

**1** BROJ  
**66** GOD

# RUDARSKI GLASNIK

BULLETIN OF MINES  
BULLETIN DES MINES  
ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ  
BERGBAUZEITSCHRIFT

IZDAVAČ: RUDARSKI INSTITUT, BEOGRAD (ZEMUN), BATAJNIČKI PUT 2  
EDITOR: INSTITUTE OF MINES, BATAJNIČKI PUT 2, BEOGRAD (ZEMUN), YUGOSLAVIE  
STAMPARIJA: »BRANKO ĐONOVIC«, GUNDULICEV VENAC 25, BEOGRAD

**1**<sup>BROJ</sup>  
**66**<sup>COD</sup>

# **RUDARSKI GLASNIK**

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

**GLAVNI UREDNIK**

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

**ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA**

*Dipl. ing. ALEKSANDAR BLAŽEK, vići savetnik, Beograd.*

*Dipl. ing. MIODRAG ĆEPERKOVIĆ, generalni direktor preduzeća »Rudnici i želzare Smederevo«, Beograd.*

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

*Dipl. ing. KIRILO ĐORĐEVIC, direktor Projektantskog zavoda »Projmetal«, Beograd.*

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

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

*Dipl. hem. NICIFOR JOVANOVIC, naučni saradnik, upravnik Biroa za analitičku hemiju u Rudarskom institutu, Beograd.*

*Dipl. ing. VJEKOSLAV KOVACVIĆ, savetnik, Poslovno udruženje »Rudarstvo«, Sarajevo.*

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

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

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

*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.*

*Dr ing. MIRKO PERIŠIĆ, direktor Rudarskog instituta, Beograd..*

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

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

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

**SADRŽAJ****INDEX****DIPL. ING. MIHAJLO LASICA**

Problem istraživanja i eksploatacije manjih ležišta žičnih magnezita —	5
Research and Exploitation Problem for Small Beds of Magnesite Veins	12

**DR ING. STJEPAN TOMASIC**

Koncentracija olovo-cinkove i baritične rude ležišta Bou Jaber, Tunis —	13
Concentration of Lead, Zinc and Baryte Ore Bou Jaber Deposit, Tunis	19

**DR ING. MIRA MANOJLOVIC-GIFING**

Uticaj stranih elemenata u galenitu na njegovu flotabilnost (galeniti rudnika: Trepča, Ajvalija, Sase i Zletovo) —	21
Influence of Impurities on Galena Flotability —	36

**DIPL. ING. RADMILO OBRADOVIC**

Prilog proučavanju problema odložene jalovine na površinskim otok-pima —	37
Beitrag zur Frage der gekippten Massen in Tagebauen —	45

**PROF. DR ING. SLOBODAN JANKOVIC**

Metalogenetske epohe i ležišta volframa u Jugoslaviji —	47
Wolframerzlagerstätten in Jugoslawien —	49

**PROF. DR ING. SLOBODAN JANKOVIC**

Tipovi jugoslovenskih ležišta nikla —	51
Nickelerzlagerstättentypen in Jugoslawien —	53

**PROF. DR ING. SLOBODAN JANKOVIC**

Ležišta molibdena u Jugoslaviji —	55
Molybdänerzlagerstätten in Jugoslawien —	61

**PROF. DR ING. SLOBODAN JANKOVIC**

Metalogeneza urana u Jugoslaviji —	63
Uranmetallogenese in Jugoslawien —	76

**SOFIJA VUKOVIC I MILAN VUKOVIC**

Mikroskopsko ispitivanje silikatnih komponenti u starim šljakama iz Crvenobreškog potoka na Avali —	79
Mikroskopische Untersuchung der Silikat-Komponenten in den alten Schlacken aus dem Crveni Breg-Bach bei der Avala (Jugoslavien)	83

**DIPL. ING. ĐORĐE JAROŠEVIC**

O električnom modeliranju —	85
Об электрическом моделировании —	94

## **INDEX**

### **Iz rudarske prakse**

**DIPLO. ING. ANTON M. KOCBEK**

*Savezni rudnik br. 1 u SAD ponovo među najvećim rudnicima uglja — 95*

### **Ekonomika**

**PROF. DR ING. ĐURA LESIC**

*Analiza mesečnih i godišnjih pogonskih troškova u pripremi mineralnih sirovina i njen značaj — 101*

*Application of Monthly and Annual Analyses of Costs in the Mineral Dressing Plants — 101*

**DR ING. DEJAN MILOVANOVIC**

*Neki problemi budućih svetskih zahteva za mineralnim sirovinama i mogućnosti njihovog zadovoljenja — 103*

*Some Problems on the Future World's Requirements on Mineral Resources and the Possibilities of Its Covering — — — — — — — — — — — — — — — 111.*

### **Iz istorije rudarstva**

**DR VASILIJE SIMIC**

*Istaknuti rudari Srbije. 2. Manojlo Marić — — — — — — — — — — — — — — — 113*

### **Kongresi i stručna putovanja**

**DR OLEG PODGAJNI**

*XVIII sastanak Međunarodne komisije za petrologiju ugljeva, Budimpešta, 1965. godine — 123*

**DIPLO. ING. BLAŽO ĐUKIĆ**

*Tehničko savetovanje o jamskoj podgradji, Trbovlje, 1965. g. — — — — — 124*

# Problem istraživanja i eksploatacije manjih ležišta žičnih magnezita

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Mihailo Lasica

## Uvod

Eksploatacija žičnih magnezita i obezbeđenje dovoljnih količina za potrebe prerađivačke industrije predstavlja složenu problematiku u današnjim uslovima. Posebnu problematiku u sklopu tog pitanja predstavlja mogućnost eksploatacije malih rudnih ležišta magnezita.

Da bi se jasnije sagledala problematika istraživanja i eksploatacije manjih ležišta žičnih magnezita potrebno je da se ukratko upoznamo sa načinom pojavljivanja žičnih magnezita uopšte.

Na širem području u našoj zemlji od pojave u Makedoniji, znatnijih nalazišta na Kosmetu, Ibarska Klisura, Šumadijski masiv, Zlatibor, Maljen, Konjuh itd. nalazi se veliki broj pojava tzv. žičnih (belih) magnezita. Broj pojava koje su vidljive je tako veliki, da praktično nijesu sve registrovane. Količina rudnih rezervi u pojedinim pojama kreće se od nekoliko hiljada tona pa do 2,000.000 t (sto je slučaj sa goleškom glavnom žicom, Trnavom, Brezakom itd.).

Isto tako je poznata velika razlika u zaliđeganju po dubini, pružanju, moćnosti žica, kvalitetu itd. Dovoljno je da napomenemo da se moćnost rudnih žica kreće 10—20 cm pa do 15 m na pojedinim žicama.

Pad rudnih žica je ravnomjerniji i kreće se od 50—80° u najviše slučajeva i ako nije mali broj pojava, čiji pad izlazi iz ovih okvara.

Posmatrajući broj rudnih pojava po pojedinim rejonima i područjima može se sa sigurnošću konstatovati da se u pojedinim rejonima nalazi po nekoliko pojava sa rezervama od 100.000—500.000 t, a da je broj pojava sa rezervama preko 500.000 t daleko manji, pa se čak u pojedinim područjima svodi na jednu ili nijednu. Postoje, istina, područja i sa nekoliko takvih žica ili pak i sa rezervama od preko 1,000.000 t.

Međutim, ovdje je važno naglasiti da je skoro u svim područjima daleko veći broj rudnih pojava, odnosno magnezitskih žica sa rezervama ispod 100.000 t. Dovoljno je za potvrdu da navedemo područje Zlatibora, gdje je za sada poznata samo jedna pojava sa rezervama preko 500.000 t, dok je manjih poznat veći broj. Na području Ibarske klisure poznata je jedna pojava sa preko milion t, dok je poznat veliki broj malih pojava. Slična je situacija u Šumadijskom masivu, Golešu itd.

Kod pojavljivanja žica magnezita sa većim rezervama i žica sa manjim rezervama, postoji praktično jedna zakonomjernost u većini slučajeva. Ona se ogleda, u stvari, u tome što su žice sa manjim rezervama po svojim karakterističnim veličinama proporcionalno umanjene ukupnim rezervama.

Naime, male pojave imaju obično manju moćnost, manju dužinu pružanja i manje zaliđeganje po dubini u odnosu na veće pojave, nekako približno odnosu ukupnih re-

zervi, i ako ima slučajeva odstupanja od ovakve postavke. Ovo je važno napomenuti radi analiza, koje će kasnije uslijediti.

Imajući u vidu, pored već iznetog, da ukupne rezerve žičnih magnezita, obračunate samo u većim ležištima, nijesu dovoljne za dugoročnije podmirenje potreba pre-rađivačke industrije, koja povećava svoje kapacitete, onda je sasvim razumno razmatrati mogućnost korišćenja rezervi iz velikog broja pojava do 100.000 t kvalitetne magnesitske rude.

### Istraživanje i eksploatacija ležišta

#### Istraživanje

Nagli razvoj vatrostalne industrije u našoj zemlji zahtijevao je i obezbeđenje potrebnih rezervi kvalitetnog magnezita, odnosno odgovarajuća ulaganja u istražne radove na ovoj sirovini. Iz godine u godinu povećava se obim istraživanja i povećavaju rudne rezerve, a ovo se posebno može konstatovati za poslednje 3 godine.

Kod istraživanja prvenstveno se orijentisalo na najveće pojave, što je i normalno, dok su manja ležišta samo konstatovana. Međutim, i pored toga što još uvijek postoje pojave, koje sadrže veće količine rezervi, a nijesu dovoljno ili uopšte istražene — dokazane, potrebno je obuhvatiti programom istraživanja i pojave sa manjim rudnim rezervama.

Ovo je olakšano i načinom pojavljivanja manjih pojava, koji uslovjava i znatno manja finansijska ulaganja za dokazivanje nego pojedine veće pojave. Obično manja ležišta — žice izlaze svojim izdankom na površinu pa postoji mogućnost poduhvatanja istražnim potkopom kroz žicu, koji ujedno služi kao pripremni rad, kraćim potkopom okomitim na pružanje ili kratkim niskopom.

U stvari, istražni rudarski radovi, s obzirom na dubinu zalijeganja i ostale uslove, kasnije služe za otvaranje i pripremu samog ležišta, što znatno umanjuje kasnije investiranje. S druge strane, čest je slučaj da istražnim potkopom, hodnikom itd. presječemo nekoliko manjih pojava i iste su tim radom otvorene.

Isto tako nije rijedak slučaj da izrađeni rudarski istražni rad za veću rudnu pojavu presječe — otvoriti jednu ili više manjih pojava.

Tako je u lokalnosti Cvetni vrh, rudnika magnezita »Šumadija« istražni potkop (Koviljača II) za glavnu rudnu žicu presjekao 10 rudnih žica manje moćnosti i rezervi.

To ukazuje na potrebu istraživanja i magnesitnih žica sa rezervama ispod 100.000 t (30.000—100.000 t) u određenim uslovima, jer oni dovode do toga, da ulaganja za istraživanja po jednoj toni rezervi u ovakvim slučajevima mogu biti čak manja na malim nego na pojedinim većim pojavama.

#### Eksploracija malih žičnih ležišta magnesita

Iz dosadašnjih izlaganja jasno se može zaključiti da postoji ozbiljna mogućnost rentabilne eksploracije manjih magnesitskih ležišta sa rezervama od 30.000—100.000 t pod određenim uslovima.

To znači, da pojedina ležišta ili grupu ležišta možemo otkopati i realizovati u skladu sa propisima sigurnosti i rudarske tehnike i kroz realizaciju proizvedene rude ostvariti određenu dobit.

Pod određenim uslovima podrazumijeva se slijedeće:

— Više manjih pojava skoncentrisanih na užem prostoru.

— Na pojedinim područjima postoji veliki broj manjih pojava kvalitetnog magnezita. Pod manjim pojavama podrazumijevaju se pojave, koje sadrže pojedinačne rezervi od cca 30.000—100.000 t. U praksi se pokazalo da su ovakve pojave najčešće kompaktne i bez umetaka jalovine i da svojim izdanicima izlaze na površinu. S druge strane, najčešće je moguće otvaranje ovih ležišta kraćim potkopima kroz samu žicu po pružanju ili okomito na pružanje iste.

Ovi potkopi su istražnog karaktera, a kod njihovog lociranja i izrade vodi se računa o mogućnosti njihovog korišćenja za eksploraciju (glavni izvozni put, prolaz, provjetravanje itd.). U praksi su ovo vrlo česti slučajevi, ne samo kod manjih ležišta nego i kod većih.

Ukoliko se nađe na takvo uže područje sa većim brojem manjih pojava kvalitetne rude postoji potpuna mogućnost rentabilne eksploracije ovih rezervi. Pod pojmom »uže područje« podrazumijevamo područje, na kome se može formirati jedna operativa (poligon), jedna služba održavanja, elektro-služba i ostale neophodne službe, za više manjih

pojava u eksploataciji. S druge strane, ono se može lako povezati za neki saobraćajni objekat, tako da svaka pojava ne zahtijeva i posebno rješavanje transporta od ležišta.

U takvom slučaju ukupne rezerve magnezita ne računaju se samo u jednoj pojavi nego u više njih kako je to prikazano formulama:

$$R_1 = (D_{p1} \cdot V_{k1}) M_{z1} \cdot S_p$$

$$R_2 = (D_{p2} \cdot V_{k2}) M_{z2} \cdot S_p$$

$$R_n = (D_{pn} \cdot V_{kn}) M_{zn} \cdot S_p$$

Prema tome, ukupne rezerve iznose:

$$R_u = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (!)$$

gdje je:

$R$  — ukupne rezerve više manjih ležišta sa užeg područja

$R_1, R_2, R_n$  — rudne rezerve pojedinih ležišta (žica)

$D_{p1}, D_{p2}, D_{pn}$  — dužine pružanja pojedinih žica

$V_{k1}, V_{k2}, V_{kn}$  — visine natkopa pojedinih žica

$M_{z1}, M_{z2}, M_{zn}$  — moćnost pojedinih žica

$S_p$  — specifična težina magnezitne rude u kompaktnom stanju.

Na bazi ovako utvrđenih rezervi u konkretnom slučaju traži se optimalna proizvodnja, visina ulaganja investicija itd.

Odmah treba napomenuti da se mora strogo voditi računa o izboru mehanizacije, lociranju zajedničkih objekata itd. kako bi isti najfunkcionalnije bili iskorišćeni.

S druge strane, mora se isplanirati proizvodnja pojedinih ležišta tako, da se vremenski omogući priprema istraženih ležišta, kako bi određena visina proizvodnje mogla da teče kontinuirano.

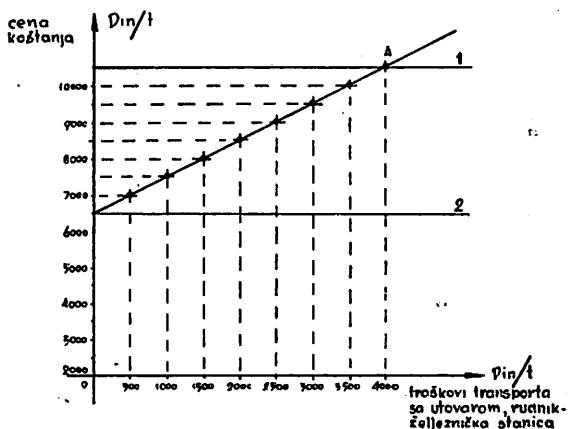
Više manjih pojava na širem području. — U praksi postoje slučajevi da se na širem području nalazi veliki broj manjih ležišta magnezita, a da su ista relativno sasvim blizu glavnih transportnih saobraćajnica — u našim uslovima, konkretno, železničkih pruga.

Pod širim područjem podrazumijevamo područje, koje ne može opsluživati jedna pogonska operativa niti u potpunosti centralna služba održavanja i elektro-služba, već ležište mora imati svoju pogonsku operativu i djelimičnu službu održavanja.

To znači, da bi ovakve pogone opsluživala jedna upravno-prodajna služba, centralna magacinska služba i glavne radionice. Ovi troškovi bi se, prema tome, raspoređivali prema određenom ključu na pojedine pogone.

Kod eksploatacije ovakvih ležišta je, takođe, vrlo važno vremenski uskladiti otkopavanje i pripremu, kako bi se obezbedila kontinuirana proizvodnja.

No s obzirom da je visina proizvodnje iz ovakvih pogona ipak mala, i ako su ukupne rezerve dosta velike, razbacanost i uslovi rada nameću visoku cijenu koštanja. I u ovim slučajevima dolazi do izražaja pravilan izbor pokretljive mehanizacije, pogonski objekti montažnog tipa itd. kako bi se isti što celishodnije koristiti. Treba, znači, omogućiti korišćenje objekata (zgrade, postrojenja itd.) na više takvih malih pogona premještanjem.



Sl. 1 — Uticaj troškova na ukupnu cijenu koštanja jedne tone.

Fig. 1 — Influence of the costs on the total cost price of 1 ton.

Vrlo važnu ulogu u ovakvim slučajevima igraju komunikacione veze, jer je uticaj transportnih troškova od rudnika do železničke stanice na ukupnu cijenu koštanja vrlo velik.

Ovdje uzimamo u obzir troškove do železničke stanice, jer prerađivač snosi troškove transporta železnicom, pa oni sa gledišta rudnika nijesu interesantni, i ako se i o tome mora voditi računa.

Kako ti troškovi utiču na ukupnu cijenu koštanja jedne tone prikazuje dijagram na slici 1.

U našim uslovima troškovi transporta čine vrlo značajnu stavku u ukupnoj cijeni koštanja. Na dijagramu se vidi da često od tih troškova zavisi da li jedan rudnik (ležište) može biti ekonomski opravdan ili ne. Troškovi transporta, pak, zavise uglavnom od udaljenosti ležišta od železničke pruge s jedne strane i stanja puteva od stanice do ležišta s druge strane.

U tački A na dijagamu, gdje se siječe linija porasta troškova transporta sa linijom cijene prodaje, u stvari, izjednačena je ukupna cijena koštanja sa prodajnom cijenom, a sa daljim porastom troškova transporta rudnik bi radio sa gubitkom.

Ovaj praktičan prikaz je učinjen da se pokaže kako ima slučajeva, da su manja ležišta, kada se nalaze sasvim blizu železničke pruge interesantna za eksploataciju, čak mogu da ostvaruju u nekim slučajevima veću dobit po toni od pojedinih većih ležišta.

Takav primjer u našoj praksi je rudnik Bogutovac.

Na isti način, kako je tretirano ovo pitanje sa stanovišta rudnika, udaljenost rudnika od prerađivačkih kapaciteta, odnosno troškove prevoza železnicom može takođe tretirati prerađivač.

**Manja ležišta u blizini većih ležišta odnosno postojećih izvodnih pogona.** — Svi aktivni rudnici magnezita žičnog tipa praktično eksploatišu više od jedne žice. Pojedini eksploatišu i veći broj rudnih žica, što će reći da se uz pojedine glavne žice i u okviru eksploatacionalih polja pojavljuju i žice srednje i manje veličine.

Ovih manjih pojava u pojedinim aktivnim rudnicima ima u većem broju.

Praksa u postojećim rudnicima je pokazala da se u okviru eksploatacionalih polja eksploatiše i rentabilno koristi ruda iz žica sa manjim rezervama. Nije teško navesti uslove, koji ovo dozvoljavaju. Glavne saobraćajnice su već urađene, koristi se postojeća operativa i nadzorna služba, koriste se već instalirana postrojenja itd. što sve umanjuje troškove proizvodnje iz manjih žica.

Najbolji primjer za ovo je »Cvetni vrh« u rudniku magnezita »Šumadija«, rudnik »Goleš« itd.

### Posebna problematika kod eksploatacije manjih ležišta

Ističemo neke važne momente, koji se odnose na eksploataciju manjih ležišta tre-tirana u sva tri prethodna slučaja i o kojima se mora voditi računa prilikom pripreme i eksploatacije. To je neophodno, jer ovi momenti bitno utiču na cijenu koštanja proizvedene tone magnezita.

#### Korišćenje istražnih radova za otvaranje ili pripremu ležišta

U velikom broju malih ležišta pojedini rudarski istražni radovi (potkopi, smjerni hodnici, uskopi itd.) mogu se tako locirati da u potpunosti budu iskorišćeni u fazi pripreme i eksploatacije ležišta. To znači, da se istovremeno mora posvetiti pažnja i kvalitetu izvođenja radova, kako bi mogli koristiti predviđenoj namjeni.

Istražni potkopi se obično koriste za otvaranje ležišta, transport i provjetravanje u procesu pripreme i eksploatacije. Istražni hodnici po smjeru pružanja žice u potpunosti mogu i treba da se koriste kao osnovni hodnici za transport prilikom eksploatacije ležišta.

S druge strane, kod lociranja, odnosno izrade pojedinih istražnih ili pripremnih rudarskih radova za pojedine veće pojave — žice, potrebno je da se iste koriste na najcelishodniji način za otvaranje i pojedinih manjih ležišta (žica). Najkarakterističniji primjer, a koji uzgred rečeno nije jedini, je »Cvetni vrh« u rudniku magnezita »Šumadija«.

Na sl. 2 prikazan je dio uzdužnog potkopa »Koviljača II« koji otvara glavnu žicu »Cvetni vrh«, iz koga se jasno vidi, da presijeca nekoliko manjih žica potpuno odvojenih i udaljenih od glavne žice.

Iz tога se lako može uočiti i zaključak da otvaranje naznačenih malih ležišta ovako obimnim (dugačkim) rudarskim radom ne bi došlo u obzir. Međutim, taj potkop je urađen radi otvaranja glavne žice, čije su rezerve velike, a sada se dobro može iskoristiti za pripremanje i eksploataciju svih presječenih malih ležišta.

#### Izbor otkopne metode za malo ležište

Pitanje izbora otkopne metode posebno se obrađuje za mala ležišta radi toga, što

primjena pojedinih otkopnih metoda može bitno da utiče na cijenu koštanja proizvedene tone magnezita, posebno baš kod ovih ležišta.

Na sl. 3 dato je jedno otkopno polje, gdje je uzeta rudna žica prosječne moćnosti 1,20 m visine horizonta od 60 m, dakle, približno kako se u praksi i kreće dužina i visina otkopnog polja (horizonta), radi upoređenja kako pojedine otkopne metode utiču na troškove. Ovdje se to prikazuje samo kroz pripremne rade.

Upoređujući na ovom primjeru podetažnu (golešku) otkopnu metodu, čija je priprema na skici naznačena isprekidanom linijom i metode »krovno dobijanje sa zasipavanjem otkopanih prostorija«, za koju su pripremni radovi na skici predstavljeni punom linijom dobijamo slijedeće podatke:

- smjerni hodnik I isti je za obe otkopne metode i urađen je kao istražni, pa ga u računu ne ćemo uzimati u obzir;
- ukupne rudne rezerve u otkopnom polju iznose:

$$(100 \text{ m} \cdot 60 \text{ m} \cdot 1,2) 3 = 21.600 \text{ t}$$

- količina pripremnih radova na 1.000 t rezervi:

Podatažna metoda	Krovno dobijanje sa zaspom otkopanih prostorija
potrebna priprema za polje 560 m	potrebna priprema za polje 220 m
560 m : 21,6 = = 26 m'/1000 t rezervi	220 m : 21,6 = = 10,2 m'/1000 t rezervi

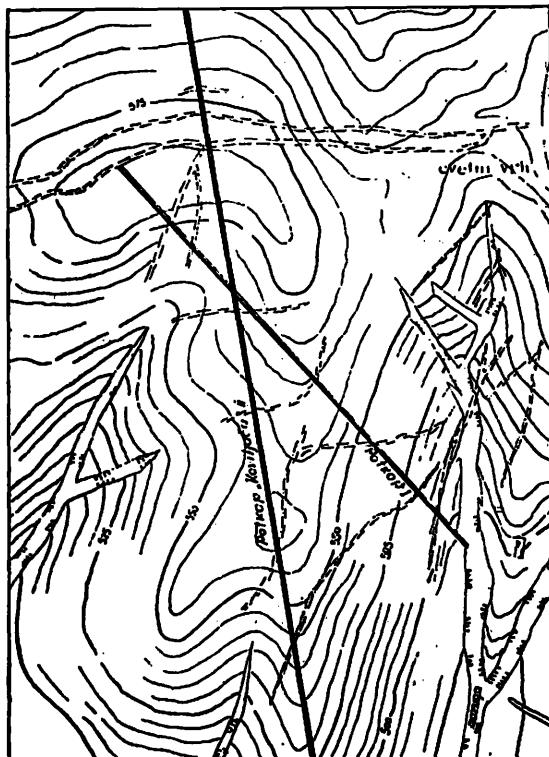
Kad bismo uzeli u obzir cijenu koštanja vidjeli bismo da samo pripremni radovi te rete jednu tonu rezervi u prvom slučaju sa preko 1.500 din/t, a u drugom slučaju sa preko 600 din/t.

Potrebno je da se ovi iznosi povećavaju za 1 proizvedenu tonu proporcionalno sa veličinom otkopnih i ostalih gubitaka u jednom i u drugom slučaju.

Radi potpunijeg sagledavanja potrebno je naglasiti, da je kod manjih ležišta obično i manja moćnost rudne žice, samim tim kod otkopne metode sa zasipavanjem prostorija skoro potpuno otpadaju troškovi zasipa, jer se isti dobija kod otpucavanja rude iz umetaka jalovine, sa kontakta itd.

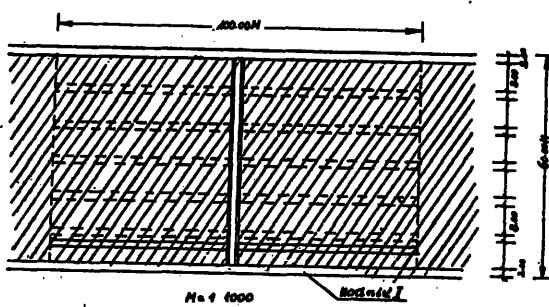
Sve ovo govori da za otkopavanje malih magnezitskih ležišta ne dolazi u obzir podetažna otkopna metoda, i ako se ista sa uspehom primjenjuje kod većih ležišta, odnosno za rudne žice velike moćnosti.

S druge strane, jasno nam pokazuje od kolike je važnosti pravilno odabiranje otkopne metode baš kod malih ležišta. Kod većih



Sl. 2 — Deo uzdužnog potkopa »Koviljača II«.

Fig. 2 — The part of the longitudinal understoppe »Koviljača II«.



Sl. 3 — Uticaj podetažne (goleške) otkopne metode i metode »krovno odbijanje sa zasipavanjem otkopnih prostorija« na troškove.

Fig. 3 — Influence of »sublevel stoping« (Goleš) method and »cover caving with stope filling« method on the costs.

ležišta razlike u otkopnim metodama se ne izražavaju tako oštro, kao što je slučaj kod malih magnezitskih ležišta.

#### Odabiranje mehanizacije i lociranje objekata

Uobičajena je praksa, a svakako na bazi ekonomskih računica i pokazatelja, da se pojedine stabilne mašine i postrojenja većih kapaciteta na rudnicima postavljaju i koncentrišu na jedno mjesto. Za veća rudna ležišta ovo je svakako opravdana postavka, jer su stabilne veće mašine ekonomičnije, dugotrajnije i izdržljivije od malih, a pogotovo što se na većim ležištima računa sa dužim vremenskim periodom na jednom mjestu.

Slična situacija je i sa pojedinim pogonskim objektima, kao što su kupatila i garderobe, radionice i ostale pogonske zgrade.

Međutim, kod razbacanih i malih ležišta, kakav je slučaj sa malim ležištim magnezita, koja nijesu u blizini većih ležišta i ne mogu koristiti zajedničke objekte. Ovi problemi se moraju tretirati posebno:

- kapacitet pojedinih mašina i objekata je daleko manji i o tome se mora voditi računa;
- u većini slučajeva ne mogu se koristiti istovremeno za više ležišta;
- vrijeme korišćenja na pojedinim ležištima je relativno kratko u odnosu na vijek trajanja mašine ili objekta;
- razbacanost pojava magnezita zahtijeva više mašina i objekata za istovremeno korišćenje. To su, u stvari, pogonski objekti i mašine, koji se koriste za neposrednu proizvodnju na pojedinim pogonima.

Na osnovu toga neophodno je kod nabave i izgradnje pojedinih objekata voditi računa o navedenim pokazateljima, jer ova pitanja bitno utiču na cijenu koštanja proizvedene tone magnezita. Kod rješavanja ove problematike moraju se imati u vidu dva slučaja:

**Pogonske mašine i objekti.** — Pod ovim pojmom tretiraju se mašine i uređaji, zgrade i ostali objekti, koji su neophodni na pojedinim proizvodnim pogonima. S obzirom na više takvih pogona, koji istovremeno rade, vodeći računa o ranije izne-

tim činjenicama, pogonske mašine moraju biti, uglavnom, lako pokretljive, a zgrade i ostali objekti na pogonu montažnog tipa.

Ovo je neophodno radi mogućnosti prebacivanja mašina i objekata s jednog pogona na drugi tj. onda kada se završi rad na jednom pogonu.

Na pogonima se obezbeđuju najneophodniji dijelovi radionica i majstori, koji su u mogućnosti da održavaju pogonska postrojenja i vrše manje opravke.

Zgrade upravno — prodajne režije i radionica. — Lokacija ovih objekata se vrši tako da funkcionalno najbolje može opsluživati sve pogone. Najpovoljnije je ako postoji mogućnost lociranja objekata upravne i prodajne režije na jednom od proizvodnih pogona.

Uz ove objekte se razvija i jedna zajednička radionica solidnije opremljena, koja je u mogućnosti da vrši opravke većeg obima i u potpunosti održava i remontuje pogonske mašine. Kod lociranja ovih objekata ne smije se ispuštiti iz vida i mogućnost obezbeđenja stručnih kadrova, jer često na rješavanje ovog pitanja znatno utiče i mjesto gdje se nalaze ovi objekti.

Posebno tretiranje ove problematike uzeće je radi toga, što skup ovih momenata može znatno da utiče na ukupnu cijenu koštanja proizvedene tone magnezita. Pravilno rješavanje navedenih pitanja može uticati na sniženje cijene koštanja iz slijedećih razloga:

- troškovi upravno-prodajne režije raspoređuju se na više pogona, odnosno veću proizvodnju i na taj način je njihovo učešće u cijeni koštanja po jednoj toni znatno manje;
- troškovi radionice i održavanja se takođe raspoređuju na više pogona i manje učestvuju u cijeni koštanja po jednoj toni. S druge strane, na ovaj način upravno-prodajna režija i radionice daleko bolje mogu biti popunjene odgovarajućim kadrovima i opremom, pa će njihove usluge biti bolje, blagovremenije i kvalitetnije;
- korišćenjem pogonskih mašina i objekata na više pogona, odnosno uz pun vijek trajanja, cijena koštanja jedne tone manje će biti opterećena amortizacijom itd.

## Eksplotacija malih ležišta gledana kroz interesе prerađivača

Ranije su obrađeni slučajevi i uslovi, pod kojima postoji mogućnost i ekonomskiopravdanost istraživanja i eksplotacije malih magnezitskih ležišta, računajući sa određenom prodajnom cijenom za 1 proizvedenu tonu franko utovareno u vagon.

To znači, da u razmatranjima nijesmo vodili računa o mogućnostima — gledano kroz finalni proizvod. Međutim, u našim uslovima, tj. u uslovima kada su i prerađivački kapaciteti u okviru jedne grupacije ili područja i kada ti kapaciteti apsorbuju sve proizvedene količine sa svih rudnika, još je interesantnije pogledati mogućnost kroz finalne proizvode.

Ako uzmemo u obzir da su prodajne cijene za istu rudu jednake za sve rudnike (bez obzira na različita ležišta) i da se iste računaju franko utovareno u vagon, kakav je slučaj danas u praksi, onda za prerađivačke kapacitete najviši uticaj na nabavnu cijenu imaju troškovi transporta železnicom.

Za potpunije prikazivanje uticaja pojedinih faktora uzećemo u razmatranje dva ekstremna slučaja:

- ležište magnezita sa velikim rudnim rezervama i proizvodnjom, udaljeno od železničke pruge i prerađivačkih kapaciteta;
- ležišta magnezita sa malim pojedinačnim rezervama i proizvodnjom, sa malom udaljenosti od železničke pruge i prerađivačkih kapaciteta.

Ovakvi slučajevi postoje već pri današnjoj eksplotaciji magnezitskih ležišta. Na sl. 4 grafički je prikazan uticaj pojedinih troškova na definitivnu cijenu finalnog proizvoda.

Iz sl. 4 (I i II) jasno se vidi uticaj troškova transporta na cijenu koštanja proizvedene tone u pojedinim slučajevima, koji se mogu čitati na liniji transporta.

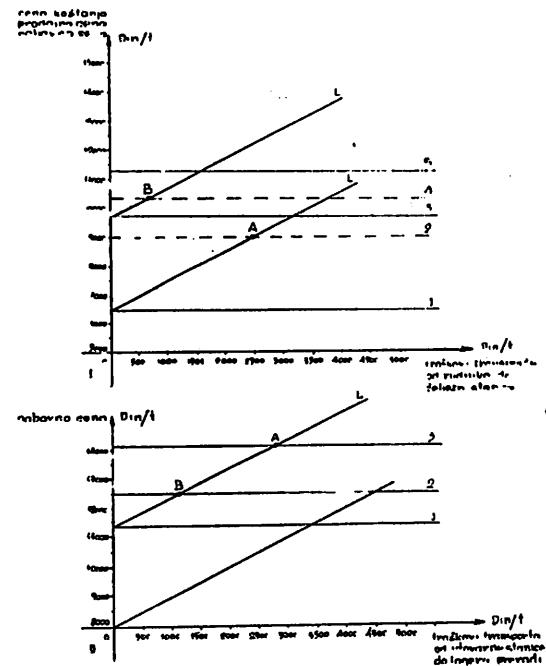
Sl. 4 (I) prikazuje uticaj troškova transporta od rudnika do železničke stanice i troškova utovara u vagone po proizvedenoj toni a za dva karakteristična slučaja (»A« i »B«), Sl. 4 (II) prikazuje uticaj troškova transporta železnicom i troškova istovara

na lagerski prostor prerađivača po svakoj proizvedenoj toni magnezita a takođe za dva karakteristična slučaja.

U slučaju kakav je prikazan na sl. 4 (II) jasno je da je prerađivaču povoljnije nabavljati i prerađivati rudu iz ležišta označenih sa »B« koja, u stvari, predstavljaju malažična ležišta i određene uslove.

No ako bismo praktično zanemarili prodajnu cijenu, kako je sada uobičajeno, franko vagon, već istu određivali franko lager prerađivača, onda bismo poređujući prethodna dva slučaja dobili u jednom momenatu praktično istu cijenu koštanja na lageru.

Ovo bi se desilo onda, kada se izjednače rastojanja između tačaka, odnosno veličina A — B sa dijagrama I i veličina rastojanja između tačaka A — B sa dijagrama II.



Sl. 4 — (I i II) Grafički prikaz uticaja pojedinih troškova na definitivnu cenu finalnog proizvoda.

Fig. 4 — (I and II). Graphic illustration, showing the influence of individual costs on the definite cost of the final product.

U našim uslovima je, praktično, najvažnije mjerilo kod odlučivanja o ekonomičnosti i opravdanosti eksplotacije jednog ležišta stvarni troškovi koštanja jedne tone premljene na lager prerađivača, jer, u stvari, ti troškovi ulaze u definitivnu cijenu koštanja finalnih proizvoda kao troškovi sировине.

## **Zaključak**

Sva ova razmatranja imaju za cilj da analiziraju najvažnije faktore, koji su odlučujući u razmatranjima i donošenju odluka o opravdanosti istraživanja i eksploatacije malih magnezitskih ležišta. Jasno je da smo se najviše zadržali na mogućnostima eksploatacije, a daleko manje na pitanju istraživanja iz prostog razloga, što se istraživanja ovih ležišta ipak više vrše i do sada kroz tzv. regionalna i prospekcijska istraživanja,

a eksploataciji malih ležišta se nije pridavao skoro nikakav značaj.

Izvršena analiza i izneti podaci kroz ove materijale jasno određuju pojedine uslove, pod kojima se sa sigurnošću može ulaziti u eksploataciju pojedinih malih magnezitskih ležišta.

Na kraju, mislim da nije potrebno dalje dokazivati da sa znatnim rezervama magnezita, koje se nalaze u većem broju malih ležišta, treba ozbiljno računati.

## **SUMMARY**

### **Research and Exploitation Problem for Small Beds of Magnesite Veins**

M. Lasica, min. eng.\*)

In this paper more detailly is viewed the possibility of exploiting small magnesite beds with reserves from 30.000 to 100.000 tons, which are found in large number at individual areas.

Through the accomplished analysis, more detailly are worked out individual conditions, under which the exploitation of such small beds is justified and economical.

Here are given individual costs from the view of the mines, looked through the manufacturing into final products. Certainly that it is under our conditions the most real viewing, taking into consideration narrow connection and cooperation between the producer and manufacturer.



\*) Dipl. ing. Mihailo Lasica, pomoćnik generalnog direktora preduzeća »Magnohrom«, Kraljevo.

## Koncentracija olovo-cinkove i baritične rude ležišta Bou Jaber, Tunis

(sa 3 slike)

Dr ing. Stjepan Tomašić

### Uvod

Zavod za pripremu mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd, izvršio je, na zahtev preduzeća »Elektrosond« iz Zagreba, laboratorijska ispitivanja koncentracije olovo-cinkove i baritične rude ležišta Bou Jaber, Tunis.

Povoljni ekonomsko-tehnički rezultati ovih ispitivanja ukazali su na celishodnost povećanja eksploatacije tog rudnika kao i opravdanost novih investicija u njegovu izgradnju.

### Geografski položaj rudnika

Rudnik Bou Jaber nalazi se s obe strane tunisko-alžirske granice u centralnom delu Tunisa, udaljen 7 km od varošice Kalaat es Senam, koja je administrativni centar ovog područja (sl. 1).

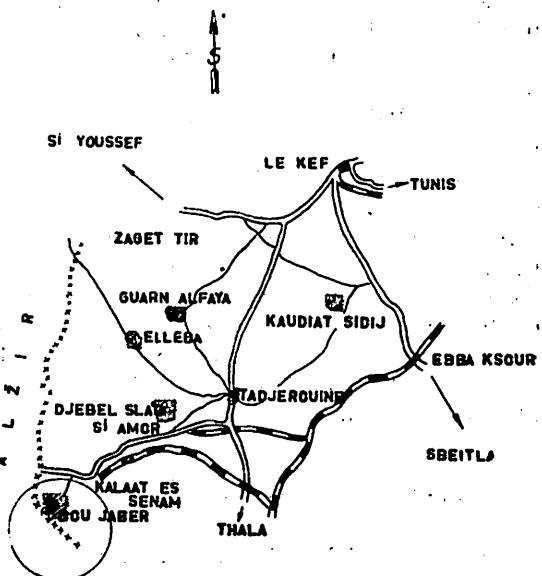
Sama varošica povezana je, preko mesta Le Kef, modernim asfaltnim putem dužine oko 230 km sa gradom Tunisom. Postoji i železnička veza ove varošice sa ostalim delovima Tunisa.

Brdo Bou Jaber je vrlo uzan greben dužine 8 km podeljen državnom granicom na istočni, tuniski, deo i zapadni, alžirski, deo. Taj greben se izdiže nad platoom Bou Rhanem na 700 m nadmorske visine.

Klima područja Bou Jabera je polupustinjska sa godišnjim padavinama od 470 mm vodenog taloga.

### Istorijat

Rudarski radovi na području Bou Jaber datiraju još iz doba Rimljana. Ozbiljniji istražni radovi kao i eksploracija počeli su 1897. godine, a odvijali su se u dva smera: hodnicima »Espérance«, na koti 785 m i »Four« na koti 766 m, te potkopom sa platoa Bou Rhanem na koti 717 m. Od 1906. do 1912. istraživanja su proširena na područje



Sl. 1 — Situacioni položaj ležišta Bou Jaber.

Fig. 1 — Layout of Bou Jaber deposit.

Saint-Antoine i to prvenstveno na istočnom delu rudišta na kotama 697 i 667 m.

Godine 1910. bilo je izgrađeno pralište sa gravitacijskom koncentracijom kapaciteta 50 t/h, a sastojalo se od uređaja za drobljenje rude u dva stupnja, mašina taložnica i klatnih stolova.

Tablica 1

**Mineraloški sastav ruda Bou Jaber**

Minerali	Zapadni deo	Istočni deo	
		baritni	fluoritni
PbS	4,79	0,26	0,16
ZnS	1,88	0,56	—
FeS <sub>2</sub>	—	0,13	—
CaF <sub>2</sub>	1,81	3,52	86,03
SiO <sub>2</sub>	10,32	0,80	0,78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> × H <sub>2</sub> O	4,35	3,13	0,44
Al(OH) <sub>3</sub>	3,32	4,23	0,87
CaCO <sub>3</sub>	53,60	10,96	—
MgCO <sub>3</sub>	0,38	0,21	1,40
FeCO <sub>3</sub>	0,69	—	—
MnCO <sub>3</sub>	—	0,36	—
ZnCO <sub>3</sub>	2,80	4,04	—
PbCO <sub>3</sub>	4,75	1,12	—
BaSO <sub>4</sub>	10,58	73,91	9,75
SiSO <sub>4</sub>	—	2,40	—
Spec. težina	3,12 ± 0,05	3,70 ± 0,05	3,03 ± 0,05

Zbog ekonomiske krize 1929. godine rad u rudniku je bio obustavljen, dok su istrage nastavljene do 1931. god., kada svi radovi prestaju.

Godine 1941. pralište je bilo demontirano i rasprodano.

Rudnik je ponovo otvoren 1948. godine, a mala proizvodnja se je postizala »pabirčenjem« sa starijih radilišta, dok se nisu, potkopom platoa Bou Rhanem, presekle tri zone mineralizacije galenita na ukupnom odstojanju od 35 m. Izgrađeno je provizorno manje postrojenje za koncentraciju rude kapaciteta 50 t/dan, a već u 1951. godini postiže se današnja proizvodnja.

**Geologija ležišta i mineralizacija**

Područje ležišta Bou Jaber stvoreno je izmenom sedimenata krečnjaka i laporaca aptienā. Na istoku ograničena je rasedom severoistok-jugoistok, koji se produbljuje u

dubinu, a na zapadu rasedom koji se produžuje do rudnika gvožđa u Alžiru.

Tuniski deo ležišta Bou Jaber je na jugu ograničen prelomnicom, koja je u blizini istočne prelomnice stvorila veliku baritnu žicu debljine i do 35 m, a na zapadu pravi izdanak u prevoju, širine i do 150 m, koji ograničava područje tuniske eksplotacije ležišta.

Kontakt laporaca i krečnjaka, stvoren uglavnom prelomnicama kroz različite slojeve koji su navučeni jedan na drugi, od kojih su samo dva krečnjačka sloja, koji leže južnije, dobro mineralizovana i u njima su praktično vršeni svi radovi eksplotacije.

Lečasta ležišta pokazuju mineralizaciju olovnih minerala u kalcitnoj masi koja dominira na zapadu, dok je na istočnom delu ležišta potpuno dominantan barit sa učešćem fluorita.

Uz minerale olova u zapadnom delu ležišta pojavljuje se kalamina, ali i sfalerit za koji se smatra da se ne javlja generalno, već samo u izvesnim lokalitetima.

**Mineraloški sastav**

Mineraloški sastav uzoraka ispitanih u Rudarskom institutu, u svrhu utvrđivanja tehnoškog procesa koncentracije korisnih minerala, dat je na tablici 1.

**Hemijski sastav ruda Bou Jaber**

Hemijski sastav uzoraka ruda određen je u Rudarskom institutu i dat na tablici 2.

**Laboratorijska ispitivanja koncentracije**

Studija mogućnosti koncentracija korisnih minerala ležišta Bou Jaber izvršena je u laboratorijama Zavoda za PMS na uzorcima rude, koje je uzelo preduzeće »Eletrosond« na zapadnim i istočnim delovima ležišta.

Uzorci ruda izdrobljeni su do ggk (gorne granične krupnoće) 5 mm, pri čemu je utvrđeno da su rude srednje otporne usitnjavanju.

Najpovoljniji granulometrijski sastav uzoraka rude Pb-Zn u fazi mlevenja iznosi 78,2% minus 200 meš. Sastav je prikazan na tablici 3.

**Hemijski sastav****Tablica 2**

	Zapadni deo %	Istočni deo	
		baritni %	fluoritni %
Pb uk	7,68	1,10	0,14
Pb ox	3,53	0,87	—
Zn uk	2,71	2,49	—
Zn ox	1,46	2,11	—
FeO	0,43	0,08	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,35	3,13	0,43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,02	2,53	0,67
Mn	0,29	0,20	trag
BaO	6,95	48,56	6,41
CaO	32,72	8,00	44,65
MgO	0,18	0,10	0,67
S	1,08	0,25	0,41
SO <sub>3</sub>	3,63	27,27	3,34
SiO <sub>2</sub>	10,32	0,80	0,78
CO <sub>2</sub>	26,12	3,68	0,41
F	0,89	1,67	42,15
SiO	—	1,05	—
Gubitak žarenjem	27,14	3,68	0,82

**Studija koncentracije olovo-cinkove rude**

Koncentracija sulfidnih i oksidnih olovocinkovih minerala izvršena opitima selektivnog flotiranja shodno režimu:

**Flotiranje sulfidnih minerala olova**

Kondicioniranje: vreme trajanja 10 min

C : T	1 : 3
pH	8,1
NaCN	100 g/t
ZnSO <sub>4</sub>	300 g/t
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	1000 g/t

Grubo flotiranje PbS: dodavani reagens aeroflot 31 75 g/t

Vreme trajanja flotiranja 30 min

Trostruko prečišćavanje grubih koncentrata PbS

**Bilans metala**

Proizvod	T %	Sadržaj %		Raspodela %	
		Pb	Zn	Pb	Zn
Ruda	100,00	7,68	2,71	100,00	100,00
Koncentrat Pb	10,00	73,00	1,00	95,00	3,69
Koncentrat Zn	4,06	1,00	48,00	0,53	72,00
Jalovina	85,94	0,89	0,76	4,40	24,34

**Tablica 3****Granulo sastav uzorka 1 nakon dužine mlevenja 10 min**

Sito Tyler meš	Otvori sita u mm	T %	Σ T %
65	0,208	1,2	1,2
100	0,147	3,8	5,0
150	0,105	8,1	13,1
200	0,074	8,7	21,8
—200	—0,074	78,2	100,0
Ukupno:		100,0	

Dodavani reagensi su:

Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	500 g/t
NaCN	50 g/t
ZnSO <sub>4</sub>	100 g/t

Vreme trajanja prečišćavanja 5+2+2min  
pH 9,0

**Flotiranje oksidnih minerala olova**

Kondicioniranje: vreme trajanja 10 min

C : T	1 : 3
pH	9,6
Na <sub>2</sub> S	3000 g/t

**Grubo flotiranje oksidnog Pb**

Dodavani reagens: aeroflot 75 g/t

Vreme trajanja grubog flotiranja: 25 min

Trostruko prečišćavanje grubih koncentrata

Vreme trajanja: 5+2+2 min

**Flotiranje minerala cinka**

Kondicioniranje: vreme trajanja 2+10 min.

C : T	1 : 3
pH	11,5
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	3000 g/t
Na <sub>2</sub> S	6000 g/t

**Tablica 4**

**Grubo flotiranje**  
 Dodavani reagens: KK emulzija 300 g/t  
 Vreme trajanja: 12 min  
**Trostruko prečišćavanje**  
 Vreme trajanja: 5+2+2 min

Najbolji rezultati, postignuti u toku opita selektivnog flotiranja rude, prikazani su bilansom metala na tablici 4.

#### Studija koncentracije baritične rude

Opiti koncentracije rude prikazane uzorkom 2, baritična ruda, vršeni u cilju izdvajanja minerala olova i cinka metodom flotiranja, da bi se postigao što čistiji koncentrat barita, nisu dali zadovoljavajuće rezultate. Radi toga je primenjena samo gravitacijska koncentracija.

Ruda je usitnjavana drobljenjem do ggk 3 mm, a prosejavanjem podeljena u dve klase:

krupna klasa	— 3 + 1 mm	51,54%
sitna klasa	— 1 + 0 mm	48,46%
100,00		

Krupna klasa rude tretirana je u pulsirajućoj mašini taložnici tipa DENVER i dala rezultate prikazane na tablici 5.

Tablica 5

#### Bilans koncentracije

Proizvod	T %		BaSO <sub>4</sub> %	Raspodela BaSO <sub>4</sub> %
	u odnosu na rudu	u odnosu na klasu		
Ulaz	51,54	100,00	79,25	100,00
Koncentrat	35,82	69,48	94,64	82,98
Međuproizvod	3,32	6,52	70,40	5,77
Jalovina	12,40	24,00	37,20	11,25

Sitna klasa dopunski je klasirana u hidrauličnom klasifikatoru i dala je četiri frakcije zrna jednake konačne brzine padanja u struji vode (vidi tablicu 6).

Pojedine frakcije su zatim, svaka za sebe, podvrgнуте koncentraciji na klatnim stolovima, pri čemu su postignuti grubi koncentrati i jalovina. Grubi koncentrati su bili podvrgnuti prečišćavanju.

Mulj hidrauličnog klasifikatora je, prvo, bio podvrgnut odmuljivanju hidrociklonom, a zatim je samo pesak tretiran na isti način na klatnom stolu.

Tablica 6

#### Klasiranje u frakcije jednake brzine padanja

Frakcije	T %	
	u odnosu na rudu	u odnosu na klasu
I frakcija	25,89	53,43
II frakcija	11,08	22,86
III frakcija	3,33	6,87
IV frakcija (mulj)	8,16	16,84
Ulaz	48,16	100,00

Rezultati koncentracije prikazani su u tablici 7.

Tablica 7

#### Bilans gravitacione koncentracije sitnih klasa rude barita

Proizvod	T % na ulazu	BaSO <sub>4</sub> %	Raspodela BaSO <sub>4</sub> %
Ulaz	48,46	72,20	100,00
Koncentrat	22,96	92,07	60,43
Međuproizvod	12,31	81,00	28,49
Jalovina	9,14	19,23	5,02
Mulj	4,05	52,42	6,06

Postignuti rezultati ukazuju na mogućnost uspešnog gravitacionog tretiranja ove rude i dobivanje kvalitetnih proizvoda.

Objedinjeni koncentrati ovih postupaka tretiranja krupnih i sitnih klasa rude daju proizvod sa 93,63% BaSO<sub>4</sub> pri iskorišćenju od 72,59%. Pripajanjem koncentrata i postignutih međuproizvoda, postiže se koncentrat sa 91,5% BaSO<sub>4</sub> uz iskorišćenje od 85,73% od ukupno prisutnog barita u rudi.

Laboratorijski opiti vršeni na uzorku 3 dali su isto tako dobre rezultate, ali jer uzorak nije bio prosečan, već je predstavljao rukom odabranu rudu fluorita, nije kao takav onda uzet u obzir za razradu tehnološkog procesa.

