usavršavanje transporta i ventilacije. S

druge strane, piščevo je mišljenje da sastanci posvećeni HTZ zaslužuju skromno mesto u poboljšanju iste. Nešto manje rezerve je pokazano prema odeljenjima za HTZ. Merilo njihove vrednosti je uspeh u sprovođenju mera i smanjenju nesreća.

S obzirom na razvijenu mehanizaciju, preporučuje se koncentracija kontrole. Broj nadzornika HTZ valja smanjiti, ali ne zahtevati od njih duži radni staž, nego više iskustva i smelije ideje. Značajnije promene u vezi sa ovim tek se očekuju.

A. Birviš

## Obaveštenja

*IV međunarodni kongres za rudarstvo, London, jula 1965. godine.*

Jula meseca 1965. godine održaće se u Londonu IV Međunarodni kongres za rudarstvo.

U radu Kongresa uzeće učešća stručnjaci iz 22 zemlje sa ukupno 42 referata.

Jugoslavija treba da učestvuje sa referatom „Upravljanje i organizacija rudnika”.

Predviđeno je da radni deo Kongresa traje 5 dana (od 12. do 16. jula). Pored radnih sastanaka predviđene su posete naučno-istraživačkim ustanovama i rudnicima, gde će biti prikazan automatizovan rad na širokom čelu.

Svi zainteresovani mogu se obratiti Sekretarijatu Kongresa (The Secretary, IV-th International Mining Congress, National Coal Board, Hobart House, Grosvenor Place, London S. W. 1) za tehnički program Kongresa i formulare za prijavu delegata-učesnika.



VANJSKOTRGOVINSKO **centrozap** PODUZEĆE

KATOWICE - LIGONIA - POLJSKA

P. O. B. : 825

Telefon: 329-61, 366-06

Telex: 18-209

Telegrami: CENTROZAP - Katowice

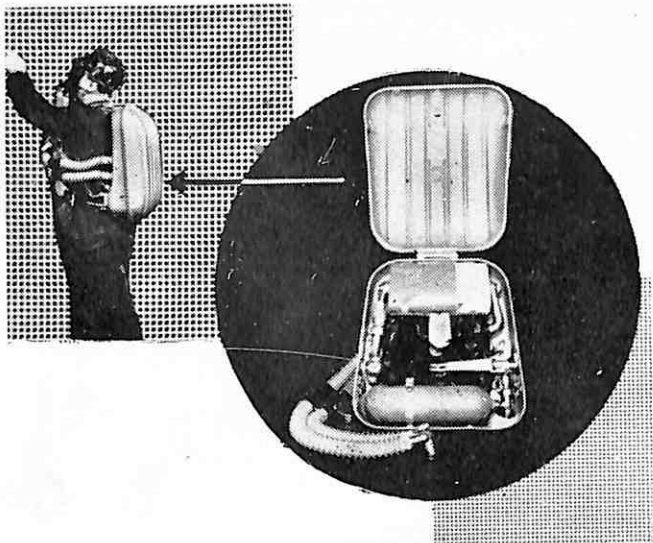


### IZVOZ S PODRUČJA:

#### MECHANIZACIJE I AUTOMATIZACIJE RUDNIKA KAMENOG UGLJENA

- Kombinirani strojevi za otkop i utovar s bubnjem
- Strojevi za transport iz rovova: lagani konvejeri strugači, oklopljeni konvejeri strugači
- Kompletna postrojenja za hidromehanizaciju okomitog i vodoravnog transporta za duboke rudnike kamenog ugljena
- Postrojenja za hidromehanizaciju vađenja kamenog ugljena

I DRUGE RUDARSKE STROJEVE



# Sigurnost

Tamo gdje se radi o tome, da se radnim ljudima pruži jamstvo da je u slučaju opasnosti učinjeno sve za njihovu sigurnost, postali su naši uređaji za zaštitu dišnih organa pojam kvaliteta i pouzdanosti.

## Za rudokope i industriju isporučujemo:

Zaštitne aparate protiv plinova  
 Aparate za umjetno disanje  
 Inhalacione sprave na kisik - u kovčegu  
 Potpune maske i polu-maske za zaštitu dišnih organa  
 Sprave sa otvorom i filteri za umetanje  
 Regulacione sprave s filterom  
 Aparate za svježi zrak  
 Sprave za zaštitu protiv peskarenja  
 Ručne pumpe za pretakanje  
 Ispitne sprave za maske  
 Ventile i aparate



## VEB MEDIZINTECHNIK LEIPZIG

LEIPZIG W 35, FRANZ-FLEMMING-STRASSE 7

IZVOZNIK:

Deutsche Export-und Importgesellschaft

Feinmechanik-Optik b. m. H.

Berlin C 2, Schicklerstrasse 43

NJEMAČKA DEMOKRATSKA REPUBLIKA

ZASTUPNIK ZA SFRJ:

**BALKANIJA**

Beograd, 7. jula 10



*Poboljšana kvaliteta*

*Manje otpadaka*

*Veća ekonomičnost*

tri su odlučujuća faktora na koje se može djelotvorno utjecati našim kemijsko-tehničkim preparatima za ljevaonice. Koristite li već prednosti koje Vam nudimo?

## ISPORUČUJEMO:

- sve preparate za postupak taljenja teških i lakih neželjeznih metala,
- egzotermne mase za ljevaonice čelika i čeličane,
- dodatna sredstva za legiranje kotlova i sredstva za odvajanje sumpora za suvi liv,
- sredstva za glačanje, voskove za prešani liv i ostala kemijsko-tehnička pomoćna sredstva za ljevaonice.



VEB FACHANSTALT  
 FÜR GIESSEREIWESEN

COSWIG/BEZIRK DRESDEN

TEHNIČKI REDAKTOR I KOREKTOR: M. MARKOVIĆ I M. PETROVIĆ — NASLOVNA  
STRANA: A. KATUNARIĆ — SLIKA NA NASLOVNOJ STRANI: FLOTACIJA (SNIMLJENO  
U RUDARSKOM INSTITUTU, BEOGRAD) — FOTO: S. RISTIĆ