## Šema tehnološkog procesa

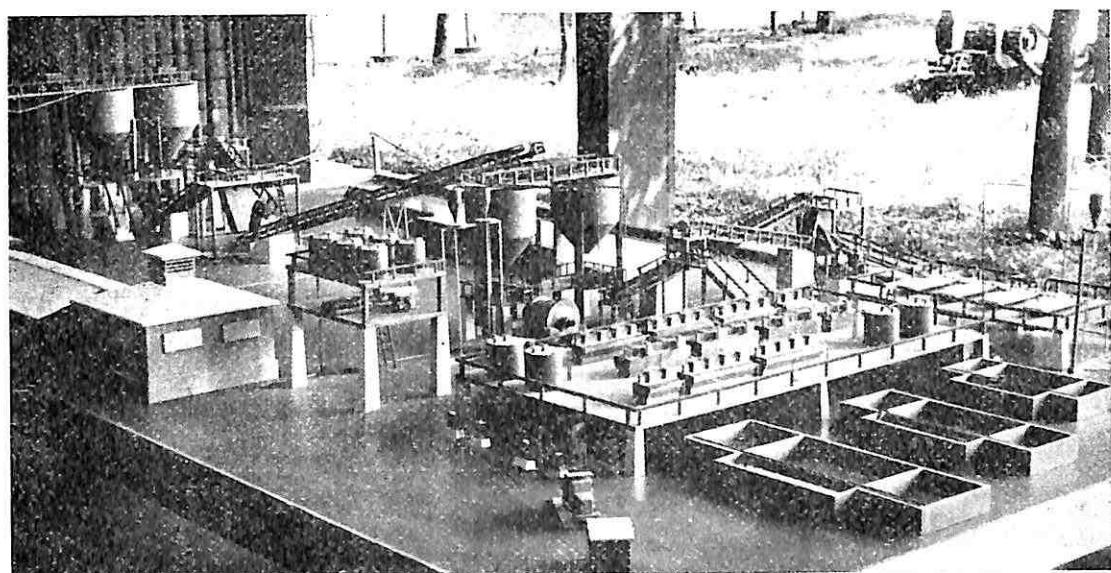
Na osnovu utvrđenih rezervi u ležištu, predviđen je kapacitet postrojenja (sl. 2) za tretiranje rude olova i cinka za 75.000 t/god. i za tretiranje rude barita za 25.000 t/god., tj. ukupan kapacitet u iznosu od 100.000 tona rude godišnje.

Razrađena je šema tehnološkog procesa (vidi sl. 3) koja obuhvata:

- sekciju drobljenja, koje je zajedničko za rudu olova i cinka i rudu barita,
- dve sekcije za koncentraciju i to: sekcija za tretiranje olovo i cinkove rude i sekcija za baritnu rudu,
- uređaje za prirodno odvodnjavanje koncentrata i
- jalovište.

bunkere (12) i (13). Dalji tok tehnološkog procesa se nastavlja posebno za obe rude. Ruda olova i cinka se melje u mlinu sa kuglama (16) i klasira pomoću hidrociklona (19). Preliv hidrociklona tj. pulpa sa proizvodom mlevenja do 75% minus 200 meša gravitaciono dospeva do kondicionera (21), potom u flotacijske mašine (23, 24, 25 i 22), gde se izdvajaju sulfidni minerali olova. Otok ovih čelija sakuplja se u kondicioneru (29) i dalje tretira u flotacionim čelijama (31, 32, 33 i 30), gde se vrši izdvajanje oksidnih minerala olova.

Preostali deo pulpe odvodi se u kondicionere (37) i (38), a odatle na flotiranje minerala oksidnog i sulfidnog cinka (40, 41 i 39).



Sl. 2 — Snimak makete postrojenja.

Fig. 2 — Model of the plant.

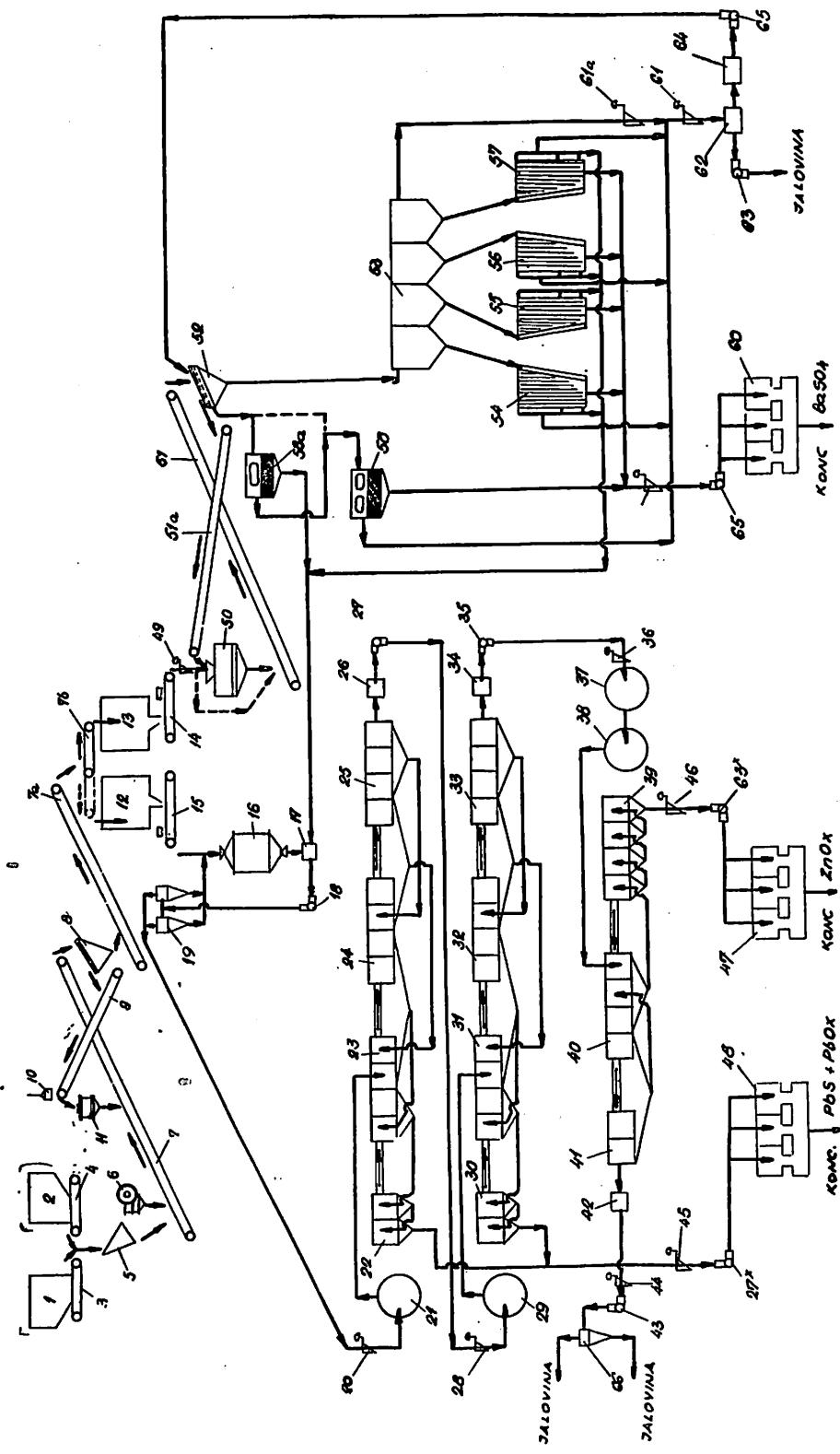
## Opis tehnološkog procesa

Iz rudnika se dopremaju posebno olovocinkova i posebno baritična ruda i odlažu u svoje bunkere (1) i (2) (sl.3). Iznad bunkera postavljena je rešetka otvora 200 mm.

Ruda se naizmenično drobi čeljusnom (7) i Symons (11) drobilicom i odlaže u

Koncentrat olova, kao i koncentrat cinka, odlaže se u bazene (48) i (47), gde se oslobađa suvišne vode i priprema za otpremu.

Ruda barita izdrobljena do ggk 10 mm, odlaže se u odgovarajući bunker, odakle se šalje u drobilicu sa valjcima (50). Tako izdrobljena ruda klasira se na situ (52) sa dve mreže. Odsev gornje mreže sita se vraća



Sl. 3 — Šemá technološkog procesa.  
Fig. 3 — The flowsheet.

Konačni bilans prerade ruda ležišta Bou Jaber

Tablica 8

Proizvod	t/g	Sadržaj %			Raspodela		
		Pb	Zn	BaSO <sub>4</sub>	Pb	Zn	BaSO <sub>4</sub>
Ulaz rude Pb—Zn	75.000	7,68	2,71	—	—	—	—
Ulaz rude BaSO <sub>4</sub>	25.000	1,10	2,49	73,91	—	—	—
Koncentrat Pb	7.500	73,00	1,00	—	95,00	3,69	—
Koncentrat Zn	3.045	1,00	48,00	—	0,53	72,00	—
Koncentrat BaSO <sub>4</sub>	15.000	—	—	93,00	—	—	75,00

Primedba: Koncentrat olova sadrži i oko 522 g/t srebra.

natrag na drobljenje, a prosev se klasira na krupno zrno ggk 3 mm, koje se odvodi bilo u taložnicu sa dijafragmom (58a) gde se odvajaju, ukoliko ih ima u važnijoj količini, prateći sulfidni minerali olova i cinka i otpremaju u mlin sa kuglama (16), bilo direktno u taložnicu sa dijafragmom (58). Proizvodi pulsirajuće mašine taložnice (58) su barit i jalovina.

Prosev sita (52) odvodi se u hidraulični klasifikator (53) kojim se postiže razdvajanje sitnih zrna na četiri frakcije i mulj. Mulj se odbacuje na jalovište zajedno sa jalovinom mašine taložnice i klatnih stolova, dok se klasirane frakcije tretiraju na klatnim stolovima (54), (55), (56) i (57) tipa Wilfley. Eventualno prisutni minerali olova i cinka odvode se na dalje flotacijsko tretiranje.

Konačni bilans tretiranja rude rudnika Bou Jaber na budućem postrojenju za pripremu trebalo bi da bude kao što je dato na tab. 8.

#### Izrada glavnog projekta

Na bazi tehnoloških ispitivanja Zavod za PMS Rudarskog instituta, Beograd, izradio je i elaborat o investicionoj izgradnji postrojenja za pripremu ruda, kao i idejni projekat.

Nacionalni biro rудarstva Tunisa (Office National des Mines de Tunisie — ONM) izvršio je reviziju elaborata i isti usvojio.

Preduzeće za izvoz i uvoz opreme »Rudar« u Zagrebu sklopio je sa ONM ugovor za isporuku opreme i puštanje novog postrojenja u pogon. Zavod za projektovanje RI izradio je glavni projekat, Zavod za PMS uzeo je obavezu obučavanja kadrova i puštanja novog postrojenja u rad. Oprenu za novo postrojenje izradila je i delimično već isporučila Elektromašinska radionica (EMR) Rudarsko-topioničarskog bazena Bor. Puštanje u probni pogon predviđa se za april 1966. god.

#### SUMMARY

#### Concentration of Lead, Zinc and Baryte Ore from Bou Jaber Deposit, Tunis

Dr S. Tomašić, min. eng.\*)

Laboratory investigations carried out on lead, zinc and baryte ores from Bou Jaber deposit, Tunis, have justified the construction of a new plant for flotation and gravitation concentration.

\*) Dr ing. Stjepan Tomašić, upravnik Zavoda za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu — Beograd.

Office National des Mines have given the development of the project to the Mining Institute, Belgrade, and manufacturing of equipment to the Electrical Machine Shop, Bor.

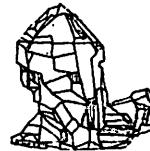
The plant is in construction.

#### L iteratura

Popović, D., Čeh, M., 1964: Studija čišćenja rude ležišta Bou Jaber — Tunis. — Rudarski institut, Beograd.

Popović, D., Čeh, M., 1965: Glavni tehnološki projekat Bou Jaber — Tunis. — Rudarski institut, Beograd.

Institut za geološka istraživanja Zagreb: Bou Jaber — Tunis, Elektrosond, 1963.



# Uticaj stranih elemenata u galenitu na njegovu flotabilnost

(galeniti rudnika: Trepča, Ajvalija, Sase i Zletovo)

(sa 16 slika)

Dr ing. Mira Manojlović — Gifing

## Uvod

Osnovne flotacione osobine galenita, shodno podacima iz literature, diktira kation olova, ali, u zavisnosti od vida i količina primesa, iste mogu da budu različite. Smatra se, da prime se kao srebro, bizmut i bakar mogu da utiču na povećanje njegovih flotacionih osobina, a druge, kao cink, mangan i antimон на снижење, mada ovo još nije eksperimentalno dokazano.

Jedini podaci o flotacionim osobinama galenita, u zavisnosti od njegovog hemijskog sastava, mogu se naći u radu Glembocka i Dmitrijeve koji su na osnovu obimnijeg ispitivanja flotacionih osobina galenita iz ležišta SSSR-a došli do zaključka, da se galeniti u zavisnosti od svojih flotacionih osobina mogu da podele u dve grupe. Prva grupa galenita dobro flotira sa ksanatitima i ditiofosfatima, a druga slabo. Karakteristike prve grupe galenita, prema njihovim nalazima, bile su jednorodan hemijski sastav i minimalna količina uklopaka stranih minerala. Galenit druge grupe odlikovan je emulzionim uklapanjima i prorastanjima stranih minerala.

Naša ispitivanja su obuhvatila upravo utvrđivanje flotacionih osobina čistih galenita u zavisnosti od hemijskog sastava, tj. prisustva stranih elemenata ili jedinjenja.

## Opšti podaci o galenitu — vrsti i način pojavljivanja stranih elemenata

Galenit se nikada ne javlja sasvim čist. Pored olova i sumpora u njemu se uvek na-

lazi srebro, čiji sadržaj može da varira u širokim granicama. Srebro se u galenitu javlja u vidu mehaničkih primesa minerala pirargirita, prustita i argentita, ređe u vidu izomorfne smeše matildita i galenita, a vrlo često u neidentifikovanom obliku. Od ostalih primesa, galenit često može da sadrži: Cu, Zn, Fe, Bi, As, Sb, Cd, Sn, Mo, Ge, Mn, Ti, Si, Mg, Ca, Ba, Sr, veoma retko: Se, Te, In, Ni, Hg, Cr, Ga, Au, Pt, Ir, Pd, Ru, Rh, Li, Na, Be. V. Wasserstein je utvrdio, na osnovu većeg broja spektrohemijskih analiza, učestalost pojavljivanja stranih elemenata u galenitima (vidi tablicu 1).

Za sada nije još formirano određeno mišljenje o načinu javljanja stranih elemenata u galenitu. Jedni su mišljenja da se radi o izomorfnoj zameni elemenata u kristalnoj rešetki galenita, dok drugi smatraju da su to sitni uklopci stranih minerala koji su nevidljivi kako pod mikroskopom tako i u rendgenografskim ispitivanjima.

Kako je mogućnost izomorfne zamene atoma uslovljena veličinom njihovih radijusa (u granicama odstupanja do 15%), to bi elementi kao što su bizmut, antimon, kadmiјum i kalaj, mogli da se izomorfno zamenuju olovom, a selen i telur sumporom. Pored ovih elemenata, olovom bi se mogli zamjenjivati i elementi: srebro, talijum, stroncijum i kalaj. Wasserstein je došao do zaključka, da se samo bizmut u većoj meri zamenuje olovom i da se to odražava na vrednosti parametra rešetke galenita (vidi tablicu 2).

Tablica 1

**Učestalost pojavljivanja stranih elemenata u galenitu**

Elementi	Učestalost pojavljivanja u galenitu
Ag	100 % ispit.
Sb	80 uzoraka
Cd	70
Bi	50
Sn	40
Fe	40
Tl	35
Mn	30

Iz tab. 2 se vidi, da samo sadržaj bizmuta u mineraloški čistim uzorcima galenita od 1% i više daje osetnu promenu parametra rešetke, dok manji sadržaj bizmuta i ostalih pomenutih elemenata utiču neznatno na vrednost tog parametra, tako da se iste nalaze u granicama dozvoljene greške, tj.  $\pm 0.0004 \text{ \AA}$ . Međutim, interesantno je da se uvek nalaze ispod vrednosti  $5.9240 \text{ \AA}$ , koja odgovara vrednosti čistog galenita ili su ravne toj vrednosti.

Drugi autori smatraju da postoji i mogućnost izomorfne zamene sumpora selenom i telurom i da se elementi kao Ag, Sb, Bi, Tl, Sr i Ba mogu da javljaju u galenitu ili u vidu izomorfne zamene olovom, ili u vidu mehaničkih uklopaka svojih odgovarajućih minerala. Za izomorfizam za sada ne-

Tablica 2

**Parametar rešetke u zavisnosti od prisustva stranih elemenata**

Procenat metala				Parametar kristalne rešetke galenita u angströmima
Sn	Sb	Cd	Bi	
0	0	0	0	5.9240
trag	0,1	0,02	trag	5.9232
trag	0,1	0,	0	5.9236
0	0	0,01	0,01	5.9230
0	0,02	trag	0	5.9233
trag	0,05	0,05	trag	5.9235
trag	0,1	0,01	0,01	5.9240
trag	0,02	0,02	1,0	5.9223
0,02	0,1	trag	+1	5.9190

ma sigurnih dokaza, sem da su pomenuti elementi indicirani spektralnom analizom u uzorcima galenita, čija je čistoća proverena pod mikroskopom.

Za elemente Zn, Fe, Cu, As, Si, Mg, Mn i Ga tvrdi se da potiču od mineralnih primesa uklopljenih u galenitu, mada u mnogim slučajevima ove primese nisu indicirane. Ostali navedeni elementi retko se javljaju i to u minimalnim količinama, tako da se o obliku njihovog javljanja u galenitu ništa ne pretpostavlja.

Obimna ispitivanja J. S. Nesterove, izvršena na četrdeset uzoraka čistog odabranog galenita iz 24 ležišta u SSSR-u, pokazala su da čisti galeniti sadrže sledeće

Tablica 3

**Sadržaj i način pojavljivanja elemenata u galenitu**

Elementi	Sadržaj %	Način pojavljivanja
Ag	0—1,39	argentit, benžaminit, matildit
Cu	0—2,89	halkopirit, halkozin, kovelin, tetraedrit
Fe	0—0,42	pirit, pirhotin, hematit, halkopirit
As	0—0,50	arsenopirit, tetraedrit
Zn	0—3,00	sfalerit, tetraedrit, vilemit
Bi	0—0,00	bizmutinit, benžaminit, tetraedrit, matildit
Sb	0—0,33	tetraedrit, bulanžerit
Sn	0—0,16	kasiterit, stanic
Cd	tragovi	
Au	tragovi	
Al	tragovi	
SiO <sub>2</sub>	0—0,25	kvarc, silikati
CaO	0—0,19	karbonati
MgO	0—0,20	magnezit, magnezijum silikati
BaO	0—0,14	barit
PbO	0—7,89	ceruzit

elemente: Ag, Cu, Fe, Zn, Cd, As, Bi, Sb, S, Al, Si i da se svi oni javljaju u galenitu u vidu uklopaka svojih minerala (vidi podatke u tablicama 3 i 4).

- Iz podataka u tab. 3 i 4 vidi se da se:
- prisutni elementi u galenitu isključivo javljaju u vidu mineralnih primesa,
  - najčešće u čistim galenitima sreću se primese sledećih stranih minerala: kvarca, argentita, sfalerita, halkopirita, barita, bizmutinita, pirita, hematita i kovelina.

#### Izbor i način uzimanja uzoraka za eksperimentalni rad

Za eksperimentalni rad, ispitivanje uticaja hemijskog sastava galenita na njegove flotacione osobine, uzeli smo galenite ležišta: Trepča, Ajvalije, Sase i Zletova. Sva ova ležišta pripadaju hidrotermalno metasomatskom tipu orudnjena i nalaze se u Rodopskoj zoni orudnjena.

*Ležište Trepča.* — Uzorci galenita uzimani su u vidu specijalno biranih krupnih, kompaktnih i čistih komada kristala galenita i kristalnih agregata, koji nisu imali kontakt sa drugim sulfidnim mineralima.

*Ležište Ajvalija.* — Uzeti su uzorci rude bogate kristalima galenita; uzimanje uzorka izvršeno je na više horizontata. Izabrani komadi rude odlikovali su se partijama veoma čistog i relativno krupnog kristala galenita.

*Ležište Sase.* — Uzorke smo uzimali iz istražnih hodnika, koji su presecali rudne zone, u vidu specijalno biranih komada rude bogate galenitom i to iz svih vrsta stena u kojima je došlo do orudnjena. Međutim, za eksperimentalni rad mogli smo da koristimo samo uzorke iz zone orudnjena u kvarc-grafitičnim škriljcima.

*Ležište Zletovo.* — Uzimanje uzorka vršeno je u pogonu flotacije u Probištipu. Sa trake koja dovodi rudu u pogon uzimani su komadi rude bogate galenitom.

Svi uzeti uzorci su posle detaljnog makroskopskog i mikroskopskog pregleda klasirani prema obliku u kojem se galenit javlja u tri grupe:

- kristali galenita (Trepča i Ajvalija);
- monokristalni agregati galenita (Trepča);
- galenit iz polimineralnih kristalnih agregata (Sase i Zletovo).

Učestalost pojavljivanja minerala u galenitu

Tablica 4

Mineralni uklopci	Učestalost pojavljivanja
kvarc i silikati	85 % ispit.
argentit $\text{Ag}_2\text{S}$	73 uzoraka
bulanžerit $\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$	50
ceruzit $\text{PbCO}_3$	47
samorodni sumpor	39
sfalerit $\text{ZnS}$	32
halkopirit $\text{CuFeS}_2$	27
barit $\text{BaSO}_4$	27
bizmutinit $\text{Bi}_2\text{S}_3$	25
pirit $\text{FeS}_2$	25
hematit $\text{Fe}_2\text{O}_3$	20
kovelin $\text{CuS}$	20
anglezit $\text{PbSO}_4$	12
kasiterit $\text{SnO}_2$	10
pirhotin $\text{FeS}$	10
halkopirit $\text{CuFeS}_2$	27
stanin $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$	10
matildit $\text{AgBiS}_2$	8
tetraedrit	2
benžaminit ( $\text{PbFe})_8\text{Sb}_6\text{S}_{14}$	2

P r i m e d b a : Tablice 3 i 4 izradili smo na osnovu tekstualnih i brojčanih podataka (tabličnih) izloženih u članku Ju. S. Nesterove.

#### Pripremanje uzorka za eksperimentalni rad

Pripremanje uzorka vršeno je na sledeći način: prvo smo uzorce galenita očistili po površinama, odnosno izvršili otvaranje svežih površina, a potom ih postupno usitnjivali. Usitnjavanje je vršeno u čistom porculanskom avanu uz stalno odsejavanje klase —65 +100 meša. Posle usitnjavanja i klasiranja uzorci su dopunski čišćeni suvimi i mokrim putem (suvim, za opite flotiranja galenita bez prethodnog delovanja vode na njihove površine, i mokrim, za opite flotiranja sa prethodnim delovanjem vode). Suvim putem čišćenje je vršeno ispod binokulara uklanjanjem pomoću specijalne iglice svih sumnjivih zrna galenita u pogledu njihove mineraloške čistoće, a mokrim pomoću uređaja »Haultain Super-panner«-a.

Na ovako pripremljenim uzorcima mineraloški čistog galenita krupnoće — 0,2 + 0,15 mm, izvršena su sledeća ispitivanja:

I hemijski i mineraloški sastav galenita

II flotacione osobine ispitivanih galenita.

Tablica 5

## Spektrohemski sastav uzorka galenita

Elementi	Uzorci i sadržaj clemenata izraženi u ppm			
	Trepča	Ajvalija	Sase	Zletovo
Ag	100 — 400	100 — 400	100 — 1000	100 — 400
Sb	100 — 3000	0 — 2000	0 — 3000	0 — 800
Bi	0 — 400	0 — trag	0 — 350	0 — trag
Cd	0 — 100	0 — 100	0 — 100	100 — 200
Sn	0 — 50	0 — 100	0 — 50	0 — trag
Zn	trag	0 — 400	0 — 1000	0 — 3000
Cu	0 — 22	0 — 90	0 — 3000	0 — 1700
Fe	0 — 75	100 — 400	0 — 750	2000 — 8000
Si	trag — 100	trag — 1000	trag — 1000	trag — 1000
Al	trag — 32	trag — 100	trag — 100	trag — 300
Mg	trag — 32	trag — 80	trag — 32	trag — 250
Ca	trag — 53	trag — 420	trag — 700	trag — 140
Mn	trag — 5	3 — 159	37 — 100	trag — 100

## I. Ispitivanje hemijskog i mineraloškog sastava galenita

Ova ispitivanja obuhvatala su:

- ispitivanje hemijskog sastava galenita uzetih iz ležišta Trepče, Ajvalije, Sase i Zletova pomoću spektrohemskih analiza;
- utvrđivanje načina pojavljivanja stranih elemenata u ispitivanim uzorcima.

## Hemijski sastav ispitivanih uzorka galenita

Shodno podacima spektrohemskih analiza, uzorci galenita sadržali su niz stranih elemenata, čije je učešće variralo, kako od uzorka iz raznih ležišta, tako i iz jednog te istog ležišta, a šta više i u jednom te istom komadu galenita (vidi tablicu 5).

Iz podataka spektrohemskih analiza vidi se da svi uzorci sadrže Ag, dok ostali elementi variraju, kako u pogledu prisustva u galenitu, tako i u pogledu količine u kojoj su zastupljeni.

## Utvrđivanje načina pojavljivanja elemenata u uzorcima galenita

U cilju iznalaženja oblika u kojem se strani elementi javljaju u uzorcima galenita, izvršena su sledeća ispitivanja:

- merenje vrednosti parametra rešetke galenita na srednjim uzorcima galenita i na čistim uzorcima galenita uzetih iz mikroskopskih preparata;

— ispitivanje spoljne čistoće galenita na srednjim uzorcima galenita;

— ispitivanje unutrašnje čistoće zrna galenita na srednjim uzorcima i na čistim uzorcima galenita uzetih iz mikroskopskih preparata.

**Merenje parametra rešetke galenita.** — Rendgenska snimanja rešetke izvršena su na čistim uzorcima galenita uzetim iz mikroskopskih preparata i na srednjim uzorcima, krupnoće  $— 0,2 + 0,15$  mm, pripremljenim za opite flotiranja. Rezultati ovih merenja prikazani su na tablici 6.

Tablica 6

## Vrednosti parametra rešetke galenita

Uzorci iz ležišta	Vrednosti parametra rešetke galenita odredene na	
	čistim uzorcima	srednjim uzorcima
Trepča	5.9234 Å	5.9235 Å
Ajvalija	5.9236 Å	5.9236 Å
Sase	5.9236 Å	5.9236 Å
Zletovo	5.9237 Å	5.9236 Å

S obzirom na variranje hemijskog sastava u uzorcima galenita, kako iz istog ležišta, tako i iz različitih, a i na dozvoljenu grešku pri merenju parametra rešetke od  $\pm 0.0004$  Å, veoma je teško reći da li su odstupanja od vrednosti rešetke  $a = 5.9240$  Å, (koja odgovara za potpuno čist galenit) i međusobna, posledica hemijskog sastava galenita ili ne. Mada bi, prema Wasserstein-ovoj klasifikaciji, dobijene vrednosti parametra rešetke galenita odgovarale (naročito u slu-

čaju uzoraka iz Trepče) vrednostima parametra rešetke galenita sa sadržajima elemenata: Ag, Bi, Cd i Sn u neidentifikovanom stanju.

**Ispitivanje spoljašnje čistoće galenita.** — Ova ispitivanja izvršena su pomoću elektronske difrakcije u elektronском mikroskopu. Sa površina zrna galenita, pomoću ultrazvučnog razbijača, skiniuti su površinski slojevi minerala, dimenzija monokristala, ređe polikristala i od njih je dobijena suspenzija. U elektronском mikroskopu, pri uključenim elektronskim slijedivima, dobija se uvećani izgled čestica suspenzije (koje su inače nevidljive u svetlosnom mikroskopu), tako da se one po želji mogu da dovedu u centričan položaj za difrakciju elektrona i za njeno snimanje.

Difrakcioni snimci sa kojima smo radili, dobijeni su u elektronском mikroskopu ELMI D-2, transmisionom metodom. Za polikristale transmisioni snimak je u vidu koncentričnih krugova, dok za monokristale u vidu tačkastih refleksa — tačaka.

Sa snimcima koncentričnih krugova, takozvanim Debaya-Scherrerovim dijagramom, može se odrediti vrsta minerala preko jednačine:

$$d = \frac{\lambda L}{D}$$

gde je:

D — prečnik difrakcionog obruča — kruga;

$\lambda$  — talasna dužina elektrona pod određenim naponom;

L — udaljenost objekta od ekrana.

Tačne vrednosti  $L$  i  $\lambda$  se veoma teško dobiju direktnim merenjem, stoga se iste određuju preko etalona poznate vrednosti  $d_{hkl}$ .

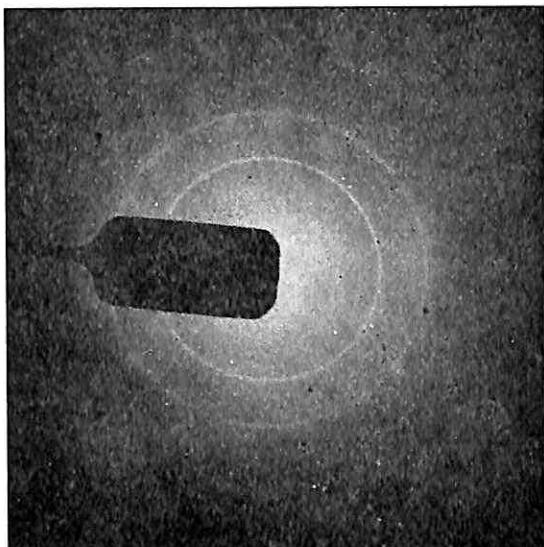
Nama je kao etalon poslužio difrakcioni snimak zlata, sniman pod istim uslovima kao i difrakcija čestica suspenzije. Na osnovu poznate vrednosti  $d$  iz rendgenske analize zlata i merene vrednosti  $D$  sa fotografске ploče difrakcionog snimka zlata, izračunata je vrednost  $\lambda L = 4,85$  cm ili

$$d = \frac{4,85}{D}$$

Vrednosti  $D$  određivali smo merenjem prečnika koncentričnih krugova difrakcionih snimaka čestica iz suspenzije, a dobijenu

računsku vrednost  $d$  upoređivali smo sa poznatim vrednostima  $d$  iz rendgensko strukturnih tablica i na taj način određivali vrstu minerala.

Na osnovu mnogobrojnih difrakcija (vidi neke od tih snimaka na sl. 1, 2, 3, 4 i 5), zaključili smo da se kod svih uzoraka galenita (Trepče, Ajvalije, Sasa i Zletova) nalaze veoma retki tragovi petrogenih minerala.



Sl. 1 — Difrakcioni snimak polikristala galenita.

Fig. 1 — Diffraction photograph of galena crystals.

**Ispitivanje unutrašnje čistoće zrna galenita.** — Iz srednjih uzoraka galenita krupnoće  $— 0,2 + 0,15$  mm (na kojima su određivani: hemijski sastav, parametar rešetke i spoljašnja čistoća površina), načinjeni su preparati za rudni mikroskop i na njima je izvršeno ispitivanje unutrašnje čistoće zrna galenita pomoću:

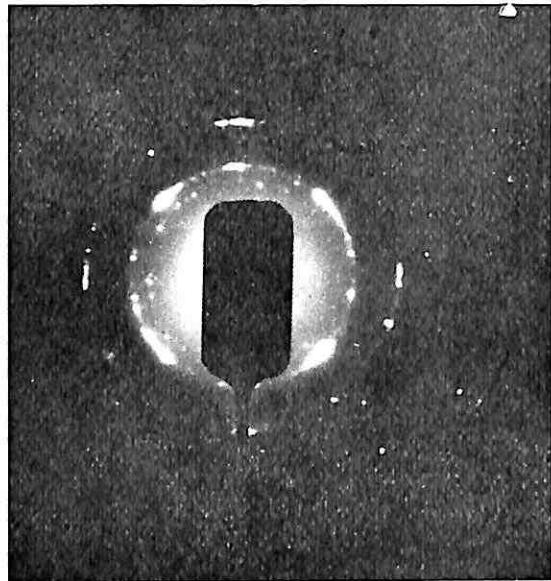
- rudnog mikroskopa;
- rendgensko strukturne fluorescentne metode.

Ispitivanja galenita pojedinih ležišta pod rudnim mikroskopom pokazala su:

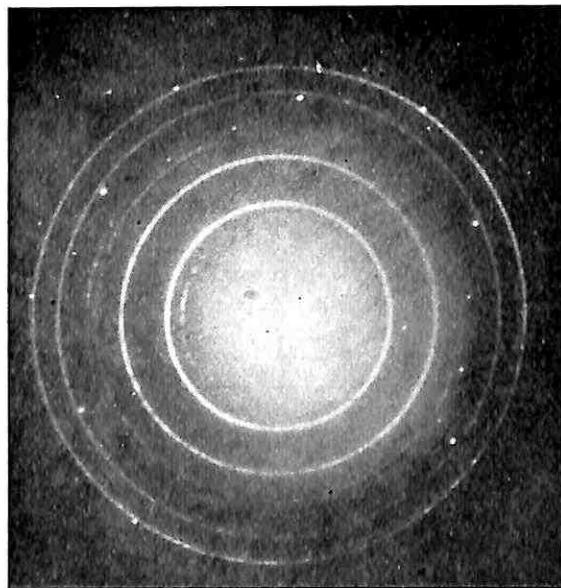
— da uzorci galenita Trepče i Ajvalije ne sadrže ni jedno zrno galenita koje bi imalo strane minerale ni njihove tragove, kako po obodima zrna, tako i njihovim presecima (vidi sl. 6 i 7);

— da uzorci galenita Sasa i Zletova, posred potpuno čistih zrna galenita, sadrže i pojedinačna zrna galenita (koja su pretež-

no čista po obodima) sa sitnim uklopcima stranih minerala, kao: sfalerit, sfalerit sa izdvajanjima halkopirita, halkopirit, pirit, tetraedrit i petrogeni minerali. Ovi uklopci stranih minerala su različitih dimenzija, od



Sl. 2 — Difrakcioni snimak monokristala galenita.  
Fig. 2 — Diffraction photograph of galena monocystals.



Sl. 3 — Difrakcioni snimak polikristala galenita (krugovi) sa uklopljenim monokristalom petrogenog minerala (tačke).  
Fig. 3 — Diffraction photograph of galena crystals group (circles) with an included monocrystal of a petrogenetic mineral (points).

par mikrona pa ređe i do 100 mik, i skoro redovno zauzimaju centričan položaj u odnosu na zrno galenita, veoma su retko u blizini površine ili delimično izbijaju na površinu (karakteristični slučajevi na sl. 8 i 9).



Sl. 4 — Snimak petrogenog minerala deblijine monokristala, uvećanje 15.000 puta.  
Fig. 4 — Photograph of a rock mineral of a monocrystal thickness Magnification 15000 ×.



Sl. 5 — Difrakcioni snimak monokristala petrogenog minerala sa sl. 4.  
Fig. 5 — Diffraction photograph of a rock monocrystal from fig. 4.

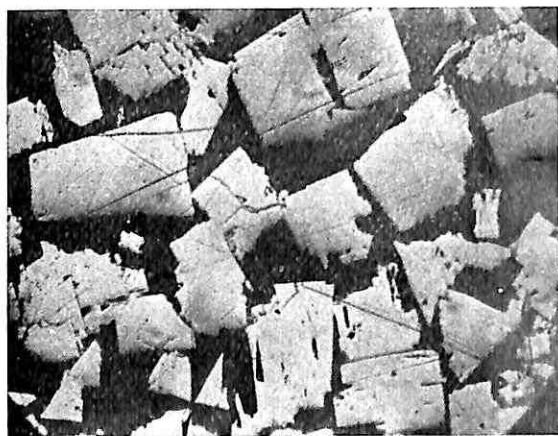
Ispitivanja unutrašnje čistoće zrna galenita, pomoću rendgensko spektrografske fluorescentne metode\*), izvršena su na presecima zrna galenita u kojima pod mikroskopom nije otkriveno prisustvo stranih minerala niti njihovi tragovi.

Ovom metodom otkriveno je u čistim uglačanim presecima zrna galenita prisustvo stranih elemenata i minerala (vidi tablicu 7).

Rezultati ispitivanja spoljnje i unutrašnje čistoće zrna galenita data su u tabličnom pregledu (tablica 8), gde se vidi:

— da se zrna galenita uzoraka Trepče i Ajvalije, i pored sadržaja raznih elemenata, odlikuju izrazitom mineraloškom čistoćom, kako po obodima zrna, tako i u presecima zrna;

— da samo pojedinačna zrna galenita iz uzoraka Sasa i Zletova sadrže uklopke stranih minerala, dok su sva ostala zrna galenita iz ovih uzoraka, kao i u slučaju galenita uzoraka Trepče i Ajvalije i pored sadržaja raznih elemenata, mineraloški potpuno čista.



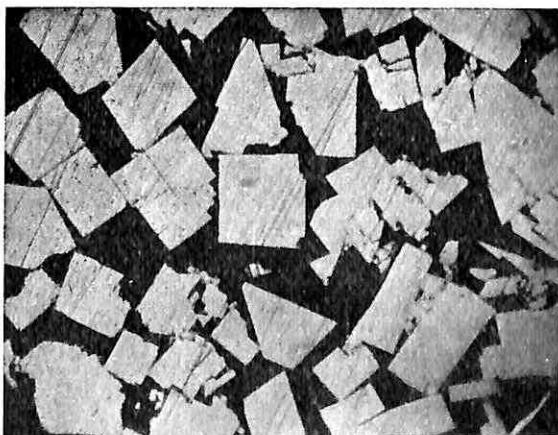
Sl. 6 — Uzorak galenita Trepče.

Fig. 6 — Galena specimen from Trepča.



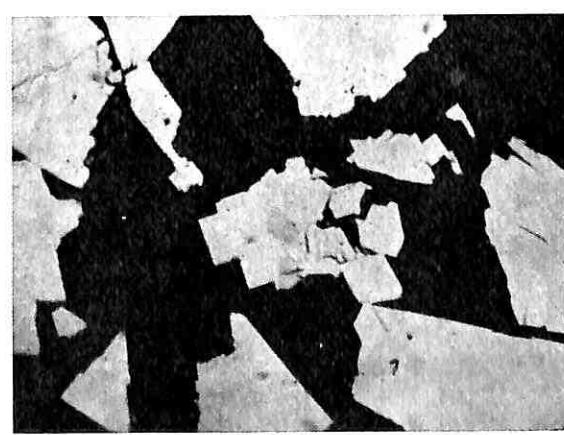
Sl. 8 — Uzorak galenita Sasa.

Fig. 8 — Galena specimen from Sase.



Sl. 7 — Uzorak galenita Ajvalije.

Fig. 7 — Galena specimen from Ajvalija.



Sl. 9 — Uzorak galenita Zletova.

Fig. 9 — Galena specimen from Zletovo.

\*) Ispitivanja je izvršio M. P. Jones u Londonu na Royal School of Mines.

Tablica 7

Rezultati ispitivanja unutrašnje čistoće galenita pomoću rendgensko spektrografske fluoroscentne metode

Uzorci	Elementi	Način pojavljivanja
Trepča Pb, S		galenit
Ajvalija Pb, S		galenit
Sase Pb, S, Fe, Ca i trag. Sb i P		galenit, pirit, kalcit, apatit elementaran Sb (?)
Zletovo Pb, S, Fe, Ca i trag. Sb, P i Si		galenit, pirit, apatit, kalcit, kvarc i elementaran Sb (?)

Ako se rezimiraju podaci dobijeni ispitivanjima hemijskog i mineraloškog sastava galenita preko uporednih razmatranja (vidi tablicu 9), proizilazi da se strani elementi sadržani u galenitu ispitivanih uzoraka javljaju kako u vidu minerala, tako i u vidu elemenata.

#### U vidu minerala:

- Ag, Bi, Sb, Cd, Cu, Fe u vidu uklopa minerala vidljivih u mikroskopu (sfalerit, halkopirit, pirit, tetraedrit) u pojedinim zrnima galenita uzoraka Sasa i Zletova;
- Cu i Fe verovatno, a ostali navedeni elementi možda u vidu odgovarajućih minerala ali nevidljivih u mikroskopu i pri rendgensko fluorografskim ispitivanjima;
- Si, Al, Mg, Ca u vidu petrogenih minerala kod svih uzoraka.

#### U vidu elemenata:

#### Spoljna i unutrašnja čistoća zrna galenita

Uzorci galenita	Mineraloški sastav preseka galenita	Mineraloški sastav površina zrna galenita a) pod mikroskopom b) fluorografskom metodom
Trepča i Ajvalija	čist galenit sa veoma retkim tragovima petrogenih minerala	a) čist galenit b) čist galenit
Sase i Zletovo	čist galenit sa veoma retkim tragovima petrogenih minerala	a) čist galenit sem pojedinačnih zrna koja sadrže uklopke stranih minerala: pirit, sfalerit, halkopirit, tetraedrit b) čist galenit sa mikro tragovima: kalcita, apatita, pirita, a kod Zletova i kvarca, zatim trag Sb u elementarnom stanju

Ag, Sb, Bi, Cd, Sn u neidentifikovanom stanju, možda u elementarnom obliku (kod uzorka Sasa i Zletova spektrografsko fluorescentnom metodom dokazano je prisustvo elementarnog Sb, a kod Trepče i Ajvalije nije).

#### II. Ispitivanje flotacionih osobina galenita

##### Ispitivanja su obuhvatala:

- utvrđivanje brzine hidrofobizacije galenita ispitivanih uzoraka, posle suvog i posle mokrog pripremanja uzoraka;
- utvrđivanje brzine flotiranja galenita u funkciji vremena trajanja flotiranja (težinskog prirasta galenita u jedinici vremena trajanja flotiranja), posle suvog i posle mokrog pripremanja uzoraka.

Brzina hidrofobizacije galenita merena je vremenom potrebnim da se promeni potencijal galenitnih elektroda u prisustvu kolektora, a težinski prirast galenita u funkciji vremena trajanja flotiranja optima flotiranja.

Brzina hidrofobizacije i težinski prirast galenita u funkciji vremena trajanja flotiranja suvo pripremljenih uzoraka. Suvo pripremljeni uzorci galenita (pripremani usitnjavanjem i prosejavanjem bez prisustva vode) stavljeni su u rastvor kolektora, koncentracije 1 mg/l kalijum etilsantata i mereno je vreme koje je potrebno da protekne do promene potencijala galenitne elektrode, kao i promena potencijala u funkciji vremena kontakta galenita sa rastvorom kolektora.

Tablica 8

Tablica 9

## Uporedna razmatranja hemijskog i mineraloškog sastava galenita iz ispitivanih uzoraka

Elementi a) u srednjim uzorcima za flotiranje b) u čistim uzorcima iz mi- kroskopskih preparata	Sadržaj elemenata u ppm i način pojavljivanja			
	Trepča	Ajvalija	Sase	Zletovo
Ag	100 — 400 neidentifikovan	100 — 400 neidentifikovan	100 — 1000 tetraedrit (?)	100 — 400 tetraedrit (?)
a)	100 neidentifikovan	100 neidentifikovan	1000 neidentifikovan	100 neidentifikovan
b)	100 — 3000 neidentifikovan	0 — 2000 neidentifikovan	0 — 3000 tetraedrit (?)	0 — 800 tetraedrit (?)
Sb	100 — 3000 neidentifikovan	0 — 2000 neidentifikovan	0 — 3000 tetraedrit (?)	0 — 800 tetraedrit (?)
a)	100 neidentifikovan	0 —	0 — 1600 delimično u elemen- tarnom stanju	trag. u elementarnom stanju
b)	0 — 400 neidentifikovan	trag.	0 — 350 tetraedrit (?)	trag.
Bi	0 — 400 neidentifikovan	trag.	0 — 350 tetraedrit (?)	trag.
a)	0 — 400 neidentifikovan	trag.	0 — 42 neidentifikovan	trag.
b)	0 — 50 neidentifikovan	0 — 100 neidentifikovan	0 — 50 neidentifikovan	trag.
Sn	0 — 100 neidentifikovan	0 — 100 neidentifikovan	0 — 100 u sfaleritu	100 — 200 u sfaleritu
a) i b)	trag.	—	0 — 100 neidentifikovan	0 — 200 neidentifikovan
Cd	0 — 100 neidentifikovan	0 — 100 neidentifikovan	0 — 100 u sfaleritu	100 — 200 u sfaleritu
a)	trag.	—	0 — 100 neidentifikovan	0 — 200 neidentifikovan
b)	trag.	0 — 400 neidentifikovan*)	0 — 1000 uklopci sfalerita	0 — 3000 uklopci sfalerita
Zn	0	0	?	0
a)	0	0	?	0
b)	0 — 22 neidentifikovan	0 — 90 neidentifikovan	0 — 3000 halkopirit tetraedrit	0 — 1700 halkopirit tetraedrit
Cu	0 — 5 neidentifikovan	0 — 90 neidentifikovan	0 — 750 neidentifikovan	0 — 5 neidentifikovan
a)	0 — 75 neidentifikovan	100 — 400 neidentifikovan	0 — 750 pirit halkopirit	2000 — 8000 pirit halkopirit
b)	0 — 32 neidentifikovan	0 — 150 neidentifikovan	trag. pirit	2000 pirit
Fe	trag.	trag.	trag.	trag.
Si, Al, Mg, Ca i dr. b)	u vidu tragova petrogenih minerala			

\*) Relativno visok sadržaj Zn od 400 ppm u srednjem uzorku galenita Ajvalije može da potiče od prisustva šlobodnog zrna sfalerita koje nije zapaženo pri čišćenju uzorka za spektrohemisku analizu.

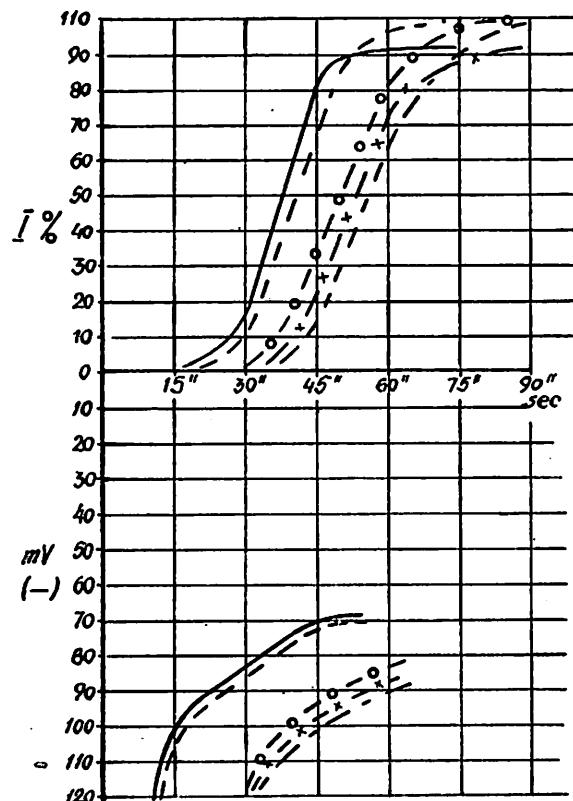
Galeniti uzoraka Sasa i Zletova davali su promenu potencijala već nakon 10—15 sec, a galeniti uzoraka Trepče i Ajvalije tek nakon 30—35 sec. boravka u rastvoru kolektora.

Opiti flotiranja pokazali su da se počeci flotiranja galenita sa kolektorom kalijum etil ksantatom, koncentracije 1 mg/1, (pojava prvih opterećenih mehurića) poklapa-

ju sa početkom pada potencijala za pojedine uzorke (vidi krive na sl. 10).

Razmatranje krivih. — Pojava prvih, pojedinačnih opterećenih mehurića, koji prethode kasnijem naglom izdizanju galenita, a potom ponovna pojava, pri kraju flotiranja, pojedinačno opterećenih mehurića sa galenitom, uslovjava oblike krivih flotiranja galenita.

Krive flotiranja su u svome početku blago povijene, a zatim naglo prelaze u pravolinijski oblik, odnosno predstavljaju prave linije nagnute pod određenim uglom u funkciji vremena trajanja flotiranja, da bi se pri kraju flotiranja ponovo naglo povile.



Sl. 10 — Krive flotiranja i krive hidrofobizacije galenita iz raznih ležišta.

Sase; —— Zletovo; - - - Trepča A;  
x-x-x-x Ajvalija; - - - Trepča B.

Fig. 10 — Flotation curves and curves of water repelling for galena from different deposits.

Ako analiziramo izglede krivih flotiranja galenita u funkciji vremena trajanja flotiranja, dolazimo do sledećih zapažanja:

- Pojava prvih opterećenih mehurića označava momenat kada je nastupila hidrofobizacija zrna galenita, a što se poklapa sa počecima krivih hidrofobizacije. Iz krivih se vidi da to vreme nije isto za galenite uzoraka Sasa i Zletova u odnosu na galenite Trepče i Ajvalije. Naime, galeniti iz uzoraka Sasa i Zletova počinju da flotiraju 15–20 sekundi pre galenita Trepče i Ajvalije.

— Blago povijeni deo krivih do naglog njihovog prelaza u pravolinijski izgled, predstavlja sporo izdizanje galenita (pojedinačni opterećeni mehurići) i može da se tumači, potrebnim vremenom da se sva zrna galenita hidrofobiziraju, odnosno govori o tome da se sva zrna galenita iz jednog te istog uzorka ne hidrofobiziraju istog momenta ili da se ne hidrofobiziraju istom brzinom, kao i da ta brzina nije ista za galenite iz različitih ležišta (vidi Trepče i Ajvalija — dužina blago povijenog dela krivih).

— Pravolinijski deo krivih predstavlja sukcesivno izdizanje galenita a tačka početka pravolinijskog dela krivih označava momenat kada su sva zrna galenita hidrofobizirana u dovoljnoj meri. Sam, pak, ugao pod kojim su krive nagnute označava količinu galenita izdignutu sa istim brojem vazdušnih mehurića u jedinici vremena trajanja flotiranja, odnosno mogućnost prianjanja zrna galenita uz vazdušne mehuriće.

— Povijeni deo krivih pri kraju flotiranja, koji označava ponovnu pojavu pojedinačno opterećenih mehurića, ilustruje teško prianjanje vazdušnih mehurića uz određena zrna galenita, koja su hidrofobizirana, jer su proveravanja pokazala da ista mogu brzo da isplivaju, ako im se pruži mogućnost direktnog kontakta sa vazdušnim mehurićima.

Ukratko može se reći da smo flotiranjem suvo pripremanih uzoraka galenita ležišta Trepče, Sasa, Ajvalije i Zletova došli do sledećih podataka:

- suvo pripremljeni galenit relativno sporo reaguje sa malim količinama kolektora (koncentracije 1–5 mg/1) dok sa većim koncentracijama reaguje trenutno, već u momentu stupanja u kontakt sa istim;
- vreme boravka galenita na vazduhu od nekoliko dana ne utiče na brzinu hidrofobizacije istog;
- brzina hidrofobizacije nije ista za galenit iz raznih ležišta, uzorci galenita iz Trepče i Ajvalije počinju da floti-

- raju 15—20 sec. kasnije od uzoraka galenita iz ležišta Sasa i Zletova, pri koncentraciji kolektora 1 mg/l kalsium etil ksantata;
- brzina hidrofobizacije nije ista ni za sve uzorce galenita iz istog ležišta (vidi krive flotiranja uzorak Trepče A i B);
  - brzina hidrofobizacije nije ista ni za sva zrna galenita iz jednog srednjeg uzorka (uzetog iz jednog komada rude ili iz više), razlika u brzini između pojedinih zrna iznosi oko par sekundi (vidi dužine blago povijenog dela krivih flotiranja na početku flotiranja);
  - težinski prirast galenita u jedinici vremena flotiranja nije isti za galenit iz raznih ležišta (vidi nagibe pravolinijskog dela krivih flotiranja; galenit Sasa i Zletova daje veće nagibe krivih od galenita Trepče i Ajvalije).

**Brzina hidrofobizacije i težinski prirasti galenita u funkciji vremena trajanja flotiranja mokro pripremljenih uzoraka.** — Suvo usitnjeni i pripremljeni uzorci galenita neposredno pre izvođenja opita flotiranja čišćeni su u vodi na uređaju »Haultain Super-panner«-u, a potom je na njima vršeno ispitivanje brzine hidrofobizacije merenjem promene napona galenitne elektrode u rastvoru kolektora, koncentracije 1 mg/l.

Merenjem promene potencijala galenitnih elektroda uočena je interesantna činjenica, da rezultati merenja pokazuju uvek istu razliku u izmeni potencijala između raznih uzoraka, kao i da ta promena potencijala kod svih uzoraka nastupa istog trenutka kada galenit dođe u dodir sa rastvorom kolektora (vidi dijagram na sl. 11).

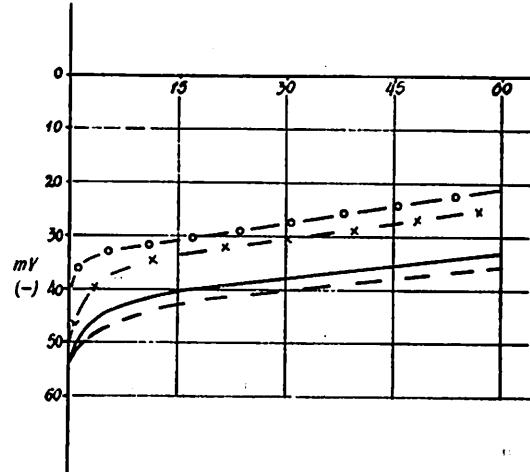
Galenit iz uzorka Trepče menja potencijal mnogo intenzivnije od ostalih uzoraka, za njim je sledio uzorak Ajvalije, a za ovim galenit uzorka Sasa i na kraju Zletova. Drugim rečima, količina adsorbovanog kolektora površinama galenita u istim vremenskim intervalima bila je najveća kod uzorka Trepče, manja kod uzorka Ajvalije izrazito manja kod uzorka Sasa i najmanja kod uzorka Zletova.

Opiti flotiranja galenita mokro pripremljenih uzoraka galenita pokazali su (vidi dijagram na sl. 12):

— da galenit počinje da flotira istog momenta kada se stavi u rastvor kolektora, što se poklapa sa podacima dobijenim mereњem promene potencijala;

— da galenit Trepče i Ajvalije posle mokrog pripremanja uzoraka daje približno iste težinske priraste u funkciji vremena trajanja flotiranja;

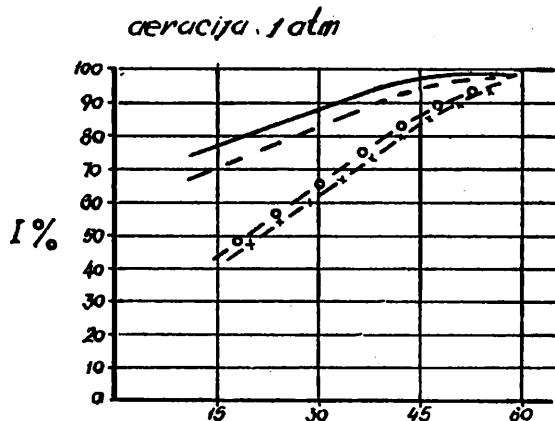
— da galenit iz ležišta Sasa i Zletova daje veće težinske priraste za isto vreme trajanja flotiranja nego galenit Trepče i Ajvalije;



Sl. 11 — Krive hidrofobizacije galenita mokro pripremljenih uzoraka iz raznih ležišta. —○— Trepča; —×— Ajvalija; —— Sase; - - - Zletovo.

Fig. 11 — Hydrophobia degree curves for galena prepared under water from different deposits.

— da galenit uzorka Sasa daje najveći težinski prirast za isto vreme trajanja flotiranja;



Sl. 12 — Krive flotiranja galenita mokro pripremljenih uzoraka iz raznih ležišta. —— Sase; - - - Zletovo; —○— Trepča (AiB); —×— Ajvalija.

Fig. 12 — Flotation curves of galena prepared under water from different deposits.

— da na brzinu flotiranja galenita utiče aeracija pulpe, ali da i bez obzira na njen uticaj postoji razlika u brzinama flotiranja između galenita uzoraka iz raznih ležišta (vidi dijagram na sl. 13).

Ukratko može se reći, da smo flotiranjem mokro pripremljenih uzoraka galenita ležišta Trepče, Ajvalije, Sasa i Zletova, došli do sledećih podataka:

— galenit koji je kratko vreme pre kolektiranja boravio u vodi, hidrofobizira sa malim koncentracijama kolektora istog trenutka kada dođe u dodir sa njim;

— brzina hidrofobizacije mokro pripremljenih galenita iz raznih ležišta je ista, svi uzorci galenita hidrofobiziraju istog momenta;

— bez obzira na istu brzinu hidrofobizacije, težinske priraste galenita u jedinici vremena flotiranja nije isti za galenite iz raznih ležišta;

— količina adsorbovanog kolektora na galenitu za isto vreme trajanja kolektiranja i za istu koncentraciju kolektora nije ista za galenit iz raznih ležišta;

— brzina flotiranja galenita ne zavisi od količine adsorbovanog kolektora (galenit uzoraka Trepče adsorbuje najveću količinu kolektora a flotira sporije od galenita uzoraka Zletova koji adsorbuju najmanju količinu kolektora);

— brzina flotiranja galenita zavisi od aeracije pulpe;

uzorci galenita Sasa i Zletova daju veće težinske priraste za isto vreme trajanja flotiranja od galenita uzoraka Trepče i Ajvalije, što znači da brže flotiraju.

#### Analiza flotacionih i hemijskih karakteristika ispitivanih galenita

Ako rezimiramo podatke dobijene flotiranjem suvo i mokro pripremljenih uzoraka iz raznih ležišta, dolazimo do sledeće dve činjenice:

— da se uzorci galenita iz raznih ležišta, pa i iz istog, razlikuju u pogledu aktivnosti prema adsorpciji kolektora, kao i da ova razlika uočava jedino kada se kolektiranje izvodi na galenitu, koji je bio izložen samo delovanju vazduha a ne i delovanju vode i kada je koncentracija kolektora bila niska (ispod 5 mg/l);

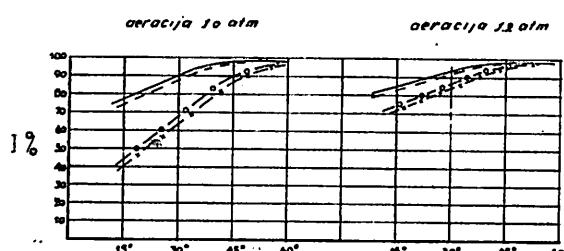
— da se uzorci galenita kako iz raznih ležišta, tako i iz istog, razlikuju u pogledu brzine levitiranja kolektiranog galenita, tj. stvaranja kompleksa vazdušni mehurić — mineralno zrno, kao i da ta razlika nije u zavisnosti od brzine hidrofobizacije i količine adsorbovanog kolektora.

Spektro-hemijske analize uzoraka galenita na kojima su izvođeni opiti hidrofobizacije i flotiranja galenita dopunjene spektrohemiskim analizama proizvoda flotiranja u funkciji vremena trajanja flotiranja pokazale su:

— da prisustvo elemenata Ag, Bi, Sb, Zn, Fe, Cu i dr, kao i promene njihovog procenzualnog udela ne utiču na brzinu hidrofobizacije galenita. Naime, bez obzira na vrstu i sadržaj pojedinih elemenata u ispitivanim uzorcima galenit se hidrofobizira ili istim brzinama ili različitim (vidi grafičke prikaze na sl. 14). Iz datih grafičkih prikaza može veoma jasno da se uoči da postoje tri grupe

— tipa galenita u pogledu aktivnosti reagovanja sa kolektorom, od kojih se dve odlikuju izrazitom mineraloškom čistoćom i manjom aktivnošću u pogledu reagovanja sa kolektorom, a jedan prisustvom retkih tragova mikrouklopaka stranih minerala (koji nemaju posredan uticaj na hidrofobizaciju) i većom aktivnošću prema reagovanju sa kolektorom. Ovi tipovi bi bili sledeći:

— galenit iz kristala galenita (uzorak Trepče i Ajvalije)



Sl. 13 — Krive flotiranja galenita mokro pripremljenih uzoraka iz raznih ležišta u funkciji aeracije pulpe.  
— Sase; - - - Zletovo; - · - - Trepče; -x-x Ajvalija.

Fig. 13 — Flotation curves for wet prepared galena samples from different deposits.

— bez obzira na način tretiranja uzorka pre flotiranja (bez prethodnog kvašenja vodom i sa prethodnim kvašenjem vodom)

- galenit iz monokristalnog agregata galenita (uzorak Trepče)
- galenit iz polikristalnog agregata galenita (uzorak Sase i Zletova).

Razlika u brzini hidrofobizacije između dva prva tipa nije tako izrazita, dok je između prva dva tipa i trećeg izrazita.

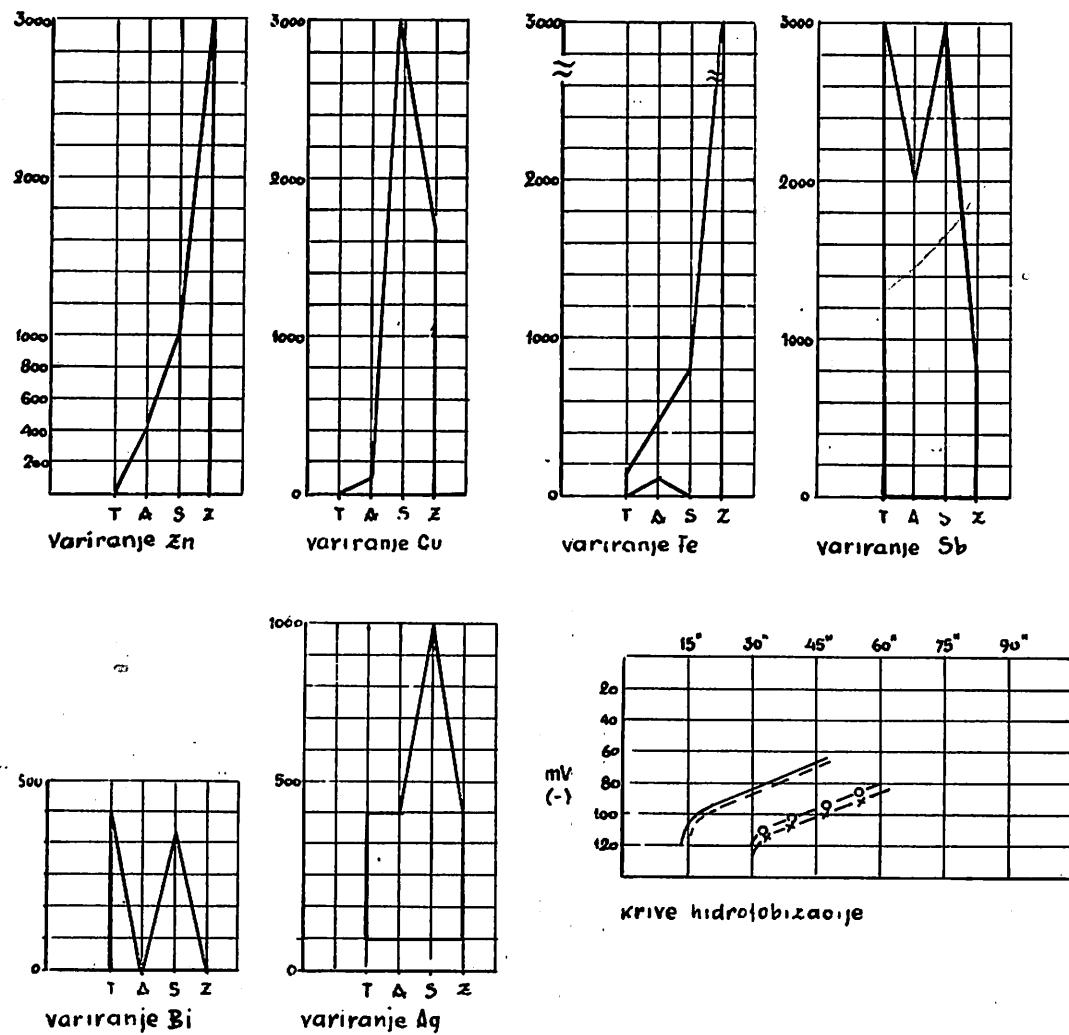
Potvrda da hemijski sastav galenita ne utiče na brzinu hidrofobizacije galenita dobijena je ispitivanjem hemijskog sastava proizvoda flotiranja u funkciji vremena trajanja flotiranja (vidi dijagrame na sl. 15) iz kojih se vidi da ne postoji nikakva izrazita razlika u sadržajima raznih elemenata između galenita koji flotiraju u prvim se-

kundama levitacije i onih koji za isto vreme zaostaju;

— da na brzinu levitiranja galenita ne utiče hemijski sastav galenita, odnosno da nagib krivih flotiranja galenita ne zavisi od variranja u hemijskom sastavu galenita. Krive flotiranja galenita iz istog ležišta, bez obzira na variranje hemijskog sastava, pri istim uslovima aeracije pulpe imaju uvek iste nagibe krivih (vidi dijagrame na sl. 16).

#### Zaključak

Na osnovu ispitivanja utvrđeno je da se galenit kojim su vršeni opiti flotiranja, a koji potiče iz raznih ležišta pa i iz jednog te istog, ne hidrofobizira istim brzinama, a da

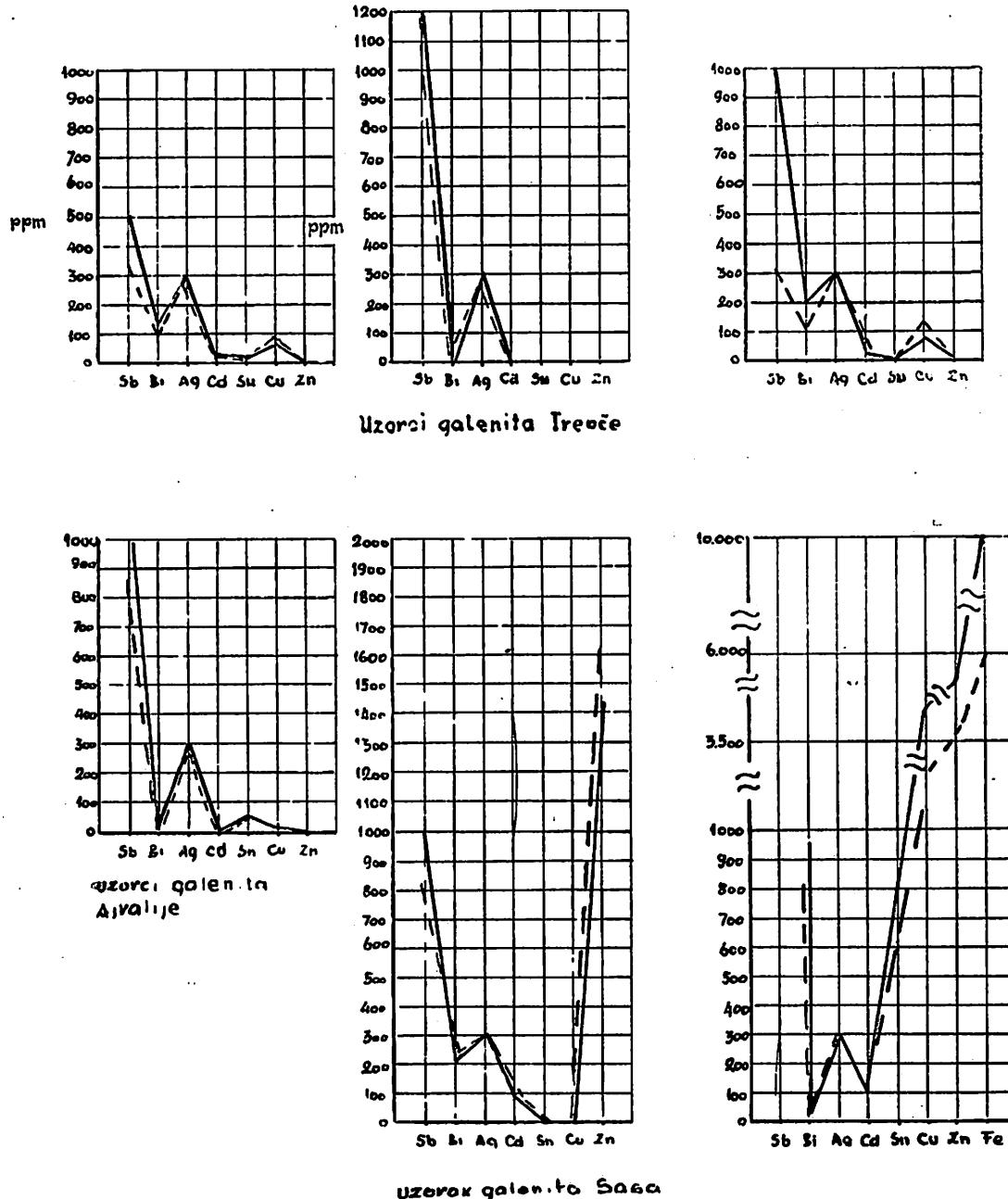


Sl. 14 — Hemijski sastav galenita i hidrofobizacija galenita. — Sase; - - - Zletovo; -o-o- Trepča; -x-x- Ajvalija.

Fig. 14 — Chemical composition of galena and its hidrophobisation.

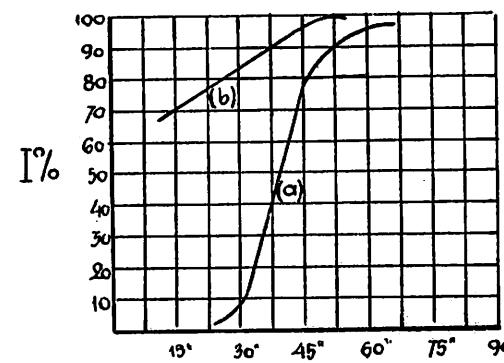
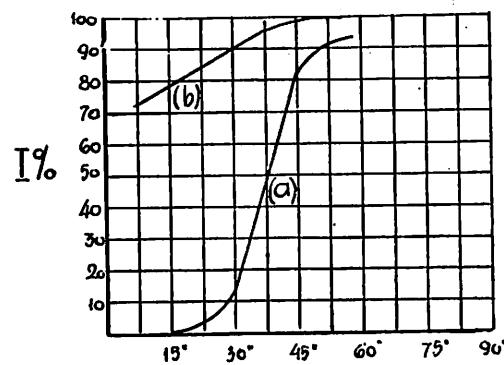
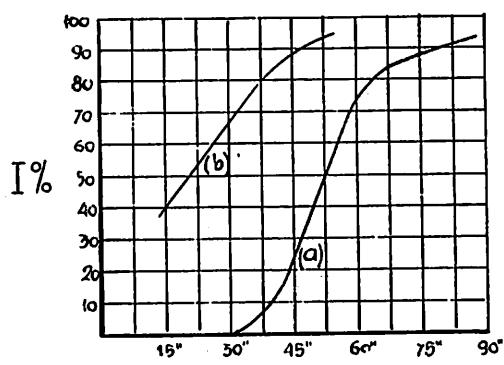
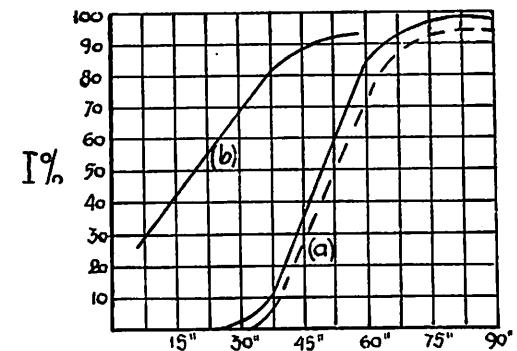
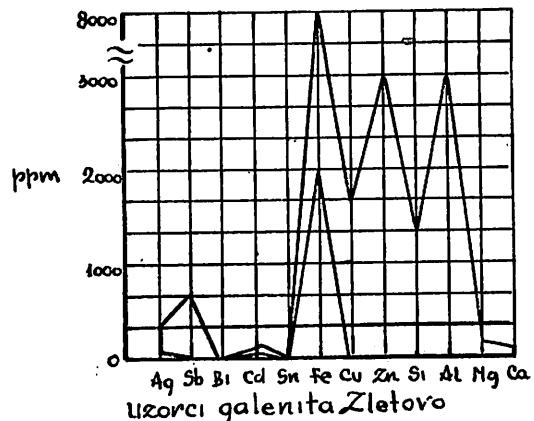
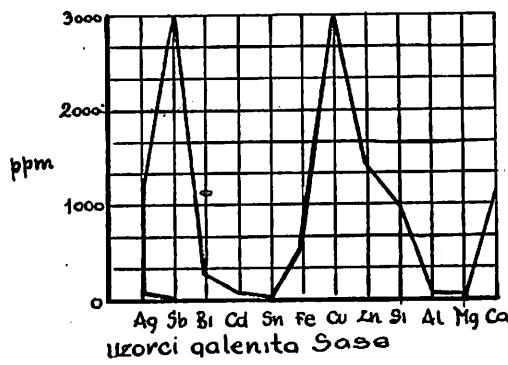
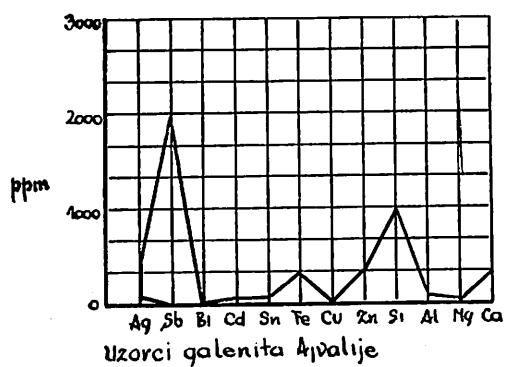
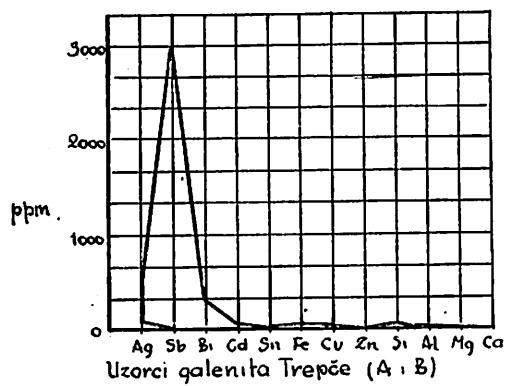
pri tome njegov hemijski sastav nema uticaj na brzinu hidrofobizacije. Galenit iz kristalnih agregata galenita hidrofobizira sa malim količinama kolektora brže od galenita iz krupnih kristala galenita. Međutim, ove razlike u brzinama hidrofobizacije gube se, ukoliko se pre flotiranja galenit drži kra-

će vreme u vodi. Iz ovoga se može zaključiti, da brzina hidrofobizacije galenita zavisi od načina gradnje galenita i da su površine galenita iz kristalnih agregata galenita prirodno aktivnije u pogledu reagovanja sa vodom i materijama rastvorenim u njoj od površina galenita iz krupnih kristala.



Sl. 15 — Hemijski sastav galenita po proizvodima flotiranja. — koncentrat; - - - ostatak.

Fig. 15 — Chemical composition of galena from different flotation products.



Sl. 16 — Krive flotiranja galenita i hemijski sastav galenita; (a) — suvo pripremani uzorak  
(b) — mokro pripremani uzorak.

Fig. 16 — Flotation curves of galena and its chemical composition.

Razmatrajući samo kristalne agregate u pogledu njihove brzine hidrofobizacije, utvrdili smo da postoje razlike u zavisnosti da li je agregat monomineralan ili polimineralan. Galenit iz polimineralnih agregata hidrofobizira brže od galenita iz monomineralnih agregata. Prema našem mišljenju, razlog ovome može da bude veća sklonost galenita iz polimineralnih agregata ka oksidaciji, a koja može da je posledica: starosti minerala (mladi minerali oksidišu brže od starijih) ili kontakta sa drugim sulfidnim mineralima u prvom redu sa piritom i sfaleritom (po Weiningu i Carpenteru

prisustvo kontakta sa piritom utiče da minerali 20 puta brže oksidišu).

Nađeno je eksperimentalno da količina adsorbovanog kolektora nije ista za galenite iz raznih ležišta i da ne zavisi od hemijskog sastava galenita, već od drugih činilaca, uglavnom fizičkih.

Ispitivanjima je utvrđeno da na brzinu flotiranja galenita — stvaranja agregata mineralna zrna — vazdušni mehurići, ne utiče ni brzina hidrofobizacije ni količina adsorbovanog kolektora ni hemijski sastav galenita, već da razlog ovome leži u fizičkim osobinama galenita, naročito obliku zrna.

## SUMMARY

### Influence of Impurities on Galena Flotability

Dr M. Manojlović - Gifing, min. eng.\*)

On the basis of testing it is determined that galena both from different and the same ore bodies does not succeed in hydrophobisation at the same velocity and that the chemical composition is without influence on that velocity. Galena from crystalline aggregates is hydrophobised with small quantity of collectors more easily than galena from coarse crystals. Nevertheless, the difference in velocity disappears when galena is held in water some short time. Therefore, it is possible to make a conclusion that the velocity of galena hydrophobisation depends on galena structure and that galena surfaces from crystalline aggregates are naturally more active in connection with reaction with water and ingredients dissolved in it than the surfaces of coarse galena crystals.

It was also stated that the velocity of hydrophobisation is dependent on the fact whether the galena is monomineral or polymetallic. Our hypothesis is that polymetallic galena has tendency to oxidise, which depends on age of minerals or contact of another sulphide mineral (Weining and Carpenter state that the contact of galena pyrite twenty times accelerates the oxidation).

At the same time it was stated that the quantity of absorbed collector is different for galena obtained from different ore bodies and that adsorption does not depend on chemical galena composition, but it is dependent on physical properties, especially on the form of mineral grades.

## Literatura

- Glembockij, Dmitrieva, 1963: Vlijanie geologičeskikh uslovij obrazovanija galenita na ego reagirovanie s kolektorami. — »Obo- gaščenie rud i uglej«, AN SSSR.
- Fleicher, M. 1951: Precision Latice Measurements of Galena. — American Mineralogist Journal of the American Mineralogist Society of America, v. 36, str. 102.
- Miheev, R. 1957: Rendgenometričeskij opredelitel' mineralov, Moskva.
- Nesterova, J. S., 1958: K voprosu ob himičeskom sostave galenitov. — Geohimija, br. 7, str. 667.
- Pantić, V. 1962: Osnovi elektronske mikroskopije, Beograd.
- Sindeeva, N. D., Godovikov, A. A., 1959: Ob izomorfizme među seroj i telurom v galenite. — DAN SSSR, t. 127, br. 2.
- Wasserstein, B., 1955: Minor Elements in some Sulphide Minerals. — Economic Geology, v. 1955.

\*) Dr ing. Mira Manojlović — Gifing, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.

## Prilog proučavanju problema odložene jalovine na površinskim otkopima

(sa 7 slika)

Dipl. ing. R admilo Obradović

Pri eksploataciji ležišta mineralnih sirovina površinskim načinom potrebno je jalovinu otkopati, transportovati i odložiti na mesto koje je određeno za tu svrhu.

Pod radovima na odlaganju jalovine podrazumevamo sve radne operacije koje se odnose na transport i planski sistematski smeštaj jalovine na odlagalištu.

Prilikom organizacije radova na odlaganju treba voditi računa:

- da je masa otkrivke nekoliko puta veća od mase proizvodnje korisnih minerala. Ova količina iznosi po objektu nekoliko desetina miliona kubnih metara godišnje. U Kosovskom i Kolubarskom basenu godišnja masa otkrivke od sadašnjih kapaciteta i kapaciteta koji se nalaze u izgradnji iznosiće 10—12 miliona  $m^3$  a u površinskom otkopu Inden (Zapadna Nemačka) oko 71 milion kod proizvodnje od 16,3 mil. tona uglja;

- da produktivnost bagera na otkopovanju i transportovanju otkopane mase zavisi od organizacije radova na odlagalištu;

- da procentualni deo troškova rada na odlaganju iznosi 10—20% kod čvrstih stena odnosno 30% kod mekih stena od cene koštanja 1  $m^3$  otkrivke. Ovi odnosi su specifični za svaki objekat i mogu biti i van navedenih.

Efikasnost radova na odlaganju zavisi od inženjersko-geoloških i hidrogeoloških uslova ležišta, osobine stena koje se odlažu, rudarsko-tehničkih uslova eksploracije, načina formiranja odlagališta i drugih faktora.

### Opšti principi kod obrazovanja odlagališta

Mesta gde se obrazuju odlagališta treba da zadovolje sledeće uslove:

- prostor odnosno prijemni kapacitet treba da je odgovarajući,
- odlagalište treba da se nalazi na minimalnom odstojanju od granice površinskog otkopa,
- prostor za odlagalište ne sme predstavljati smetnje za dalji razvoj radova, a isto tako ne bi trebalo da sadrži korisne minrale, odnosno eksplorabilne delove ležišta,
- prostor mora obezbediti siguran rad za ljude i mašine.

Kod otkopanog prostora razlikujemo unutrašnja i spoljnja odlagališta.

Kod radnih etaža površinskog otkopa, odlagališta mogu biti zajednička za sve etaže, grupna za pojedine grupe etaža ili posebna za svaku etažu.

Prema konfiguraciji terena razlikujemo ravnicaarska i brdska odlagališta. Po broju etaža razlikujemo odlagališta sa jednom i više etaža.

Tehnološki proces odlaganja i sredstva za odlaganje treba da obezbede kontinualno odlaganje određene količine u jedinici vremena (prijemni kapacitet odlagališta), minimalne troškove i maksimalnu produktivnost radova.

Pri formiraju spoljnih odlagališta obično se koriste nagnuti tereni, padine brda i uvale. Kod kosih terena najpre se izradi za-

sek za prugu ili put po izohipsi terena oda-kle se razvija odlagalište. Formiranje odlagališta na ravnici je složenije i iziskuje više vremena, zbog potrebe izrade početnog nasipa odakle se razvija odlagalište. Izrada početnog nasipa može se izvršiti na dva načina: postepenim nasipanjem i podizanjem pruge ili izradom nasipa pomoću bagera. Obično se primenjuje drugi način izrade jer je brži i ekonomičniji.

Kod transportovanja otkrivke kamiona-ma, izrada početnog nasipa mnogo je jedno-stavnija, jer se on izrađuje istresanjem kamionima i ravnjanjem pomoću buldožera.

Iz ovog zaključujemo da je potrebno po-kloniti veću pažnju pri izboru mesta za odlaganje kao i proračun stabilnosti odložene mase kako bi se utvrdile optimalne visine etaža odlagališta za primjenju mehaniza-ciju odlaganja.

Optimalna visina odlagališta je ujedno i optimalno korišćenje odlagača.

Međutim, često je slučaj u praksi da se ne koristi optimalna visina odlaganja koja je za date uslove terena i fizičko-mehaničke karakteristike sračunata, već se kapacitet odlaganja postiže korišćenjem klizanja jalo-vine. Ovakvim načinom odlaganja postiže se normalan rad samo dotle, dok konfiguracija terena omogućuje klizanje. Takav način od-laganja nije optimalan u pogledu stabilnosti odlagališta kao i potpunog korišćenja kapa-citeta odlagača.

Pojave klizanja na odlagalištu imaju više uzroka, koji se mogu podeliti prema njihovom postojanju odnosno dejstvu.

Prvoj grupi pripadaju svi uzroci koji potiču samo od odlagališta, kao što su visina odlagališta i nagib kosina, opterećenje, način odlaganja, zbijenost, sadržina vode (kon-sistencija) i čvrstoća smicajna jalovine. Pod-loša odlagališta ima sekundarni značaj i smatra se kao posledica klizanja.

Druga grupa obuhvata sam teren, konfi-guraciju, geološke uslove (slojevitost i dr.) kao i fizičko-mehaničke karakteristike pod-loge odlagališta. Prisustvo porne vode u tlu podloge je u neposrednoj vezi sa brzinom opterećenja podloge odloženom masom i treba je specijalno tretirati. Praktična iskustva ukazuju na to, da je za nosivost podloge neobično važno, osim veličine opterećenja, i brzina napredovanja odlagališta odnosno brzina opterećivanja.

Napredovanje odlagališta u metrima, u odnosu na određeni vremenski interval, kao i ukazivanje kolika je površina upotrebljena za odlaganje u  $m^2$  su geometrijske mere, koje nam samo ukazuju na obim tehnološ-kih zbivanja. Međutim, one ne kazuju ništa o dejstvu opterećenja, koje tom prilikom nastaje, a interesantno je u pogledu pona-šanja tla i njegovog uticaja na stabilitet podloge tj. odlagališta.

Proračun stabilnosti odlagališta mora da odgovara pojedinim navedenim faktorima, odnosno treba sprovesti dva delimično ne-zavisna proračuna, proračun stabilnosti odložene mase i proračun koji se odnosi na podlogu odlagališta.

Visina etaža odlagališta uslovljena je pri-menjenom mehanizacijom na odlaganju; ta-ko se kod odlaganja bagerom kašikarom vi-sina etaže kreće od 15 do 30 metara (izuzet-no i više) a kod mašina za odlaganje dostiže pri povoljnim uslovima i do 50 metara.

Tablica 1

Mehanizacija za od-laganje	Visina etaža odlagališta u metrima karakter stena		
	čvrste stene	nesta-bilne	trošne i gline
Plugovi za odlaganje	30	15	10
Bageri kašikari	40	30	15
Mašine za odlaganje	—	50	30

U tablici 1 date su visine etaža odlagališta u zavisnosti od primenjene mehanizacije na odlaganju i karaktera odloženog materi-jala.

#### Faktori koji utiču na stabilnost otkopa i odlagališta

Površinski otkop — udubljenje stvoreno u zemljinoj kori — predstavlja konačnim položajem njegovih kosina neku prostornu zapreminu, zatvorenu između dve topografske površine tj. između aktivne topografske površine terena i površine stvorene rudar-skim radovima.

Stvaranjem površinskog otkopa i odlaga-lišta menja se prirodno ravnotežno stanje i aktiviraju postojeći prirodni faktori na uspostavljanje nove ravnoteže. Navešćemo najvažnije faktore koji se moraju prouča-vati.

## Inženjersko-geološke prilike ležišta

Uz proučavanje inženjersko-geoloških uslova treba da se vrši potrebno izučavanje i drugih kvalitativnih parametara:

- litološki sastav stena i njegove fizičke karakteristike
- struktura ležišta
- stepen i karakter metamorfizma i grane njegovog rasprostiranja
- zona i dubina raspadanja i ispucalosti.

## Hidrogeološki faktor

Hidrogeološki faktor se, u zavisnosti od geološkog faktora, klime, reljefa i slivnog područja, manifestuje u vidu hidrostatičkog i hidrodinamičkog pritiska i uticaja slobodne podzemne i površinske vode.

## Klimatski uslovi

Količina atmosferskog taloga koja se ispoljava u moći snežnog pokrivača i dužine trajanja njegovog topljenja, kao i karakter kišnog perioda, utiče na raskvašavanje (naročito odložene mase) i smanjenje otpornosti jalovine.

## Rudarsko-tehnički uslovi

- sposobnost razaranja radne sredine (otkopavanje i otpucavanje)
- transport
- dreniranje
- elementi radne etaže

U zavisnosti od namene i vrste stene radna etaža mora da omogući stabilnost i sigurnost rada.

Pored širine radne površine mora se za svaki slučaj posebno izračunati (prema N. M. Melnikovu i dr.), samo treba uzeti u obzir minimalno dozvoljeno odstojanje od vrha kosine, način otkopavanja u mekim i čvrstim stenama, vrstu transporta i dr.

## Metode proračuna

Određivanje računskih karakteristika odlagališta koja se stvaraju u procesu površinskog otkopavanja su u većini slučajeva sastavljena od raznovrsnog materijala, koji se nalazi u otkrivci i koji su različitih fizičko-mehaničkih karakteristika.

U zavisnosti od usvojene tehnologije otkopavanja kao i tehničkih mogućnosti primjene mehanizacije, slojevi stena se otkopavaju posebno (pomoću glodara ili bagera kašikara) ili zajedno (pomoću dreglajna ili vredričara).

U prvom slučaju smo u mogućnosti da vršimo odlaganje jalovine istih fizičkih karakteristika, pri čemu je razumljivo da slojevi sa lošijim karakteristikama imaju i stabilnost. Osim toga, u mogućnosti smo da za svaku vrstu stena koje se odlazu odredimo i ugao nagiba kosina pri optimalnoj visini, kao i oblik dimenzije budućeg odlagališta.

U drugom slučaju problem nije jednostavan, jer već u procesu otkopavanja dolazi do mešanja različitih slojeva stena koji se još više ispoljava u procesu transportovanja i odlaganja.

Normalno je, da će i fizičko-mehaničke osobine stvorene smeše da se razlikuju od osobine pojedinih slojeva.

Može se pretpostaviti, da će se fizičko-mehaničke osobine smeše kretati u granicama dveju različitih vrsta stena koje ulaze u sastav smeše tj. od maksimalnih do minimalnih vrednosti. Međutim, to nije slučaj, jer novonastala smeša stena predstavlja kvalitetno novi materijal, koji u odlagalištu posebno reaguje na vlažnost formirajući pri tome novu strukturu. Stoga će smeša imati i fizičko-mehaničke karakteristike (a posebno čvrstoću na smicanje) veće od maksimalnih ili manje od minimalnih vrednosti pojedinih stena koje čine deo smeše. Ova pojava je konstatovana u toku laboratorijskih ispitivanja.

Otkrivanje ove zavisnosti zahteva specijalna dugotrajna i mnogobrojna laboratorijska ispitivanja kako bi se došlo do pronalaženja opštih teoretskih rešenja. Za sada, pri rešavanju praktičnih problema, može se za svaki poseban slučaj eksperimentalnim putem utvrditi donja granica čvrstoće na smicanje odgovarajuće smeše.

Analiza smeša izvodila bi se na sledeći način:

- upoznavanje litološkog sastava ležišta i moćnost pojedinih slojeva kao i njihova rasprostranjenost u otkopu;
- proučavanje fizičko-mehaničkih osobina svakog sloja;

- količinski sastav smeš određen je različitim procentnim sadržajem komponenata;
- zavisnost fizičko-mehaničkih osobina smeša od količinskog i kvalitativnog sastava određuje se laboratorijskim opitima.

Usvajajući različita normalna opterećenja određujemo vlažnost, zapreminsku težinu i otpornost na smicanje svake druge smeše i dobijene rezultate analiziramo u dijagramu  $\tau = f(\sigma)$ .

Uopšte možemo konstatovati, da određivanje računskih karakteristika moramo vršiti određenim standardnim i modifikovanim metodama kako bismo što realnije odredili pokazatelje tla, koje moramo u većini slučajeva korigovati opštim prirodnim uslovima.

Dosadašnja naša proučavanja stabilnosti etaže odlagališta vršena su primenom prosečnih vrednosti ugla unutrašnjeg trenja i kohezije poremećenih uzoraka pojedinih slojeva ( $\varphi_1, \varphi_2 \dots \varphi_n$  odnosno  $c_1, c_2 \dots c_n$ )

$$\varphi \text{ srednje} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n}{n}$$

$$c \text{ srednje} = \frac{c_1 + c_2 + \dots + c_n}{n}$$

Pošto se razaranjem strukture koherentnog tla, istovremeno razara i njegova kohezija, koja se ugrađivanjem jalovine u odlagalište opet uspostavlja i raste (u funkciji vremena i načina odlaganja), to se za proračun stabilnosti usvaja  $2/3$  srednje vrednosti kohezije dobijene opitom smicanja na poremećenom uzorku

$$c_o = 2/3 c \text{ srednje}$$

U slučaju kada postaje veće razlike debljine pojedinih slojeva sa odgovarajućim vrednostima ugla unutrašnjeg trenja treba usvojiti srednju ponderisanu vrednost tog ugla

$$\varphi \text{ srednje} = \frac{\varphi_1 h_1 + \varphi_2 h_2 + \dots + \varphi_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n}$$

### Koefficijent sigurnosti

U procesu odlaganja čvrstoća na smicanje opada, pri čemu je naročito pogodena kohezija koja opada u najnepovoljnijem slučaju na nulu.

Do sada primenjene poznate metode proračuna stabilnosti kosina odgovaraju i za proračunavanje odlagališta.

Stepen sigurnosti ( $n$ ) se izračunava odnosom momenata svih sila otpora tla ( $M_w$ ) prema momentu svih smičućih sila ( $M_a$ )

$$n = \frac{M_w}{M_a}$$

ili preko odnosa postojeće čvrstoće smicanja ( $\tau_{post.}$ ) prema potrebnoj čvrstoći smicanja  $\tau_{potr.}$  kod početka kretanja usled klizanja na pojedinim kliznim površinama

$$n_\tau = \frac{\tau_{post.}}{\tau_{potr.}}$$

Koefficijent sigurnosti  $n$  i  $n_\tau$  su identični.

Veličina koefficijenta sigurnosti koja se primenjuje pri proračunavanju stabilnosti zavisi od sledećeg:

- pravilno odabrane metode proračuna
- tačnosti određivanja fizičko-mehaničkih osobina odložene mase u laboratoriji
- uticaja faktora „vreme“ na snižavanje fizičkih karakteristika pod dejstvom prirodnih procesa
- dinamičkih uslova odlaganja i dr.

Uzimajući u obzir ove i druge faktore preporučuje se da koefficijent sigurnosti kod generalnog nagiba za odlagališta bude najmanje 1,3, odnosno kod radnih etaže minimalno 1,1.

### Oblik klizne površine

Geomehaničke metode proračuna pretpostavljaju da lom tla istovremeno nastupa duž jedne određene površine klizanja i da je kosina beskonačne dužine. Ovaj slučaj nastupa samo kod onih odlagališta, kod kojih je dužina veća ili jednaka 2,5 puta visini etaže odlagališta.

Da bi se postigla saglasnost između teorije i prakse treba uzeti u obzir da u nekom jednorodnom tlu klizanja nastaju po više ili manje zakriviljenim površinama.

Najčešći oblik klizne površine dobija se primenom kružne cilindrične metode proračuna, čiji se položaj određuje metodom probanja tj. iznalaženje kritične klizne površine, sa najmanjim koefficijentom sigurnosti.

Osim ovih metoda postoje i druge, ali važno je da svaka od njih bazira na prethodno određenim uslovima i ograničenjima.

U složenim prirodnim uslovima, kada se više faktora nadovezuju jedan na drugi, svaki od njih se mora proveriti preko više metoda, kako bi se omogućila pravilna ocena njegovog uticaja na stabilnost kosine.

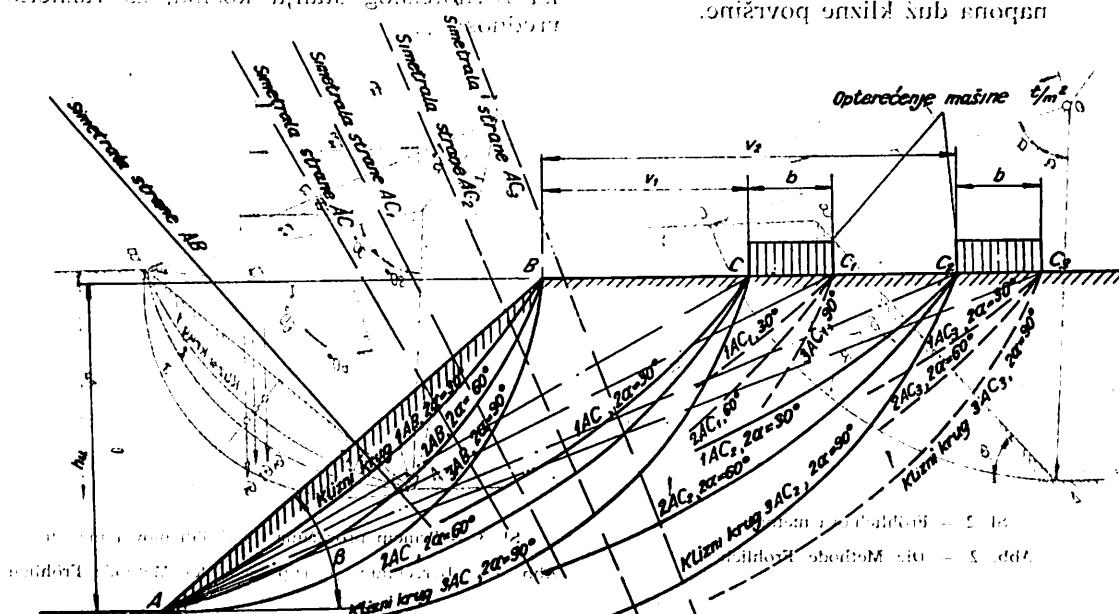
Pri proračunu stabilnosti kosina nije potrebno uvek odrediti kliznu površinu, pri čemu se koriste tablice i dijagrami, već ranije konstruisani za ovu svrhu (Taylor, Fellenius i dr.) ili se upotrebljavaju razni obrasci za graničnu visinu kosine (Culmann, Sokolovskog i dr.). Među-  
sto dospjeli su i uobičajeni na osibici ilustrirani oblikovi za razne vijeste konstrukcije.

šavanjem i odnosa položaja kritičke klizne površine i ravnoteže na ovoj površini (Lomise). Možemo za radne kosine koje imaju privremeni karakter usvojili brze metode proračuna (Konečnog, Lomisea, Mollov-Stefanova).

Za generalne kosine usvajaju se metode proračuna: modifikovana švedska i Fröhlich-a.

U oba slučaja uzima se u obzir uticaj mehanizacije, pri čemu treba odrediti mjen kritični položaj u odnosu na vrh kosine.

Kritična klizna površina izlazi iz vrha kosine ukoliko je kohezija veća, i tačka preseka kliznog kruga u liniji terena je udaljena



**SP 1 - Proračun kritičnih kliznih površina**  
Abb. Berechnung der kritischen  
Bilddatei ist oben unter Berechnungswerten zu  
finnen. Obrázek je výsledkem výpočtu kritické  
povrchového klizu pro danou hodnotu  
vzdušného tlaku. Výsledek je výsledkem výpočtu  
za potrebe proračunavanja kod otkopa  
i odlagališta mora se uvek odrediti i klizna  
površina radi utvrđivanja zone zahvaćene  
obrišavanjem na kruni kosine. Iz tog razlo-  
ga se za proračun usvajaju metode koje  
pretpostavljaju cilindričnu kliznu površinu  
a koja se u preseku pokazuje kao krug.

Kako je ovaj proces određivanja dugotrajanj to se centar može brže odrediti poluempiričnim putem (Loboslov, Fell enius, Terzaghi i dr.), ili analitičkim re-

U vijetrenom i nagnutom približotu je L  
na (2) slijedovat slijedenučnost otkrije da  
h površina po metodi Fröhliche-a, u volju M. u koj  
eitflächen nach der Methode Fröhliche-a slijedovat O  
osiguri vijetnog kružnog obzora omislosti ekspres  
nija od vrha B. U tom slučaju treba uzeti  
nekoliko serija kliznih krugova u više tačaka  
iza vrha kosine B. Za tu svrhu usvajaju se  
klizni krugovi koji prolaze kroz presečne  
tačke C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> ivica guseničara sa lini  
jom terena, pri čemu se uzima u račun opte  
rećenje mašina preko gusenica u t/m<sup>2</sup> (sl. 1).

koeficijent sigurnosti  $n$ . Na sl. 2 i 3 dat je princip proračuna po metodi Fröhlich-a, a koeficijent sigurnosti izražen jednačinom:

$$n = \frac{r}{f} \left( \frac{cL}{R} + \cos \alpha \times \operatorname{tg} \varphi \times m \right)$$

gde je:

$c$  — kohezija

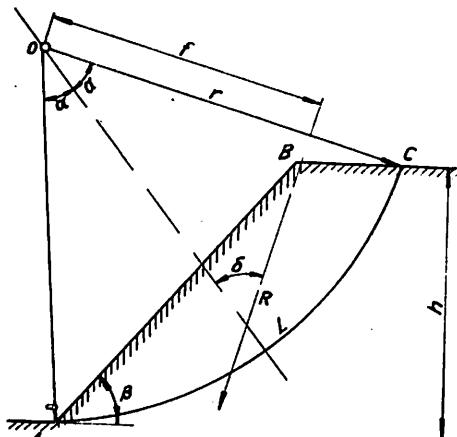
$L$  — dužina klizne površine

$\varphi$  — ugao unutrašnjeg trenja

$r$  — poluprečnik kružne klizne površine

$R$  — rezultanta delujućih sila na površini klizanja

$m$  — koeficijent za raspodelu normalnih napona duž klizne površine.



Sl. 2 — Fröhlich-ova metoda.

Abb. 2 — Die Methode Fröhlich.

Za proračun stabilnosti primjenjuje se isto tako teorija granične ravnoteže (Senkov, Moslov, Sokolovski).

Odlagališta se mogu okarakterisati kao sipe sredine, gde jalovina poseduje ugao unutrašnjeg trenja i neznatnu veličinu kohezije. Pri tome je Sokolovski rešavao problem proračuna izgradnje granične ravnoteže kosine neograničene visine pri datom normalnom pritisku na horizontalnu površinu tla.

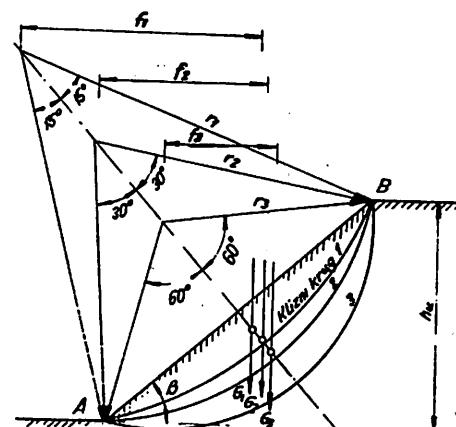
Međutim, konstruisanje granične konture ravnotežnog stanja kosina povezano je sa obilnim proračunavanjima. Ipak nije neophodno vršiti sva ta proračunavanja za svaki konkretan slučaj, jer možemo unapred

Tablica 2  
Vrednosti koeficijenta m

Normalni napon duž klizne površine	Vrednosti koeficijenta m
Koncentrisani u sredini	1
Raspodeljeni u obliku srpa	$\frac{1}{\cos \alpha} \left[ 1 - \left( \frac{2\alpha}{\pi} \right)^2 \right]$
Ravnomerno raspodeljeni	$\frac{\alpha}{\sin \alpha}$

izračunati oblik kosina za različite vrednosti fizičko-mehaničkih osobina.

Zato su I. C. M u h i n i A. I. S r o g o v i č sastavili tablice za izgradnju graničnih oblika ravnotežnog stanja kosina, za različite vrednosti  $\varphi$ .



Sl. 3 — Princip proračuna po Fröhlich-ovoj metodi.

Abb. 3 — Berechnungsprinzip nach der Methode Fröhlich.

Za praktične orientacione i inženjerske proračune kosina odlagališta važno je dobiti uzajamne odnose ugla kosine i visine etaže u stanju granične ravnoteže pri neprekidnom menjaju vrednosti ugla unutrašnjeg trenja  $\varphi$ .

Posmatramo neku tačku  $N$  (sl. 4) na kosini koja se nalazi u stanju granične ravnoteže. Ugao  $\alpha$  je ograničen tangentom u tački  $N$  i horizontalom kroz tačku  $N$  i odgovara graničnom uglu pravolinijske stabilne kosine, dok ordinata u toj tački odgovara graničnoj visini bez visine elastičnog sloja.

Zbir ovih visina daje graničnu visinu kosine, koja odgovara dobijenim uslovima ( $\varphi$ ,  $c$ ,  $\gamma$ ).

Visinu vertikalnog dela kosine određujemo prema formuli B. B. Sokolovskog:

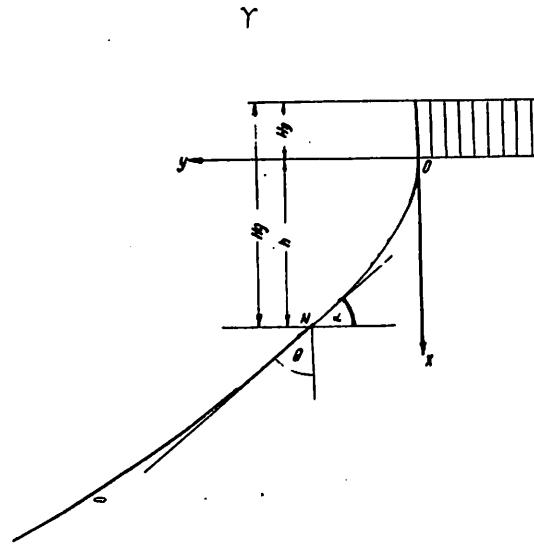
$$H_{90} = \frac{C}{\gamma} \cdot H'$$

$$H' = \frac{2 \cos \varphi}{1 - \sin \varphi}$$

Iz izvedenih proračuna i tablica Muhina i A. I. Srogovića konstruisan je dijagram (sl. 5).

Za dobijanje računske granične visine veličinu  $H'$  određenu iz dijagrama treba po-

množiti odnosom  $\frac{c}{\gamma}$ .



Sl. 4 — Granični oblik ravnotežnog stanja kosine.

Abb. 4 — Grenzform des Gleichgewichtszustandes der Böschung.

*Primer:*

Ako je  $\varphi = 30^\circ 30'$ ,  $c = 2,5 \text{ t/m}^2$ ,  $\gamma = 1,35 \text{ t/m}^3$ ,  $\alpha = 40^\circ$ , treba ustanoviti graničnu dopuštenu visinu odlagališta  $H$ .

Iz dijagrama određujemo  $H'$  za  $\varphi$  i  $c$

$$H' = 21,75 \text{ m}$$

$$\frac{c}{\gamma} = 1,85 \quad H = H' \times \frac{c}{\gamma} = 40,0 \text{ m}$$

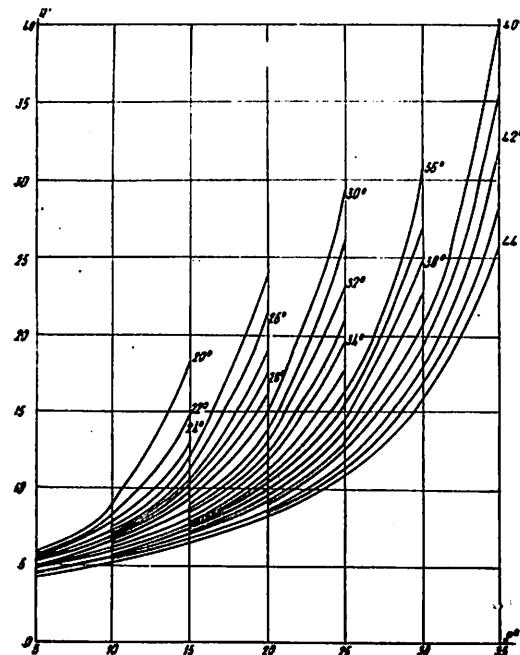
ili da pri poznatoj visini odredimo granični ugao  $\alpha$ . Za  $\varphi = 24^\circ$ ;  $c = 6,0 \text{ t/m}^2$ ;  $\gamma = 1,92 \text{ t/m}^3$  i  $H = 47,0 \text{ m}$ . Odnos  $\frac{c}{\gamma} = 3,13$ ,  $H' =$

= 15 i iz dijagrama za  $\varphi = 24^\circ$  dobijamo  $\alpha = 36^\circ$ .

### Podloga odlagališta

Visine odlagališta izazivaju i odgovarajuće pritise na osnovu, koja u zavisnosti od sastava može da primi veću ili manju količinu odložene mase.

Izuzev stene, koja može da primi velika opterećenja, sva druga stišljiva tla imaju



Sl. 5 — Dijagram zavisnosti  $H'$  i  $\alpha$  od ugla unutrašnjeg trenja  $\varphi$ .

Abb. 5 — Diagramm der Abhängigkeit  $H'$  und  $\alpha$  vom Winkel der inneren Reibung  $\varphi$ .

ograničenu nosivost zavisnu od fizičkih osobina i stanja vlažnosti.

Kako postoji potreba da se površina odlagališta racionalno iskoristi, to se samoniklo tlo opterećuje znatno većim opterećenjem nego što može da izdrži, na primer sa  $8 \text{ kg/cm}^2$ , što odgovara visini odlagališta od 50 metara računajući zapreminsku težinu jalovine  $1,6 \text{ t/m}^3$ .

Ni jedno samoniklo glinovito ili slično tlo u površinskom sloju ne može da izdrži opterećenje više od  $2 - 3 \text{ kg/cm}^2$ , a opterećenje od  $8 \text{ kg/cm}^2$  prouzrokovalo bi lom samoniklog tla sa jakim deformacijama i ru-

šenjem celog odlagališta. Iz ovoga zaključujemo da je visina odlagališta ograničena nosivošću podloge.

Međutim, postoji mogućnost da se poveća nosivost samoniklog tla preuzimanjem naročitih mera prethodne pripreme podloge.

Jedna od mera jeste dreniranje, koje omogućava isticanje vode iz pora i time isključuje pojavu napregnute porne vode.

Osim toga treba podesiti način odlaganja jalovine u etažu, da svaka etaža bude u stanju da primi i nosi opterećenje etaža koje će doći iznad nje. Zato i rad na odlaganju treba podesiti tako da se omogući lako, brzo i efikasno zbijanje jalovine u etažama odmah po odlaganju i da se atmosferskim padavinama onemogući da u velikoj meri pojnu u odlagalište ili se zadržavaju na njegovoj površini.

Preduzimanje ovih mera zahteva poznavanje fizičko-mehaničkih karakteristika kakvo jalovine tako i podloge odlagališta.

U radovima H. Matschaka uspešno su obrađeni problemi stabilnosti podloge odlagališta za pojedine konkretne primere, gde se uočava veza između sastava tla, opterećenja odlagališta i napona koji se tom prilikom formiraju kao i pravca njihovog dejstva.

Naročito se kao interesantan problem pojavljuje potreba proračuna podloge unutrašnjih odlagališta, koja su u svetu dosta protučena s obzirom na primjenjenu mehanizaciju otkopavanja.

Ispitivanje odnosa opterećenja i nosivosti podline s obzirom na stabilnost odlagališta, pokazala su da je opterećenje za oko 10% manje od odložene mase nego što je bilo prije skidanja jalovine, što znači da neće nastati nikako veća spoljna naprezanja nego što je podlina vec imala. Iako je to tako, stabilnost odlagališta i mehanizacija neće biti zadovoljavajuća, već se moraju uzeti u obzir drugi faktori koji utiču na nestabilnost odlagališta i to:

- osoblje ili otivomila odlagališta i maksimalno geološko predopterećenje koje je delovalo u prošlim geološkim periodima na podlinu sloja, a sada je predstavlja podlogu odlagališta,

— opterećenje podline od sadašnjeg geološkog stuba, (sl. 6) kroz čije om

- rasterećenje podline usled otkopavanja,
- ponovno opterećenje podline po otkopavanju ugljenog sloja,
- uticaj pornog pritiska u podlini i dr.

Geološko predopterećenje je najveće opterećenje koje je delovalo u tlu od njegovog postanka.

Razumljivo je da to predopterećenje može da odgovara sadašnjem stanju geološkog opterećenja, a može da bude i manje u зависnosti da li je interesno područje zahvatila i u kojoj meri erozija. Laboratorijskim opitom kompresije možemo ustanoviti geološko predopterećenje.

Iz dijagrama  $\left( \frac{\Delta h}{h} - \sigma \right) + (e - \sigma)$  može se približno odrediti visina erodovanih slojeva iznad sadašnje površine terena.

Osim toga, moguće je da se naslage ležišta nalaze ispod nivoa podzemne vode (što je česti slučaj), pri čemu se slojevi otkrivke nalaze pod hidrostatičkim uzgonom, usled čega se zapreminska težina zasićenog tla  $\gamma_z$  t/m<sup>3</sup> smanjuje na zapreminsku težinu tla pod vodom  $\gamma' = \gamma_z - 1$ . Ukoliko vodonosne naslage leže na vodonepropusnom sloju, tada voda u porama predstavlja dodatnu težinu. Na sl. 6 prikazan je pritisak na podlinu od težine slojeva pokrivke, uglja i vode na vodonepropusnu podlinu.

Ako podlinu sačinjavaju propustljive naslage onda se voden pritisak ispoljava na vodonepropusnom sloju.

Iz ovoga zaključujemo da su kod vodonepropusnih podina one izložene višim opterećenjima nego vodopropusne.

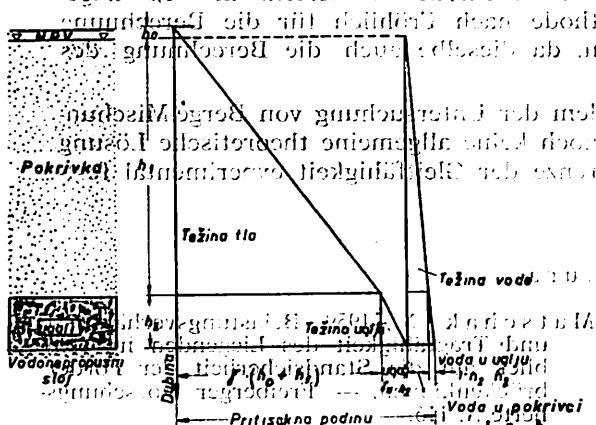
Pritisak koji vrši odložena masa je u зависnosti od zapreminske težine i visine jalovine. Uzimajući vrednost zapreminske težine 1,6 t/m<sup>3</sup> za visinu sloja od 20,0 m pritisak na podlogu 3,2 kg/cm<sup>2</sup>, odnosno 9,6 kg/m<sup>2</sup> za sloj visine 60,0 m.

Kod površinskih otkopa takođe se pretostavlja da pritisak na podlogu uglavnom odgovara visini opterećenja otkrivke (jalov

vine) i njene zapreminske težine, kao i moćnost ugljenog sloja i odnosa J : K. Ako za zapreminsku težinu povlatnih slojeva uzmemmo (prema našim i podacima iz literature) za vezivna tla, kao i za odvodnjene peskove  $1,9 \text{ t/m}^3$ , za glinu  $2,1 \text{ t/m}^3$  a za ugaj  $1,15 \text{ t/m}^3$ , pritisci na podlogu u zavisnosti od odnosa J : K (od  $1 : 1$  do  $6 : 1$ ) kreću se kod sloja 'uglja' (sl. 7) od  $10,0 \text{ m}$  močnosti iz-

Samo nas to saznanje ne može odvesti u drugu krajnost, da proučavanje podloge unutrašnjih odlagališta možemo zanemariti. Navešćemo samo nekoliko faktora koji se moraju pri projektovanju unutrašnjih odlagališta uzeti u obzir i detaljno obraditi. To su: pravci opterećenja i napona, podela napona ispod odlagališta, nosivost podine u zavisnosti od geološkog sastava, oblik površine i sl.

Sl. 6 — Geologische Druck auf die wasserundurchlässige Sohle verursacht durch das Gewicht der Deckgebirge, der Kohle und des Wassers.



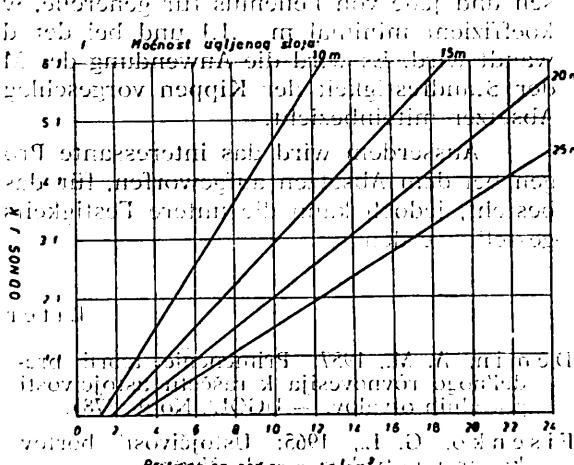
Sl. 6 — Pritisak na vodonetrudljivu podinu od težine slojeva pokrivača, uglja i vode  
— zapreminska težina pokrivača;  $\gamma_0$  — zapreminska težina uglja;  $n_1$  — zapremina pora otkrivke;  $n_2$  — zapremina pora u uglju;  $1 \text{ t/m}^3$  — zapreminska težina vode.

Abb. 6 — Druck auf die wasserundurchlässige Sohle verursacht durch das Gewicht der Deckgebirge, der Kohle und des Wassers.

— Baumgewicht des Deckgebirges;  $\gamma_0$  — Baumgewicht der Kohle;  $n_1$  — Volumen der Poren des Abraums;  $n_2$  — Porenvolumen der Kohle;  $1 \text{ t/m}^3$  — Baumgewicht des Wassers.

među  $3,1$  i  $12,6 \text{ kg/cm}^2$ , kod  $15,0 \text{ m}$  močnosti ugljenog sloja između  $4,6$  i  $18 \text{ kg/cm}^2$  itd.

Razlika pritisaka na podinu nastalih od odložene mase i pritiska koji je ono imalo pre otkopavanja ukazuje na već iznetu činjenicu, da ne možemo dostići odlaganjem jalovine one pritiske koje podloga može da izdrži.



Sl. 7 — Geologischer Druck auf die Sohle bei verschieden Mächtigkeiten des Kohlenflözes und bei dem Verhältnis J : K.

Abb. 7 — Geologischer Druck auf die Söhle bei verschieden Mächtigkeiten des Kohlenflözes und bei dem Verhältnis J : K.

šine, hidrogeoloških karakteristika, ograničenja sloja usled erozije i tehnologije otkopavanja, podinski horizonti podzemne vode, rasterećenje podine i vreme rasterećenja, ponovno opterećenje i pojava pornog pritiska koji smanjuje čvrstoću na smicanje, način odlaganja i vrsta odložene jalovine.

Konačno, izložene zavisnosti ukazuju na neophodnost ispitivanja podine, a naročito ponašanje pritiska porne vode kod početnog i krajnjeg tereta odlaganja.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Beitrag zur Frage der gekippten Massen in Tagebauen

Dipl. ing. R. Obradović\*)

Eine wichtige Aufgabe bei der Projektierung und den Aufbau von Kippen ist die Feststellung der Standfestigkeit der einzelnen und generellen Böschungen. Diesbezüglich ist es nötig alle Faktoren zu berücksichtigen, die auf die Standfestigkeit der Kippe einwirken, so bei äusseren wie auch bei inneren Kippen. In der vorliegenden

\*) Dipl. ing. Radmilo Obradović, saradnik Biroa za površinsku eksploataciju mineralnih sirovina Rudarskog instituta u Beogradu.

Arbeit werden die wichtigsten Faktoren angeführt, die in Betracht gezogen werden müssen. In erster Linie ist bei Innenkippen die Belastung der Sohle ungefähr um 10% geringer als vom gekippten Abraum vor der Abraumgewinnung. Das heisst, es wird keine grössere Beanspruchung entstehen, als die Sohle schon ertrug.

Nun besteht oft das Problem der Einwirkung des Porendruckes bei Innenkippen, das nicht einfach ist und sorgfältig untersucht werden muss.

Im weiteren werden die schon angewandten Methoden der Standfestigkeitsberechnung der Böschungen nach der Methode Konečki und Lomize für die Arbeitsstrosen und jene von Fellenius für generelle, wobei bei den ersten zwei der Sicherheitskoeffizient minimal  $m = 1,1$  und bei der dritten Methode mindestens  $m = 1,3$  angewandt wird. Es wird die Anwendung der Methode nach Fröhlich für die Berechnung der Standfestigkeit der Kippen vorgeschlagen, da dieselbe auch die Berechnung des Absetzer miteinbezieht.

Ausserdem wird das interessante Problem der Untersuchung von Berge-Mischungen bei dem Absetzen aufgeworfen, für das noch keine allgemeine theoretische Lösung besteht, jedoch kann die untere Festigkeitsgrenze der Gleitfähigkeit experimental festgestellt werden.

#### L iterat u r a

- D e m i n, A. M., 1957: Primenenie teorii predel'nogo rovnovesija k raščetu ustojčivosti porodnih otvalov. — UGOL', No 9 (378).
- F i s e n k o, G. L., 1965: Ustojčivost' bortov kar'erov i otvalov. — izd. »Nedra«.
- M a ljušickij, J. N., 1957: Uslovija ustojčivosti bortov kar'erov. — izd. ANUSSR.
- S c h u b e r t, K., 1963: Zur Frage der Standsicherheit eines Absetzers auf Kipper. — Bergbautechnik, VEB, Leipzig.
- M a t s c h a k, N., 1959: Belastungsverhältnisse und Tragfähigkeit des Liegenden im Hinblick auf die Standsicherheit der Förderbrückenkippen. — Freiberger Forschungshefte A. 116.
- N a j d a n o v ić, H., O b r a d o v ić, R., 1965: Komparativna analiza proračuna sposobnosti etaža površinskog otkopa i odlagališta, sa uprošćenim postupkom određivanja kritične klijne površine. — »Rudarski glasnik«, br. 1, Beograd.



# Metalogenetske epohe i ležišta volframa u Jugoslaviji

(sa 1 slikom)

Prof. dr. ing. Slobodan Janković

U Jugoslaviji je poznat veći broj pojava i manjih ležišta volframa, stvaranih u raznovrsnim geološkim uslovima. U ekonomskom pogledu značajna su jedino ležišta istočne Srbije iz kojih je tokom poslednjih godina poticala i manja proizvodnja.

## Tipovi ležišta

Prema uslovima stvaranja, među jugoslovenskim ležištima volframa mogu se izdvojiti sledeći tipovi:

### Skarnovska ležišta

U mnogim skarnovima, a naročito u onim stvorenim na kontaktu ili kontaktnoj zoni tercijarnih granitoida i karbonatnih stena, nalaze se brojne pojave manjih šelitskih koncentracija. Šeliti u skarnovima obrazuju manja gnezda, ili se, mnogo češće, javljaju u vidu rasejanih impregnacija. Sem šelita, poznate su i neznatne primese molibdenita, pirita, ređe pirotina, magnetita, sfalerita, bismuta i dr.

### Hidrotermalna ležišta

Hidrotermalna ležišta nisu tako česta kao skarnovska, ali su u njima koncentracije volframovih minerala mnogo značajnije.

Pored tipičnih žičnih ležišta, javljaju se, retko, i pojave metasomatskih potiskivanja.

Prema uslovima obrazovanja, mogu se izdvojiti hipotermalna, mezotermalna i epitermalna ležišta, koja se međusobno razlikuju i mineralnim paragenezama.

U visokotemperaturna hidrotermalna ležišta mogu se uvrstiti pojedine pirotinske žice i skladovi, koji u sebi sadrže šelit, turmalin, retko arsenopirit, pirit, halkopirit i neznatne koncentracije sfalerita. Tome tipu pripadaju pojedina ležišta na Goliji.

U mezotermalnom području stvorena su poglavito šelitska ležišta. To su, uglavnom, kvarcne žice u kojima se, sem šelita, javlja i zlato kao i neznatne koncentracije sulfida olova, cinka, ređe i srebra. Pored šelitsko-zlatonosnih ležišta, kojima pripadaju ležišta rejona Blagojevog Kamenca u istočnoj Srbiji, u mezotermalnom području javljaju se i molidbenitsko-volframitske parageneze u kojima, istina, volframit ima veoma ograničeno rasprostranjenje.

Volframitsko-antimonitske parageneze sa retkim primesama stvarane su u epitermalnom području. To su ležišta žičnog tipa, obrazovana u uslovima bliskim površini, sa pojavama brečastih tekstura. Tome tipu ležišta pripada Osanica kod Žagubice, kao i pojave kod Čumavića u Bosni.

## Metalogenetske epohe

Stvaranje volframovih ležišta u Jugoslaviji izvršeno je prema današnjem stepenu poznavanja metalogenije volframa, uglav-

nom u dve metalogenetske epohe: hercinskoj i alpskoj epohi.

### Hercinska metalogenetska epoha

U okviru hercinske metalogenetske epohe stvorena su ležišta koja su danas posebno ekonomski značajna za našu zemlju. Genetski su vezana sa neresničkim granitskim kompleksom (hidrotermalna šelitsko-zlato-

nosna ležišta u rejonu Blagojevog Kama u istočnoj Srbiji), ili sa intruzivnim ekvivalentima kvarc-porfira centralne Bosne (volframitska žična ležišta Čemernice).

### Staroalpska metalogenetska epoha

Prema današnjem stepenu ispitanosti pojedinih naših rudonosnih područja i ležišta, izgleda da u okviru staroalpske metalogenetske epohe nije u našim terenima došlo do stvaranja ležišta volframa.

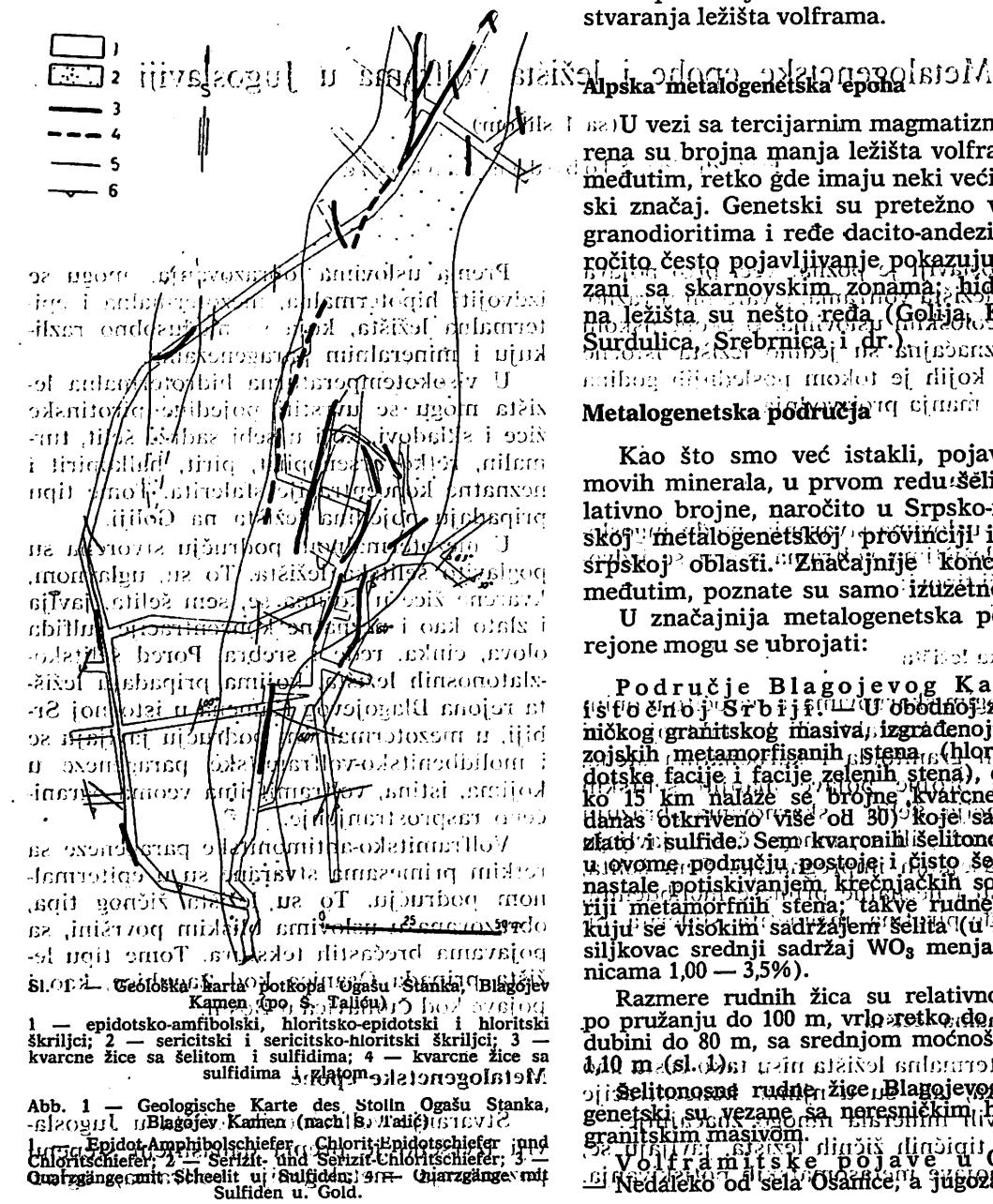


Abb. 1 — Geologische Karte des Stolni Ogaš Stanka, Blagojev Kamen (nach S. Tadić 1971).

1 — Epidot-Amphibolschiefer; 2 — Serizit- und Serizit-Horiltschiefer; 3 — Quarzgänge mit Sulfiden; 4 — Quarzgänge mit Sulfiden u. Gold.

U vezi sa tercijarnim magmatizmom stvorena su brojna manja ležišta volframa, koja međutim, retko gde imaju neki veći ekonomski značaj. Genetski su pretežno vezana sa granodioritima i ređe dacito-andezitima. Naročito često pojavljivanje pokazuju šeliti vezani sa skarnojskim zonama. hidrotermalna ležišta su nešto reda (Golija, Kopaonik, Surdulica, Srebrnica i dr.).

Kao što smo već istakli, pojave volframovih minerala, u prvom redu šelita, su relativno brojne, naročito u Srpsko-makedonskoj metagenetskoj provinciji i istočno-srpskoj oblasti. Značajnije koncentracije, međutim, poznate su samo izuzetno.

U značajnija metalogenetska područja i rejone mogu se ubrojati:

Područje Blagojevog Kama u istočnoj Srbiji. U obodenjenoj neresničkom granitskom masivu, izgrađenoj od paleozojskih metamorfsanih stena (hloritsko-epidotske facije i facije zelenih stena), dugoj preko 15 km nalaze se brojne kvarcne žice (do danas otkriveno više od 30) koje sadrže šelit, zlato i sulfide. Sem kvaronih šelitomosnih žica, u ovome području postoje i čisto šelitske žice nastale potiskivanjem krečnjackih spiciva u seriji metamorfsnih stena. Takve rudne žice odlikuju se visokim sadržajem šelita (u reviru Bošiljkovac srednji sadržaj  $WO_3$  menjal se u granicama 1,00 — 3,5%).

Razmere rudnih žica su relativno male — po pružanju do 100 m, vrlo retko do 200 m, po dubini do 80 m, sa srednjom močnošću 0,20 do 1,10 m (sl. 1). U tom slučaju se razlikuju tri vrste žica: 1) Šelitonosne rudne žice Blagojevog Kama genetski su vezane sa neresničkim hercinskim granitskim masivom.

Volframitske pojave u Ošanici. Nedaleko od sela Ošanice, a jugozapadno od

područja Blagojevog Kama, nalaze se pojave volframita zajedno sa antimonitom i nešto piropirita, šelita, zlata (tragovi) i kvarcom — parageneza koja je retka u svetu.

Kvarcne volframitsko-antimonitske žice u najsevima i mikaštima poznate su tek od 1955. godine. Manjim istražnim radovima utvrđeno je da su rudne žice male moćnosti (oko 0,2—0,3 m), sa 0,52 — 1,43%  $WO_3$  i 2 — 3% Sb.

Pojave šelita u Tandi, istočna Srbija. — U granitima u selu Tandi otkriveno je nekoliko rudnih žica sa šelitom, halkopiritom, galenitom, sfaleritom, piritom, molibdenitom i sa tragovima zlata. Moćnost tih žica kreće se između 0,4—1,00 m, sa 0,1—0,9%  $WO_3$ . Ekonomski značaj tih pojava, na osnovu dosadašnjih radova, nije veliki.

Sem u Tandi, u predelu gornjanskog granitskog masiva postoji još izvestan manji broj pojave šelita, uglavnom, mineraloškog značaja.

Pojave šelita na Goliji. — Na planini Goliji, zapadno od Raške, postoji više pojave šelita:

— pirotinske žice i sočiva sa šelitom, arsenopiritom, piritom, sfaleritom i galenitom; šelit se javlja u vidu impregnacija nepravilno razmeštenih u sulfidnoj osnovi. U Juriji je otvorena jedna takva šelitonosna pirotinska žica podužini od preko 100, po padu 60 m, sa srednjom moćnošću od 1,3 m i 0,3—0,4%  $WO_3$ ;

— skarnovi sa magnetitom sadrže neznačajne količine šelita (severoistočna padina Lise). Ova pojava nema ekonomski značaj;

— u pojedinim kvarcnim žicama javljaju se neznatne količine šelita. S obzirom na nizak sadržaj  $WO_3$  i male razmere tih žica pojave nisu ekonomski interesantne.

Pojave šelita na Kopaoniku. — U obodnim delovima kopaoničkog granodioritskog masiva, u skarnovima, javlja se šelit na

više mesta. U granatskim i granatsko-piroksenskim skarnovima šelit se javlja vrlo neravnomerno raspoređen, praćen neznatnim količinama molibdenita, sulfidima Ni, Co, Bi, Cu.

Na Oštroski Čuki kod sela Brzeća šelit se javlja u najvišim nivoima jednog olovo-cinkovog ležišta.

Sem pomenutih ležišta i pojave volframovih minerala, u našoj zemlji postoji još nekoliko područja u kojima su zapaženi šelit i volframit ali su ta ležišta i pojave neistražene (šeliti u skarnovima jugoistočno od Surdulice, volframiti Čemernice, pojave šelita u terenu jugozapadno od Bosiljgrada i druge).

Čemernica. — U poznatom čemerničkom rudištu otkrivene su nedavno i pojave volframita (M. R a m o v i Ć).

Volframit je obrazovan u kvarcnim žicama koje sadrže još i sfalerit, mestimično i antimonit, cinabarit, kao i pirit, arsenopirit, markasit, samorodno zlato, minerale nikla, siderit.

Prema M. R a m o v i Ć-u, čemernički volframit sadrži: 74%  $WO_3$ , 18% FeO i 6,2% MnO i približuje se ferberitu.

Uslovi stvaranja volframita i njegov položaj u čemerničkoj mineralnoj paragenezi se ne može još uvek smatrati potpunije rešenim.

Srebrnica. — U okviru antimonosne zone srebrničkog rudnog polja postoje i neznatne pojave hibnerita, koje je bliže opisao K. Ize.

Hibnerit se javlja u kvarcno-antimonitskim žicama, zajedno sa markasitom, arsenopiritom, piritom i sfaleritom. Obrazuje, uglavnom, mala gnezda i sočiva.

Ležišta sa hibneritom su tipične epitermalne tvorevine, genetski vezane sa tercijarnim intruzivom granodioritske magme.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Wolframerzlagerstätten in Jugoslawien

Prof. Dr. ing. S. Janković\*)

Wolframit- und Scheelitlagerstätten sind in mehreren metallogenetischen Gebieten bekannt. Es können ihrem Typ nach folgende unterschieden werden:

Skarnlagerstätten. — In vielen Skarnen, die am Kontakthof in granodioritischen Massen entstanden, können schwankende Wolframkonzentrationen beobachtet werden. Wolfram tritt als Scheelit auf und wird von geringeren Konzentratoren an Molybdänit, Pyrit, seltener Pyrrhotin, Sphalerit und Wismut begleitet.

Hydrothermale Lagerstätten. — Pneumatolytisch-hydrothermale und hydrothermale Lagerstätten finden sich seltener als Skarnlagerstätten vor, können jedoch wirtschaftlich wichtige Wolframkonzentrationen beinhalten.

In den hydrothermalen Lagerstätten tritt Wolfram in Form von Wolframit und Scheelit auf. Den mineralischen Paragenesen nach werden unterschieden:

\*) Dr. ing. Slobodan Janković, prof. Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu.

— Scheelit-Pyrrhotin Paragenesen gehören verwiegend zu Hochtemperaturbildungen; ausser Scheelit und Pyrrhotin kommt auch Turmalin vor, selten Arsenopyrit, Pyrit, Chalkopyrit und unbedeutende Sphalerit-Konzentrationen.

— Quarz-Scheelitlagerstätten gehören den Bildungen des mesothermalen Bereichs an (Quarzgänge). Als Begleitminerale treten unbedeutende Konzentrationen von Blei-Zinkmineralien auf, seltener Silberminerale; eine besondere Charakteristik bilden Goldvorkommen, so dass Lagerstätten dieses Typs, dem Anteil der Begleitkomponenten nach, manchmal Übergänge von Scheelitlagerstätten — über goldführende — zu Goldlagerstätten bilden.

Diesem Typ gehören die Erzlagerstätten von Blagojev Kamen in Ostserbien an.

— Wolframit-Antimonit Paragenesen werden nur stellenweise angetroffen. Es sind dies Ganglagerstätten in denen Quarz die Hauptgangart darstellt. Der Anteil anderer Erzminerale, neben Wolframit und Antimonit, ist sehr klein (Pyrit, Scheelit, Gold).

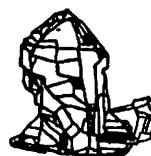
Diesem Typ gehören die Lagerstätten von Osanica in Ostserbien und Čumavić bei Srebrnica in Bosnien an.

Die Wolframlagerstätten in Jugoslawien wurden teils in der herzynischen Epoche, an Granitkomplexe genetisch gebunden, und teils in der alpischen Epoche, in Zusammenhang mit magmatischen mittelsauereren Gesteinen, gebildet.

Die wichtigsten Wolframlagerstätten befinden sich in Ostserbien und sind auf das Gebiet des Granitmassivs von Neresnica beschränkt. Es handelt sich in der Hauptsache um Quarzgänge mit Scheelit und wirtschaftlich interessanten Goldkonzentrationen.

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

- Cissarz, A., 1956: Lagerstätten und Lagerstättenbildung in Jugoslawien. — Raspr. Geol. zav. NR Srbije, vol. VI, Beograd.
- Ilić, M., 1956: O pojavi wolframskih minerala u mineralanim zonama u okolini Surdulice. — Zap. Srpsk. geol. društva, Beograd.
- Janković, S., 1960: Opšte odlike antimonovih ležišta Jugoslavije. — Zborn. rad. Rud.-geol. fak., sv. 6, 125—152, Beograd.
- Janković, S., 1961: Ekonomski geologija. — Posebno izd. Zav. za geol. geofiz. istr., knj. 7, Beograd.
- Kubat, I., 1963: Hibnerit kod sela Čumavić u istočnoj Bosni. — Geol. gl., 7, 27—31, Sarajevo.
- Ramović, M., 1956: Volframit iz Čemernice kod Fojnice. — Rud. met., 11, 243—244, Beograd.
- Simić, V., 1953: Magnatizam i metalogenija naših granitoidnih stena u vezi sa volframovim orudnjnjem. — Geol. vesn., knj. X, Beograd.
- Tomić, D., 1959: Volfram u svetu i kod nas. — Rud. met., No. 3, 406—412; No. 4, 82—88, Beograd.



## Tipovi jugoslovenskih ležišta nikla

Prof. dr ing. Slobodan Janković

U Jugoslaviji postoje brojne pojave niklovih minerala. U pojedinim ležištima gvožđa lateritskog tipa, nastalih raspadanjem ultrabajita, nalaze se velike mase nikla (i kobalta), ali je nikl u njima raspršen, bez većeg ekonomskog značaja. Sulfidna ležišta nikla su u našoj zemlji od manjeg značaja.

### Tipovi ležišta

Među jugoslovenskim ležištima i pojавama mogu se izdvojiti sledeći tipovi:

#### Magmatska ležišta

U pojedinim masivima ultrabajičnih stena postoje manje koncentracije niklovih minerala, nastale kao likvidni segregati. Većinom su to mala sočiva i šlire, ređe skladovi neznatnih razmera.

Nikl se pretežno javlja u pirotinu, retko u pentlanditu. Najčešći pratioci su halkopirit, hromit i magnetit.

Ležišta toga tipa su poznata u rejonu Gornjeg Lepenica, Crnoljeva kod Uroševca, Lipovca kod Aranđelovca, zatim u blizini Orahovca, kao i pojava kod Teslića u Bosni.

#### Hidrotermalna ležišta

Nikl se relativno često javlja u hidrotermalnom području, ali su to obično beznačajne koncentracije. Obično se zapaža u pojedinim arsenopiritskim paragenezama (Gokčanica na Kopaoniku), zatim u olovo-cinkovim mineralnim asocijacijama (zapadna

Srbija), kao i u pojedinim Sb-As paragenezama praćenim uranom (ležište u Lojanu). Pojave niklovih minerala u baritskim žicama, zajedno sa cinabaritom u rejonu Marije Reke u Sloveniji su još uvek nedovoljno proučene u pogledu uslova postanka i koncentracije ovoga metala.

Većina pojava niklove mineralizacije vezana je sa pukotinama (žični tip ležišta); niklonosni stubovi su malih razmera i nepravilno razmešteni u mineralizovanom prostoru.

#### Ležišta raspadanja

Najvažnije koncentracije nikla u Jugoslaviji se nalaze u ležištima raspadanja, u korama raspadanja nastalim na peridotitskim masivima. Pojave nikla u ležištima toga tipa su zaista brojne.

Prema mineralnim asocijacijama, među ležištima raspadanja možemo da izdvojimo dva osnovna tipa: ležišta niklova rude i Fe-Ni ležišta; prva su ređa i predstavljena su skoro monomineralnom silikatnom rudom nikla (garnijeritski tip), dok su druga ekonomski interesantnija, jer sadrže mnogo veće rezerve rude i metala (mada je sadržaj nikla u njima niži nego u prvoj grupi ležišta).

Prema načinu obrazovanja i obliku rudnih tela među silikatnim ležištima nikla mogu se izdvojiti ležišta u obliku pokrivača, i kontaktno-karsna ležišta; prva su mnogo češća, dok se druga javljaju samo mestimič-

no. Među značajnijim ležištima u obliku pokrivača, koja su delom predstavljena i slojvitim rudnim telima, treba pomenuti mnoga ležišta Fe-Ni rude (Ržanovo, Trstenik kod Kosovske Mitrovice, Mokra Gora i dr.), i pojedina ležišta silikatnih ruda nikla (Goleš). U kontaktno karsna ležišta nikla moglo bi se uvrstiti ležište Ba u Šumadiji.

### Metalogenetske epohе

Stvaranje niklovih ležišta vršeno je u raznim metalogenetskim epohama, pri čemu su magmatska ležišta obrazovana pretežno u starijim epohama, dok je stvaranje silikatnih ležišta vršeno pretežno kasnije, kroz duži vremenski period.

### Hercinska epoha

U hercinskoj epohi stvarana su ležišta sulfidne rude nikla, genetski vezana sa bazičnim i ultrabazičnim stenama. To su bila uglavnom magmatska ležišta; pojave silikatnih ruda, pretežno Fe-Ni rude, imaju ograničeno rasprostranjenje.

### Staroalpska epoha

Nikl se relativno često javlja u ležištima staroalpske epohе. Mestimične pojave vezane sa bazičnim stenama su uglavnom mineraloškog značaja. U ovome periodu dolazi do ogoljavanja pojedinih masiva ultrabazičnih stena i početka stvaranja lateritskih kora raspadanja u kojima su obrazovane i značajnije koncentracije nikla. Za mnoga ležišta raspadanja, naročito sa Fe-Ni rudom staroalpska metalogenetska epoha je i period kada su obrazovane najveće koncentracije ova dva metala u okviru ležišta raspadanja ultrabazičnih masiva.

### Alpska epoha

U alpskoj metalogenetskoj epohi samo izuzetno dolazi do obrazovanja velikih koncentracija nikla.

Među sulfidnim ležištima nikla javljaju se arsenidi i sulfidi, ali su te pojave uglavnom mineraloške ili veoma ograničenih rezervi (rejon Kopaonika i zapadna Srbija).

### Metalogenetska područja

Koncentracije nikla ne pokazuju izrazitu povezanost sa određenim metalogenetskim oblastima u Jugoslaviji; izuzetak bi donekle mogla biti povezanost ležišta raspadanja sa ultrabazičnim masivima.

Među interesantnije niklonosne oblasti mogli bismo uvrstiti:

— **Oblast južne Srbije.** — U terenima Kosmeta postoji više ležišta nikla i Fe-Ni ruda. U genetskom pogledu su posebno interesantna magmatska ležišta sulfidnih ruda, sa povиšenim sadržajima bakra.

Među važnijim ležištima sulfidnih ruda ističe se Petković kod Orahovca, i Crnoljevo kod Uroševca, a od silikatnih ruda Goleš; među Fe-Ni rudama ističe se Trstenik kod Kosovske Mitrovice.

**Petković.** — U blizini Orahovca nalazi se Ni-Co-Cu ležište, koje je u više mahova istraživan i izučavano. U radu S. Rakica izloženi su rezultati dosadašnjih ispitivanja ovoga rudista.

Niklonosni pirotini obrazuju u serpentinitnim peridotitim sočiva i skladove kompaktne rude i impregnacija. Orudnjenje se javlja na dužini od oko 500 m, a sastoji se od više rudnih tela čija je dužina do 150 m, a moćnost 1–5 m.

Mineralna parageneza se odlikuje veoma raznovrsnim sastavom. Sem pirotina, u rudištu se, prema S. Rakicu, javljaju i pentlandit, hromit, magnetit, halkopentlandit, halkopirotin, brajthauptit, kubanit, valerit, halkopirit, sfalcit, nikelin, bizmut, hloantit, ramelsbergit, skuterudit i zlato.

Sadržaj pojedinih rudnih komponenti je: 0,18–0,38% nikla, 0,13–0,25% kobalta i 0,25–2,73% bakra; na mestima povиšenih koncentracija nikelina, sadržaj nikla može u rudnim skladovima da dostigne i 2%.

**Goleš.** — Jedno od najinteresantnijih naših ležišta silikatnog nikla je Goleš na Kosmetu.

Ležište je nastalo lateritskim raspadanjem ultrabazičnog masiva. U okviru te stare kore raspadanja na peridotitima obrazovane su i značajnije koncentracije nikla. Ležište je u vidu pokrivača po peridotitskoj osnovi. Moćnost niklonosnog pokrivača je 5–30 m. U okviru kore raspadanja mogu se izdvojiti pojedine zone, koje se karakterišu određenim mineralnim sastavom (Č. Mulinac):

- u najvišim nivoima kore raspadanja razvijena je kvarcno-opalska zona sa nešto oksida gvožđa; ispod ove zone leži
- gvožđevito-glinovita zona; u ovome delu lateritske kore dolazi do koncentracije oksida i hidroksida gvožđa, sa nešto siličata,
- rudna nontronitska zona u kojoj se pred nontronita javljaju garnijerit, getit,

serpentin, kvarc i opal; povišene koncentracije garnijerita se zapožaju naročito u dubljim delovima ove zone. Sadržaj nikla je obično do oko 1,5%,

— zona promenjenih serpentinita; sem serpentina, javljaju se promenljive, nepravilno razmeštene koncentracije garnijerita, nontronita, kao i getita i hematita.

Ukupne rezerve su dovoljne da se može otvoriti rudnik manjeg kapaciteta.

*Trstenik.* — U rejonu Trstenika, u bazi gornje krede preko serpentina leži sloj Fe-rude nastao raspadanjem serpentina. Moćnost toga sloja je promenljiva, najčešće 8—10 m. Ležište je detaljnije opisao Ž. Todorović.

Ruda se odlikuje oolitnom i pizolitnom građom. Delom je na mestu stvaranja, delom je pretaložena. Sadržaj gvožđa, srednje, je 35-40%, nikla oko 1%, a  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  — oko 2,5%.

— *Šumadijska oblast.* — U Šumadiji ima sličnih ležišta nikla kao i u južnoj Srbiji. Ako izuzmemo nikl, koji se javlja u Fe-rudama koje vode poreklo od raspadanja serpentina, u Šumadiji postoje i druga interesantna ležišta, nastala u procesu diferencije ultra bazične magme (magmatsko ležište Lipovac kod Aranđelovca) ili u vezi sa raspadanjem kore ultrabazičnih stena (ovim poslednjim pripada ležište u selu Ba V. Simić, Z. Maksimović)

*Ba.* — Selo Ba se nalazi nedaleko od Ljiga. Rudne pojave su u serpentinitiskom masivu, kroz koji su se na više mesta utisnuli daciti. Usled uticaja hidrotermalnih rastvora, serpentiniti su intenzivno promenjeni (silifikovani i piritisani); pojave limonitisanja koje su mestimično široko rasprostranjene, nastale su kasnije, u procesu supergene alteracije primarno piritisanih delova.

Silikatni minerali nikla — uglavnom garnijerit — nastali su, verovatno, kao posledica raspadanja serpentina u površinskim uslovima. U karsnim šupljinama u krečnjaku, neposredno uz serpentinit, došlo je do koncentracije materijala, dobijenog spiranjem sa kore raspadanja na serpentinitu (garnijerit, komadići serpentina, glinoviti materijal). U dosad objavljenim podacima nije jasnije razjašnjena uloga koju su imali hidroermalni rastvori pri alteraciji i raspadanju serpentina i lokalizaciji nikla.

Sadržaj nikla u rudnim telima, koja imaju uglavnom oblik gnezda i nepravilnih sočiva, je veoma promenljiv. U najnižim delovima karsnih šupljina sadržaj nikla je obično oko 1%, mestimično i znatno više. Razmere rudnih tela su skromne.

— *Vardarska oblast.* — U Makedoniji postoji više Fe-Ni ruda o kojima smo već govorili prilikom prikaza ležišta gvožđa (Ržanovo i dr.). Neka od tih ležišta opisao je i A. Antonović.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Nickelerzlagertypen in Jugoslawien

Prof. Dr. ing. S. Janković\*)

Es können folgende Typen der Nickellagerstätten in Jugoslawien unterschieden werden:

**M a g m a t i s c h e L a g e r s t ä t t e n** des Nickels können nur stellenweise in Ultrabasiten beobachtet werden. Sie entstanden als liquide Segregate der magmatischen Differentiation.

Nickel tritt vor allem im Pyrrhotin auf, selten als Pentlandit; Begleitminerale sind Chalkopyrit, Chromit und Magnetit. Die Erzkörper haben die Form kleiner Linsen und Schlieren.

Lagerstätten dieses Typs sind jene von Lipovac bei Arandjelovac, ferner bei Uroševac u.a.

**H y d r o t h e r m a l e L a g e r s t ä t t e n** enthalten Nickel vorwiegend als verstreute Imprägnationen. Es sind dies vor allem Ganglagerstätten.

Den Mineralassoziationen nach werden Paragenesen des Nickels mit Blei-Zinkmineralien, ferner mit Arsenopyrit, Antimon und Arsen, manchmal auch mit Baryt und Cinnabaryt beobachtet.

**V e r w i t t e r u n g s l a g e r s t ä t t e n** stellen den wirtschaftlich wichtigsten Lagerstättentyp dar. Sie entstanden auf Peridotitmassen. Den mineralischen Assoziationen nach können folgende Lagerstätten unterschieden werden:

\*) Dr. ing. Slobodan Janković, prof. Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu.

— Garnieritslagerstätten des Nickels und  
— lateritische Fe-Ni-Lagerstätten, in denen Nickel als Begleitkomponente auftritt,  
neben Eisen als dem Hauptmetall. Diese Lagerstätten enthalten grosse, aber arme Erz-  
massen.

Ausser deckenförmigen Lagerstätten (Typ Goleš treten auch kleinere Erzkörper  
des Kontakt-Karsttyps (Typ Ba) und Spaltentyps auf.

#### L iterat u r a

- C i s s a r z, A., 1956: Lagerstätten und Lager-  
stättenbildung in Jugoslawien und ihre  
Beziehung zu Vulkanismus und Geotekto-  
nik. — Raspr. VI, 1—152, Beograd.
- A n t o n o v ić, A., 1952: Niklonosni sedimentni  
rudi na železo vo Makedonia i sosednite te-  
reni. — Trud. na Geol. zav. NR Makedonija,  
sv. 3. 129—160, Skoplje.
- H i e s s l e i t n e r, G., 1951/52: Serpentin und  
Chromerz—Geologie der Balkanhalbinsel.  
— Geol. Bundesanst., Sonderb., Wien.
- M a k s i m o v ić, B., M a k s i m o v ić, Z., 1952:  
Tektonski odnosi na Rujevcu kod sela Ba  
(zapadna Srbija) u vezi sa pojавама hidro-  
silikata nikla. — Zb. rad. ŠAN, Geol. inst.,  
knj. 3, Beograd.
- M a k s i m o v ić, Z., 1952: Prethodni rezultati  
proučavanja pojave niklovih ruda kod sela  
Ba u zapadnoj Srbiji. — Zb. rad. SAN,  
Geol. inst., knj. 4, Beograd.
- P r o t ić, M., 1956: Mineraloško geološka stu-  
dija oolitnih ruda gvožđa Srbije. — Geol.  
Anal. Balk. Pol., knj. 24, 323—400, Beograd.
- R a k ić, S., 1963: Likvidno-magmatske pojave  
Co-Ni-Cu kod Petkovića u peridotitskom  
masivu Orahovca (Kosmet — Srbija). — Gl.  
Prir. muz., A, knj. 18, Beograd.
- S i m ić, V., 1951: Pojave niklovih ruda kod nas  
i mogućnost pronalaženja industrijskih re-  
zervi. — Metalurgija, 4, Beograd.
- S m e j k a l, S., R a k ić, S., 1959: Ležište nikla  
i kobalta Petković u peridotitskom masivu  
Orahovca. — III kongr. geol. FNRJ, Budva.
- T o d o r o v ić, Ž., N o v o v ić, T., 1959: Pojave  
oolitne rude gvožđa u Trsteniku, Vrbovcu  
i Gradini u Drenici na Kosovu i Metohiji.  
— Vesn. Zav. za geol. istr. knj. 17, 161—174,  
Beograd.
- V u j a n o v ić, V., 1959: Pojave minerala nikla  
i kobalta kod Đakovice (Metohija). — Gl.  
Prir. muz., A, knj. 12, 225—232, Beograd.
- V u k o v ić, M., R a k ić, S., 1961: Pojava Ni  
i Co Gostuljina i Karačice u peridotitskom  
masivu Crnoljeva. — Gl. Prir. muz., A, knj.  
14—15, Beograd.



## Ležišta molibdена u Jugoslaviji

(sa 2 slike)

Prof. dr ing. Slobodan Janković

U Jugoslaviji je poznato više pojava molibdenske mineralizacije, ali mali broj ležišta molibdена ima značajne koncentracije metala. Većina ležišta, sem Mačkatice, izučavana su i istraživana u neznatnom obimu, tako da se ležišne prilike i osobenosti molibdenske mineralizacije poznaju samo u opštima crtama.

U sledećim izlaganjima iznećemo opšte odlike metalogenije molibdена u našim tereнима, shodno našem današnjem poznavanju ležišta ovoga metala i stepenu njihove istraženosti.

### Tipovi ležišta

Prema mineralnim asocijacijama i uslovima postanka (geološkim i fizičko-hemimskim), među molibdenskim ležištima i pojavama u Jugoslaviji se započaje relativna raznovrsnost. Osnovne koncentracije molibdена stvorene su u endogenim uslovima; samo izuzetno, obrazuju se i ekonomski interesantnije mineralne mase u egzogenim uslovima (pojave vulfenita u Mežici).

Među osnovnim genetskim tipovima ležišta molibdена mogu se izdvojiti:

### Skarnovska ležišta

Skarnovska ležišta molibdена su malobrojna. Rudna tela imaju obično oblike manjih gnezda, koja su izgrađena od kvarcno-molibdenitskih prožilaka, pri čemu se mo-

libdenit katkad javlja u vidu rasejanih impregnacija, katkad obrazuje kompaktne mase, ali neznatnih razmara.

U mineralnom sastavu molibdenskih ležišta zapaža se često pojavljivanje volframa (u vidu šelita). Pored molibdenita i šelita, zapažaju se obično manje koncentracije i pirrotina, halkopirita, magnetita. Među skarnovskim mineralima često preovlađuje volastonit, mada se mestimično zapažaju i nezнатне pojave tamnih skarnova (granat i dr.).

Među pojavama i ležištima ovoga tipa trebalo bi pomenuti Duboku i Gvozdac na Kopaoniku.

### Hidrotermalna ležišta

Hidrotermalna ležišta molibdена su ekonomski mnogo značajnija od skarnovskih ležišta. Stvarana su delom u hipotermalnim uslovima, delom u mezotermalnim fazama.

Prema mineralnim paragenezama i asocijacijama elemenata, među hidrotermalnim ležištima se mogu izdvojiti:

— čisto molibdenska ležišta, sa neznatnim udelom pratećih metala; molibden se javlja u osnovi kao molibdenit. Osnovni nerudni mineral je kvarc, tako da se može govoriti o molibdensko-kvarcnoj formaciji;

— molibdensko-bakrove asocijacije predstavljaju veoma značajne potencijalne izvore dobijanja molibdена kod nas; molibden se u osnovi javlja kao prateća komponenta impregnacionih ležišta bakra (tip Majdanpek);

— molibdensko-kalajne asocijacije su retke u našim terenima; u njima se molibdenit zapaža zajedno sa kasiteritom i stanicom (ležište Vrtlašce kod Fojnice);

— olovo-cinkova ležišta mestimično sadrže i neznačne koncentracije molibdена.

Među hidrotermalnim ležištima mogu se izdvojiti sledeći tipovi:

**Štokverkno - impregnaciona i impregnaciona ležišta.** — U štokverkno-impregnacionim i impregnacionim ležištima, obrazovanim u samim ili u blizini srednjokiselih magmatskih stena, ili u genetskoj vezi sa granitskim intruzivnim kompleksima, stvorene su koncentracije molibdена, koje katkad mogu biti i ekonomski značajne.

Rudna tela su katkad veoma velikih razmera, izgrađena od veoma promenljivih koncentracija metala (obično 0,2 do 0,05% Mo), sa postepenim prelazima u okolne stene.

U okolnim stenama su veoma raširene pojave hidroermalne alteracije, među kojima su posebno značajni: silifikovanje, manje sericitisanje, hloritisanje.

Ovome tipu ležišta pripadaju Mačkatica, kao i pojedine pojave u kontaktnoj oreoli boranjskog granodioritskog masiva (Velika reka).

Posebno značajni tip pojavljivanja molibdена predstavljaju porfirska rudišta bakra (tip Majdanpek) sa raspršenim koncentracijama molibdена (0,005—0,03% Mo).

**Žična ležišta.** — Žična ležišta molibdена se javljaju samo mestimično, genetski pretežno vezana sa granitskim magmatiskim kompleksima. Prema mineralnom sastavu, to su pretežno kvarcne molibdenitske žice u kojima se, kao prateći minerali, zapažaju raznovrsni sulfidi (u prvom redu sulfidi bakra, manje pirit i pirotin), a katkad i minerali urana.

Prema mineralnim paragenezama, među žičnim molibdenskim ležištima mogu se izdvojiti:

— Kvarcno-molibdenitska formacija sa neznačnim udelom pratećih minerala (pirita, redje pirotina).

— Molibdenitsko-kasiteritska formacija se samo mestimično javlja; pripada pretežno hipotermalnim tvorevinama, genetski vezanim sa granitskim intruzivnim kompleksima.

— Molibdenitsko-autunitska formacija se zapaža na više mesta, genetski vezana pre-

težno sa granitskim intruzivnim kompleksima. Sem molibdenita i autunita, mineralna formacija obuhvata i niz drugih minerala, koji istina ne obrazuju posebno visoke koncentracije, ali mogu biti brojni (pirit, pirotin, hematit, tetraedrit, arsenopirit, sfalerit, galenit i dr.). U ležištima toga tipa ističe se polikličnost obrazovanja rudnih formacija, tako da se zapažaju produkti visokih temperature (hipotermalno područje) i tvorevine nastale u epitermalnom području.

Pomenutom tipu rudnih formacija pripada Vrutok kod Gostivara.

— Molibdenitsko-kasiteritska formacija se učešćem galenita, javlja se retko, pri čemu su obično olovo-cinkovi minerali dominantne mineralne komponente, a molibdenit se javlja uz njih.

— Molibdenitsko-šelitska formacija se samo mestimično uočava. To su pretežno kvarcne žice sa nešto feldspata, u kojima se javljaju promenljive koncentracije molibdenita, šelita i pirita. Nastale su na najvišim nivoima hidroermalnog područja, tako da predstavljaju pneumatolitsko-hipotermalna ležišta.

Seliti iz ovih mineralnih formacija često pokazuju povišeni sadržaj molibdена (i oko 1%).

Ovim rudnim formacijama pripadaju pojave u rejonu Tande (Luke i dr.).

#### Ležišta oksidacione zone

Pojave preobražavanja primarnih molibdenskih minerala se zapažaju, u većoj ili manjoj meri, skoro u svim poznatim ležištima i pojavama toga metala. Koncentracije molibdenskog okera, međutim, nigde se ne mogu nazvati molibdenskim ležištima.

Među tvorevinama sekundarnih koncentracija molibdена posebno su značajna vulfenitska ležišta, obrazovana u okviru poznatog olovo-cinkovog ležišta Mežice u Sloveniji.

#### Metalogenetske epohe

Dosadašnja naša izučavanja metalogenije molibdена u Jugoslaviji imaju pretežno fragmentarni karakter, jer su bila ograničena samo pojedina ležišta, u prvom redu rejon Mačkatice, ili su ispitivanja molibdenita, kao osnovnog minerala ovoga metala, vrše-

na samo u okviru izučavanja pojedinih mineralnih parageneza u kojima se je ovaj javljao kao prateća komponenta.

Nizak stepen istraženosti mnogih pojava molibdenske mineralizacije sprečava da se o povezanosti stvaranja ležišta toga metala sa određenim magmato-tektonskim događajima u pojedinim metalogenetskim epohama može govoriti sa više potpunosti.

S obzirom da nam je kaledonska epoha danas nejasna u pogledu molibdenske mineralizacije, to možemo sa nešto više pouzdanosti razmatrati metalogeniju molibdena u kasnijim metalogenetskim epohama.

#### Hercinska metalogenetska epoha

U hercinskoj epohi, prema današnjem stepenu poznavanja metalogenije molibdena, mineralizacija je genetski vezana sa granitskim intruzivnim kompleksima. To su pretežno rudne žice (kvarcne i kvarcno-feldspatske žice), obrazovane u pneumatolitsko-hidrotermalnom području, dok se samo mestimično zapažaju i rasejane impregnacije molibdenita.

Prostorno, ležišta i pojave molibdena su u blizini magmata sa kojima su genetski vezani.

U ležištima nastalim u hercinskoj epohi uočava se često povezanost molibdena (molibdenita) sa bakrom (halkopirit, ređe bornit), katkad i mineralima urana; zatim kala-ja, bizmuta.

Mineralizacija molibdena hercinske epohi zapaža se u domenu gornjanskog granitskog masiva (Tanda), Vrutok u Makedoniji, kao i pojave u Bosanskim škriljastim planinama (Fojnica i dr.). Hercinskoj epohi bi se moglo pribrojiti i molibdenitske pojave u istočnoj Srbiji, u domenu janjskog granitskog masiva.

#### Staroalpska metalogenetska epoha

Metalogenija molibdena u staroalpskoj epohi je veoma malo izučena. Otuda i zaključci u pogledu metalogenije ne mogu biti posebno pouzданi.

Prema današnjem stepenu poznavanja, staroalpskoj epohi bi pripadale pojave molibdenita u međičkom rudnom polju. Iz primarno rasejanih koncentracija molibdenita došlo je kasnije do obrazovanja vulfenitskih ležišta.

#### Alpska metalogenetska epoha

Najznačajnije koncentracije molibdena u našim terenima nastale su u alpskoj epohi, genetski vezane sa srednjokiselim magmatima (granodioriti i srodne magmatske stene).

Sem pretežno skoro monomineralnih molibdenitskih ležišta, javljaju se u kontaktnim oreolama pojedinih monconitskih intruživa i ležišta halkopirita sa rasejanim koncentracijama molibdenita (širi rejon Majdanpeka u istočnoj Srbiji). U skarnovskim paragenezama (a i u hidrotermalnom području) zapažaju se katkad karakteristične asocijacije molibdenita sa šelitom, katkad i sa magnetitom, praćeni i neznatnim udelom šfalerita, pirita, tetraedrita i teluridima zlata.

Među molibdenskim ležištima alpske epohе su posebno značajna štokverkno-impregnaciona ležišta, koja mestimično sadrže i velike koncentracije metala.

#### Rudonosni rejoni

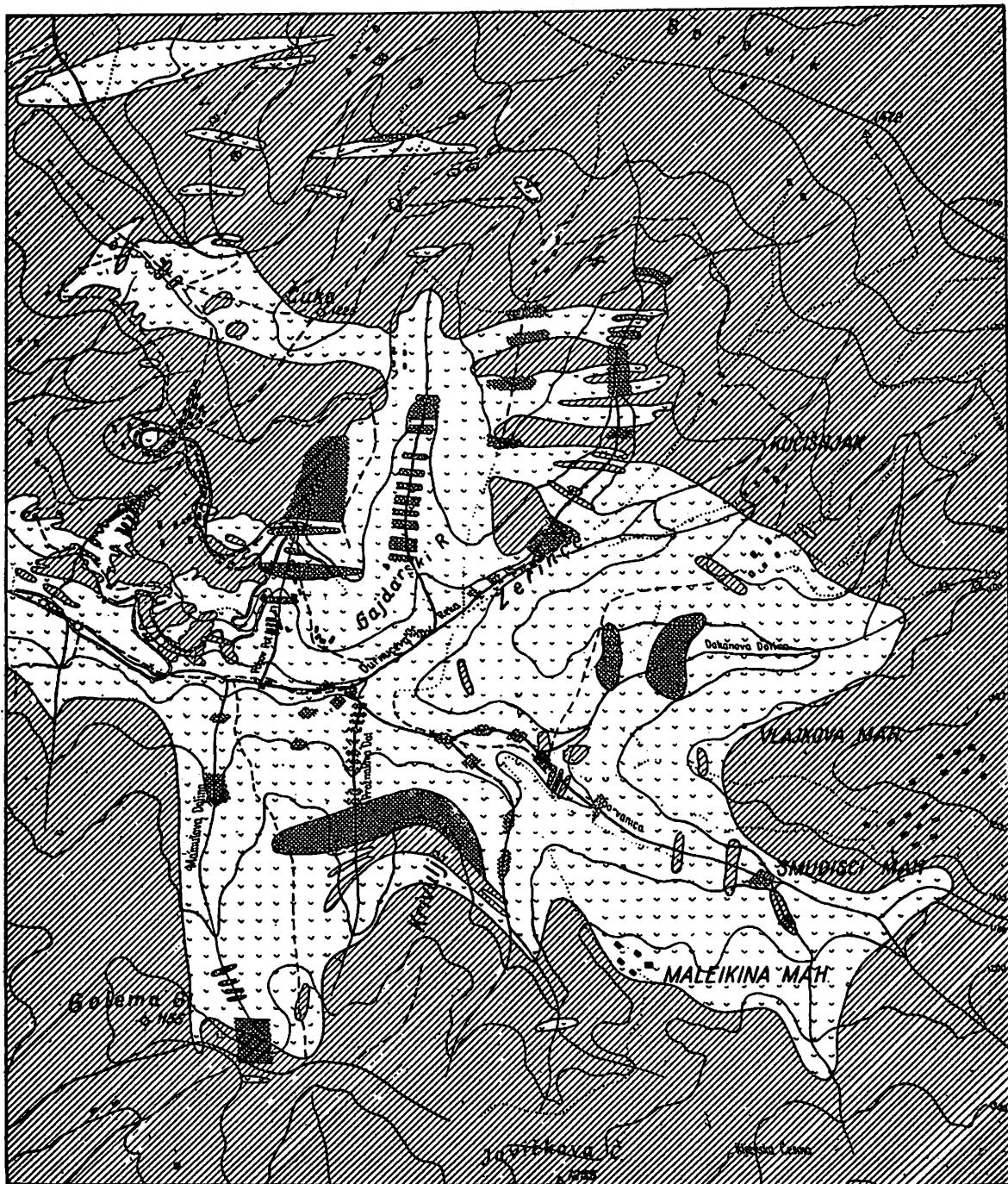
Pojave molibdenske mineralizacije zapažaju se u svima metalogenetskim provincijama koje leže potpuno ili delom na teritoriji Jugoslavije. Među molibdenosnim rejoni ma se posebno izdvajaju:

**Surdulički rejon.** — U domenu surduških granodioritskih masiva poznato je više ekonomski veoma interesantnih ležišta molibdena.

Glavna naša ležišta i mnogobrojne pojave molibdena nalaze se severoistočno od Vranja; u prostranoj planinskoj oblasti koja obuhvata Surdulički granodioritski masiv i njegov obod. Rudonosna zona počinje kod sela Broda, severno od Crne Trave, i prostire se na jug do Starog Gloga i Prvoneka. To je zona koja leži u starim rodopskim terenima, izgrađenim od mikašista, gnajseva, ređe amfibolita. Granitoidne stene i škriljci probijeni su brojnim massama dacitsko-andezitskih stena (sl. 1). Proboji su naročito česti u severnom obodu masiva, oko Mačkatice, zatim južno oko Krive Feje, Prvoneka i Starog Gloga (B. Milovanović).

Ležišta molibdena u ovoj prostranoj oblasti genetski su vezana za mlade dacitsko-andezitske stene čije se izbijanje izvršilo najmanje u dve odvojene faze.

Dacitsko-andezitske stene izmenjene su znatnim delom, katkad i veoma intenzivno, hidrotermalnim rastvorima. Pojave sericitisanja, silifikovanja i kaolinisanja su mnogobrojne i često raširene na velikom prostoru, naročito u oruđenjenim zonama. Analognе promene postoje na mnogo mesta i u škriljcima, pogotovo blizu njihovog kontakta sa dacitima. I jedne i druge stene znatno su piritisane.



Sl. 1 — Geološka karta šireg rejona Mačkaticice (B. Milova nović, M. Ilić)  
1 — kristalasti škriljci, pretežno mikrašisti; 2 — dacit; 3 — izdanci rudnih tela.

Abb. 1 — Geologische Karte der weiteren Umgebung von Mačkatica (nach B. Milovanović, M. Ilić). 1 — kristalline Schiefer, vorwiegend Glimmerschiefer; 2 — Dazit; 3 — Ausbisse der Erzkörper.

Rudna tela leže u hidrotermalno promjenjenim dacitima i u škriljcima duž kontaktne zone prema dacitima. Na horizontalnim presecima (u pojedinim horizontima rudnika Mačkatice), ona većinom imaju izduženo-ovalan ili sočivast oblik a u dubinu se stubasto pružaju (sl. 2); vertikalna su ili strmo nagnuta. Sastoje se od gusto zbijenih žica i žilica kvarca sa piritom i molibdenitom. One su paralelne ili skoro paralelne. Njih seku mlađe žice, poprečne i dijagonalne, istog sastava kao i prve, tako da, po opštoj gradnji, rudna tela pripadaju štokverknom tipu. U delovima koji leže između žica i žilica nalaze se impregnacije prita i molibdenita. Delom su orudnjeni i kvarciti interkališani u kristalastim škriljcima. U njima se molibdenit (sa kvarcom i piritom) javlja u obliku tankih žilica ili u vidu impregnacija. Ležišta žičnog tipa postoje u centralnom delu rudo-nosne zone, u granodioritima kod Donjeg Romanovca, zatim u terenima Starog Gloga i Prvoneka. Ona se uvek nalaze u blizini dacitskih dajkova.

U širem predelu Mačkatice postoji veliki broj rudnih tela. Neka su znatnih dimenzija i sadrže po više miliona tona rude. Sva su razvijena po istom tipu. Orudnjeni i hidrotermalno promjenjeni daciti (silifikovani, kaolinisani, pritisani) prelaze, idući naviše, u potpuno sericitisane dacite koji se sastoje isključivo od sericita i kvarca. Idući u dubinu, sericitisane mase prelaze u tipična rudna tela, što je konstatovano na više mesta. Interesantno je, da se u ovom predelu nalaze i sericitisani daciti prožeti žilicama hematita. Sem toga, u nekim rudnim telima mačkatičkog revira hematitske žilice seku žice sa molibdenitom. Česte su i čisto pirtske žice, katkad moćne do 2 m.

Stepen mineralisanosti u raznim delovima rudnih tela značajno varira po dubini i po pravcu pužanja. Po pravilu, najveće koncentracije molibdenita nalaze se u centralnim delovima rudnih tela; sadržaj molibdена opada idući prema periferiji. Granica rudnih tela prema okolnim stenama često je nejasna. Treba, međutim, naglasiti da je ona u nekim slučajevima sasvim oštra, tektonska. Na pojedinim mestima se stiče utisak da su stariji orudnjeni i hidrotermalno promjenjeni daciti probijeni dajkovima mlađih dacita.

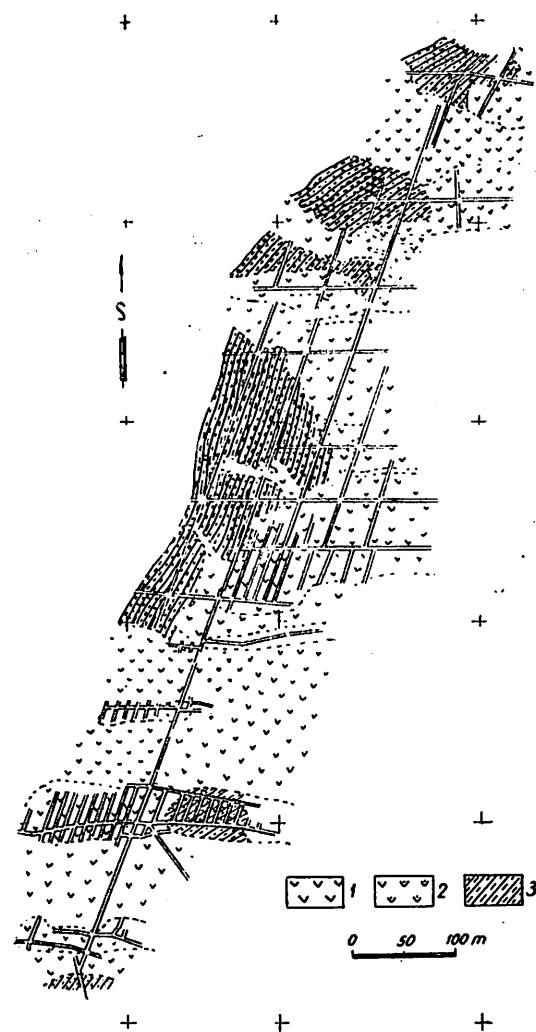
Mineralni sastav mačkatičkog ležišta je prično jednostavan. Osnovni rudni minerali su molibdenit i pirit, a prate ih manje koncentracije hematita, šelita, halkopirita, sfalerita i galenita, retko i volframita.

Sadržaj molibdена u rudi je nizak (oko 0,1%).

U širem predelu Mačkatice, na više mesta javljaju se tanke galenitsko-sfaleritske žice. One pripadaju najmlađoj fazi orudnjavanja, jer seku pirtske-molibdenitske žice. Verovatno je da je ova najmlađa faza mineralizacije dala i olovocinkova ležišta Crveni Breg-Ruplje, severno od Mačkatice, i ležišta u predelu Besne Kobile (Blagodat i dr.).

Kod donjeg Romanovca, tanke kvarcne žice sa piritom i molibdenitom leže u granodioritu u blizini dacitskih intruzivnih masa. Po sastavu

i izgledu, one se potpuno podudaraju sa žilicama koje izgrađuju štokverka rudna tela Mačkatice. Oko Starog Gloga, u duboko usećenim dolinama Tanke i Debele Rtine, zatim u Dubokom Dolu mestimično se javljaju nešto deblje kvarcne žice sa piritom i molibdenitom. Takve iste žice postoje i u Mačkatici, i naročito se ističu u površinskim delovima rudnog tela »C«, koji su otkriveni u površinskom kopu. U dolini reke Garvanice, takva jedna žica, bogata molibdenitom koji je delom pretvoren u molibdenski oker, upadljivo se ističe na terenu. Slične žice nalaze se i na mnogim drugim mestima u



Sl. 2 — Geološka karta III horizonta u Mačkatici  
(po Š. Taliću)

1 — nepromjenjeni daciti; 2 — silifikovani i orudnjeni daciti;  
3 — kristalasti škriljci, pretežno mikašisti, silifikovani i orudnjeni.

Abb. 2 — Geologische Karte des III Horizontes in Mačkatica (nach Š. Talić). 1 — unveränderte Dazite; 2 — verkeilte und vererzte Dazite; 3 — kristalline Schiefer, vorwiegend Glimmerschiefer, verkeilt und vererzt.

**Rejon Mežica.** — U olovo-cinkovom ležištu Mežice poznate su značajnije mase vulfenita, koje su u prošlosti bile i eksplotisane.

Vulfenit se javlja u vidu prevlaka po krečnjacima, katkad i prostorno povezan sa olovo-cinkovom mineralizacijom.

Može se smatrati da je vulfenit izlužen iz naknadnih rastvora, čije poreklo nije potpuno jasno (ascedentni ili descedentni rastvori; pri tome ascedentni rastvori ne moraju biti magmatogenog porekla).

## ZUSAMMENFASSUNG

### Molybdänerzgerüste in Jugoslawien

Prof. Dr. ing. S. Janković\*)

Betrachtungen über die Metallogenese des Molybdäns in den Gebieten Jugoslawiens erfassen die Lagerstättentypen, die metallogenetischen Epochen und die wichtigsten metallogenetischen Gebiete.

**Lagerstättentypen.** — In Jugoslawien können, den mineralischen Paragenesen und Entstehungsbedingungen nach, folgende Lagerstätten unterschieden werden:

a) Skarnlagerstätten können charakteristische Molybdän-Scheelitassoziationen enthalten. Die Konzentrationen der Erzmineralien bilden vorwiegend Imprägnationen, in denen stellenweise kleinere Linsen und Nester mit reichem Molybdänerz auftreten.

b) Hydrothermale Lagerstätten, die wirtschaftlich am bedeutendsten sind, werden durch mehrere Typen vertreten:

— stockförmige Imprägnations-Mo-Lagerstätten sind die wirtschaftlich wichtigsten Lagerstätten. Ihren Mineralbestand nach sind dies fast monomineralische Lagerstätten (Typ Mačkatica).

Von besonderer Bedeutung sind stockförmige Imprägnations-Cu-Lagerstätten, die bis 0,05% Molybdän enthalten; unter Berücksichtigung der Kupfervorräte können diese Lagerstätten eine wichtige Quelle für die Molybdängewinnung werden (Typ Majdanpek).

**Ganglagerstätten** sind zahlreich vertreten, jedoch wirtschaftlich von geringer Bedeutung. Sie werden durch sehr verschiedenartige Mineralparagenesen ausgezeichnet;

- Molybdän-Quarzformation ist häufig anzutreffen; neben Molybdänit sind auch unbedeutende Pyrit und Pyrrhotin Konzentrationen vorhanden;
- Molybdän-Kassiteritassoziationen gehören pneumatolytisch-hydrothermalen Übergangsbildungen an, die genetisch an granitische Magmen gebunden sind;
- Molybdän-Uranassoziationen enthalten, neben Molybdänit und Autunit auch eine Reihe anderer Minerale, besonders verbreitet sind Kupferminerale (Chalkopyrit, seltener Chalkosin), ferner Pyrrhotin, Pyrit, seltener Arsenopyrit und Sphalerit.
- Blei-Zink-Molybdän — Lagerstätten stellen im Grunde genommen Sphalerit-Galenitlagerstätten mit unbedeutendem Molybdänitanteil dar.
- Molybdänit-Scheelit-Vergesellschaftungen sind pneumatolytisch-hydrothermale Bildungen; als Gangart sind Quarz und Feldspat (Quarz- und Quarz-Feldspat- bzw. Pegmatitgänge entwickelt). Scheelite aus diesen Lagerstätten weisen einen erhöhten Molybdängehalt auf.

c) **Oxidationszone.** — Diesem Typ gehört die Wulfenitlagerstätte an, die im Bereich der Blei-Zinklagerstätte von Mežice gebildet wurde. Wulfenit tritt als Überzüge auf triassischen Kalken auf und bildet stellenweise sogar wirtschaftlich interessante Erzkörper.

\*) Dr. ing. Slobodan Janković, prof. Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu.

**Die metallogenetischen Epochen.** — Unter den metallogenetischen Epochen haben die alpische und herzynische eine besondere Bedeutung.

Die Molybdänlagerstätten der alpischen Epoche sind genetisch an mittelsauere magmatische Komplexe gebunden, dagegen stehen die Lagerstätten der herzynischen Epoche in Zusammenhang mit Granitintrusionen; die ersteren sind vorwiegend stockförmige Imprägnationslagerstätten, mit fast monomineralischen Molybdänit - Paragenesen, dagegen sind die Lagerstätten der herzynischen Epoche vorwiegend als Gänge mit einem mannigfaltigen Mineralbestand entwickelt.

#### L iter at u r a

- Cissarz, A., 1951: Die Stellung der Lagerstätten Jugoslawiens im geologischen Raum. — Geol. vesn., knj. IX, Beograd.
- Cissarz, A., 1956: Lagerstätten und Lagerstättentwicklung in Jugoslawien. — Raspr. Geol. zav. NR Srbije, vol. VI, Beograd.
- Duhovnik, J., 1954: O izvoru molibdena v svinčevem in cinkovem rudištu Mežica. — Geol. raspr. NR Srbije, vol. VI, Beograd.
- Ilić, M., 1954: Magmatske stene okoline Surđulice i njihov odnos prema molibdenskim ležištima ove oblasti. — Vesn. Zav. za geol. geofiz. istr., knj. XI, str. 128—205, Beograd.
- Janković, S., 1961: Ekonomski geologija. — Posebno izd. Zav. za geol. geofiz. istr., knj. 7, Beograd.
- Jurković, I., 1958: Kasiterit, stanit i molibdenit u rudnoj pojavi Vrtilasce istočno od Fojnice. — Geol. gl., knj. 4, 309—320, Sarajevo.
- Milovanović, B., Ilić, M., 1953: Molibdenitska rudišta surđuličkog eruptivnog masiva. — Zborn. rad. Rud.-geol. fak., 113 do 136, Beograd.
- Simić, V., 1956: Nove pojave molibdenita na Kopaoniku. — Rud. met., No. 11, 1650—1651, Beograd.



## Metalogeneza urana u Jugoslaviji

(sa 7 slike)

Prof. dr ing. Slobodan Janković

Uranska ležišta Jugoslavije, razmeštena u skoro svim metalogenetskim oblastima, pokazuju raznovrsnost mineralnih asocijacija i uslova stvaranja. Intenzivna istraživanja, kako regionalna tako i pojedinih ležišta, omogućuju da se o metalogeniji urana u terenima Jugoslavije može govoriti sa dosta pouzdanosti, više nego kod ležišta drugih metala koja se već decenijama eksploratišu. I pored obimnog prikupljenog materijala, međutim, treba istaći da postoji još uvek niz otvorenih metalogenetskih problema, naročito povezanosti pojedinih magmatogenih ležišta sa određenim magmato-tektonskim procesima.

Dosadašnje poznavanje uranovih ležišta zasniva se pretežno na istraživanjima koja je sproveo Zavod za nuklearne sirovine; neki od tih podataka su već i objavljeni (R. Pantić, M. Ristić, S. Pavlović, A. Antonović, S. Višić, D. Radusinović, S. Janković i dr.).

Razmatranja metalogenije urana u našim terenima svešćemo u osnovi na prikaz tipova ležišta, metalogenetske epohe i najznačajnija metalogenetska područja u okviru pojedinih metalogenetskih provincija.

### Tipovi ležišta

Stvaranje uranovih ležišta izvršeno je pod veoma raznovrsnim fizičko-hemijskim i geološkim uslovima. U okviru pregleda osnovnih tipova ležišta i mineralnih paragene-

za nećemo detaljnije ulaziti u genetska razmatranja vezana sa opštim uslovima koncentracije urana; mnoga od tih pitanja pomenuli smo u opštem delu. Nešto detaljnije razmotrićemo uslove stvaranja hidrotermalnih ležišta, s obzirom na razlike u našem tumačenju geneze i drugih autora.

### Pegmatitska ležišta

Pegmatitska ležišta urana se često javljaju, ali su uglavnom ekonomski neinteresantna.

Uran se u ležištima ovoga tipa nalazi u pegmatitima koji su genetski vezani sa granitima. Prostorno se obično nalaze u obodnim delovima granitskih masiva. Genetski najčešće pripadaju Fersmanovim »pegmatitima čiste linije«.

Stvaranje uranovih minerala vršeno je najčešće u kasnijim fazama, tako da postoje prelazna pegmatitsko-pneumatolitska ležišta, pored tipičnih pegmatitskih tipova. Uran se javlja u vidu uraninita ili je vezan sa pojedinim pegmatitskim mineralima.

Prema mineralnim asocijacijama, mogu se izdvojiti dva tipa pegmatitskih ležišta urana:

**U ranonosni epidoti.** — U pojedinih pegmatitima uran je u osnovi vezan sa epidotima. Epidoti se javljaju obično u vidu krupnih kristala; sadržaj urana u njima je veoma promenljiv, najčešće u granicama 0,001 do 0,32%.

**U uranonsnim pegmatitima se, sem epidota, javljaju i albit, oligoklas i mikroklin koji obično čine osnovnu masu pegmatita, praćeni kvarcom i muskovitom. Uranonsni epidoti zauzimaju samo manji deo pegmatitskih tela i obično su neravnomerno razmešteni.**

Tome tipu ležišta pripadaju pojedini pegmatiti u okolini Prilepa.

**Uransko-sulfidne mineralizacije.** — U pojedinim pegmatitima uran se javlja u paragenezi sa velikim brojem minerala, među kojima su pojedini stvarani u pegmatitskim, a pojedini u pneumatolitskim pa i hidrotermalnim uslovima. Na taj način došlo je do obrazovanja tipičnih prelaznih pegmatitsko-pneumatolitskih ležišta u kojima poslednje faze mineralizacije zahvataju i hidroermalno područje.

Koncentracije urana lokalizovane su u pegmatitima, najčešće u određenim zonama pegmatitskih tela, duž razlamanja koja su nastala posle obrazovanja pegmatitskih minerala. Otuda uranske koncentracije imaju obično oblik žica i izduženih sočiva promenljivih razmara.

Uran se u ovim ležištima javlja u vidu uraninita. Među pegmatitskim mineralima obično preovlađuju ortoklas i muskovit; stvaranje kvarca vršeno je u više faza; mestimično su poznate i promenljive koncentracije berila. Uraninit je obično tesno povezan sa kvarcno-turmalinskim žicama, nastalim u pneumatolitskoj fazi. Najmlađoj, posturanskoj fazi pripadaju sulfidi, koji su obično veoma malo zastupljeni; nešto šire rasprostranjenje ima pirit, dok se ostali javljaju krajnje retko (sfalerit, galenit, pirotin, halkopirit i dr.); stvaranje sulfida izvršeno je pretežno u hidroermalnom području. Hidroermalna tvorevinama mogu se pridružiti i mestimične pojave alteracije okolnih feldspata.

Sadržaj urana u ležištima ovoga tipa može biti i visok, ali su razmere mineralizovanih masa pretežno neznatne.

Pomenutom tipu ležišta pripadaju pojedini pegmatiti u domenu Stare planine (Golema reka i dr.) i planine Bukulje.

#### **Pneumatolitska ležišta**

Iako se uraninit u uransko-sulfidnoj mineralizaciji u pegmatitima stvara u pneumatolitskom području, mi smo ta ležišta izdvo-

jili od tipičnih pneumatolitskih ležišta. Ova poslednja su obično prelazima vezana sa hidroermalnim tvorevinama (uglavnom sa hipotermalnim); mineralna parageneza sa uranom je pretežno obrazovana na visokim temperaturama.

U pneumatolitskim ležištima, koja nisu tako retka u terenima Jugoslavije, uran se javlja u vidu uraninita. Prema mineralnim asocijacijama, mogu se izdvojiti:

**Uranotorijanska mineralizacija.** — U pojedinim uranovim ležištima zapaža se mineralna parageneza sastavljena od uranotorijanita, uraninita sa neznatnim učešćem alanita (uprskan u kalcedonu). Prostorno su vezane sa prslinama i zdrobljenim zonama.

Ležišta toga tipa su ekonomski neinteresantna. Njima pripada, između ostalih, i Aldina reka u rejonu Stare planine.

**Alanitska ležišta.** — Grupi uranotorijumove mineralizacije mogu se pridružiti mineralne parageneze u kojima alanit zauzima dominantno mesto. Kao i prethodna, tako su i ova ležišta obično nastala ispunjavanjem prsline, a genetski vezana sa kiselim magmatskim intruzijama.

Sem alanita, u ovoj paragenezi se zapažaju i pargasit, apatit, cirkon, feldspat (M. Ristić). Pojave sericita se mogu dovesti u vezu sa hidroermalnom aktivnošću.

Alanitskoj mineralizaciji pripadaju pojedine pojave u rejonu Aldine reke na Staroj planini.

**Betafitsko-uraninitske asocijacije.** — Betafitsko-uraninitska parageneza zapažena je na više mesta u Pelagonidima zapadne Makedonije; detaljnije karakteristike ležišta sa ovom mineralnom asocijacijom prikazao je M. Ristić.

Sem betaftita i uraninita, javljaju se i alananit, epidot, sfen i cirkon; u pojedinim ležištima sa ovom paragenezom poznat je i davedit. Uranonsni minerali obrazuju mlazeve i tanke žičice (do nekoliko milimetara), a javljaju se u vidu inkluzija u biotitu, ređe amfibolu. U pojedinim ležištima prate ih pirit, sfalerit, galenit, halkopirit, pirotin i magnetit.

Betafitsko-uraninitska mineralizacija pripada pneumatolitskim tvorevinama, a delom je obrazovana i u hidroermalnom području. U ležišta tog tipa mogu se ubrojiti pojave na Selečkoj planini u Makedoniji.

### Hidrotermalna ležišta

U našim terenima hidrotermalna ležišta su vrlo česta. U njima se uran javlja u vidu pehblende ili je rasejan u pratećim nerudnim mineralima; uraninit se samo izuzetno zapaža (prelazna pneumatolitsko-hidrotermalna ležišta). Pored mineralnih tvorevina nastalih u visokotemperaturnom području, poznata su i ležišta urana u kojima epitermalne tvorevine zauzimaju dominantno mesto.

Hidrotermalna ležišta su pretežno žičnog tipa, ili su žično-impregnacionog tipa (formirana u zonama razlamanja). Okolne stene obično pokazuju tragove intenzivne alteracije (u granitima: sericitisanje, kaolinisanje, silifikovanje, katkad je obilnije razvijeno hloritisanje). Rudne žice i mineralizovane zone mogu se po pružanju pratiti i više stotina metara; moćnost orudnjениh pukotina je najčešće 0,5 do 2,0 m. Koncentracije urana su uglavnom neravnomerno razmeštene u okviru mineralizovanih pukotina; rudosni stubovi su obično malih razmara, i često se u prostoru smenjuju sa sterilnim delovima struktura.

Posebno značajno mesto kod tumačenja postanka hidrotermalnih ležišta predstavlja poreklo rudosnih rastvora i urana — da li su u pitanju magmatogeni rastvori, ili je uran vezan sa hidrotermama koje genetski nisu povezane sa određenim magmatskim kompleksima odnosno uran ne mora da potiče iz magme, već je toplim termama (koje ne moraju biti juvenilnog porekla) izluživan iz okolnih stena; izvor hidrotermi odnosno poreklo urana uslovjava i pripadnost ležišta: hidrotermalna magmatogena ili hidrotermalna lateralno-sekreciona ležišta. Smatramo da u jugoslovenskim terenima ima i jednih i drugih, i da njihovo odvajanje može da ima i veoma značajne posledice kod uspostavljanja pravilnih kriterija prospexije. Jer za magmatogena ležišta, određeni magmatski kompleksi su veoma značajni kriteriji, to su jedni od osnovnih prospexijskih obeležja, dok su litološki faktori — okolne stene — od sporednog značaja; magmatizam određene epohe može da ima i svoja prateća ležišta urana. Hidrotermalna lateralno-sekreciona ležišta nastaju izluživanjem urana iz stena kojima su hidroterme proticale, pri čemu hidroterme ne moraju da odgovaraju određenom magmatskom cik-

lusu niti pojedinim fazama jednog određenog magmatskog procesa; umesto magmatogenih kriterija, za lokalizaciju ovih ležišta su presudni litološki i strukturni faktori: stene iz kojih je uran izluživan i način njenog pojavljivanja (stepen izluživosti urana), kao i struktura razlamanja duž kojih su hidroterme prodirale i iz kojih je uran izdvajan.

S obzirom na izvesne specifičnosti hidrotermalnih lateralno-sekrecionih ležišta, hteli bismo da istaknemo pojedine osobenosti koje se mogu zapaziti u našim terenima:

— mineralne parageneze: u ležištima toga tipa zapažaju se pretežno skoro monomineralne uranske parageneze; udeo pratećih minerala, u prvom redu sulfida, je krajnje mali i svodi se na tragove.

Uran se javlja u vidu pehblende ili praškaste pehblende, ali i vezan u pojedinim pratećim nerudnim mineralima (minerali iz grupe glina i dr.). Koncentracije urana su obično malih razmara, neravnomerno razmeštene u prostoru i često ne pokazuju veće rasprostranjenje prema dubini.

— Poreklo hidrotermalnih rastvora: hidroterme iz kojih je uran deponovan mogu biti kako juvenilne, tako i meteorske vode koje su kasnije bile zagrejane u dubljim delovima zemljine kore.

U juvenilne rastvore, koji su već sadržavali pojedine metale iz magme, uran je katkad dospeva u kasnije, izluživanjem iz stena kojima su prolazile hidroterme. Na taj način je mestimично došlo do neuobičajenih asocijacija elemenata odnosno metala i minerala, kao što je arsensko-antimonsko ležište sa primesama urana i nikla u Lojanu. U pojedinim olovo-cinkovim ležištima, koja su nesumnjivo magmatogenog porekla, javljaju se pojave urana koje genetski nisu vezane sa istim izvorima iz kojih potiču olovo-cink, mada u današnjem ležištu mogu biti doneti i oborenici u istom, polikličnom procesu rudnog stvaranja koji je dao olovo-cinkova ležišta.

Poreklo urana — iz magme ili izluživanjem stena kojima su proticale hidroterme — može biti značajno i za ocenjivanje perspektivnosti pojedinih ležišta i rejonu. Lateralno-sekreciona ležišta, formirana izluživanjem urana iz okolnih stena, ne sadrže, obično, značajnije mase urana s obzirom na ograničene stenske mase, koje su hidroterme zahvatale i iz njih izluživale uran.

Perspektivnost pojedinih rejona, u kojima se javljaju tvorevine kiselih ili srednjokiselih magmatskih kompleksa, u osnovi zavisi (pored struktturnih faktora) od porekla urana — da li je nastao iz magme ili su ga hidroterme izlužile kasnije iz stena kojima su proticale; u poslednjem slučaju se ne može govoriti o genetskoj povezanosti uranskih koncentracija i određenih magmatskih kompleksa, iako su u pitanju hidrotermalna ležišta toga metala. Time se može objasniti i činjenica da u terenima sa tercijarnim srednjokiselim magmatizmom danas poznamo samo sporadične pojave uranske mineralizacije, koje genetski ne moraju biti vezane sa magmom koja je dala dacitsko-andezitske odnosno granodioritske komplekse i brojna ležišta obojenih metala (Šumadijsko-rodopska metalogenetska provincija).

— Litološki faktori: za stvaranje i lokalizaciju uranskih ležišta posebno mogu biti značajni litološki faktori odnosno stene iz kojih je uran izluživan. Otuda nije slučajno da se mnoga lateralno-sekreciona ležišta nalaze u stenama ili u blizini stena sa povиšenim sadržajem urana i sredina sa lakoluživim uranom. To su u našim terenima u prvom redu graniti.

— Strukturni faktori: za lokalizaciju uranskih ležišta su posebno značajne strukture razlamanja. Razlomi različitog intenziteta bili su putevi cirkulacije i mesta obaranja urana iz hidroermalnih rastvora. Strukturalna kontrola razmeštaja rudnih tela je ista kako za magmatogeno hidrotermalnu, tako i za hidrotermalnu lateralno-sekreciona ležišta; za ova poslednja su strukturalni kriteriji utoliko značajni, što je stepen izlužnosti, pored ostalog, u tesnoj vezi sa stepenom zdrobljenosti sredine iz koje je uran izluživan.

Prema mineralnim paragenezama, među hidroermalnim ležištima urana u Jugoslaviji mogu se izdvojiti:

**Cisto uranska ležišta.** — Najčešći vid pojavljivanja uranskih koncentracija u hidroermalnom području su ležišta u kojima uran predstavlja vodeću mineralnu komponentu. U njima se uran javlja u vidu tankih skramica ili žičica pehblende, ili raspršena praškasta pehblenda u okolnim hidroermalno promenjenim stenama (obično uz sericitsko-kaolinisane ili hloritisane komponente). Među pratećim mineralima poseb-

no značajno mesto zauzima pirit, s obzirom na njegovu ulogu u procesu obaranja urana iz hidroermalnih rastvora. Pirit nije obilnije zastupljen, ali se često zapaža u ležištima ovoga tipa. Od ostalih sulfida, u čisto uranskim ležištima poznati su, istina veoma ili krajnje retko, sfalerit, galenit, halkopirit, markasit, tetraedrit, katkad i siderit, a izuzetno i bravoit. Među nerudnim mineralima je najzastupljeniji kvarc, ređe kalcedon, a zatim i hlorit, kaolin, kalcit, sasvim retko barit.

Cisto uranska ležišta, a naročito ona koja se nalaze u zdrobljenim zonama u granitu pripadaju nesumnjivo lateralno-sekrecionim ležištima. Tom tipu ležišta se mogu pridružiti, pre svega, ležišta urana u granitima Bulkulje (Paun Stena i dr.), kao i pojedina ležišta u granitima Stare planine (Mezdreja i Gabrovica); lateralno-sekrecionim ležištima pripada, najverovatnije, i ležište Zletovske reke u Makedoniji.

**Uransko - olovo - cinkove mineralne parageneze.** — U pojedinim našim olovo-cinkovim ležištima javljaju se i manje koncentracije urana. Uranska mineralizacija je obično mlađa od rudonosne faze u kojoj su obrazovani olovo-cinkovi minerali.

Poreklo urana u ovim ležištima nije najjasnije. Smatramo da uran ne vodi poreklo iz iste magme koja je dala olovo-cinkova ležišta, već da je hidroermalnim rastvorima usput izložen i deponovan u okviru olovo-cinkovih ležišta.

Ovoj grupi ležišta mogu se pridružiti pojave u Zletovu.

**Uransko - molibdenska parageneza.** — U pojedinim ležištima Jugoslavije poznate su i uransko-molibdenske hidroermalne parageneze. Nastala su pretežno u najvišim temperaturnim nivoima hidroermalnog područja i odlikuju se obično raznovrsnim mineralnim sastavom.

Prema obliku i načinu formiranja, ležišta uransko-molibdenske formacije su uglavnom žična; samo mestimično se zapažaju impregnacije duž zona razlamanja.

Mineralna parageneza obuhvata, sem uranskih minerala (autunit, uranonosni opal) i molibdenita, i magnetit, pirit, šelit, halkozin, halkopirit, hematit, pirotin, tetraedrit, galenit, arsenopirit; M. Ristić pominje, u ležištu Vrutok, još i torit i niobo-tanta-

late. Posebno je interesantna pojava antimonita u ležištu Vrutok, koji je, najverovatnije, nastao u najmlađoj fazi procesa rudnog stvaranja, pri čemu je ta faza intermineralizacionim kretanjima bila odvojena od glavnog stadijuma rudnog obrazovanja.

Ovom tipu ležišta pripada pomenuto ležište Vrutok kod Gostivara, kao i pojedine pojave mineralizacije u širem rejonu Janje u istočnoj Srbiji.

**Uransko - bakrove mineralne parageneze.** — Uransko-bakrove mineralne parageneze su veoma bliske prethodnoj grupi i s njom obrazuju prelaze, pri čemu značajnije mesto zauzimaju bakrovi minerali umesto molibdenita; uran se javlja u vidu uraninita.

Sem halkopirita, koji je osnovni rudni mineral, javljaju se i neznatne prime se pirita, magnetita, molibdenita, halkozina i kovelina.

Ležišta ovoga tipa su poznata, uglavnom, samo kao žična. U terenima Jugoslavije su retka. Njima pripada pojava Trepetljak na Staroj planini; pojavu je opisao M. Ristić.

**U-Ni-Sb-As mineralizacija.** — Udruživanje urana, nikla, antimona i arsena u tipičnim magmatogenim ležištima je krajnje retko. U jednom od takvih ležišta — Lojane — došlo je u uslovima niske temperature — epitermalno područje — do stvaranja neobične mineralne parageneze (videti ležišta antimona Jugoslavije).

Uran se javlja, najverovatnije, u vidu raspršene pehblende po okolnim, hidrotermalno promjenjenim serpentinitima. Nikl je u vidu bravoita, antimon kao antimonit, a arsen kao realgar i auripigment. Uran je veoma neravnomerno raspodeljen u okviru mineralizovanog prostora.

Lojansko ležište, sa stanovišta urana, pripada grupi lateralno-sekrecionih. Hidrotermalni rastvori, genetski vezani sa tercijarnim srednjokiselim magmatskim kompleksima, nisu sobom doneli iz magme uran, kao što je to bilo sa antimonom i arsenom, već su uran izlužili iz okolnih granitskih kompleksa (isto kao i nikl iz serpentinitiskih kompleksa kojim su prolazili), i deponovali ga u okviru arsensko-antimonskog ležišta. Obaranje i razmeštaj urana su u tesnoj vezi sa distribucijom piritisanih delova u rudiku.

**U-Ni-Co mineralizacija.** — Uranosna Ni-Co mineralizacija je, prema današnjem stepenu istraženosti naših terena, veoma retka. Jednu od takvih pojava opisao je D. Radusinović.

Među rudnim mineralima javljaju se li- neit, milerit, gersdorfit, pirit; s obzirom da je pojava ove mineralne parageneze otkrivena u oksidacionoj zoni, nije ni neobično da pehblenda nije šire rasprostranjena. Od ostalih minerala zapažaju se, samo kao neznatne koncentracije, sfalerit, galenit, tetradrit, magnetit i hematit.

Ovome tipu ležišta pripadaju pojave uranske mineralizacije u Velikom majdanu.

#### Infiltraciona ležišta

Infiltraciona ležišta su česta u terenima Jugoslavije. U njima se nalaze i značajnije rezerve urana. Za razliku od ostalih, u infiltracionim ležištima uran obično obrazuje bogate koncentracije ali malih razmara i nepravilno razmeštene u prostoru.

Poreklo urana u infiltracionim ležištima nije uvek najjasnije. U pojedinim ležištima uran je iz okolnih granita iz kojih su ga izlužile površinske i podzemne vode, dok se u drugim pretpostavlja da je nastao izluživanjem iz piroklastičnog materijala kiselih i srednjokiselih magmi; kod nas postoje i takva ležišta kod kojih nije moguće pouzdano zaključivati o poreklu urana koncentrisanog u njima. Naročito se malo zna o izvorima urana koji su dali materijal za obrazovanje ležišta ovoga metala u ugljevima.

Prema mineralnim paragenezama i uslovima stvaranja među infiltracionim ležištima se mogu izdvojiti:

**Peščarski tip.** — U našim terenima javljaju se prilično često koncentracije urana u peščarima ili seriji koja se sastoji od peščara i glinovitih sedimenata. To su tipična infiltraciona ležišta, nastala naknadnim unošenjem urana površinskim i podzemnim vodama, i njegovim obaranjem na prelazu iz oksidacione u redukcionu sredinu. Rudna tela leže obično u jednoj zoni, sa određenim stratigraskim položajem, ali se kod rudnih tela ne zapaža kontinuitet po pružanju; čak i na veoma kratkim rastojanjima dolazi do iskljinjavanja rudnih tela, da bi se, po pružanju slojeva, pojavila nešto dalje, obično ne u istom nivou. Povišene koncentracije urana imaju oblik sočiva, kod kojih su dve dimen-

zije znatno veće od treće, a lokalizovana su poglavito u delovima sa organskim materijama ili finopelitičnim proslojcima. U pojedinih ležištima ovoga tipa zapaža se tesna povezanost piritskih impregnacija i povиšenih koncentracija urana (o uticaju pirita na obaranje urana iz rastvora govorili smo u odeljku o geohemiji urana).

Mineralni sastav rude u ležištima ovoga tipa je veoma raznovrstan. Sem primarnih minerala, često šire učešće pokazuju i sekundarni minerali urana. U ležištima peščarskog tipa zapažaju se obično praškasta peh-blenda i urano-organski kompleks, a zatim autunit, torbernit, ređe dumontit. Od pratećih minerala nešto šire, mada uglavnom neznatno, rasprostranjenje pokazuju pirit, i markasit, dok se ostali sulfidi javljaju veoma retko (sfalerit, galenit, halkopirit, arsenopirit i dr.).

Među ležištima ovoga tipa mogu se izdvojiti ležišta u peščarima i ležišta nastala u glinovito-peskovitim sedimentima; prvim pripadaju ležišta u permskim peščarima (Žirovski Vrh u Sloveniji, Dojkince na Staroj planini i dr.), a drugim — ležišta u rejonu Bukulje i Iverka na Ceru.

**Uranonosni ugljovi.** — U pojedinih ležištima uglja u Jugoslaviji poznate su povišene koncentracije urana. Pored lignitskih ležišta, kao nosioci urana javljaju se, istina retko, i ležišta kamenog uglja.

Kao i u drugim uranonosnim ležištima uglja, tako i u našim ležištima uran obrazuje rudna tela nepravilnog oblika (gnezda, sočiva), koja su lokalizovana u pojedinih delovima ležišta uglja.

Uran se u ležištima ovoga tipa javlja uglavnom u vidu urano-organskih kompleksa, a prate ga, vrlo retko, neznatne impregnacije pirita i markasita, a krajnje retko se zapaža i halkopirit.

Među interesantnijim ležištima ovoga tipa treba pomenuti lignitska ležišta u Potravlju kod Sinja, Kočevju i Kanižarici u Sloveniji, kao i ležište kamenog uglja u Raši.

#### Sedimentna ležišta

Tipična sedimentna ležišta nemaju posebno široko rasprostranjenje u našim terenima. Uranske koncentracije u ležištima ovoga tipa pokazuju izrazitu stratigrafsku kontrolu prostornog razmeštaja. Sadržaj urana je veoma promenljiv, obično nizak.

Među sedimentnim ležištima urana, prema današnjem stepenu istraženosti naših terena, možemo izdvajati dva tipa:

**Uranonosni grafitični škriljići.** — U pojedinih grafitičnim škriljcima došlo je do singenetskog obaranja urana. Koncentracije urana su u tesnoj vezi sa organskom materijom i obrazuju obično jačko izdužena sočiva.

Uran se uglavnom javlja u vidu urano-organskih kompleksa, a prate ga, pored grafit-a, i promenljive, uglavnom neznatne, impregnacije pirita i markasita.

U ležišta ovoga tipa mogu se uvrstiti po-jave u Inovskoj reci na Staroj planini i Idriji u Sloveniji.

**Uranonosni fosforiti.** — Ležišta ovoga tipa su, na osnovu današnjeg stepena istraženosti, veoma retka u Jugoslaviji. U njima se uran javlja u tesnoj vezi sa samim fosforitima. S obzirom na mali ekonomski značaj, ležišta ovoga tipa nisu bliže izučava na u pogledu urana.

Uranonosnim fosforitima pripada ležište kod Bosiljgrada.

#### Metalogenetske epohe

I pored obimnih izučavanja jugoslovenskih ležišta i rudonosnih rejona, treba istaći da još uvek postoji niz otvorenih pitanja u vezi sa pripadnošću pojedinih ležišta određenim metalogenetskim epohama. Starost pojedinih matičnih intruziva određivana je do sada na osnovu opštih geološko-tektonskih odnosa u jednom rejonu, bez šire primene metoda određivanja apsolutne starosti masiva i uranonosne mineralizacije. Pa i u slučajevima gde su vršena određivanja apsolutne starosti, s obzirom na tačnost primenjivanog postupka, ne može se pouzdano govoriti o metalogenetskoj povezanosti određenih mineralizacija i magmato-tektonskih pokreta.

S druge strane, stvaranje pojedinih lateralno-sekrecionih ležišta urana ne mora da bude u genetskoj vezi, bar što se tiče izvora urana, sa određenim magnatskim ciklusom (magnatska kontrola stvaranja i razmeštaja uranskih ležišta). Otuda pripadnost nekih hidrotermalnih ležišta urana određenim metalogenetskim epohama, zasnovanim na magmatogenim kriterijumima urana, ne može biti pouzdano utvrđena. Jasnija slika u po-

gledu povezanosti uranskih hidrotermalnih ležišta sa određenim metalogenetskim epohama može se dobiti tek na osnovu merenja apsolutne starosti ležišta (ali ne i granitskih masiva!) odnosno pehblende. Otuda naši stavovi, koji su izneti u ovome radu po pitanju pripadnosti pojedinih ležišta određenim metalogenetskim epohama, mogu kasnije, na osnovu potpunijih podataka, da dožive izvrsne dopune ili izmene.

#### Kaledonska epoha

Na osnovu današnjeg poznavanja uranske metalogenije u terenima Jugoslavije ne može se ništa bliže i pouzdano reći o stvaranju ležišta ovoga metala u predevonskim formacijama.

#### Hercinska epoha

Stvaranje uranovih ležišta u hercinskoj epohi može se dovesti u vezu sa granitskim intruzijama (variscijski graniti), kada su obrazovana pretežno žična ležišta, i, verovatno, piroklascitima kvarcoporfira koji su dali materijal za obrazovanje uranskih ležišta u permnim peščarima.

Među uranovim ležištima, koja su obrazovana u hercinskoj epohi, mogu se izdvojiti pegmatitska i pneumatolitska ležišta, naročito česta u terenima zapadne Makedonije; metalogenetska pripadnost uranovih hidrotermalnih ležišta u zapadnoj Makedoniji može se, za sada, prihvati samo sa rezervom. Neizvesnost postoji i za uranska hidrotermalna ležišta koja se javljaju u hercinskim granitima; ukoliko se radi o lateralno-sekrecionim ležištima, ona mogu biti i znatno mlađa od granita u kojima ili u blizini kojih leže.

#### Staroalpska epoha

Još uvek nije sasvim izvesno da li staroalpska epoha ima svoja ležišta urana. Prema podacima apsolutnog određivanja starosti pojedinih uranovih mineralizacija u rejonu Stare planine, proizlazi da je stvaranje pojedinih ležišta urana izvršeno u vreme gornjeg trijasa (G. Deleon).

#### Alpska epoha

U alpskoj epohi su obrazovana mnoga ležišta urana Jugoslavije. Koncentracije urana u hidrotermalnim ležištima ne moraju

genetski biti vezane sa alpskim granodioritskim kompleksima, koji se, prema današnjem stepenu istraženosti, mogu smatrati siromašni uranom. Mnoga hidrotermalna ležišta urana, obrazovana u alpskoj epohi, pripadaju lateralno-sekrecionim i poglavito su žičnog tipa.

Tercijarnim i savremenim tvorevinama pripadaju mnoge pojave uranske mineralizacije i orudnjenja infiltracionog tipa, nastale ispiranjem urana iz ogoljenih granitskih masiva ili piroklascita granodioritske magme, i naknadnim obaranjem (u bazonima ili putotinama).

#### Metalogenetska područja

Uranova ležišta se nalaze u svim metalogenetskim provincijama, razmeštena u više metalogenetskih oblasti i rejona. Magmatična ležišta su pretežno vezana sa oblastima u kojima kisele magmatske stene, u prvom redu graniti, imaju šire rasprostranjenje, dok su egzogena ležišta rasprostranjena u skoro svim delovima Jugoslavije; infiltraciona ležišta su često obrazovana u određenim geološkim formacijama i mogu se prati na značajnim prostranstvima (na primer permski peščari). Svi granitski masivi kod nas nemaju isti značaj u pogledu mogućnosti obrazovanja uranovih ležišta, već se i među njima mogu izdvojiti, prema stepenu perspektivnosti, interesantniji od manje interesantnih masiva. U tom pogledu je posebno značajan rad S. Pavlovića koji je nedavno objavljen.

Na sl. 1 prikazan je položaj pojedinih pojava i ležišta urana u Jugoslaviji; izdvajanje pojedinih hidrotermalnih ležišta nije vršeno posebno za lateralno-sekreciona ležišta, a posebno ležišta koja bi nesumnjivo pripadala magmatogenim hidrotermalnim ležištima, s obzirom da to nije jasno istaknuto u mnogim ležištima.

Prema povezanosti uranovih ležišta i određenih metalogenetskih oblasti odnosno metalogenetskih provincija, možemo u terenima Jugoslavije da izdvojimo sledeće metalogenetske jedinice:

#### Istočnosrpska metalogenetska oblast

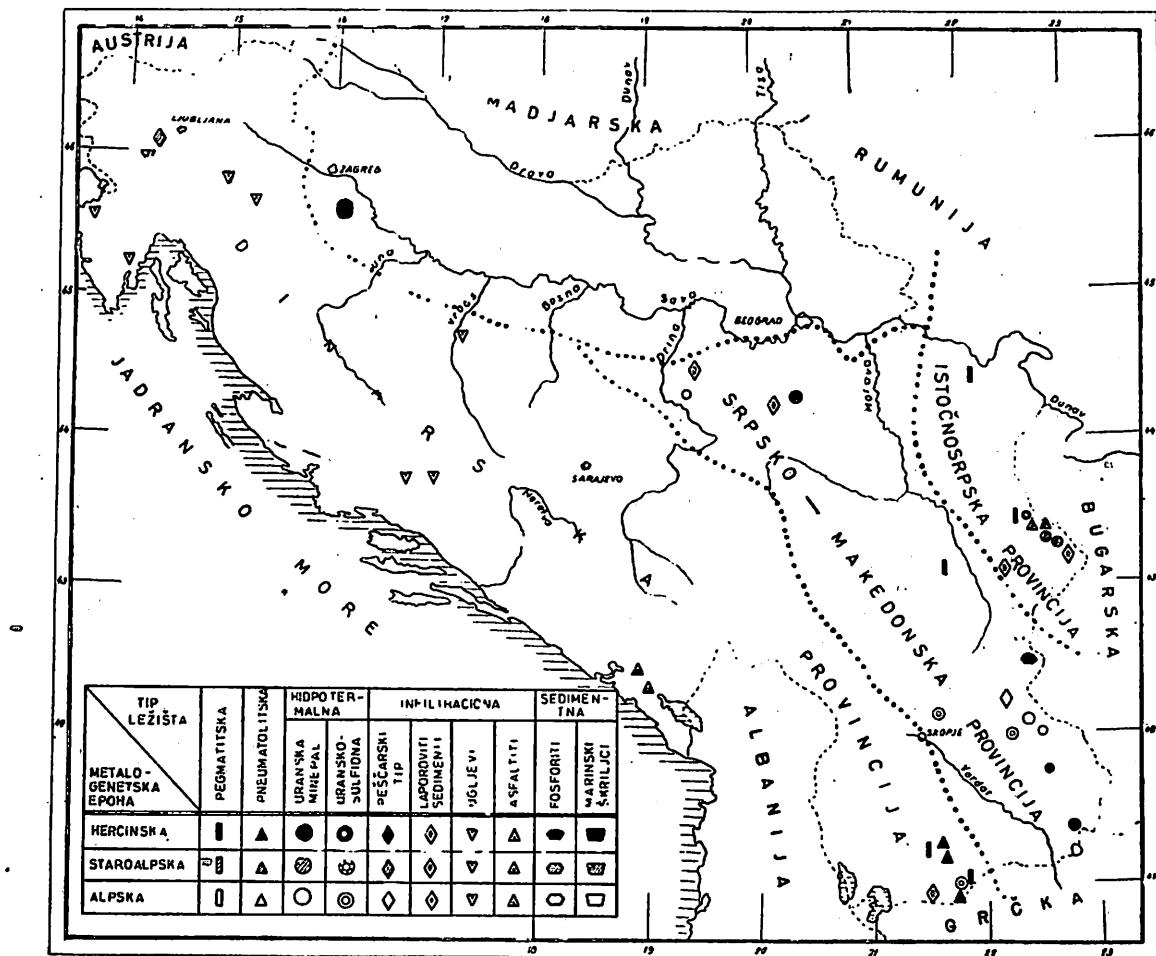
Istočnosrpska metalogenetska oblast, kao sastavni deo Karpato-balkanske provincije sadrži više uranovih ležišta, među kojima su pojedina i ekonomski interesantna.

Ležišta i pojave urana u ovom delu Jugoslavije nastali su u vezi sa različitim geološkim procesima, pri čemu je došlo do stvaranja i različitih mineralnih parageneza.

Metalogenija urana, iako detaljnije izučavana, još uvek ima otvorenih problema. Među osnovnim pitanjima metalogeneze u terenima istočnosrpske oblasti javlja se vremenski i genetski odnos između granita, koji su, najverovatnije, hercinske starosti, i leži-

iz hidrotermi koje nisu genetski vezane sa magmato-tektonskim procesima koji su doveli do intruzije i smeštaja granita.

Sem ležišta, koja su vezana; prostorno ili i genetski, sa hercinskim granitima, u istočnosrpskoj metalogenetskoj oblasti obrazovane su neznatne koncentracije urana u permskim crvenim peščarima (zona Krepoljin — Mečkina rupa — Bancarevo kod Niša); mestimično se uran zapaža i u nepo-



Sl. 1 — Tipovi ležišta urana u Jugoslaviji.  
Abb. 1 — Typen der Uranlagerstätten in Jugoslawien.

šta urana. Pored hercinskih ležišta i pojava mineralizacije urana, genetski vezanih sa granitima (pegmatitska i pneumatolitska ležišta), postoji niz ležišta čija je nesumnjiva veza sa granitima samo prostorna. Mnoga ležišta su nastala znatno posle granita (lateinalno-sekrecioni tip hidrotermalnih ležišta),

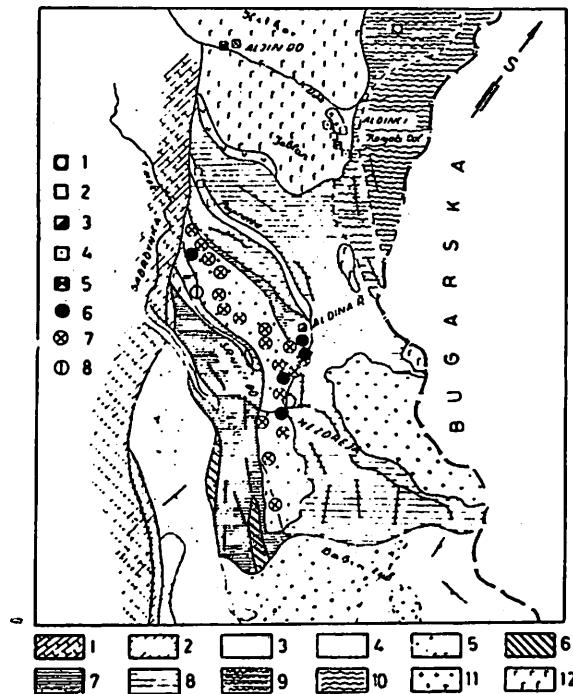
srednoj blizini poznatih bakronosnih orudjenja, ali ta povezanost je samo prostorna, ali ne i genetska (jedino ukoliko rudonosni rastvori koji su dali bakronosnu mineralizaciju nisu usput rastvarali uran u peščarima i ponovo ga deponovali, pod povoljnim geohemijskim uslovima, u pojedinim delo-

vima crvenih peščara). Poreklo urana još uvek se može smatrati nejasnim.

U alpskoj epohi stvaraju se manja ležišta infiltracionog tipa, prostorno vezana sa sedimentima.

Među posebno značajnim uranonosnim oblastima u istočnosrpskoj provinciji javlja se Stara planina.

*Stara planina.* — U oblasti Stare planine otkrivena su tokom poslednjih godina mnoga ležišta urana; prvi jugoslovenski rudnik



Tipovi ležišta: 1 — pegmatitska ležišta sa uranom; 2 — alanitska asocijacija; 3 — uranotorijanitska ležišta; 4 — molibdensko-uranska ležišta; 5 — asocijације sa gožđem; 6 — uranska ležišta; 7 — uranske hidrotermalne žice; 8 — zlatonošna ležišta.

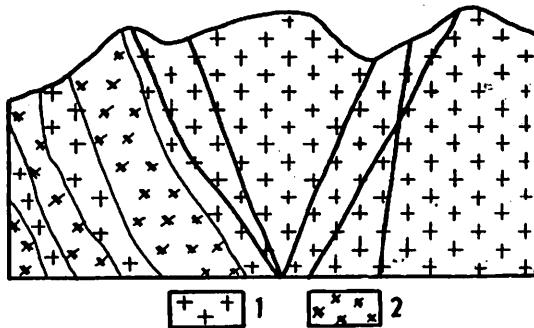
Abb. 2 — Geologische Karte und Typen der Uranlagerstätten im Gebiet des Stara Planina-Gebirges (nach M. Ristić, A. Antonović, B. Sikošek u.a.). 1 — Barreme-Kalke; 2 — Lias-Dogger, Sandsteine u. Konglomerate; 3 — Sandsteine gekreuzter Schichtung; 4 — eisenhaltige Sandsteine; 5 — Basalkonglomerat; 6 — Sandsteine u. Schiefer des oberen Karbon; 7 — Ino-Serie (Phyllite u. Sandsteine); 8 — Diabas-Phyllitserie von Crni Vrh (Phyllite, Gneise, Amphibolite); 9 — Amphibolgneise; 10 — Muskowitgneise; 11 — Granite (herzynisch); 12 — Gabbro, Gabroamfibolit (Paläozoikum).

Lagerstättentypen: 1 — pegmatitische Lagerstätten mit Uran; 2 — Alanit-Assoziationen; 3 — Uranotorijanit-Lagerstätten; 4 — Molybdän-Uranlagerstätten; 5 — Assoziationen mit Eisen; 6 — Uranlagerstätten; 7 — hydrothermale Urangänge; 8 — goldführende Lagerstätten.

ovoga metala otvoren je u ovoj oblasti (rejon Kalne). U toku proteklih desetak godina, koliko se intenzivnije vrše istraživanja, prikupljen je obiman materijal o geološkoj građi i metageniji te oblasti; jedan deo dosad izvršenih ispitivanja objavljen je u radovima M. Ristića i R. Pantića.

Rudonosno područje Stare planine predstavljeno je jednim prostranim antiklinorijumom, stvorenom u toku hercinske orogeneze, a izgrađenom od raznovrsnih geoloških formacija u kojima dominantno mesto zauzimaju paleozajske tvorevine (kristalasti škriljci, gabro, lam-porfiri, graniti i kvarcporfiri); mezozojski sedimenti razvijeni su pretežno u peščarskim, laporovitim i krečnjačkim facijama. Posebno interesante pojave u strukturalnoj građi ovoga područja predstavljaju regionalni razломi po obodnim delovima granitskog masiva; ova strukturalna uobičajavanja vezana su poglavito sa staroalpskim i alpskim tektonskim pokretima.

U području Stare planine postoje raznovrsne mineralne asocijacije urana i drugih, pratećih metala. Ekonomski najinteresantnije pojave uranske mineralizacije vezane su sa janjskim granitskim masivom (sl. 2). Orudnjenje je lokalizovano duž zona razlamanja opštег pravca pružanja SSZ—JJI.



Sl. 3 — Uranske žice u granitu Mezdreje  
 1 — granit; 2 — gabro.

Abb. 3 — Urangänge im Granit von Mezdreja. 1 — Granit; 2 — Gabbro.

Prema mineralnim paragenezama i uslovima postanka u području Stare planine se mogu izdvojiti uglavnom pneumatolitska i hidrotermalna ležišta žičnog tipa; sem njih, postoje i manje pojave infiltracionih ležišta urana obražovanih u različitim litološkim sredinama (peščari, ugljonošne serije i glinoviti sedimenti); tipična sedimentna ležišta su neznatnog rasprostranjenja (crni marinski škriljci).

Među interesantnijim rudonosnim rejonima u području Stare planine mogu se izdvojiti orudnjenja u Mezdreji, Gabrovnicu i Aldinoj reci.

*Mezdreja — Gabrovnica.* — U zoni Mezdreja-Gabrovnica, dugoj oko 15 km, poznata su u hercinskim granitima značajnija ležišta urana. To su tipična hidrotermalna ležišta, lo-

kalizovana duž zona razlamanja, u kojima se javljaju zdrobljene i milonitizirane mase kojima su kasnije cirkulisali uranonosni rastvori. Mineralizovane pukotine pružaju se, sa prekida, i više kilometara. Koncentracije urana lokalizovane su u glavnim i pratećim pukotinama, sa mestimičnim pojавама rasejanih impregnacija duž žičnih rudnih tela.

Pored mehaničkih poremećaja, graniti su u uranom mineralisanim partijama doživeli i značajne hidrotermalne promene; pojave sericitisanja, hloritanja i glinovite alteracije (kaolinsko-montmorilonitskog tipa) imaju često široko rasprostranjenje, koje je, svojim obimom, znatno veće od mineralisanih pukotina; hematitisanje je vezano pretežno sa dubljim delovima rudišta.

Mineralizovane pukotine su katkad međusobno paralelne, katkad se sa dubinom spajaju u jedinstvene pukotine (sl. 3). Koncentracije urana su obično neravnomerno razmeštene, tako da koeficijent rudnosnosti obično ne prelazi veličinu od 0,5. Moćnost rudnih žica, po M. Ristiću, je veoma promenljiva — od nekoliko santimetara do preko 6,0 m.

Mineralni sastav rudnih žica je ujednačen i predstavljen malim brojem minerala. Uran je uglavnom u vidu pehblende, koja se javlja u vidu veoma tankih žilica i gnezda, ili obrazuje tanke skrame po prslinama u hidrotermalno alterisanom granitu; značajan deo pehblende se javlja kao praškasta impregnacija u sericitasnim feldspatima ili kalcedonu. U višim nivoima pojedinih rudnih žica prema M. Ristiću, uran se uglavnom javlja adsorbovan sericitasnim feldspatima, sericitsko-kaolinskog masom ili raspadnutim biotitom. Među pratećim mineralima nešto se češće javlja pirit, dok su ostali krajnje retki (galenit, halkopirit, pirotin, arsenopirit). Nerudni minerali su brojni: karbonati, kvarc, kalcedon, barit, stroncijanit, biotit i dr.; šire rasprostranjenje imaju obično karbonati i kvarc.

*Aldina reka.* — U rejonu Aldine reke je poznato više pojave uranske mineralizacije. Za razliku od rejona Mezdreja-Gabrovica, uranska mineralizacija Aldine reke stvarana je na višim nivoima hidroermalnog područja, kao i u pneumatolitskom području, a odlikuje se i posebnim mineralnim paragenezama:

— uransko-torijanitska mineralizacija se javlja na kontaktu serpentinita i granita. Sem uraninita i uranotorijanita, javlja se i alananit; uraninit je delom raspršen po kalcedonu;

— alanitska mineralizacija se samo mestimično zapaža. Sem alanita, poznati su i pargasit, apatit, cirkon, sericit. Ova mineralna parageneza pripada tipičnim prelaznim pneumatolitsko-hidroermalnim tvorevinama.

Pored prikazanih, u području Stare planine postoje i drugi rejoni sa uranskim mineralizacijom, kako žično-hidroermalnog tipa, tako i infiltracionog tipa.

#### Srpsko-makedonska provincija

U Srpsko-makedonskoj metalogenetskoj provinciji postoji veći broj interesantnih le-

žišta urana, nastalih u raznovrsnim geološkim i geochemijskim procesima. Prema uslovima obrazovanja to su pretežno žična pneumatolitsko-hidroermalna ležišta, a često se zapažaju i infiltraciona ležišta u peščarima i laporcima.

Hidroermalna ležišta su pretežno lateralno-sekrecionog postanka. U većini ležišta tog tipa se ističe strukturalna kontrola razmeštaja uranskih koncentracija (razlomne zone); rudnosne strukture su često u granitnim kompleksima ili u blizini pojedinih granitskih kompleksa. Uranske koncentracije magmatogenog porekla, genetski vezane sa tercijarnim granodioritskim magmatizmom, ne mogu se danas smatrati pouzdano utvrđenim. Uran u pojednim magmatogenim ležištima alpske epohe (Zletovo, Lopjane i dr.) može da vodi poreklo iz okolnih stena (graniti, piroklasciti i dr.) ili iz ranije formiranih ležišta iz kojih su ga hidroermalni rastvori izlužili i kasnije deponovali zajedno sa magmatogenim metalima.

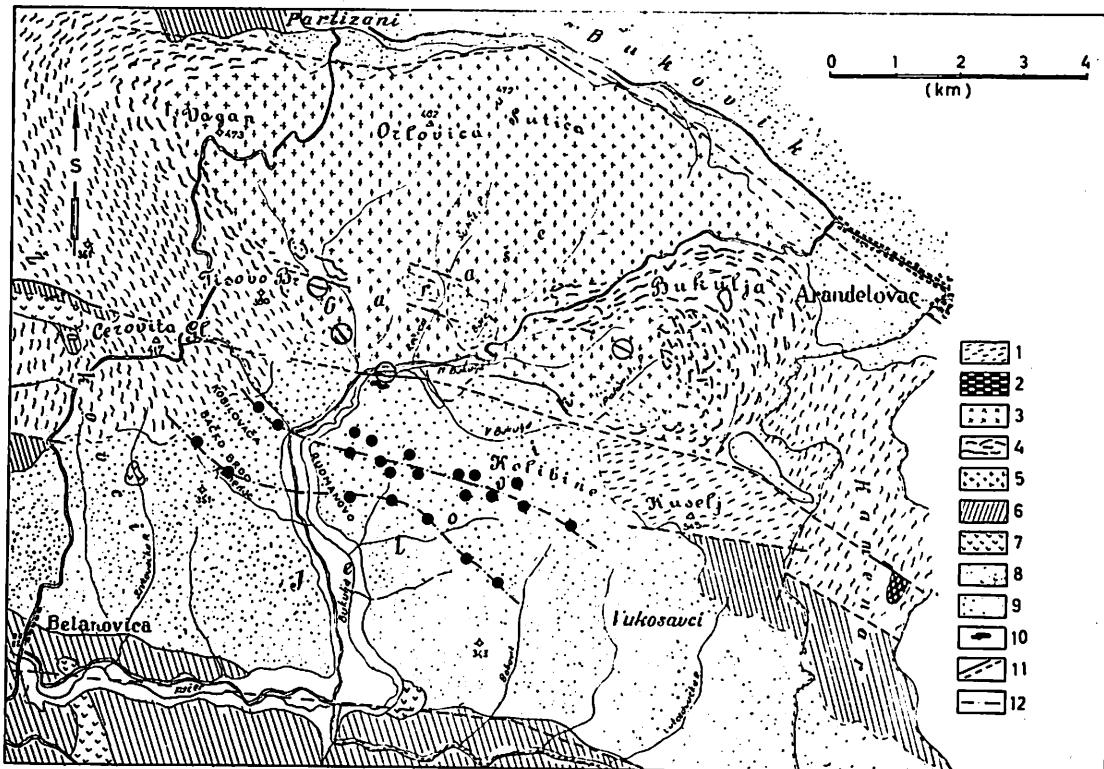
Među značajnijim uranonosnim područjima Srpsko-makedonske provincije izdvojili bismo područje Bukulje i istočne Makedonije.

*Bukulja.* — U oblasti bukuljskog granitskog masiva, a naročito duž južnog i zapadnog oboda, otkriveno je tokom poslednjih godina više ležišta urana, među kojima su pojedina i ekonomski interesantna. Geološki odnosi i uranska mineralizacija su detaljnije prikazani u radovima S. Višića, S. Pejatovića i drugih.

Među ležištima urana u oblasti Bukulje mogu se izdvojiti pneumatolitsko-hidroermalna i hidroermalna; pojave uraninita u pegmatitima Bukulje su od manjeg interesa. U tercijarnim bazenima, koji leže oko granitskog masiva otvorena su značajnija infiltraciona ležišta (sl. 4).

Među hidroermalnim ležištima posebno se ističe Paun Stena. Orudnjenje je vezano sa zonom razlamanja u granitu i po pružanju je praćeno više od 1 km (sl. 5). Izgrađena je od mehanički i hemijski promenjenih delova granita; sem kataklaziranih i milonitiziranih delova granita, značajnije učešće imaju i produkti hidroermalne alteracije (piritisiranje, kaolinisanje, sericitisanje i hloritanje; silifikovanje je manjih razmara). Rasedne gline zauzimaju veliki deo mineralizovanog prostora.

Uran se javlja u vidu raspršenih koncentracija u okviru pomenute zone razlamanja; pretežno je adsorbovan u glinovitim komponentama hidroermalno alterisanih granita, a delom se javlja i u kataklaziranim granitima; u pojedinim delovima ležišta ističe se i tešnja prostorna povezanost urana sa piritskim impregnacijama. Među mineralima urana zapaženi su autunit, dok se pretpostavlja da su pojave



Sl. 4 — Geološka karta Bukulje sa pojavama uranske mineralizacije (prema S. Višiću, S. Pejatoviću, P. Marinkoviću i drugima)

1 — filiti i mikašisti (paleozoik); 2 — mermer; 3 — paragnajevi; 4 — aplitoidne žice i sočiva; 5 — graniti; 6 — kredni laporci, peščari i krečnjaci; 7 — tercijarni dacito-andeziti; 8 — miocenske gline i peščari; 9 — miocenski konglomerati i peščari; 10 — opalska masa; 11 — rasedi; 12 — uranonosni nivoi u sedimentima. Povjave urana obeležene su krugovima (punim u sedimentima, praznim-pojave u granitima).

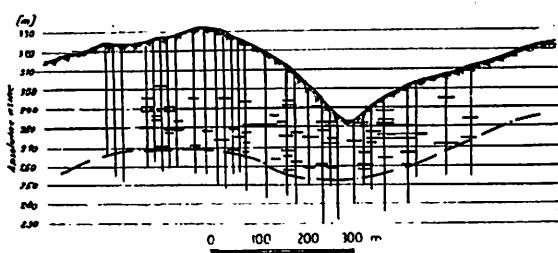
Abb. 4 — Geologische Karte von Bukulje mit Vorkommen von Uranmineralisierungen (nach S. Višić, S. Pejatović, P. Marinković u.a.). 1 — Phyllite u. Glimmerschiefer (Paläozoikum); 2 — Marmor; 3 — Paragneise; 4 — Aplitgänge und Linsen; 5 — Vergesselschaftungen mit Eisen; 6 — Uranlagerstätten; 7 — tertiäre Dazit-Andesite; 8 — miozäne Tone u. Sandsteine; 9 — miozäne Konglomerate u. Sandsteine; 10 — Opalmassen; 11 — Verwerfungen; 12 — uranführende Horizonte in Sedimenten; die Uranvorkommen sind mit Kreisen bezeichnet (volle in Sedimenten, leere in Graniten).

radioaktivnosti pirita prouzrokovane veoma sitnim inkluzijama pehblende. Prateći rudni minerali javljaju se u tragovima (hematit, galenit, sfalerit, pirotin).

Ležište Paun Stene je, najverovatnije, lateralno-sekpcionog tipa; uran vodi poreklo iz granita odakle je hidrotermalnim rastvorima izlužen i kasnije deponovan duž razlomne zone. S obzirom da nije izvesno poreklo hidrotermalnih rastvora (juvenilni, genetski vezani sa određenim magmato-tektonskim procesima, ili su u pitanju samo terme), ne može se pouzdano govoriti o starosti ležišta i pripadnosti određenoj metalogenetskoj epohi.

Infiltraciona ležišta se javljaju u miocenskim sedimentima, koji leže po južnim obodima bukuljskog granitskog masiva. Nastala su iz površinskih i podzemnih voda koje su izluživale uran iz granitskog masiva (i starijih ležišta), prenosile ga u okolini bazen i тамо depo novale pretežno u stenama sa povišenim porozitetom. Pri tome je uran delom obaran uticajem organskih materija ili pirita, a delom je bio adsorbovan glinovitim komponentama sedi-

mentnih stena. Preraspodela urana vršena je i kasnije po konsolidaciji sedimenata, pri čemu dominantnu ulogu imaju podzemne vode i promena njihovog nivoa. Uranske koncentracije su

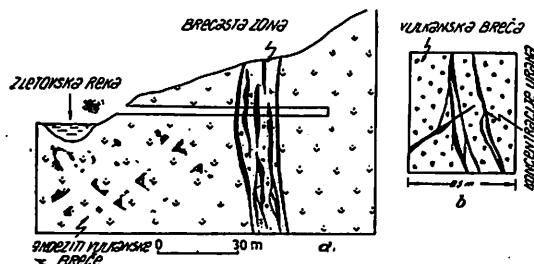


Sl. 5 — Profil kroz uranonsne sedimente Kamenac; uranonsni nivoi su šematski prikazani horizontalnim kratkim crtama. Isprekidana linija označava donju granicu uranonsne serije sedimenata (po S. Višiću).

Abb. 5 — Profil durch uranführende Sedimente von Kamenac; die uranführende Horizonte — horizontale kurze Linien; Isprekidana linija označava donju granicu uranoführenden Sedimentserie — unterbrochene Linie (nach S. Višić).

obično neravnomerno razmeštene u prostoru i javljaju se u vidu izduženih sočiva i traka koje ne pokazuju značajnija neprekidna prostiranja po pružanju; uranonsna sočiva su obično razmeštene u pojasevima čija moćnost može biti i više desetina metara.

Među značajnijim ležištima infiltracionog tipa javlja se Kamenac, koje je detaljnije opisao S. Višić. Uranonsni sedimenti zauzimaju površinu od oko 1 km<sup>2</sup> i u njima se izdvaja nekoliko nivoa sa mineralizacijom (sl. 6); moćnost pojedinih uranonsnih nivoa je od 0,1 do 3,0 m. Uranske koncentracije obrazovane su u pešćarima i konglomeratima. Rudna tela imaju oblik sočiva koja katkad pokazuju izometrijske oblike u horizontali, a moćnost im je neznatna; jedno od takvih sočiva imalo je dimenzije  $52 \times 12 \times 0,5 - 1,5$  m (poslednja veličina se odnosi na moćnost), dok je sadržaj urana bio u granicama 0,01–0,25%. Osnovni rudni mineral je autunit.



Sl. 6 — Sematski profil kroz ležište Zletovske reke (a); detalj iz rudišta: koncentracije urana duž sitnih prslišta i pukotina (b).

Abb. 6 — Schematisches Profil durch die Lagerstätte Zletovo—Fluss (a); Detail aus der Lagerstätte; Urankonzentrationen in feinen Rissen und Spalten (b).

*Istočna Makedonija.* — U terenima istočne Makedonije, u zoni koja počinje iz rejona Osogovskih planina pa se pruža prema Strumici i planini Belasici na jugoslovensko-grčkoj granici, i dalje u Grčku, nalaze se brojne pojave uranske mineralizacije. To su, uglavnom, žična ležišta, a prostorno u tesnoj vezi sa hercinskim i alpskim magmatskim kompleksima.

Prema mineralnim hidrotermalnim paragenezama, iždvajaju se čisto uranska ležišta, i uransko-olovo-cinkove parageneze; infiltraciona ležišta zapažaju se samo mestimično. Uran se javlja u vidu sopstvenih minerala (uglavnom pehblenda od primarnih, autunit i torbenit od sekundarnih), ali i adsorbovan u mineralima iz grupe glina.

Poreklo urana i genetski odnos prema određenim magmatskim kompleksima nije uvek najjasnije istaknuto. Pored ležišta kojima bi se sa više verovatnoće moglo pripisati magmatogeno poreklo (samo za ona ležišta koja bi genetski bila vezana sa granitskim stenama), postoje i lateralno-sekreciona ležišta u koja je uran dospeo posle izlučivanja iz različitih stena, u prvom redu granita i piroklascita granodioritske magme. Otuda stvaranje pojedinih uranskih hidrotermalnih ležišta nije kontrolisano

magmatskim faktorima, već dominantno mesto pripada strukturama razlamanja. Pojave uranske mineralizacije u ležištima koja su genetski vezana sa tercijarnim granodioritskim magmatizmom nisu dokaz uranostnosti i perspektivnosti u pogledu urana toga magmatizma.

Među interesantnijim ležištima urana u istočnoj Makedoniji javljaju se Zletovska reka, Zletovo, Spančevo, Strumica i Podareš. Pomenemo samo neka od tih ležišta.

*Zletovska reka.* — Zletovska reka se nalazi u rejonu Osogovskih planina, u terenu izgrađenom od tercijarnih andezita, andezitskih piroklascita, dacita i njihovih tufova i breča. Orudnjenje je vezano sa zonama razlamanja, čije je opšte pružanje ISI—ZJJ, a moćnost oko 200 m (sl. 7). U domenu uranske mineralizacije se zapaža široko rasprostranjeno hidrotermalno alterisanje okolnih stena (kaolinisanje, silifikovanje, hloritisanje, karbonatiziranje, alunitizacija).

Uranska mineralizacija je lokalizovana duž sitnih prslišta (žilice, skrame) ili se javlja raspršena u kaolinisanom materijalu. Zbog toga su prelazi u okolne stene često postepeni; odvajanje ekonomski interesantnijih delova od slabineralizovanih partijsa vrši se isključivo na osnovu sistematskog oprobavanja.

Uran se javlja u vidu pehblendе; u oksidacionoj zoni su zapaženi i autunit, torbenit, kazolit i uranofan. Udeo sulfida je neznatan (sfalerit, pirit, galenit, tetraedrit i dr.); među nerudnim mineralima su posebno značajni kalcedon, siderit i barit.

Ležište je, s obzirom na mineralni sastav, strukturu, kontrolu i karakter promena okolnih stena, hidrotermalnog postanka; uran, najverovatnije, ne vodi poreklo iz magme koja je dala olovno-cinkova ležišta, već su juvenilni rastvor u spust (iz stena osnovnog gorja ili dacitsko-andezitskih piroklascita) izluživali uran i deponovali ga u okviru olovno-cinkovih ležišta (Zletovo) ili u okviru samostalnih ležišta (Zletovska reka).

*Spančevo* se nalazi u blizini Zletovske reke. Koncentracije urana stvorene su u razložnim zonama u opalitisanim aglomeracijskim andezitskim tufovima. Okolne stene su intenzivno hidrotermalno promenjene (posebno je interesantna pojava hematitisanja koja prati uransku mineralizaciju). Rudni minerali su predstavljeni uglavnom sekundarnim mineralima koji mestimično obrazuju bogata gnezda (autunit, torbenit i uranofan).

*Zletovo.* — U zletovskom olovno-cinkovom ležištu postoje i pojave uranske mineralizacije koju je detaljnije opisao D. Radusinović.

Uranska mineralizacija je nastala u poslednjoj fazi rudnog stvaranja, a lokalizovana je u prslinama i pukotinama koje su obrazovane u već formiranim olovno-cinkovim rudnim žicama.

Osnovni mineral urana je pehblendа, koja se javlja u asocijaciji sa sulfidima (gallenit, sfalerit, pirit) i nerudnim mineralima (siderit, barit), ili je raspršena u kalcedonu.

*Podareš.* — U rejonu planine Pljačkavice zapaženo je više pojave uranske mineralizacije

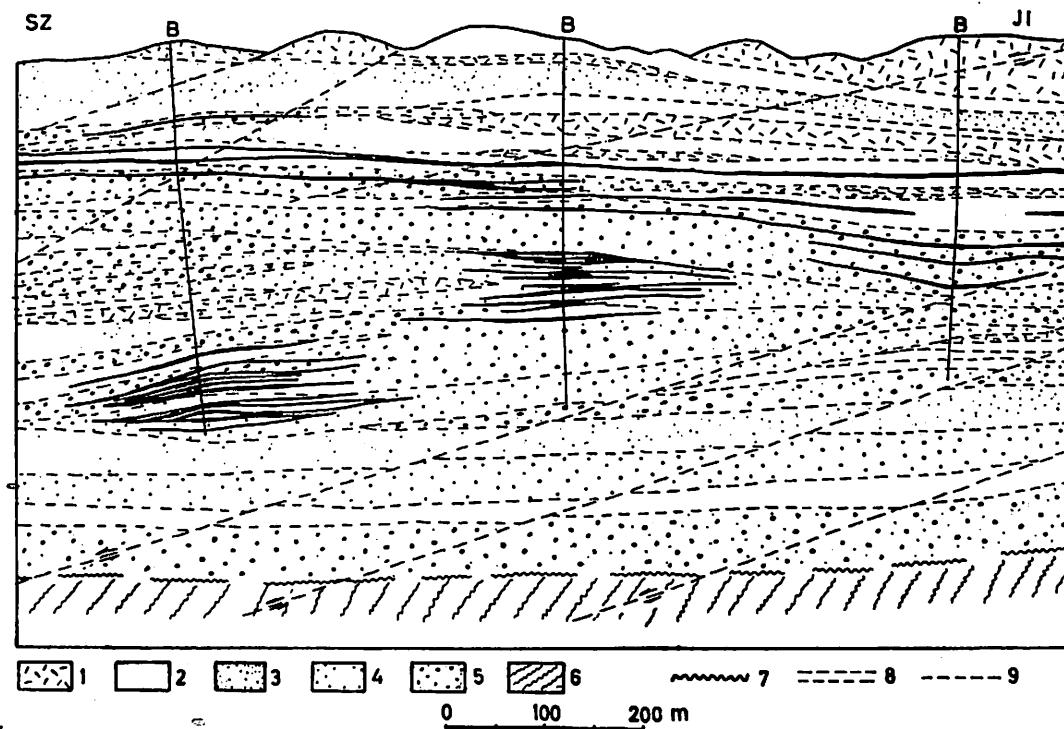
među kojima se ističe ležište Podareš. Orudnjenje je vezano sa razlomnim zonama u riolitporfirima; pored mehaničkih promena, postoje i hidrotermalne promene okolnih stena.

Uran se javlja u vidu pehblende; pojave sekundarnih minerala nisu posebno široko rasprostranjene (autunit, torbernit). Pored vrlo tankih žilica i skrama, pehblenda se javlja i rasejana po rasednim glinama mineralizovane zone. Sem uranovih minerala u ležištu se začaju i neznatne koncentracije sulfida (pirit, sfalerit, krajnje retko galenit i antimonit).

Prema današnjem stepenu poznavanja metagenije ovoga područja, ne može se ništa potuzdanije reći o starosti uranske mineralizacije u Podarešu i njenoj povezanosti sa određenim magmatizmom.

pojedinim delovima dinarske provincije preovlađuju magmatogena ležišta, dok su za druga karakteristična infiltraciona (peščarskog tipa) i ležišta vezana sa ugljem.

Stvaranje ležišta urana u terenima ove provincije izvršeno je poglavito u hercinskoj i alpskoj metalogenetskoj epohi. U hercinskoj epohi obrazovana su pegmatitska i pegmatitsko-pneumatolitska, znatno manje hidrotermalna ležišta; infiltraciona ležišta, prema današnjem stepenu istraženosti naših terena, stvarana su uglavnom u permiskim peščarima (mada nije isključeno i njihovo po-



Sl. 7 — Profil kroz ležište Žirovski Vrh (po V.Omaljevu)  
1 — crveni peščari (gredenski slojevi); 2 — finozrni do srednjozrni peščar; 3 — srednjozrni peščar; 4 — krupnозrni peščar; 5 — brečoidni peščar; 6 — argilošist; 7 — eroziona diskordanca; 8 — slojevitost; 9 — rased. Urano-nosne koncentracije: debele, pune crne linije.

Abb. 7 — Profil durch die Lagerstätte Žirovski Vrh (nach V. Omaljev). 1 — rote Sandsteine (Gredener-Schichten); 2 — feinkörniger bis mittelkörniger Sandstein; 3 — mittelkörniger Sandstein; 4 — grobkörniger Sandstein; 5 — brecciöser Sandstein; 6 — Tonschiefer; 7 — Erosionsdiskordanz; 8 — Schichtung; 9 — Verwertung; uranhaltige Konzentrationen: starke schwarze Linien.

### Dinarska provincija

U okviru Dinarske metalogenetske provincije zapažen je veći broj ležišta urana, koja se odlikuju različitim uslovima postanka i mineralnim asocijacijama. Pri tome postoji i jedna određena prostorna razdvojenost određenih tipova uranskih ležišta: u

stojanje u karbonu). Alpskoj metalogenetskoj epohi pripadaju ležišta urana vezana sa ugljevima Slovenije, Istre i Dalmacije.

Među značajnijim uranonosnim rejonima u Dinarskoj provinciji trebalo bi izdvojiti Škofju Loku u Sloveniji i Prilep — Mariovo u Makedoniji.

*Skofja Loka.* — U širem predelu Škofje Loke, u permskim peščarima uočene su mnoge pojave uranske mineralizacije. Među njima je posebno značajno ležište Žirovskog vrha; prikazaćemo opšte karakteristike ovoga ležišta, koje je i ekonomski interesantno.

U rejonu Žirovskog vrha permski peščari imaju najznačajnije rasprostranjenje. U njima se mogu izdvojiti sivi i crveni peščari (u gornjem delu serije gredenskih peščara); moćnost tih kontinentalno-lagunskih sedimenata je preko 700 m. Uranosna mineralizacija je vezana sa sivim peščarima. U okviru sivih peščara ističe se ritmičnost deponovanja koja se ogleda u smenjivanju slojeva sa krupnjim i sitnjim zrnima, sa različitom sortiranošću materijala. Uranska mineralizacija je vezana približno sa srednjim nivoima sivih peščara, sa zonom izgrađenom od brećoidnih peščara i konglomerata; površena radioaktivnost se zapaža u psamtitim srednjim i grubim granulacijama. Uranovi minerali su obično u cementnoj masi peščara.

Uranske koncentracije se javljaju u vidu izduženih traka i sočiva, koja su razmeštena u okviru jedne mineralisane zone (»rudonosni paketi«); moćnost uranosnog dela sivih peščara je promenljiva, a katkad dostiže i preko 100 m. Broj mineralisanih nivoa nije isti u svima delovima ležišta, najčešće ih ima nekoliko. Orudnjena sočiva i trake ne pokazuju veću stalnost po pružanju, već iskljinjavaju. U mineralizovanim delovima se obično zapaža finodispersgovanja organska materija.

Među rudnim mineralima je najznačajnija pehblenda. Od pratećih javljaju se, podređeno, pirit, markasit, krajnje retko sfalerit, galenit, halkopirit, arsenopirit, tetraedrit i dr.; sulfidi katkad obrazuju i samostalne tanke prožilke (2–3 cm), lokalizovane duž slojevitosti peščara. Među sekundarnim mineralima urana, prema M. Vučoviću, prevlađuju dumontit, fosfuranilit-renardit, autunit, torbernit, metatorbernit i gumit; sekundarni minerali urana imaju u rejonu Žirovskog vrha široko rasprostranjenje.

Uran je u peščarima samo jednim delom sedimentnog porekla, dospeo je zajedno sa osta-

lim mineralnim komponentama. Pretežni deo urana u permskim peščarima Žirovskog vrha je dovođen i ponovo preraspoređivan uticajem podzemnih voda u vreme jedne izrazite aridne klime. Prema svojim osnovnim karakteristikama, ležište pripada grupi infiltracionih ležišta u kojima su posebno značajno mesto imali kolobanja nivoa podzemnih voda i uslovi za obaranje urana iz rastvora (organska materija, pirotske impregnacije, adsorbenti iz grupe glina). Poreklo urana nije izvesno; moguće da je površinskim i podzemnim vodama izlužen iz kvarcporfirskih tufova i kasnije deponovan u peščarima.

*Oblast Prilep - Mariovo.* — U zapadnoj Makedoniji, u oblasti Prilep-Mariovo postoji više pojava uranske i uransko-torijumove mineralizacije. Za razliku od mnogih drugih ležišta urana u Jugoslaviji, ova ležišta se pretežno odlikuju visokim temperaturama stvaranja, i u njima se češće javlja uraninit. Pored pegmatitskih, poznata su i pneumatolitska ležišta, praćena pojavama metasomatoze okolnih stena; hidrotermalna ležišta su reda. Infiltraciona ležišta su poznata samo mestimično u tercijarnim sedimentnim bazenima (Suvodol i dr.).

Među ležištima u ovoj oblasti posebno se ističu ona, koja se nalaze u domenu Selečke planine; pojedina ležišta ovoga rejona detaljnije je prikazao S. Višić. Uranska mineralizacija je vezana sa amfibolskim stenama koje leže u okviru serije gnajseva i mikašista, a imaju oblik izduženih traka i velikih sočiva. Orudnjenje se javlja u vidu žica, moćnih 0,3 do 1,5 m i po pružanju se mogu pratiti i više desetina metara; među interesantnijim pojavama ovoga tipa ističu se ležišta u Crnom kamenu i Konjarniku.

Uransko-torijumova ležišta Selečkih planina pripadaju grupi pneumatolitskih, i u njima uraninit predstavlja osnovni rudni mineral. Od ostalih pratećih minerala poznati su magnetit, pirotin, pirit, halkopirit, sfalerit, galenit i dr.

Ležišta Selečkih planina, najverovatnije, pripadaju hercinskoj metalogenetskoj epohi i genetski su vezana sa granitskim intruzijama.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Uranmetallgenese in Jugoslawien

Prof. Dr. ing. S. Janković\*

Die intensiven Erkundungen von Uranlagerstätten die nach dem Jahre 1950 in Jugoslawien durchgeführt wurden, ermöglichen es über die Charakteristiken der Bildung von Urananreicherungen und die Lagerstättentypen dieses Metalls Einsicht zu gewinnen.

Den Lagerstättentypen nach können in Jugoslawien folgende Uranlagerstätten unterschieden werden:

Pegmatitische Lagerstätten sind verhältnismässig selten anzutreffen. In diesen Lagerstätten entstand Uran nach der Pegmatitbildung (typische pneumatolytische Pegmatitlagerstätten und seine Konzentrationen finden sich in Pegmatiten, die

\*) Dr. ing. Slobodan Janković, prof. Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu.

genetisch an Granite, vorherrschend der herzynischen Epoche, gebunden sind. Die uranführenden Pegmatite gehören, ihren Mineralbestand nach den »Pegmatiten der reinen Linie« (nach Fersman) an.

Es können — den mineralischen Vergesellschaftungen nach — zwei Typen pegmatitischer Lagerstätten unterschieden werden:

— uranführende Epidote treten nur stellenweise in Form von bedeutenden Konzentrationen auf; der Urangehalt in den Epidoten übersteigt in der Regel nicht 0,3%;

— Uran-Sulfidmineralisierungen stellen Übergangsbildungen der pegmatitisch-pneumatolytischen Phase dar. Uran tritt in Form von Uranit auf, der räumlich und genetisch eng an die Bildung von Quarz-Turmalingänge gebunden ist.

In der jüngsten (hydrothermalen) Phase des Vererzungsprozesses erfolgte die Sulfidbildung (Pyrit, Chalkopyrit, manchmal auch Sphalerit, Galenit, Pyrrhotin).

Die pegmatitische Lagerstätten gehören vorwiegend der herzynischen Epoche an.

#### Pneumatolytische Lagerstätten

Diese Lagerstätten, die zum Teil an Pegmatite gebunden sind, haben ihre typischen Vertreter und zwar:

Uran - Torianitmineralisierungen, die Urantorianit, Uranit mit einen unbedeutenden Anteil an Alanit enthalten. Die Grösse dieser Lagerstätten ist gewöhnlich gering.

Alanit - Lagerstätten sind in Jugoslawien selten anzutreffen. Ausser Alanit treten in diesen Paragenesen noch Pargasit, Apatit und Zirkon auf.

Betaphyt-Uraninit Paragenesen sind an mehreren Stellen in den Pelagoniden Westmakedoniens bekannt. Diese Paragenesen enthalten ausser Betaphyt und Uraninit auch Alanit, Epidot, Sphän und Zirkon. Die uranhaltigen Mineralien kommen in Form von dünnen Gängchen vor, sowie als Einschlüsse in Biotit, seltener in Amphibol.

#### Hydrothermale Lagerstätten

Uranlagerstätten dieses Typs sind in Jugoslawien öfter anzutreffen. Es können Lagerstätten der magmatisch-hydrothermalen Gruppe (vor allem einzelne Lagerstätten der herzynischen Epoche, die genetisch an Granitkomplexe gebunden sind) unterschieden werden, ferner hydrothermal-laterale Sekretionslagerstätten, in denen der Urangehalt nicht aus einem bestimmten magmatischen Komplex stammt, sondern durch warmes Wasser aus dem Gestein, durch das sein Weg führte, ausgelaugt wurden.

Die lateralen Sekretionslagerstätten werden durch Paragenesen ausgezeichnet, die aus wenigen Uranmineralarten bestehen; es sind dies fast monomineralische Uranlagerstätten in denen andere Erzmineralien nur als Spuren auftreten. Uran tritt als Pechblende und staubförmige Pechblende auf und ist oft in einzelnen Mineralien, die durch hydrothermale Zerfall des Nebengesteins entstanden (vor allem Minerale der Tongruppe), adsorbiert.

Räumlich finden sich die lateralen Sekretionslagerstätten entweder in herzynischen Graniten, seltener in Pyroklastiten des granodioritischen Magmas der alpinen Epoche oder in der Nähe dieser Gesteine.

Die Eingliederung der einzelnen hydrothermalen Lagerstätten in bestimmte metallogenetiche Epochen ist noch immer nicht einwandfrei klargestellt. In einzelnen magmatischen Lagerstätten der alpinen Epoche tritt Uran auf, das nicht unmittelbar aus dem Magma stammt, sondern durch hydrothermale Lösungen unterwegs aus verschiedenen Gesteinen (vor allem aus Granit) ausgelaugt wurde; solche Bildungen stellen die Urankonzentrationen in der Realgar-Antimonlagerstätte Lojane (Makedonien) oder die Uranvorkommen in der Blei-Zink-Lagerstätte Zletovo dar.

#### Infiltrationslagerstätten

Dieser Lagerstättentyp ist oft in jugoslawischen Gebieten anzutreffen und kann sehr bedeutende Urankonzentrationen enthalten.

Den Mineralparagenesen und Entstehungsbedingungen nach können unterscheiden werden:

Der Sandsteintyp, der seinen Urankonzentrationen nach besonders wichtig ist. In wirtschaftlicher Hinsicht erwecken die Uranlagerstätten in permischen Sandsteinen besonderes Interesse.

Der Mineralbestand dieser Lagerstätten ist sehr verschiedenartig. Ausser staubförmiger Pechblende und uranhaltigem organogenem Material, werden Autunit, Torberit, seltener Dumontit, sehr selten auch Pyrit angetroffen; andere Sulfide (Sphalerit, Galenit, Chalkopyrit und Arsenopyrit) sind äusserst selten.

Uranhaltige Kohlen konnten nur an einzelnen Stellen in Jugoslawien festgestellt werden und zwar nicht nur in Ligniten sondern auch in Steinkohlenlagerstätten (Rascha).

### Sedimentäre Lagerstätten

Sedimentäre Uranlagerstätten haben, dem bisherigen Erkundungsgrad der jugoslawischen metallogenetischen Gebiete nach, keinen grösseren wirtschaftlichen Wert. Zu solchen Lagerstätten zählen einzelne uranführende Graphitschiefer sowie uranhaltige Phosphorite.

### Literatura

- Antonović, A., Todorović, V., 1961: Geologija i uranonosne pojave planine Iverak. — Rad. sekt. za istr. nukl. sir., SKNE, sv. 1, 67—76, Beograd.
- Damjanović, A., Vuksović, M., 1961: Radioaktivni mineral iz Crnog kamena u Makedoniji — određen kao dawidit. — Rad. sekt. za istr. nukl. sir., SKNE, sv. 1, 11—16, Beograd.
- Deleon, G., Vuksović, M., 1961: Rendgeno struktorno ispitivanje nekih uraninita iz jugoslovenskih nalazišta. — Rad. sekt. za istr. nukl. sir., SKNE, sv. 1, 3—10, Beograd.
- Deleon, G., Čerevenjak, Z., 1963: Apsolutna geološka starost uranske mineralizacije na Staroj planini. — Rad. sekt. za istr. nukl. sir., SKNE, sv. 2, 19—23, Beograd.
- Janković, S., 1965: Ležišta urana u Jugoslaviji. — Tehnika; Rud. geol. metal., br. 5, 877 do 885, Beograd.
- Pavlović, S., Ristić, M., 1962: Petrološka, geohemijska i tektomska proučavanja nekih granitoida Jugoslavije i karakter njihove metalogenije. — Referat na V savetovanju geologa FNRJ, Beograd.
- Radošević, S., 1961: Petrologija uranonosnih sedimenata Iverka (zapadna Srbija). — Rad. sekt. za istr. nukl. sir., SKNE, sv. 1, 31—38, Beograd.
- Radošević, S., 1963: Petrologija uglja Širtovca kod Drniša (Dalmacija). — Rad. sekt. za istr. nukl. sir., SKNE, sv. 2, 79—84, Beograd.
- Radusinović, D., 1961: Pojave pehblende u Pb-Zn rudniku »Zletovo«, NR Makedonija. — Rad. sekt. za istr. nukl. sir., SKNE, sv. 1, 77—84, Beograd.
- Radusinović, D., 1963: Otkriće uraninita na planini Bukulji. — Rad. sekt. za istr. nukl. sir., SKNE, sv. 2, 43—52, Beograd.
- Radusinović, D., 1963: Ni-Co-U mineralizacija u Pb-Zn-Sb rudniku Veliki Majdan (zapadna Srbija). — Rad. sekt. za istr. nukl. sir., SKNE, sv. 2, 53—62, Beograd.
- Ristić, M., 1956: Uranium and Thorium Deposits in Yugoslavia (Internat. Conf. Peace Use of Atom, Energy, Proc. P., 640; Zemun).
- Ristić, M., Sikošek, B., Divljan, S., 1961: Geološko-tektonski odnosi, magmatizam i metalogenija Stare planine. — Kongres karpatsko-balkanske asocijacije, Bukurešt.
- Ristić, M., 1963: Genetsko-strukturalni tipovi radiaktivnih mineralizacija Stare planine. — Rad. sekt. za istr. nukl. sir., SKNE, sv. 2, 3—18, Beograd.
- Ristić, M., 1965: Genetsko-strukturalni tipovi uranskih mineralizacija Jugoslavije. — Dokt. disertacija, Rud. geol. fak., Beograd.
- Višić, S., 1961: Pojave i ležišta urana u oblasti planine Bukulje. — Rad. sekt. za istr. nukl. sir., SKNE, sv. 1, 45—66, Beograd.
- Višić, S., 1963: Istraživanje torijumo-uranonosnih žičnih stena u području Selečke planine primenom magnetske metode. — Rad. sekt. za istr. nukl. sir., SKNE, sv. 2, 25—36, Beograd.
- Vuksović, M., 1963: Sekundarni minerali urana iz oblasti Žirovskog vrha kod mesta Gorenja Vas u Sloveniji. — Rad. sekt. za istr. nukl. sir., SKNE, sv. 2, 63—66, Beograd.
- Vuksović, M., Mihajlović - Vlajić, N., 1963: Branerit iz Topolčana kod Prilepa. — Rad. sekt. za istr. nukl. sir., SKNE, sv. 2, 67—68, Beograd.

# Mikroskopsko ispitivanje silikatnih komponenti u starim šljakama iz Crvenobreškog potoka na Avali

(sa 4 slike i 1 tablom)

Sofija Vuković i Milan Vuković

U skoro svim našim rudonosnim oblastima nalaze se mnogobrojni ostaci starih rudarsko-topioničarskih radova uglavnom iz antičkog i srednjovekovnog perioda. Jedna od tih oblasti je i Avala na kojoj se pored starih rudarskih radova nalazi i više šljacišta.

Eksplotacija ruda u oblasti Avale (V. Simić 1951. i 1957.) datira još iz preantičkog perioda (VII i VI v. pre naše ere), ali je naročito intenzivna u antičkom periodu (od I-og do IV-og veka naše ere) verovatno istovremeno sa eksplotacijom rimskih rudnika pod Kosmajem. Ova rudarska aktivnost obnovljena je u srednjem veku, a prestaje negde u vreme pada stare srpske države. Ponovni pokušaji eksplotacije ovih rudišta datiraju početkom XVIII veka i traju sa prekidima sve do naših dana.

Najveći deo šljacišta na Avali potiče iz antičkog perioda (V. Simić 1951. i 1957.), a samo jedan manji deo je nesumnjivo srednjovekovni. Kriterijum ovih odredbi zasniva se na topografskom položaju šljacišta. Poznato je da su srednjovekovne topionice ležale pored većih vodenih tokova, čija je energija korišćena za rad mehova kojima se raspirivala vatra u pećima (V. Simić 1951. i 1957.). Antičke topionice sa mnogo nesavršenijom tehnikom rada obično se nalaze u neposrednoj blizini rudnika, često na istaknutim delovima reljefa.

Među brojnim nalazištima šljaka u oblasti Avale predmet naših ispitivanja bilo

je šljacište koje leži u izvorišnom delu Crvenobreškog potoka više rudnika Crveni Breg, a između Kragujevačkog i ripanjskog puta. Jako je zaraslo travom i žbunjem te se dimenzije ne mogu tačno odrediti. Uz potok je praćeno oko 100 m po dužini, dok širina svakako ne premaša 10 m.

Ovo šljacište po V. Simiću (1957) pripada antičkom periodu eksplotacije, mada je u odnosu na antičke šljake relativno siromašno metalima (2,67% Pb, a po nekim starijim analizama 3—4% Pb i 1000 g/t Ag). Ono predstavlja ostatak antičkih topionica u kojima su se prerađivale srebrnosne Pb-Zn rude Crvenog Brega kao i iz radova koji leže više ovog šljacišta na zapadnoj padini ispod samog vrha Avale.

Ispitivanja su vršena u Mineraloškom zavodu Rudarsko-geološkog fakulteta polarizacionim mikroskopom za propuštenu svetlost, a dopunjena rentgenografskim analizama u laboratorijama »Magnohroma« (snimio D. Stojanović).

## Mineralni sastav i struktura

U Crvenobreškim šljakama kao bitni i dominantni mineral javlja se olivin fajalitskog tipa, dok se kao sporedne providne komponente zapažaju leucit i različita stakla. Rentgenografskim analizama konstatovan je još i litargit (PbO). Od nepovidnih

komponenti konstatovani su magnetit i vistit ( $FeO$ ).

Ovi minerali grupisani su u dve asocijације: olivinsku i olivinsko-leucitsku, ali postoje i prelazni tipovi — olivinske šljake sa tragovima leucita.

Mikroskopskim ispitivanjem u olivinskoj asocijaciji izdvojeni su: olivin, staklo i neprovidni minerali; a u olivinsko-leucitskoj: olivin, leucit, staklo i neprovidni minerali. Rentgenografskim analizama magnetične frakcije konstatovano je da su neprovidni minerali predstavljeni vistitom ( $FeO$ ) i magnetitom. Rentgenografski je takođe konstatovan i litartit.

Po svom obliku olivin je vrlo varijabilan. Uglavnom se javlja u skeletnim kristalima igličastog do pritkastog oblika vrlo često grupisanih u lepezaste aggregate (Tb. I, sl. 1). U olivinleucitskoj asocijaciji zrna olivina su obično izdužena — pritkasta, ali ih ima i u približno pravilnim zdepastim kristalnim oblicima (Tb. I, sl. 2). I ova relativno pravilna zrna ne predstavljaju potpuno završene kristale, već se i u njima nalaze tragovi skeletnog razvića. U sebi uvek sadrže neprovidne inkluzije teseralnog oblika koje su nesumnjivo najvećim delom vistit. U većim zrnima olivina ove inkluzije su raspoređene u nizove paralelne sa izduženjem zrna i leže u ravnima pinakoida (Tb. I, sl. 3 i 6). Boja olivina u propuštenoj svetlosti je bledožučkasta do bezbojna sa izrazitom šagrinastom površinom. Sem pinakoidalnog rasporeda neprovidnih inkluzija, ne zapažaju se ni cepljivost ni bliženje. Zbog skeletnog razvića i sitnih često igličastih oblika optička merenja su bila skoro nemoguća. Teodolitnim stocićem izmerene su samo vrednosti  $2V$  nekoliko dobro formiranih zrna olivina u olivinsko-leucitskoj asocijaciji. Dobijene vrednosti variraju od  $2V = 48^\circ$  do  $2V = 88^\circ$ , ali najveći broj zrna ima  $2V = 60^\circ$  ili vrlo bliske vrednosti. Pošto su to ujedno bila i zrna najpogodnija za merenje, smatramo da se ova vrednost može uzeti kao verodostojna. Po A. Winchell-u (1933) ove optičke vrednosti odgovaraju olivinima sa 76% fajalitske komponente. Po V. V. Lapin-u (1945) olivini starih šljaka imaju znatno složeniji sastav i sadrže pored gvožđa, magnezijuma, kalcijuma, cinka i barijuma još i olovo, bakar, kobalt, mangan i druge metalične komponente.

Rentgenografskim ispitivanjem ovih šljaka takođe je konstatovan olivin fajalitskog tipa i time potvrđeni rezultati mikroskopskog ispitivanja (sl. 1 i 2).

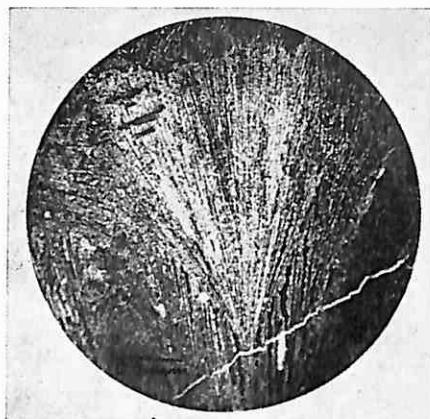
Leucit se obično javlja u skeletnim ređe okruglastim do pravilnim kristalnim oblicima. Skeletni oblici leucita obično imaju krstaste ili zvezdaste (šestokrake i osmokrake) preseke (Tb. I, sl. 3). Okruglasti oblici leucita obično su većih dimenzija i nalaze se grupisani (Tb. I, sl. 4), dok su skeletni manji i nešto ravnomernije raspoređeni u masi, mada i oni pokazuju tendenciju grupisanja. U većim okruglastim zrnima leucita zapažaju se mimetičko bliženje (Tb. I, sl. 5). U krupnijim zrnima leucita zapažaju se neprovidne inkluzije. Jedne od njih imaju tešeralne preseke i verovatno su kristali vistita ili magnetita. Druge se javljaju u nepravilnim kapljičastim i crvuljastim oblicima i čine eutektičko prorastanje sa leucitom (Tb. I, sl. 6).

Mikroskopskim ispitivanjem pored olivina i leucita od providnih komponenti konstatovano je i staklo. Na osnovu boje, načina pojavljivanja i stepena devitrifikacije u ovim šljakama izdvojene su tri vrste stakla: felzitično, crveno-žuto i bledožuto-zelenkasto sa izrazitim devitrifikatima.

Felzitično staklo se javlja u olivinskoj asocijaciji kao cementna masa između zrna olivina i magnetita. Bezbojno je, a usled mnogobrojnih kriptokristalastih devitrifikata sasvim je mutno i pod ukrštenim nikolina pokazuje »tačkastu« polarizaciju.

Crveno-žuto staklo vrlo je retko u olivinskoj, a često u olivinsko-leucitskoj asocijaciji. Najčešće se javlja na obodu pora, ali ga ima i oko zrna olivina, leucita i neprovidnih minerala. Obično je potpuno bistro, a boja mu varira od intenzivno crvene (rubin crvene) do žute. Na ivicama pora pokazuju jasnou zonarnost tako da su delovi na samoj ivici pore žuti, a na kontaktu sa kompaktnom masom šljake crveni. Pod ukrštenim nikolina ovo staklo je obično potpuno izotropno, ali se mestimično nalaze lepezasti devitrifikati čije su polarizacione boje maskirane crvenom bojom stakla.

Bledožučkasto-zelenkasto staklo konstatovano je samo u olivinskoj asocijaciji i javlja se na ivicama pora. Obodni deo prema pori potpuno je devitrifikovan, ima lepezasti habitus, a polariše u zelenkasto-sivim polarizacionim bojama.



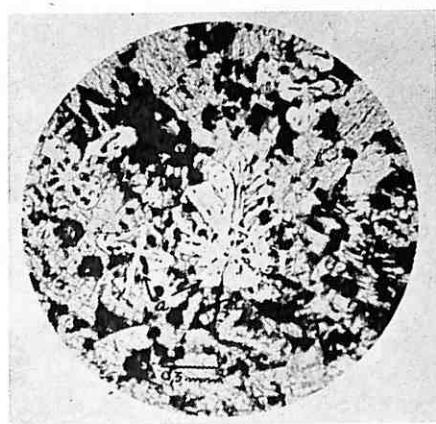
Sl. 1 — Olivinska asocijacija. Lepezasti agregat igličastih skeletnih kristala olivina. Propuštena polarisana svetlost, bez analizatora.

Abb. 1 — Fayalit-Assoziation. Fächerförmiges Aggregat aus nadelförmigen Skelett-kristallen des Olivins. Durchfall. polar. Licht, ohne Analys.



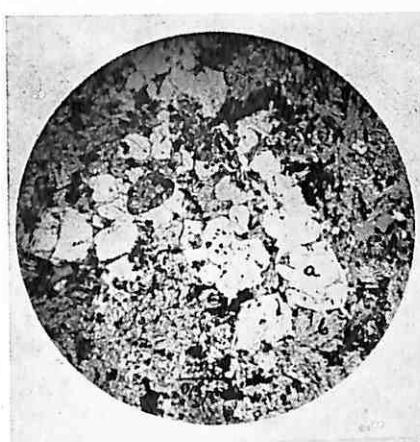
Sl. 4 — Olivinsko-leucitska asocijacija. Okruglasta zrna leucita sa tesselarnim inkluzijama neprovidnih minerala (a), olivin (b), neprovidni minerali (crne povrsine). Propuštena polarisana svetlost, bez analizatora.

Abb. 4 — Fayalit-Leuzit-Assoziation. Rundliche Leuzitkörner mit tesseralen undurchsichtigen Mineraleinschlüssen (a) Olivin (b), undurchsichtige Minerale (schwarze Flächen) Durchfall. polar. Licht, ohne Analysator.



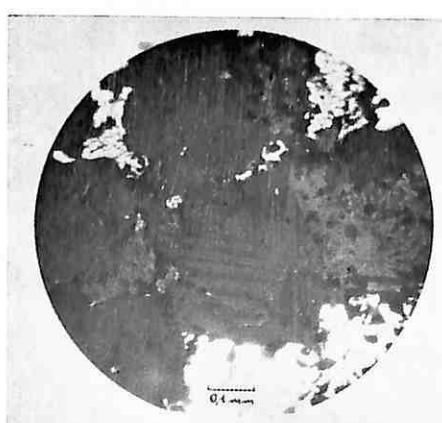
Sl. 2 — Olivinsko-leucitska asocijacija. Zdepasti kristali olivina (a), skeletni oblici leucita (b), neprovidni minerali (c). Propuštena polarisana svetlost, bez analizatora.

Abb. 2 — Fayalit-Leuzit-Assoziation. Gedrungene Olivinkristalle (a), Leuzitskelette (b), undurchsichtige Minerale (c). Durchfall. polar. Licht, ohne Analys.



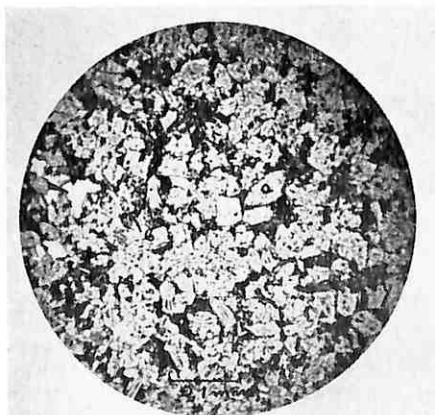
Sl. 5 — Olivinsko-leucitska asocijacija. Zrna leucita sa mimitičkim bližnjnjem (centralni deo slike). Propuštena polarisana svetlost, sa analizatorom.

Abb. 5 — Fayalit-Leuzit-Assoziation. Leuzitkörner, mimitisch verzwillingt (mittlerer Teil des Bildes). Durchfall. polar. Licht, mit Analysator.



Sl. 3 — Olivinsko-leucitska asocijacija. Skeletni oblici leucita (a), izduženi oblici olivina sa nizovima neprovidnih minerala (b), neprovidni minerali u cementnoj masi (c). Propuštena polarisana svetlost, bez analizatora.

Abb. 3 — Fayalit-Leuzit Assoziation. Leuzitskelette (a), längliche Olivine mit undurchsichtigen Mineralreihen (b), undurchsichtige Minerale im Bindemittel (c). Durchfall. polar. Licht, ohne Analysator.



Sl. 6 — Olivinsko-leucitska asocijacija. Eutektičko prorastanje neprovidnih minerala i leucita (a), izduženi oblici olivina sa nizovima neprovidnih minerala (b), krupno zrno leucita (c), neprovidni minerali u cementnoj masi (d). Propuštena polarisana svetlost, bez analizatora.

Abb. 6 — Fayalit-Leuzit-Assoziation. Eutektische Verwachsung der undurchsichtigen Minerale mit Leuzit (a), länglicher Olivin mit korn (b), Olivinformen mit Reihen undurchsichtiger Minerale (c), undurchsichtige Minerale im Bindemittel (d), Durchfall. polar. Licht, ohne Analys.



Neprovidni minerali determinisani su rentgenografskim analizama kao vistit ( $\text{FeO}$ ) i magnetit (sl. 2), mada je najveći deo njihovih d-linija maskiran linijama fajalita. Isti je slučaj i sa litargitom ( $\text{PbO}$ ) kod koga samo linija d- 3.11 nije prekrivena linijama drugih komponenti. U mikroskopu neprovidni minerali se zapažaju kao neprovidna zrna teseralnih najčešće kvadratnih preseka. Obično su grupisana u nizove ili aggregate nepravilnih oblika. Često se nalaze i skeletni oblici koji imaju oblik šupljeg kvadrata ili romba u čijem se centru nalazi olivinska masa. Pored već pomenutih nizova u olivinskim zrnima, neprovidni minerali obrazuju cementnu masu između zrna olivina i leucita. U olivinskoj asocijaciji ova cementna masa se javlja kao nizovi neprovidnih minerala između pritkastih i igličastih zrna olivina. Kao redi oblik pojavljivanja neprovidnih minerala zapaženi su eutektici u leucitskim zrnima o kojima je već ranije rečeno.

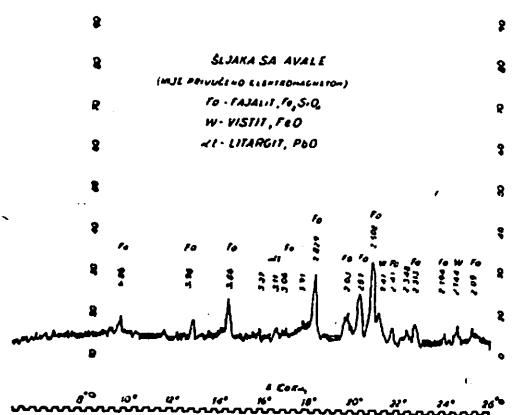
Litargit nije konstatovan mikroskopskim ispitivanjem te se pretpostavlja da se javlja u submikroskopskim zrnima koja daju crvenu boju staklu.

Dimenzije pomenutih minerala su vrlo varijabilne. Kod olivina, s obzirom da se radi o skeletnim uglavnim pritkastim kristalima, merena je samo dužina zrna, jer je širina vrlo nepravilna. Prosečna dužina olivinskih zrna iznosi oko 440 mikrona, dok je maksimalna 1800, a minimalna samo 20 mikrona. Prečnici leucitskih zrna iznose od 22 do 440 mikrona, ali su najčešće oko 260 mikrona. Prečnici neprovidnih zrna obično iznose od 44 do 100 mikrona, ali su nađena zrna i sa 170 mikrona.

U strukturonom pogledu između olivinske i olivinsko-leucitske asocijacije postoji znatna razlika. Olivinska asocijacija sadrži kristale olivina uglavnom pritkastog i igličastog oblika. U delovima gde se javlja felzitično staklo skeletni prizmatični oblici olivina grade intersetalnu strukturu kod koje olivini leže u osnovi od felzitičnog stakla i neprovidnih minerala. Približujući se nekoj pori skeletni kristali olivina postaju sve izduženiji i grade lepezaste aggregate (Tb. I, sl. 1) sastavljene od iglica olivina i nizova neprovidnih minerala.

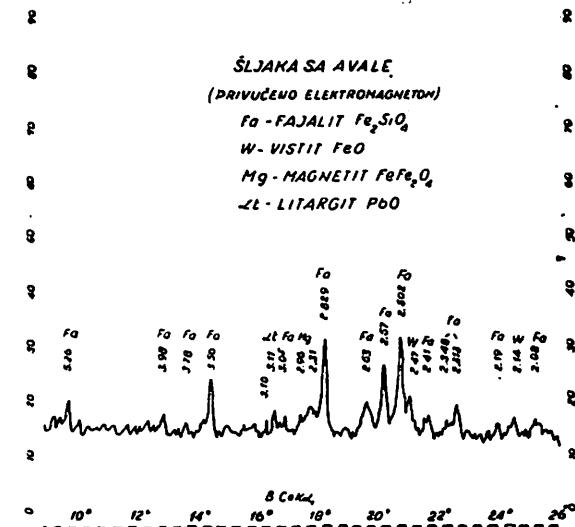
Struktura olivinsko-leucitske asocijacije je u svom osnovnom delu potpuno zrnasta. Osnovu čine prizmatični kristali olivina koji

su cementovani neprovidnim mineralima. Mestimično se javljaju grupe leucitskih zrna okruglastog ili skeletno-zvezdastog oblika. U blizini pora pored neprovidnih minerala, olivina i leucita, javlja se i crveno ili crveno-žuto staklo. Na osnovu međusobnih odnosa izgleda da je leucit iskristalisao pre olivina. U pojedinim delovima olivinsko-leucitske asocijacije, gde se ne zapaža leucit, olivin se javlja u pritkastim ili igličastim oblicima i gradi sa neprovidnim mineralima lepezaste aggregate analogne onima iz olivinske asocijacije.



Sl. 1 — Difraktometarski dijagram rentgenografske analize — nemagnetična frakcija.

Abb. 1 — Diffraktometrisches Diagramm der röntgenographischen Analyse — nichtmagnetische Fraktion.



Sl. 2 — Difraktometarski dijagram rentgenografske analize — magnetična frakcija.

Abb. 2 — Diffraktometrisches Diagramm der röntgenographischen Analyse. Magnetische Fraktion.

## Diskusija

Analizom fizičko-hemijskih uslova u kojima su mogle nastati konstatovane mineralne asocijacije može se doći do interesantnih podataka o tehničkim detaljima antičke metalurgije.

Osnovu mineralnog sastava ovih šljaka čine olivini fajalitskog tipa i oksidi gvožđa. Pojava leucita je znatno manja i verovatno je prouzrokovana kalijumom iz goriva — drvenog uglja.

Kristalizacija ovih minerala data je na dijagramu sistema  $\text{SiO}_2$ — $\text{FeO}$  (sl. 3). Kao što se na dijagramu vidi potrebno je najmanje 70% komponente  $\text{FeO}$  u sistemu, pa da se kao produkt kristalizacije ne javi tridimit. Veliko prisustvo neprovidnih minerala gvožđa kao i odsustvo tridimita ukazuju da je procenat silikata u šarži bio sveden na najmanju meru. To je bilo moguće samo ako je ruda ručnim odabiranjem bila do maksimuma oslobođena jalovih sastojaka. Pošto su stari narodi poznavali veštinu ispiranja zlata iz nanosa moguće je da su i na taj način vršili obogaćivanje ruda, što bi objasnilo položaj ovog šljacišta u izvorišnom delu Crvenobreškog potoka, čija je snaga nedovoljna za pokretanje mehova, ali koji je mogao dati dovoljno vode za ispiranje jalovine.

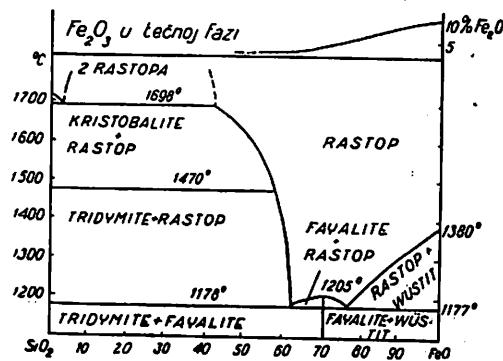
Pošto se u šljakama pored vistita ( $\text{FeO}$ ) javlja i magnetit jasno je da su se topljenje rude i kristalizacija šljaka odvijali u otvorenom sistemu sa stalnim prisustvom kiseonika, pri čemu je deo  $\text{FeO}$  prelazio u  $\text{FeO}$ .  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  te se nesumnjivo kristalizacija šljaka odvijala u sistemu  $\text{SiO}_2$ — $\text{FeO}$ — $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (sl. 4).

Eutektička tačka fajalita i vistita u sistemu  $\text{SiO}_2$ — $\text{FeO}$  kao i eutektička tačka fajalita, vistita i magnetita u sistemu  $\text{SiO}_2$ — $\text{FeO}$ — $\text{Fe}_2\text{O}_3$  jasno ukazuju da su temperature postignute u procesu topljenja rude morale biti iznad  $1177^\circ\text{C}$  odnosno iznad temperaturu eutektičke kristalizacije u ovim sistemima.

Modalni mineralni sastav (pointkaunter analiza)

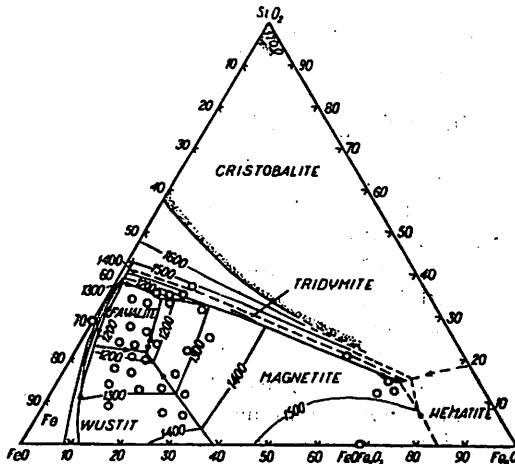
Mineralna asocijacija	Olivin	Leucit	Neprovidni minerali	Staklo
Olivinska asocijacija	60,73%	—	33,35%	5,92%
Olivin-leucitska asocijacija	47,63%	10,51%	36,25%	5,61%
Prelazna asocijacija	40,92%	5,43%	51,09%	2,56%

Na osnovu prisustva magnetita kao i podataka o postignutim temperaturama smatramo da se topljenje olovnih ruda na Avali vršilo u primitivnim otvorenim pećima analognim tzv. »škotskim pećima«. Ovo se slaže sa arheološkim nalazima antičkih peći u Sinaju i Laurionu (Bonman, 1945) koje su takođe ocenjene kao jedan primitivan



Sl. 3 — Sistema  $\text{SiO}_2$  —  $\text{FeO}$  (po Bowen-u i Schairer-u).

Abb. 3 — Das System  $\text{SiO}_2$  —  $\text{FeO}$  (nach Bowen und Schairer).



Sl. 4 — Sistema  $\text{SiO}_2$  —  $\text{FeO}$  —  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (po A. Muan-u).

Abb. 4 — Das System  $\text{SiO}_2$  —  $\text{FeO}$  —  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (nach A. Muan).

Tablica 1

oblik »škotskih peća«. Metalurški proces u tim pećima je takođe morao biti analogan procesu kojim se vrši topljenje olovnih ruda u »škotskim pećima«. To je proces reaktivnog topljenja pri čemu se istovremeno sa prženjem rude vrši i topljenje metala (A v e t i s j a n , 1949).

Kod olivin-leucitske asocijacije primećeno je da su olivini znatno bolje iskristalisali što se nesumnjivo mora pripisati prisustvu leucitske komponente u rastopu koja je smanjila viskoznost i ubrzala jonsku difuziju. Poreklo leucita u šljakama je od kalijuma iz drvenog uglja kao i fino primešanih liskuna i feldspata u olovocinkanim rudama Avale. Po S. R a k i ĉ u (1958) olovocinkane mineralizacije Crvenog Brega leže u flišnim sedimentima te se u jalovini koja je fino primešana sa orudnjenjem moraju nalaziti liskuni i raspadnuti feldspati.

Procenat olova od oko 2—4% Pb u ovim šljakama, u poređenju sa antičkim šljakama iz lokalnosti Kosmaj-Babe koje sadrže oko 7% Pb predstavlja veliki stepen iskorišćenja neobičajen za tadašnje tehničke mogućnosti. Mišljenja smo da je ovo posledica povoljnog mineralnog sastava ruda koje su korištene, te bi se stoga moglo zaključiti da se olovo-cinkove rude sa Avale odlikuju povoljnim metalurškim osobinama.

### Zaključak

Šljacište u Crvenobreškom potoku na Avali predstavlja jedno od mnogobrojnih ostataka antičke rudarsko-topioničarske de-latnosti u ovoj oblasti.

Ispitivanjem mineralnog sastava ovih šljaka konstatovano je prisustvo dve mineralne asocijacije: olivinske i olivinsko-leucitske. Olivinska asocijacija sadrži olivin fajalitskog tipa, magnetit, vistit ( $FeO$ ), litar-git ( $PbO$ ) i staklo. Leucitska pored ovih minerala sadrži i leucit.

Olivinska asocijacija je osnovna i uslovljena je određenim metalurškim procesom. Olivin-leucitska asocijacija predstavlja varijantu prve asocijacije i verovatno je nastala kao posledica topljenja rude drvenim ugljem, kao i prisustva liskuna i feldspata u olovnim rudama Avale.

Analizom faznog sastava ovih šljaka došlo se da zaključka da se topljenje vršilo u primitivnim otvorenim pećima analognim tzv. »škotskim pećima« i da su nesumnjivo pri tom postizane temperature od preko  $1177^{\circ}C$  odnosno iznad eutektičke tačke fajalit-vistit-magnetit u sistemu  $SiO_2$ - $FeO$ - $Fe_2O_3$ . Smatra se da je topljenje olovnih ruda čiji su ostaci ispitivane šljake vršeno procesom reaktivnog topljenja.

Na osnovu relativno malog procenta olova u ovim šljakama zaključuje se da je mineralni sastav korišćenih ruda sa Avale bio metalurški vrlo povoljan, te da pri proceni ovih ruda treba uzeti u obzir i tu njihovu osobinu.

### ZUSAMMENFASSUNG

#### Mikroskopische Untersuchung der Silikat-Komponenten in den alten Schlacken aus dem Crveni-Breg-Bach bei der Avala (Jugoslawien)

Sofija Vuković — Milan Vuković\*

Am Avala-Berg, der sich etwa 20 km südlich von Beograd befindet, werden zahlreiche Überreste von aus dem Altertum und Mittelalter stammenden Bergbau- und Verhüttungsarbeiten angetroffen. Der Gegenstand unserer Untersuchungen war die Schlackenfundstelle im Quellgebiet des Crveni-Breg-Baches, von der angenommen wird, dass dieselbe aus dem Altertum stammt.

Die Untersuchungen wurden mit dem Polarisationsmikroskop im durchfallenden Licht und mittels Röntgenographischer Analysen durchgeführt.

In diesen Schlacken wurden zwei mineralische Assoziationen festgestellt: eine fayalitische und eine fayalitisch-leuzitische. Es wurden auch Übergänge gefunden (Fayalit mit etwas Leuzit).

\*) Sofija Vuković, str. saradnik Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu. Milan Vuković, str. savetnik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja u Beogradu.

Die fayalitische Assoziation enthält Olivin im Fayalit-Typ entwickelt (Fayalit), Magnetit, Wüstit (FeO), Lithargit und Glas. Die Leuzit-Assoziation (Leuzit) enthält ausser erwähnten Mineralien noch Leuzit.

Die Fayalit-Assoziation stellt die Hauptmasse der und entstand als Folge eines bestimmten metallurgischen Prozesses.

Die Fayalit-Leuzit-Assoziation stellt eine Variante der ersten Assoziation dar und entstand wahrscheinlich in Zusammenhang mit der Anwendung von Holzkohle bei der Verhüttung.

Eine Analyse des Phasenbestandes dieser Schlacken führte zur Schlussfolgerung, dass die Verhüttung in offenen primitiven Öfen, ähnlich den sogenannten »schottischen Öfen« erfolgte und dass dabei eine Temperatur von über  $1177^{\circ}\text{C}$  erreicht wurde. Es wird angenommen, dass das Erz, das diese Schlacke gab, durch reaktive Verhüttung gewonnen wurde.

#### L iterat u r a

- Avetisjan, A. K., 1949: Osnovi metalurgije, Beograd.
- Bonman, R. G., 1945: Lead.— Iz. Liddell D. M. Handbook of Nonferrous Metallurgy — II, New York — London (144—215).
- Lapin, V. V., 1945: Materialy po petrografii Šlakov sovjetskoj metalurgii. — Trudy Instituta geologičeskikh nauk, vyp. 77, petrografičeskaja serija (No. 25), Akad. nauk, SSSR.
- Mihajev, V. I., 1957: Rentgenometričeskij opredelitelj mineralov, Moskva.
- Rakić, S., 1958: Mineralne parageneze u ruđištima olova i cinka Crveni Breg, Prećica i Ljuta Strana u Šumadiji. — Vesnik XV, Beograd (313—340).
- Rigby, G. R., 1953: The Thin-Section Mineralogy of Ceramic Materials, London.
- Simić, V., 1951: Istoriski razvoj našeg rudarstva, Beograd.
- Simić, V., 1957: Staro i savremeno rudarstvo u okolini Avale. — Godišnjak muz. grada Beograda, knj. IV, (71—92).
- Trojer, F., 1963: Die oxydischen Kristallphasen der anorganischen Industrieprodukte, Stuttgart.
- Winchell, A. N., 1933: Elements of optical Mineralogy — II, London.
- Zavarickij, A. N., Soboljev, V. S., 1961: Fiziko-himičeskie osnovy petrografii izverženyh gornyh porod, Moskva.



# O električnom modeliranju

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Đorđe Jarošević

Kao baza za teoriju i praksu modeliranja uopšte i električno modeliranje posebno, služi princip dijalektičkog materializma o jedinstvu prirode koji tvrdi, da se jedinstvo prirode ispoljava u začuđujućoj analogiji diferencijalnih jednačina, koje se odnose na različite fizičke pojave. Tako, na primer, jednačine koje opisuju temperaturska polja i polja električnih potencijala po jednoj koordinati imaju oblik:

za temperatursko polje

$$\frac{d^2 T}{dx^2} = \frac{c \gamma}{\lambda} \frac{dT}{dt}$$

za električno polje

$$\frac{d^2 V}{dx^2} = RC \frac{dV}{dt}$$

Pogodnim izborom vrednosti  $R$  i  $C$  u jednom električnom polju i merenjem potencijala u raznim njegovim tačkama može se dobiti slika električnog polja, koja nam može predstaviti u izvesnoj razmeri temperatursko polje, koje proizilazi iz gornjih diferencijalnih jednačina, ukoliko su zadovoljeni svi početni i krajnji uslovi za jednoznačnost rešenja istih jednačina.

Za rešavanje parcijalnih diferencijalnih jednačina mogu se primeniti sledeće metode :

- analitičke, kod kojih se rezultat dobija u obliku funkcija,

— aproksimativno-analitičke, kod kojih se rešenje dobija kao suma članova nekog reda,

— numeričke tj. rešenja se nalaze za neke tačke iz posmatrane oblasti.

Odve se mogu uvrstiti i grafičke metode, razrađene na bazi konačnih diferencija:

- metode fizičkog modeliranja i
- metode matematičkog modeliranja.

Tačne analitičke metode su prilično komplikovane, i kod problema nestacionarnih procesa često mogu da pripadaju oblasti za koju još nisu pronađene metode rešavanja. Približne analitičke metode se u inženjerskoj praksi dosta koriste za rešavanje relativno jednostavnih problema. Međutim, kod komplikovanih zadataka ova metoda gubi svoju osnovnu prednost — jednostavnost i postaje glomazna.

Metode numeričkog računanja omogućuju svođenje postavljenog problema na niz prostih aritmetičkih operacija. Savremene računske mašine diskretnog dejstva omogućuju da se komplikovani problemi, koji se ne mogu rešiti analitičkim metodama, reše za vrlo kratko vreme. Stoga se primena metoda numeričkog računanja stalno proširuje.

Metoda fizičkog modeliranja, tj. dobijanja rezultata na modelu iste fizičke prirode, takođe se primenjuje u nekim problemima npr. u termofizičkim istraživanjima. Međutim, komplikovanost i visoke cene fizičkih modela i samih eksperimenata, ograničava njihovo primenjivanje.

ničeni pristup do pojedinih tačaka modela, mala tačnost i inercija termičkih mernih instrumenata, nemogućnost da se u model unesu svi faktori koji deluju u prirodi, često onemogućuju primenu ove metode ne samo u termofizičkim, već i u drugim fizičkim procesima. Nedostaci ove metode se naročito ispoljavaju pri projektovanju, kada je potrebno razmatrati desetine varijanata za izbor optimalne konstrukcije.

Zbog toga se metode matematičkog modeliranja, tj. metode analogija i to električne, hidrauličke i pneumatsko-analogne sve više primenjuju kod procesa potpuno druge prirode. Najčešće se koriste električni modeli, koji su najjевтинiji, najtačniji zbog usavršene merne tehnike u elektrotehnici, proste konstrukcije, pogodni za izmenu parametra i što omogućuju automatizaciju pojedinih operacija pa i celokupnog procesa modeliranja.

Električni modeli mogu biti strukturalni modeli i modeli-analogije. Strukturalni modeli imaju blokove koji obavljaju pojedine matematičke operacije pa se u njima jednačina modelira deo po deo.

Modeli-analogije ne raščlanjuju operacije, već dele objekat na fizičke elemente, u kojima se proces opisuje istim jednačinama kao u elementima sistema koji se simulira.

Električni modeli-analogije koriste se danas za proučavanje najraznovrsnijih problema, koji se drugim metodama mogu rešavati samo po cenu velikog utroška vremena i novčanih sredstava.

Pomenućemo samo neke od tih problema:

- izučavanje raspodele vazduha u sistemima za provetrvanje jama;
- iznalaženje aerodinamičkih otpora raznih jamskih objekata, podgrada stubova i sl.;
- izračunavanje uticaja zarušenih otkopanih prostora na ventilacioni režim u jamama i zagđivanja vetrovne struje priticanjem metana iz zarušenih prostora u rudnicima uglja;
- proračunavanje složenih vodovodnih i gasovodnih mreža;
- izučavanje strujanja podzemnih voda kroz porozne homogene i nehomogene stene;

- izučavanje problema vremenskog sleganja nasipa, brana, jalovnika i sl.;
- izučavanje temperaturnih polja u stenama pri dubljenju okana uz zamrzavanje vodonosnih stena;
- izučavanje prenosa toploće sa vetrovne struje na stene i obrnuto u rudnicima;
- izučavanje uticaja jamskih požara na ventilacioni sistem u smislu promene temperature vazdušne struje;
- izučavanje prenosa toploće zračenjem;
- raspodela temperatura u jezgrima elektromagneta, transformatora itd.;
- izučavanje topotnih procesa kod vulkaniziranja gumenih proizvoda;
- izučavanje topotnih procesa u pojedinim delovima visokih peći.

U metalurgiji i mašinstvu električni model se često primenjuje u izučavanju nestacionarnih termičkih procesa kao npr. proces hlađenja odlivaka, zagrevanja, topljenja, kod termoobrade, varenja pa i navarivanja, što sve pripada oblasti pomerljivih temperaturskih polja.

Osim toga, električni modeli se primenjuju kod izučavanja temperaturskih polja u delovima klipnog mehanizma motora sa unutrašnjim sagorevanjem, a u cilju pravilnog konstruisanja klipova, cilindarskih košuljica i izbora optimalnog sistema hlađenja;

- izučavanje temperaturskih polja u rotorima i kućištima parnih turbina, je potrebno za utvrđivanje čvrstoće onih delova turbinu koji su podvrgnuti visokim temperaturama, pošto tendencija poboljšanja tehničko-ekonomskih pokazatelja parnih turbin zahteva povišenje temperature radnog medijuma na ulazu;
- izučavanje temperaturskih polja u rotorima i oklopima parnih turbin u prelaznim režimima;
- iznalaženje optimalnog sistema hlađenja u raznim topotnim mašinama;
- određivanje temperaturskih polja u elementima stambenih i industrijskih zgrada, u zemljištu koje obuhvata cevne vodove, u rebrastim uređajima za hlađenje ili zagrevanje;
- uticaj promenljivih delovanja spoljne temperature na temperaturu unutar

zgrada i temperaturu zidova, određivanje debljine topotne izolacije za zgrade, kod uređaja za zagrevanje ili hlađenje itd.

Budući da se većina pomenutih problema odnosi na pitanje prolaza topote ili fluida kroz neku materijalnu sredinu, to se i za električne modele koriste elektro provodljive materije kao što su elektroliti, provodljive boje, provodljive koloidalne mase i sl. ili, pak, sredine sa koncentrisanim električnim parametrima kao što su mreže otpornika, kondenzatora i njihovih kombinacija.

Pored modela u vidu električnog polja, mogu se kao modeli koristiti magnetna, elektromagnetna i elektrostatička polja.

Što se tiče grešaka dobijenih na električnim modelima, one se prema podacima iz iskustva kreću u granicama od 1 do 3%, što je najčešće dovoljno za rešavanje inženjersko-tehničkih problema, s obzirom da se granični uslovi, na primer kod problema termofizike, obično zadaju približno, ponekad sa greškom  $\pm 20\text{--}25\%$ .

Pošto je tačnost rešenja diferencijalne jednačine tesno povezana sa tačnošću zadatah graničnih uslova, često nema potrebe za povećanjem tačnosti modela uz nesrazmerno veće troškove za izgradnju modela.

Kod modela koji su izgrađeni na principu elektropotrošača može da se postigne tačnost od 0,1%. Ukoliko se zahteva još veća tačnost rešenja, preporučuje se upotreba elektronskih računskih mašina.

Da bismo dobili sliku o načinu formiranja modela, navodimo jedan primer u kome ćemo dati idejno rešenje za izradu modela za izučavanje procesa kretanja vazduha u zagušenim delovima otkopanog prostora iza širokog čela u jami.

Uticaj otkopanog prostora na režim provetrvanja širokog čela je velik, bilo da je taj prostor podzidan ili zarušen. Ovaj uticaj se ispoljava kroz gubitak vazduha kroz porozan zarušeni materijal i doticanje metana ili drugih štetnih gasova na široko čelo.

Ispitivanja na terenu omogućuju mereњe pojedinih aerodinamičkih osobina zarušenog prostora, određivanje podataka koje taj prostor karakterišu kao izvor metana, određivanje geometrijskih veličina prostora koji se ispituje, snimanje šeme ventiliranja itd.

Međutim, interpretacija dobijenih podataka, određivanje uticaja svakog od njih na režim ventilacije i prognoziranje izmena, koje će nastupiti u slučaju promena pojedinih parametara u režimu ventilacije, je sa teoretske strane komplikovan i dugotrajan posao.

Praktično ispitivanje uticaja promene pojedinih parametara na režim provetrvanja je skupo, a često i nemoguće. Na primer, u cilju ispitivanja promene kretanja vazduha kroz zarušene oblasti pri promeni specifičnih aerodinamičnih otpora širokog čela transportnog i ventilacionog hodnika na jednom radilištu, potrebno je imati u jami drugo radilište koje se razlikuje od prvog samo po tom kriterijumu, dok su svi ostali parametri isti kao na prvom radilištu. Nарavno, ovakav slučaj se vrlo retko događa.

Pored toga, potreba za regulisanjem strujanja vazduha kroz zarušeni prostor (na primer, u cilju borbe sa metanom) zahteva izmenu ventilacionog sistema u određenoj oblasti jame, povećanje ili smanjenje aerodinamičnih otpora jamskih prostorija, promenu količine vazduha, izradu kanala ili povećanje otpora na pojedinim mestima zarušenog prostora i sl. mere, koje zahtevaju utrošak sredstava i vremena, i koje se stoga ne mogu izvoditi, a da se prethodno ne prognoziraju očekivani rezultati.

Ovaj problem se brzo i jeftino može rešiti pomoću električnog modela-analogije, s tim da se granice podešavanja njegovih parametara izaberu tako, da model bude primenljiv na sve uslove na koje se može naći u ma kom jugoslovenskom rudniku.

Na taj način mogu se pomoći istog modela izračunavati problemi ove vrste u svim jugoslovenskim rudnicima.

Model-analogija treba da se sastoji od fizičkih elemenata u kojima se proces opisuje istim jednačinama kao u elementima sistema koji se simulira.

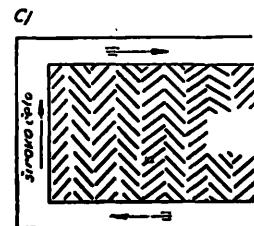
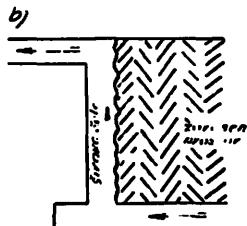
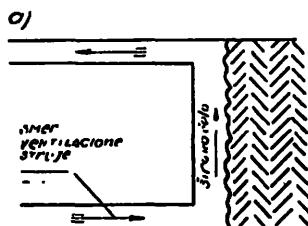
Zato ćemo prvo pokušati da uočimo elemente koji stvaraju oblast zarušenog prostora. Na sl. 1 prikazan je zarušen prostor i jamske prostorije koje ga uokviruju. Kako se jamske prostorije mogu dodirivati u tri moguće kombinacije, to se i model mora saštovati od sledećih elemenata:

a. element koji predstavlja zarušeni prostor,

- b. element koji simulira kretanje vazdušne struje kroz široko čelo,
- c. element koji predstavlja transportni hodnik,
- d. element koji modelira ventilacioni hodnik,
- e. element koji simulira izvor vazduha.

Kako se u procesu koji se simulira radi o kretanju vazduha, to se u modelu može izabrati kretanje nekog fluida (el. struja, tečnost ili gas) i tako konstruisati sledeće modele:

- model sa električnom analogijom i kontinualnom promenom specifičnih otpora zarušenog prostora;
- model sa električnom analogijom i stepenastom promenom specifičnih otpora zarušenog prostora;
- model sa hidrodinamičnom analogijom;
- model sa aerodinamičnom analogijom.



Sl. 1 — a) Jednostrani dodir zarušenog dela sa jamskim prostorijama; → smer ventilacione struje.  
b) Dvostrani dodir zarušenog dela sa jamskim prostorijama.  
c) Trostrani dodir zarušenog dela sa jamskim prostorijama.

Рис. 1 — a) Одностороннее примыкание выработанного пространства к воздухопроводящим выработкам.  
б) Двухстороннее примыкание выработанного пространства к воздухопроводящим выработкам.  
в) Трехстороннее примыкание выработанного пространства к воздухопроводящим выработкам.

Da bi se postigla sličnost između procesa u modelu i procesa koji se simulira, nije dovoljno da se ti procesi odvijaju po istim zakonima tj. da budu izraženi analognim jednačinama, već je potrebno da analogija obuhvati i one uslove, koji omogućuju da se iz velikog broja rešenja odabere samo jedno konkretno rešenje.

Uopšte uzev, uslovi jednoznačnosti se postižu:

- sličnošću geometrije,
- sličnošću fizičkih konstanti procesa,
- sličnošću graničnih uslova,
- sličnošću početnih uslova.

### I. Model sa električnom analogijom i kontinualnom promenom specifičnih otpora zarušenog prostora

Kod ovog modela se fizičke veličine, koje se javljaju u procesu kretanja vazduha, zamjenjuju odgovarajućim fizičkim veličinama u modelu (tab. 1).

Razmere za osnovne fizičke veličine se mogu izabrati nezavisno jedne od drugih, ali u granicama koje su određene praktičnim uslovima. Za izvedene veličine razmere se izračunavaju prema dimenzionalnoj jednacini.

Geometrijska sličnost je postignuta ako je:

$$\frac{1}{x} = \frac{1'}{x'}$$

sličnost fizičkih konstanti je postignuta ako je:

Tablica 1

Fizičke veličine stvarnog procesa	Fizičke veličine u modelu
<i>Geometrijske razmere:</i>	
dužina širokog čela 1	dužina uređaja koji zamenjuje šir. čelo $l'$
dužina hodnika $x$	ista dužina $x'$
razlika depresija $h$	električni napon $U$
količina vazduha $Q$	jačina el. struje $I$
<i>Specif. aerodinamički otpor:</i>	
za transportni hodnik $R_1$	specif. el. otpor
za ventilacioni hodnik $R_2$	— za model transportnog hodnika $r_1$
za široko čelo $R_3$	— za model ventilacijskog hodnika $r_2$
za zarušeni prostor $R'$	— za model širokog čela $r_3$
	— za model zarušenog prostora $r'$

$$\frac{R_1}{r_1} = \frac{R_2}{r_2} = \frac{R_3}{r_3} = \frac{R'}{r'} = \text{idem.}$$

za granične uslove sličnost je postignuta ako je:

$$\frac{Q(x)}{I(x')} = \text{idem.}$$

Pošto će se pomoću modela ispitivati ustaljeni procesi to analogija početnih uslova nije potrebna.

**Model zarušenog prostora.** — Ako je zarušeni prostor u obliku pravougaonika, njegov model je u obliku pravougaonog suda sa dobrim izolacionim svojstvima. Smešten je na postolje i napunjen elektroprovodnom materijom (elektrolitička kada).

Kraća strana pravougaonog suda obično odgovara u izvesnoj razmeri dužini širokog čela, dok duža strana u istoj razmeri predstavlja dužinu od 1 = 300 do 400 m, tj. onu dužinu na kojoj je zarušeni prostor praktično nepropustljiv za vazduh usled sleganja.

Aerodinamički otpor zarušenog prostora u ravni, koja je paralelna širokom čelu, smatra se konstantnim. Međutim, taj otpor se menja sa udaljavanjem  $x$  od širokog čela, tj.

$$R'_x = f(x)$$

Funkcija  $f(x)$  se određuje na osnovu mnogobrojnih merenja i ima različite oblike što zavisi od montan-geoloških uslova i autora.

Navećemo neke od tih izraza koji su ušli u praksu.

**Prema K. Z. Ušakovu**

$$f(x) = a \cdot e^{b \cdot x^2}$$

gde su:

$a$  i  $b$  — konstante koje zavise od montan-geoloških uslova, metode otkopavanja, brzine napredovanja širokog čela i sl.

$x$  — odstojanje tačke u dubini zarušenog prostora od širokog čela.

Prema tome, zakon promene specifičnog aerodinamičnog otpora glasi:

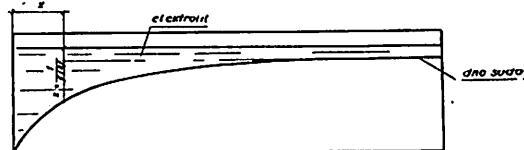
$$R'(x) = a \cdot e^{b \cdot x^2}$$

**Prema F. S. Klebanovu**

$$R'(x) = R' \cdot e^{ax}$$

**Prema F. A. Abramovu**

$$R'(x) = ax^b + R'$$



Sl. 2 — Šema elektrolitičke kade.

Рис. 2. — Схема электролитической ванны.

Da bi se na modelu postigla promena otpora elektrolita prema jednom od pomenutih izraza, posuda sa elektrolitom treba da ima specijalno modelirano dno (sl. 2) tako da se debljina sloja elektrolita  $\tilde{z}$  menja po zakonu:

$$\tilde{z} = \frac{1}{f(x)} = \frac{1}{R'(x)}$$

Treba imati u vidu da je kretanje vazduha kroz zarušeni prostor laminarno, te se u modelu može koristiti linearni otpor, na primer, elektrolit u određenim granicama.

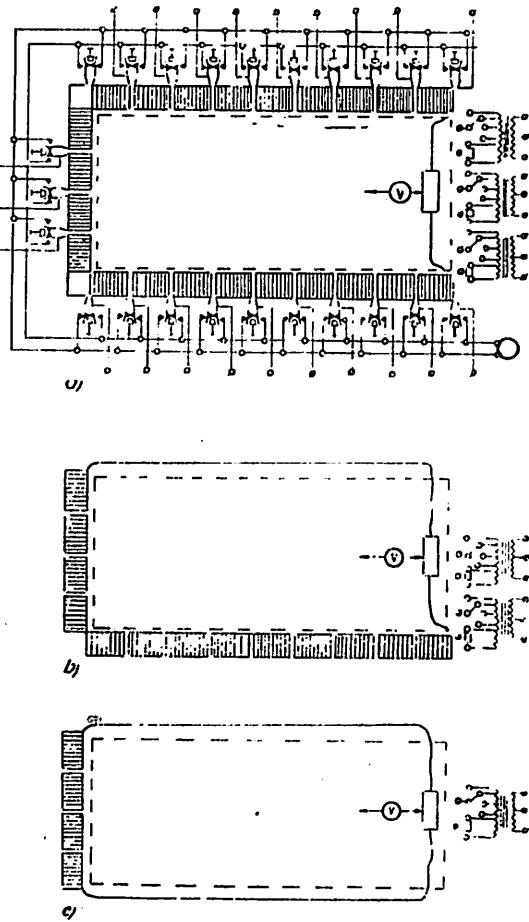
Da bi se omogućila ispitivanja na modelu prema različitim autorima i u zavisnosti od različitih konstanti, dno elektrolitičke kade treba da bude izrađeno od parafina ili nekog drugog plastičnog materijala, koji se lako modelira i koji je hemijski neutralan u odnosu na izabrani elektrolit. Modeliranje se može vršiti pomoću šablonu. Pored toga, model zarušenog prostora može da ima više posuda koje se mogu pripremati unapred i koristiti prema potrebi. Gustina elektrolita za različite uslove treba da bude propisana u vidu tabličnog pregleda. Kontrola se vrši merenjem električne provodljivosti elektrolita pomoću istih instrumenata, koji služe za vršenje eksperimenata na modelu. Pošto dubina elektrolita takođe utiče na specifični otpor modela, to postoji mogućnost za podešavanje modela u vrlo širokom opsegu u zavisnosti od parametara objekta koji se modelira.

Interesantno je da za jedan određen profil dna elektrolitičke kade, tip funkcije koja

opisuje promenu specifičnog otpora elektrolita po dužini kade ne zavisi od dubine elektrolita.

Da bi se vršila merenja potencijala u mreži kojoj tački modela zarušenog prostora, koja u prirodi predstavljaju nivo depresije vazduha, iznad kade se postavlja »koordinator«, koji se sastoji od poluge postavljene paralelno sa modelom širokog čela, tako da se translatorno pomera duž kade i klizača na poluzi sa iglom-sondom.

Staze po kojima se kreću poluga i klizač su graduisane te se može očitati tačan položaj igle-sonde.



Sl. 3 — a) Šema veza modela za trostrani dodir.  
b) Šema veza modela za dvostrani dodir.  
c) Šema veza modela za jednostrani dodir.

Рис. 3 — а) Схема соединений модели для трехстороннего примыкания.  
б) Схема соединений в модели для двухстороннего примыкания.  
в) Схема соединений в модели для одностороннего примыкания.

### Modeli rudarskih prostorija.

— Specifični otpor na koji nailazi vazduh u rudarskim hodnicima zavisi od oblika i dimenzija hodnika, poprečnog preseka, načina podgradivanja, mehanizacije, koja se u njemu nalazi, rapavosti zidova i sl. Međutim, kod proračuna ukupnog otpora jednog hodnika specifičan otpor se smatra konstantnim po celoj dužini. Stoga i model hodnika treba da ima ravnomerno raspoređen omski otpor. Drugi uslov, koji treba simulirati, je da iz rudarskih prostorija vazduh prodire u zarušeni prostor po celoj njegovoj dužini, tako da i u modelu između elektrolita i otpornika koji predstavljaju hodnik treba da postoji kontakt.

Radi ovih uslova model hodnika je zamišljen kao izolovana otporna žica, ravnomerno namotana na tekstolitsko jezgro. Otporna žica je dobro izolovana, a na strani okrenutoj prema elektrolitu je ogoljena.

Namotaj se postavlja duž kade tako da ogoljene žice imaju dodir sa elektrolitom. Da bi se omogućilo merenje jačine struje na raznim mestima na kalemu, namotaj je podelen na veći broj sekacija, čiji će se slobodni krajevi uvesti u tastere.

Pritiskom tastera se uključuje ampermetar u kolo kalema na odgovarajućem mestu.

Model treba da ima tri kalema sa otpornom žicom koji simuliraju hodnike. Ukupan otpor svakog kalema treba izabrati prema podacima sa terena.

Na sl. 3 a data je šema veza za slučaj trostranog dodira. Na sl. 3 b data je veza za dvostrani, a na sl. 3 c za jednostrani dodir zarušenog prostora i jamskih prostorija. Šeme 3a i 3b su uprošćene.

Model za izvor vazduha. — Za kretanje vazduha kroz hodnike, koje ima turbulentan karakter, važi jednačina:

$$h = R_1 \cdot l \cdot Q^2$$

Prema tome, izvor električne energije za model hodnika mora da ima analogan izraz.

$$U = r_1 \cdot l \cdot I^2$$

Za svaku od jamskih prostorija treba izgraditi poseban regulacioni transformator, spregnut na određen način sa kombinacijom potenciometara, da bi se postigao navedeni odnos između struje i napona. Opseg regu-

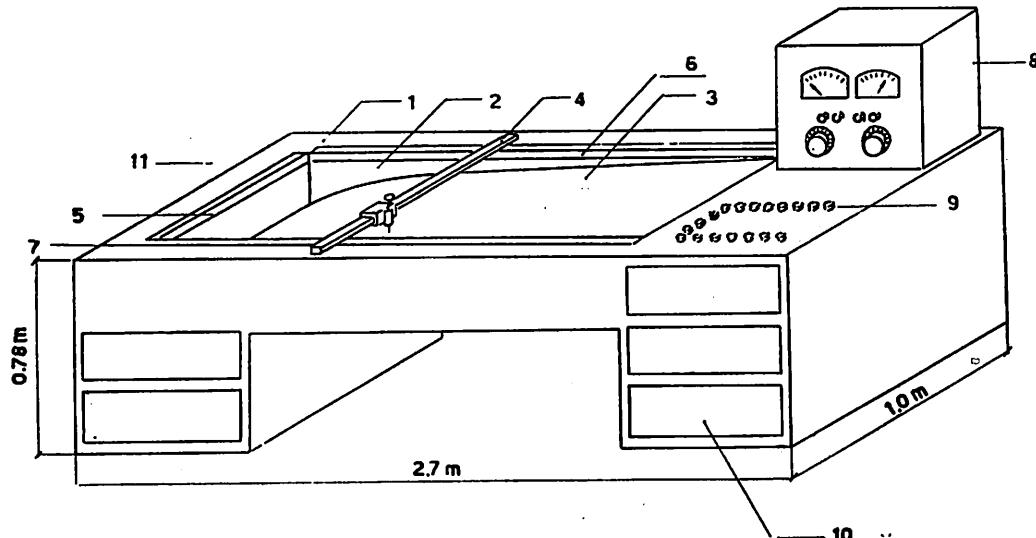
lacijske napone transformatora i opseg regulacije jačine struje treba saobraziti raspomina depresije i protoka koji se mogu očekivati u našim rudnicima u revirima širokih čela.

Kod izbora najvećeg mogućeg električnog napona u modelu, tj. kod usvajanja razmere između stvarnih i simuliranih vrednosti, treba voditi računa o bezbednosti osoblja koje će rukovati modelom.

Napajanje modela treba vršiti naizmeničnom strujom da bi se izbegla elektoliza tj. da bi verovatnoča konstantne jamske struje bila veća.

ležu uz zarušeni prostor, kao i određivanje linija jednakih depresija i stružnih linija u zarušenom prostoru;

2. izučavanje puteva isticanja metana iz zarušenog prostora u okolne jamske prostorije;
3. razrada i provera mera, koje treba preduzeti u vezi provetrvanja otkopanog prostora (ostavljanje kanala za usmeravanje metana, postavljanje cevi, baraža i sl.);
4. izučavanje gubitaka vazduha kroz pregrade, vrata i sl.;



Sl. 4 — Izgled elektrolitičkog modela zarušenog prostora

1 — postolje; 2 — elektrolitička kada; 3 — modelirano dno kade; 4 — koordinator sa sondom; 5 — kalem-model širokog čela; 6 — kalem-model transportnog hodnika; 7 — kalem-model ventilacionog hodnika; 8 — merni instrumenti; 9 — tasteri za uključivanje ampermetra u željenu sekociju; 10 — firoke za potreban pribor, materijal, alat i kancelarijski pribor; 11 — otvor za ispuštanje elektrolita iz kade.

Рис. 4 — Внешний вид электролитической модели выработанного пространства.

Za stabilizaciju napona koji se uzima iz gradske mreže služi tipski stabilizator napona.

Instrumenti za merenje napona i jačine struje, regulacioni uređaji, tasteri i sl. ugrađeni su u pult koji se nalazi na istom postolju sa modelom.

Mogući izgled i gabaritne dimenzije modela dati su na sl. 4.

**Pri mena modela.** — Opisani model može da se koristi za rešavanje različitih problema. Navećemo neke od njih:

1. izučavanje raspodele depresije i protoka u jamskim prostorijama koje pri-

5. izučavanje raspodele gubitaka vazduha i puteva isticanja metana iz zarušenog prostora prilikom korišćenja prigušnica ili ventilatora za lokalno provetrvanje kroz pregradu u jamskim prostorijama koje uokviruju zarušeni prostor;
6. izučavanje aerodinamičkih otpora podgrade, stubova (prepreka) na proširenjima hodnika i sl.;
7. rešavanje nekih problema iz termotehnike (npr. zagrejavanje ventilacione struje od toplih zidova hodnika);

Da bi se stvorila jasnija slika o načinu rada sa modelom dajemo ukratko opis rada za rešavanje zadatka pod 1.

Na bazi odabranog odnosa  $r'_x = f(x)$  i merenja podataka za određivanje parametara koji ulaze u  $f(x)$ , odabere se odgovarajući profil dna elektrolitičke kade i sastav elektrolita, te se ovi uvode u model. Zatim se prema tipu, dimenzijama i načinu podgradivanja hodnika za transport, ventilaciju i široko čelo, podešavaju ekvivalentni otpori tih prostorija u modelu i nalazi razmera. Prema podacima o protoku i depresiji vrši se podešavanje regulacionih transformatora i pripadajuće kombinacije potenciometara, posle čega se modeli povezuju prema odgovarajućoj šemi (sl. 3).

Posle stavljanja modela u rad pomoću igle-sonde određuju se potencijali pojedinih tačaka u elektrolitu i istovremeno mere naponi na krajevima pojedinih sekcija na modelima jamskih prostorija, te se na osnovu dobijenih rezultata iscrtavaju linije jednake depresije.

Na krajevima pojedinih sekcija modela jamskih prostorija meri se jačina struje, što omogućuje ucrtavanje strujnih linija.

Za rešavanje zadataka koji se suštinski razlikuju od već navedenog, potrebno je razraditi posebne metode. Navodimo primer za rešavanje problema pod tačkom 6.

Da bi se pronašao aerodinamički otpor nekog objekta, treba napraviti odgovarajući model od izolacionog materijala (npr. drvo pokriveno slojem parafina, laka i sl.) i staviti ga u elektrolitičku kadu tako da osa modela bude normalna na podužnu osu kade. Elektrolitička kada treba da ima ravno dno.

Model širokog čela se uklanja tako da ostanu samo dva paralelna kalema na kojima se aktivira samo nekoliko sekcija (sl. 5).

U ovom slučaju se ne uzima analogija između električnog potencijala i depresije vazduha, već između električnog potencijala i brzinskog potencijala vazduha.

Merenje se vrši na sledeći način.

U kadi, na izvesnoj udaljenosti od drvenog modela meri se jačina električnog polja

$$\frac{\Delta U}{\Delta X} = E$$

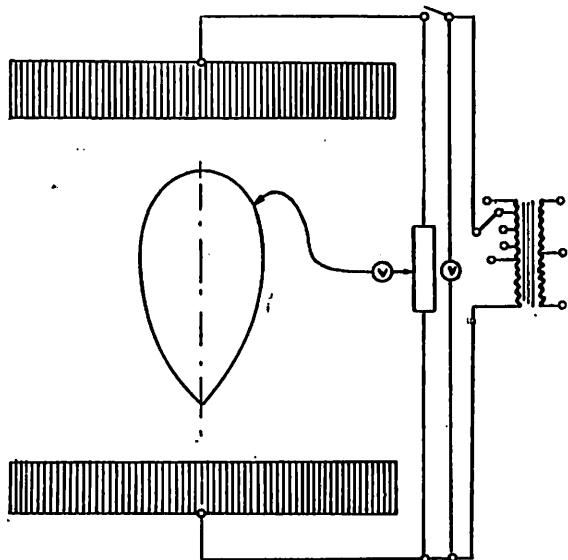
Na osnovu podataka za električno polje i brzinu vazduha nalazi se koeficijent proporcionalnosti:

$$K = \frac{E}{V}$$

Brzina vazduha ma za koju tačku određuje se iz jednačina:

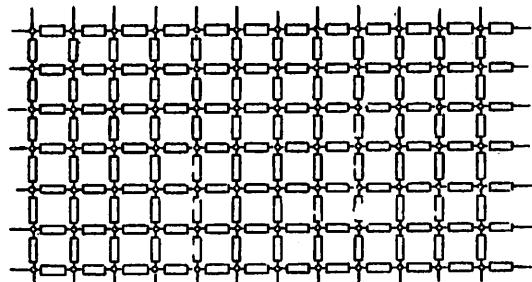
$$V_t = KE_t$$

gde je  $E_1$  razlika jačina električnih polja izmerenih u dve susedne tačke konture modela, podeljena rastojanjem tih tačaka.



Sl. 5 — Šema veza modela kod merenja aerodinamičkog otpora tela.

Рис. 5 — Схема соединений в модели при измерении аэродинамического сопротивления тела.



Sl. 6 — Šema otpornika kao model zarušenog prostora u jami.

Рис. 6 — Сетка сопротивлений моделирующая выработанное пространство.

Ako raspodelu brzina po profilu modela imamo, na osnovu aerodinamičkih zakona, možemo odrediti aerodinamički otpor profila.

## II. Model sa električnom analogijom i stepenastom promenom specifičnog otpora zarušenog prostora

Ovaj model je vrlo sličan prvom modelu, uz sledeće izmene.

Prostor koji se modelira delimo koordinatnom mrežom na jednake delove. Za svaki od ovih delova se izračunava odgovarajući otpor prema jednoj od relacija koje su ranije navedene (Ušakov, Pečuk, Klebanov, Abramov).

Svi otpori se povezuju u jednu mrežu čija je šema data na sl. 6 i koja sada simulira zarušeni prostor.

Potencijal se meri pomoću sonde koordinatnog cevica u čvornim tačkama mreže otpornika.

Kraće rečeno, elektrolitička kada iz prvog modela se zamjenjuje mrežom otpornika, te se  $f(x)$  ne simulira kontinualnom krivom linijom već u obliku stepenaste linije kod koje koordinate tačaka odstupaju od teorijske vrednosti za određen procenat koji je unapred usvojen i koji služi kao osnov za izračunavanje mreže otpornika. Treba imati u vidu da će »stepenice« biti neravnomerno raspoređene (mada u predviđenim granicama), pošto se standardni otpornici izrađuju prema nizu geometrijskog reda sa

faktorom  $\sqrt[5]{10}$  (red 5)

$\sqrt[10]{10}$  (red 10) itd.

dok je zakon promene otpora eksponencijalna funkcija.

Druga izmena u modelu II u odnosu na model I je u tome, što se model II napaja jednosmernom strujom da bi se izbegle smetnje koje su neizbežni prilikom naizmenične struje.

Geometrijski oblik modela II može da bude proizvoljno izabran pri izradi konstrukcije pošto u ovom modelu konstruktor nije vezan elektrolitičkom kadom koja mora biti u horizontalnom položaju.

Pored toga, dimenzije modela će biti mnogo manje, te nije potrebna veća prostorija za njegov smeštaj.

Nedostaci modela II su u tome, što se mereni podaci o visini depresije u pojedinim tačkama modela zarušenog prostora ne mogu primeniti direktno, već se moraju pretvodno korigovati u vezi sa stepenastim simuliranjem funkcije  $f(x)$ .

Za simuliranje raznih oblika funkcije  $R_x = f(x)$  potrebno je imati nekoliko mreža otpornika, što poskupljuje model zarušenog prostora.

Što se tiče primene modela II, treba podvući da se njime može rešavati manji broj problema nego sa modelom I.

## III. Model sa hidrodinamičkom analogijom

Model zarušenog prostora. — Ovaj model zamišljamo u vidu mreže cevica čiji se hidrodinamički otpor menja prema jednačini  $r = f(x)$  i koje se među sobom spajaju u mrežu slično mreži otpornika iz modela II.

Da bi se simuliralo kretanje vazduha kroz zarušeni prostor, potrebno je da brzina tečnosti (npr. destilisane vode) kroz cevčice ne pređe određenu veličinu pri kojoj bi nastupilo turbulentno kretanje vode, te sa tog aspekta treba proračunati kapacitet crpke za snabdevanje modela vodom. Treba imati u vidu da bi ovako izgrađen model zarušenog prostora neizbežno odstupao od teoretske postavke o laminarnom kretanju fluida zbog mesta spojeva cevica na kojima će naravno doći do turbulentnog kretanja vode.

Model rudarskih prostorija. — I ovaj model se može izvesti u vidu cevica, ali pošto je kretanje vazduha kroz jamske prostorije turbulentnog karaktera, to se u ove cevice moraju ugraditi dijafragme sa otvorima sračunatim tako da se protok obavlja po zakonu  $h = RQ_2$ .

Očitavanje pritiska bi se vršilo na pijezometarskim cevčicama od providnog materijala ugrađenim u čvornim tačkama cevne mreže.

Izvor za napajanje modela. — Kao izvor za napajanje modela služi crpka sa motorom jednosmerne struje, pripadajućim ispravljačem i uređajem za regulaciju brzine okretanja elektromotora.

Merenja se mogu vršiti pijezometrima i meračima protoka.

Kako merna tehnika u hidraulici zaostaje iza električnih merenja, to će i tačnost rezultata ispitivanja na modelu III biti manja od tačnosti na modelima I i II.

#### IV. Model sa aerodinamičkom analogijom

Ovaj model ne opisujemo, pošto bi isti bio izgrađen po već opisanim principima, s

tim što bi se kao fluid koristio gas a ne tečnost, što povlači izmenu izvora za napajanje i merne tehnike.

Imajući na osnovu iznetih rasuđivanja konцепцију o više varianata, nije teško proceniti da se prednost mora dati modelu I, zato što je jeftiniji, daje mogućnost rešavanja većeg broja problema, a uz to može da se izgradi isključivo od domaćeg standarnog materijala.

### РЕЗЮМЕ

#### Об электрическом моделировании

инж. Г. Ярошевич\*)

Использование электрических моделей в целях изучения сложных проблем или физических явлений все чаще встречается в инженерной и исследовательской практике. В статье даны условия, которые должны быть соблюдены для осуществления аналогии, приведены примеры из области термотехники горного дела в которых используются методы моделирования и дан пример электрической модели для изучения процесса движения воздуха в выработанном пространстве шахты.

### Literatura

- |   |  |
|---|--|
| A b r a m o v, F. A., 1961: Modelirovanie ventilacionnyh setej šaht. — Gosgortehizdat, Moskva.                | L i d i n, G. D., 1961: Bor'ba so skopleniem metana v ugol'nyh šahtah. — Gosgortehizdat, Moskva. |
| G e t e l j b a u m, I. M., 1959: Električeskoe modelirovanie. — Fizmatgiz.                                   | L y k o v a, A. B., 1952: Teoriya teploprovodnosti. — GITTL.                                     |
| K a r p l j u s, V., 1962: Modelirujuščie ustroystva dlja rešenija zadač teorii polja (prevod Gutemahera IL). | R a d d l, R. I., 1960: Zatverdevanie otlivok (prevod Sirotina). — Mašgiz.                       |
| K o z d o b a, L. A., 1964: Elektromodelirovanie temperaturnyh polej. — Sudostroenie, Lenjingrad.             | V o r o n i n a, G. D., 1962: Raščet rudničnoj ventilacii. — Gosgortehizdat, Moskva.             |



\*) Dipl. ing. Đorđe Jarošević, viši stručni saradnik Zavoda za projektovanje i konstuisanje Rudarskog instituta u Beogradu.

je poslednja smena završila rad u 15 časova. Zbog predstojećeg praznika i prema utvrđenom redu, smena je povukla opremu sa čela pre svog izlaska dok je nadzornik pregledao traku, konstatovao da je u redu i da nije bilo zagrevanja na njoj. To su kasnije potvrdili svedoci za 6. severni glavni revir.

U sledećoj poslepodnevnoj smeni u jami su se nalazili zaprašivači koji su prvo zaprašivali kamenom prašinom baš 6. severni glavni revir i to od mesta spajanja puteva sa drugim revirima prema čelu šestog revira.

U ponoć, na početku noćne smene, u jamu su ušli požarni. Zbog zaprašivanja u 6. severnom reviru požarni su obišli druge delove jame i tek oko 3 časa izjutra došli u ovaj revir. Udaljeni oko 250 m od radilišta osetili su dim i odmah isključili struju za pumpu. Ostali dovodi struje bili su isključeni ranije, prema pravilu za neradne dane. Ipak su, u povratku, kontrolisali prekidače i našli da su uredno isključeni, posle čega su obavestili poslovodju jame o požaru.

Već u pola šest ušle su u jamu dve spasilačke čete zajedno sa saveznim inspektorom rudnika uglja. Ipak, ostali su bez uspeha mnogi pokušaji da se odredi mesto žarišta i ustanovi dokle je vatrica prodrala. Spasioci nisu mogli da napreduju zbog velike vrućine, a dim je bio jako gust i veoma proširen. Četa je imala na raspolaganju uređaj za gašenje penom, ali ga nije mogla upotrebiti.

Dok su spasilačke čete ispitivale lokaciju požara, čula se je prva eksplozija metana koja nije bila naročito jaka. Ipak, ovaj znak bio je dovoljan da uprava rudnika zaključi da je najbolje da se odmah zatvori 6. severni revir.

Zatvaranje je počelo na odstojanju oko 400 m od žarišta. U radu su pomogle i čete susednih rudnika. U neposrednoj blizini žarišta nalazilo se je okno Mayo koje se je moralo zatvoriti poklopcem. Nakon zatvaranja, oko 19 časova tog dana, tj. 25. XII 1962. godine, čete su se vratile iz jame. Bilo je odlučeno da se čeka 3 dana, a onda da se pristupi uzimanju uzoraka vazduha iz zatvorenog dela jame.

Sledećeg dana, oko 11 časova, osetila se druga eksplozija, a poslepodne još tri. Pre ponoći tog istog dana, sledeća šesta eksplozija bila je tako jaka, da je ne samo razorila, već prosto odnела pregradu na vrhu

Mayo okna. Samo 3 sata kasnije usledila je sedma eksplozija. Tada je bilo jasno da su podzemne pregrade u 6. severnom reviru uništene. Tražilo se i ocenjivalo koja bi sledeća linija bila najpodesnija za nameštanje pregrada. U tom cilju otišla je u jamu četa da pregleda mesta, alternativno izabrana na karti, i utvrdi da li su sposobna za podizanje pregrade. Međutim, već na 1500 m udaljenosti od mesta, gde su bile predviđene nove pregrade, napredovanje čete bilo je teško, vazduh je bio pun dima i monoksida, i pošto se nije našlo novo pogodno mesto za pregrade, uprava je naredila povlačenje. Uskoro iza ovog, usledila je osma eksplozija. Postojala je suviše velika opasnost za ljudе da bi ih uprava smela puštati dalje u jamu.

#### Površinska izolacija rudnika

S obzirom da nije postojala više nikakva mogućnost aktivne borbe protiv požara i eksplozija iz same jame, odlučeno je na zajedničkoj sednici uprave rudnika sa predstavnicima ministarstva rудarstva i inspektorima Rudarskog ureda (USBM) da se rudnik potpuno zatvori. U plan zaščitanja ušle su tri osnovne tačke i to:

- primeran način izrade pregrada kod potpunog zatvaranja svih okana;
- sprečavanje mogućih kratkih spojeva kroz pukotine na terenu iznad rudnika i
- ostavljanje mogućnosti uzimanja uzoraka gasova u jami na različitim mestima.

Na okнима su izrađene ispod ušća drvene ili betonske pregrade. Iznad zgrada izrađene su obloge od drveta, preko istih prostir je sloj čvrste pene i pokriven plastičnim materijalom, a šavovi premazani terom. Kroz ovu oblogu vodile su cevi sa ventilima i manometrima da bi se mogla registrovati razlika u pritiscima.

Na svako okno, pre zatvaranja, položene su bakarne cevčice prečnika oko 1 cm i to tako da su ulazile oko 10 m u ugljeni sloj. Sve ove mere pokazale su se kao vanredno korisne kasnije kada se preko njih moglo pratiti šta se zbiva u jami.

S obzirom na veliko prostranstvo rudnika bio je veoma težak poslednji zadatak pre njegovog zatvaranja. Sva sredstva, utrošena na posebno savesnu izolaciju okana, bila bi uzaludna ukoliko bi kiseonik dolazio u jamu kroz pukotine, površine klizanja ili bilo ka-

kve druge nekontrolisane ulaze. Zbog toga je cela površina na karti podeljena na područja na koja su upućene posebne ekipe. Svaka vidna pukotinica uneta je u kartu. Manje rupe popunjavane su na licu mesta, dok su veće zatrpavane buldožerima.

Tog dana, tj. 27. XII., iz okna Mayo i Eddy osetio se ceo niz eksplozija. Primećeno je oko 18 eksplozija koje su bile različite po jačini. Zbog toga je bilo evakuisano sve stanovništvo iz okoline rudnika. Poslednja eksplozija desila se sledećeg dana i to oko 2,30 ujutro.

U međuvremenu pristigle su na rudnik poručene posebne čelične »kape« za pojačanje zatvaranja. Ova mera bila je potrebna uprkos činjenice da su okna bila prekrivena debelim betonskim pločama.

Kad su bile završene sve navedene faze zatvaranja i izolacije, moglo se utvrditi gde izolacija nije dobra i gde propušta. Sva ova mesta odmah su temeljno popravljena. Razlika se mogla primetiti takođe na ugrađenim manometrima. Očitavanja su pokazivala od plus 380 mm do minus 180 mm vodenog stuba prema spoljnjem pritisku.

#### Kontrola jamskih gasova

Jedina mogućnost za posmatranje stanja u jami bila je kontrola jamskih gasova. Uprava rudnika odredila je uzimanje proba i brzu kontrolu u razmacima od jednog sata. Uzorci su uzimani na svih 7 okana, a takođe i na jednoj bušotini koja je dopirala u sloj u neposrednoj blizini žarišta. Brzom analizom utvrđivao se sadržaj O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO i CH<sub>4</sub>. Jedanput dnevno slate su boce uzorka na analizu u Rudarski ured. Pored toga, svaki put se merila temperatura, barometarsko stanje i razlika u pritiscima u jami.

Tek početkom februara moglo se utvrditi da je izolacija sigurno uspela, da se vatra brzo gasi i jama hlađi. Ovo je potvrđivalo, pored temperature, takođe neprekidno smanjivanje kiseonika i porast procента metana. Već krajem marta CO je potpuno opao u procentu, a porastao sadržaj CO<sub>2</sub>.

#### Prvo otvaranje

Kada su analize jamskih gasova pokazale da je vatra verovatno ugašena, pristupilo se razradi plana ponovnog otvaranja. Od više predloženih načina izabran je sledeći postupak:

a. Ventilacija 6. severnog revira treba da dovodi sveži vazduh iz udaljenijeg okna Robinson uduvavanjem, a gasovi će izlaziti kroz okno Mayo koje se nalazi u požarnom području;

b. ako ne dođe do eksplozije ili oživljavanja vatre do onog momenta kada će izlazni gasovi po svom sastavu biti jednaki normalnom stanju, onda će se otvoriti i druga okna i pustiti u pogon ostali ventilatori. Cela jama treba da je potpuno provetrena pre nego bi se dozvolio ulazak bilo kome u jamu.

Ovaj plan je izabran na osnovu sledećih prednosti:

— plan je bezbedan za ljude na površini a u jamu se neće ulaziti dok ne bude sigurno;

— uštedelo bi se mnogo vremena s obzirom na mišljenje Rudarskog ureda da prva četa spasilaca može da uđe u jamu tek 30 dana nakon što je nestao poslednji trag CO.

c. Ukoliko još ima vatre, to će se odmah primetiti i ova okna ponovo zatvoriti. Ako bi kasnije došlo do nove vatre, ista će se ograničiti samo na 6. severni revir, a ovaj čini samo 8% ukupnog rudničkog terena. Važan činilac u dočenju ove odluke bilo je mišljenje da eventualna nova eksplozija u ovom reviru praktično ne može naneti nikakve dodatne štete.

d. Kroz Mayo okno izlaziće velike količine zatrovanih gasova. Položaj ovog okna je bio takav da su škodljivi gasovi iz njega najmanje ugrožavali okolinu.

Uprkos donete odluke, uprava rudnika je odlagala otvaranje i ono je počelo tek 1. aprila u 8 časova. Sa okna Mayo skinut je poklopac i pušten u pogon ventilator na Robinson oknu. Ventilatoru su promenili pravac okretanja tako da je sada duvao vazduh u jamu. Procenjeno je da pod takvim uslovima ventilator daje oko 7000 m<sup>3</sup>/min. kod ekvivalentnog otvora 5 m<sup>2</sup>. Ventilator je uključen daljinskom komandom, a prethodno su namešteni lokalni dovodi čistog vazduha do motora i električnog postrojenja ventilatora u cilju sprečavanja eksplozije.

Kroz okno Mayo izlazilo je oko 1650 m<sup>3</sup>/min jamskih gasova, a spoljna temperatura iznosila je od 15°C do 27°C. Početna temperatura izlaznih gasova iznosila je 35°C, ali se nakon 28 sati popela na 35°C, za sledećih 10 sati porasla je na 36°C i tek onda ostala nepromenjena.

Velika razlika između izračunatog i stvarnog kapaciteta ventilatora pokazala se zbog znatno većih otpora vazdušne struje. Najveći gubici bili su u blizini okna Mayo tako da se moglo sigurno zaključiti da je žarište bilo takođe u neposrednoj blizini.

Neposredno pre otvaranja jame procenat CO bio je ispod 0,01%. Nakon otvaranja brzo je porastao sadržaj kiseonika, dok je

metan opadao sve do 1,45 sati 3. aprila. Tada se CO brzo popeo od 0,004 na 0,02%. Jamski vazduh je u tom momentu sadržao oko 14,6% O i 8,6% CH<sub>4</sub>. Prema dijagramu na sl. 2 ova mešavina je bila na ivici eksplozivnosti.

Bilo je jasno da se jamski požar pojačao i uprava je odredila ponovo zatvaranje nakon 33 časa rada na proveravanju. Baš u toj prekretnici desila se poslednja eksplozija — verovatno 28. po redu. Jačina eksplozije je bila tolika, da je odnela ostatak površinskog zatvaranja na oknu Mayo, a plamen i dim dizali su se visoko u vazduh. Ipak, nakon isključenja ventilatora bilo je moguće pristupiti ubrzanim ponovnom zatvaranju oba okna.

Mada ovaj opit otvaranja zatvorenog rudnika nije bio uspešan, uprava ipak nije žalila što je to učinila. Stečena su dragocena iskustva koja će poslužiti kod narednog otvaranja rudnika. To je bilo:

— proverena je mogućnost potpunog zatvaranja — izolacije prostranog rudnika sa više okana;

— uprkos potpune izolacije požar u sloju sporo se gasio, mada je odmah sa izolacijom prekinuto njegovo širenje. To znači, da kod ponovnog otvaranja, ako je samo tehnički moguće, treba da se žrtvuje deo sloja u kome je bilo žarište;

— sve dok postoji CO u jamskoj atmosferi, sigurno je da postoji još žarište ili da bar ugalj ima toliku toplinu da bi svako dovođenje kiseonika ponovo izazvalo požar.

### Istraživanja

Da bi se skratilo vreme čekanja dok CO nestane iz jame, razmatrani su odmah nakon ponovnog zatvaranja uslovi izolacije žarišta. Cilj ovih studija bio je da se 6. severni revir sa površine, kroz bušotine, odvoji od ostalog dela jame. Predloženo je ubacivanje betona, peskovitog mulja i staklene vune, a pored toga još otpucavanje krovine iznad 11. prilaza u 6. severni revir.

Studija plana akcije obuhvatala je druge vrste materijala. Prvo je uzet u obzir livački pesak zajedno s natrijevim silikatom i upotrebom CO<sub>2</sub> za stvrdnjavanje. Zbog neutvrđenog vremena stvrdnjavanja i zbog teškoće koje bi ova smesa predstavljala kod proba kasnijeg probijanja, ova kombinacija je odbačena.

Isprobavane su pregrade koje bi stvorile različite poliesterne kiseline. Ipak rezultati u opitnom rudniku USBM nisu dali najpo-

voljnije rezultate. Ostali su bez uspeha i opiti ubacivanja balona kroz bušotinu, koji bi se posle naduvalo inertnim gasovima i zatvorio hodnik. Prilikom spuštanja baloni su uvek bili oštećeni.

Ni otpucavanje krovine, s ciljem da se zatvori hodnik, nije moglo stvoriti sigurnu pregradu za gasove.

Od devet različitih metoda ili materijala koji su bili studirani, najviše uspeha je obećavalo uduvavanje staklene vune. Bilo je potrebno da se izradi niz opita u tom pogledu, a isti su izrađeni u opitnoj jami u Bracetownu. Uslovi rada bili su slični, izuzev što je bušotina bila ovde duboka samo 20 m, dok je kasnije u Saveznom rudniku dubina iznosila 120 m.

Vunu je ubacivao kompresor kroz aluminijsku cev od tri col. Na dnu bušotine, na cev je bila nameštena mlaznica kao usmerivač. Pregrada iz staklene vune bila je oko 7,5 m široka na dnu hodnika i oko 2 m pri stropu. Merenja kod pregrade su pokazala da:

— ovakva pregrada može da izdrži brzinu vetrene struje do 7 m/s;

— pregrada može izdržati znatnu razliku u pritiscima, samo ako je dovoljno blizu zidova hodnika, i

— da bi se postiglo pravilno upravljanje mlaznice, ona treba da se okreće za 360°.

Već prvi opiti su pokazali da bi bilo potrebno promeniti pravac rada mlaznice kako ona ne bi radila slepo i prema osećaju. Nakon proba spuštanjem fotografskih kamera kroz bušotinu počele su se upotrebljavati televizijske kamere. Princip uduvavanja vune prikazan je na sl. 1.

Uporedo sa studijama zatvaranja prilaznih hodnika u 6. severni, pripremani su planovi za ponovno otvaranje rudnika. Za razliku od prvog otvaranja, sada se nastojalo da se iz ventilacione mreže isključi predeo sa žarištem. Predloženo je da se otvore 2 okna — okno Keystone i Grant Town — i da se stavi u pogon ventilator na oknu Laurel. Tim bi se provetrao samo deo rudnika. Utoliko je postalo važnije nameštanje pregrada u 6. severnom, pa čak da iste i nisu »stopostotne«.

### Priprema za drugo otvaranje

Prvo je u rudniku izbušeno 14 bušotina sa prečnikom od 6 coli. 11 bušotina postavljeno je iznad prilaznih hodnika u 6. severnom

na rastojanju po 27 m jedna od druge. To su bile bušotine za prenos staklene vune, dok su ostale 3 služile za uzimanje uzoraka jamskih gasova i merenje temperature. Bušotina broj 3 nalazila se u blizini žarišta, broj 2 — oko 150 m iza pregrada i broj 1 oko 150 m ispred pregrada. Bušotina broj 1 morala je ujedno da posluži za odlazak viška gasova prilikom uduvavanja vune.

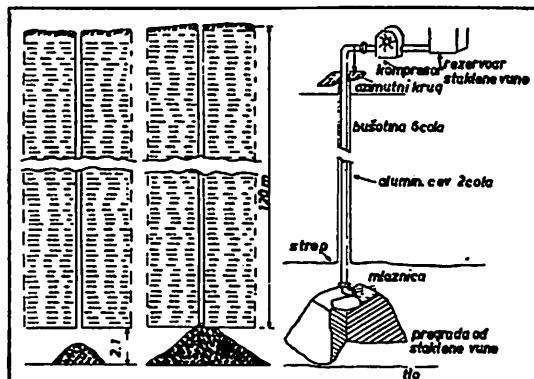
Izrada pregrada počela je 24. jula upotrebljeno 2 agregata i rad se odvijao neprekidno. Iz bušotine broj 1 uzet uzorak pokazivao je 40% metana. Sprovedene su cevi od ove bušotine do oba agregata i time se dobila zatvorena cirkulacija bez regeneracije kiseonikom. Na aggregatima su dizel motori zamjenjeni električnim, a posebni ventilatori dovodili su neprekidno svež vazduh u okolinu motora.

Kad je izgledalo da postoje neke prepreke pri ubacivanju staklene vune, spuštala se fotografска kamera da bi se utvrdio urok. Ovo se radilo uprkos upotrebe televizijske kamere, jer su televizijske slike bili često nejasne zbog vode, vlage i sličnih nedostataka. Svi 11 pregrada bilo je završeno do 3. VIII 1963. Ukupno se potrošilo 1827 vreća staklene vune; prosek potrošnje za jednu pregradu je, prema tome, bio 166 vreća. Ipak, potrošnja po jednoj bušotini bila je veoma različita i kretala se od 52 do 219 vreća.

Pripreme za ponovno otvaranje obuhvatile su sve, pa čak i najmanje sitnice koje su se mogle predvideti kao moguće. Tako je bio razrađen nacrt iseljenja stanovništva iz okoline okana, premeštaj pošte, prekid železničkog saobraćaja pored vetrenog okna Laurel zbog velikih količina izlaznog metana, telefonske i radio veze, policijska zaštita, održavanje čistog vazduha oko ventilatora, daljinsko upravljanje ventilatorom, zaštita od statičkog elektriciteta, temeljni pregled izvoznih mašina, nabavka alata koji ne prouzrokuje varnice, zaštitni pojasi za posadu oko okana, samospasici i aparati za disanje, oprema za prvu pomoć. Pored toga razrađen je tačan plan prodiranja spašilačkih četa, umnožena prilična količina jamskih karata i dr.

Izrađena su uputstva za obavljanje svih potrebnih radova u vremenu dok traje opasnost. Kada je tako razrađen plan otvaranja podnet posebnom komitetu, koji se sastojao od svih zainteresovanih i nadležnih strana,

komitet ga je odobrio bez primedbi, mada je ovaj plan bio oprečan dosadašnjoj praksi, naročito u pogledu vremena i čekanja da nestane CO. Sastanak se održao 5. VIII a sledećeg dana predviđeno je otvaranje.

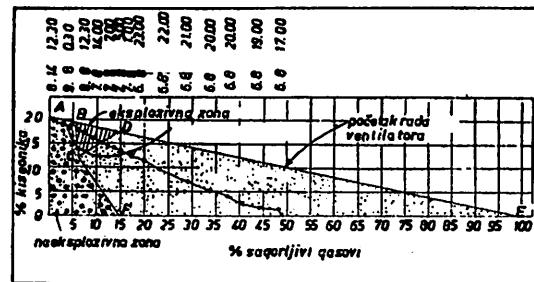


Sl. 1 — Ubacivanje staklene vune kroz bušotine.

### Otvaranje rudnika

Kad su tako sve pripreme bile izvršene, moglo se je pristupiti prilično sigurnom otvaranju. 6. avgusta u 8 sati ujutro počelo je razgrađivanje poklopaca a u 4,30 posle podne pušten je ventilator na oknu Laurel. Analiza izbačenih gasova pokazala je 49% metana i 4,75% CO<sub>2</sub>. U gasovima nije bilo CO, ali nije bilo ni kiseonika na početku rada. Brze analize radile su se svakih 15 min. a svakih pola sata uzimani su uzorci u boce za analizu. Rezultati su se unosili u poseban dijagram tako da se moglo tačno videti kada nastupa i prestaje opasno vreme za eksploziju. Dijagram je prikazan na slici 2.

Sl. 2 pokazuje da je prava opasnost od eksplozije nastupila tek sutradan, tj. 7. VIII, i trajala oko 32 časa. U tom razdoblju prolazila je kriva sastava jamskih gasova kroz eksplozivnu zonu dijagrama. Prema ovoj



Sl. 2 — Dijagram pojave eksplozivne gasne mešavine.

karti određen je momenat kada je komitet dozvolio da prve čete uđu u rudnik.

Kao prva ušla je istraživačka četa i to bez uključenih aparata. Odmah iza nje spustile su se dve čete spasilaca. Cilj prve, istraživačke čete je bio da vidi stanje i utvrdi zonu u kojoj je jama čista od štetnih gasova. Ova četa nosila je sa sobom telefon. Spasilačke čete odmah su pristupile izradi 11 plastičnih pregrada na svim prilazima u 6. severni revir.

Nakon privremenog čišćenja osvojenih hodnika pristupilo se daljem napredovanju prema žarištu. Ovo je bilo utoliko više potrebno, jer su pregrade dozvoljavale promenu gasnog stanja. To se najbolje vidi iz tablice analize jamskih gasova u razmaku nekoliko dana nakon otvaranja. Bušotina br. 2, koja se nalazila oko 150 m iza pregrade od staklene vune, pokazivala je da se sastav gasova bliži eksplozivnoj zoni te da je potrebno brzo preduzeti korake za definitivnu izolaciju 6. severnog revira.

Analize jamskih gasova

Tablica 1

Datum	Stanicu	Temperatura	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>
6. VIII 1963.	Buš. 1	14,4°C	0,5	6,1	0,001	42,60
	Buš. 2	15,5°C	2,0	5,8	0,001	38,36
	Buš. 3	14,4°C	1,2	3,0	trag	62,00
	Ventilator	16,7°C	0,8	6,6	trag	49,96
13. VIII 1963.	Buš 1	14,4°C	11,2	2,8	0,002	20,64
	Buš. 2	16,7°C	11,4	3,8	0,002	12,6
	Buš. 3	—	—	1,2	2,0	0,000
	Ventilator	16,1°C	19,2	0,8	trag	1,87

U jamu je ušlo 14 četa sa zadatkom da svaki put prođu 120 do 300 m dalje od pregrade koju su postavili, nameste novu pregradu i skinu staru te provetre osvojeni deo hodnika. Tako je rađeno sve dok čete nisu stigle do pregrade iz staklene vune. Zbog velikih količina vode pristup do svih ovih pregrada nije bio moguć. Ipak se viđelo da su neke od njih sasvim dobro zadržale prolaz vazduha ali da su druge bile prilično oštećene, naročito vodom. U prosjeku moglo se ustanoviti da su prekrivale do 80% površine.

Na pogodnom mestu u blizini ovog pojava izgrađene su stalne betonske pregrade, čime je potpuno odvojen 6. severni revir. Najveću poteškoću pri zidanju pregrada predstavljala je doprema materijala. Na

mногим mestima voda je sprecila redovan transport, a zbog žurbe takođe nije bilo vremena da se opravljaju hodnici koji su bili oštećeni eksplozijama. Za izradu pregrada upotrebljavane su vrećice sa gotovom mešavinom kojoj pre upotrebe treba dodati samo vodu.

Kada je žarište bilo potpuno izolovano, pristupilo se redovnom podgrađivanju, uklanjanju ruševina i šteta od eksplozija. Bilo je potrebno iznova urediti mrežu provetranja, srediti izvozne puteve i onda je opet bio moguć redovan rad u rudniku. Svi radovi, neophodni za dovođenje rudnika u normalno stanje, završeni su do 31. VIII i onda je komisija USBM-a dozvolila rad na proizvodnji.

Jama je dala prve tone uglja 3. IX 1963, što znači 8 meseci nakon požara i eksplozija.

#### Zaključak

Kada sam u maju 1964. godine imao priliku da ponovo posetim Savezni rudnik br. 1, praktično ništa više nije podsećalo na strašne eksplozije. Još da u jami nisam video izgradnju novih izvoznih puteva kroz stari rad kao i izradu novih glavnih vretenih puteva, onda bi uopšte bilo teško verovati da je rudnik 8 meseci bio potpuno zatvoren.

Upravnik rudnika Laird i državni inspektor Ryan izneli su mi mnoge detalje i prikazali ogroman napor koji je bio vezan za ovaj jedinstveni uspeh u rudarstvu. Mada su troškovi bili prilično visoki, šteta bi bila još veća da rudnik nije mogao da proradi. Svaki dan ranijeg otvaranja značio je smanjenje gubitaka i zbog toga je lakše razumeti visoke troškove kojima se uprava rudnika izložila, naročito troškove oko istraživanja.

Mišljenje rukovodilaca moglo bi se sažeti u sledećim zaključcima:

— Požar i eksplozije u ovom rudniku bili su užasni po svojoj razornoj snazi. Ipak je uspelo izolovati ogromnu površinu i brojna okna tako da se vatra ugušila.

— Izolacija jame bez ulaska ljudi u jamu jedinstven je primer. Tehniku koja je bila primenjena treba dalje usavršavati i istraživati.

— Kod zatvaranja rudnika, ponovnog otvaranja, zatvaranja i konačnog uspostavljanja za normalan rad nije bilo nesrećnih slučajeva.

— Rudnik je uspešno otvoren mada se nije čekalo obaveznih 30 dana nakon nestanka poslednjih tragova CO.

— Uzrok požara nije se mogao utvrditi i teško je uopšte prepostaviti šta bi moglo biti.

## Analiza mesečnih i godišnjih pogonskih troškova u pripremi mineralnih sirovina i njen značaj

Prof. dr ing. Đura Lešić

Zadatak inženjera ne svodi se samo na harmonično upravljanje ljudima, materijalom i energijom, već i na stalno unapređenje kako tehnologije tako i ekonomike pogona.

Cilj članka je da pruži uvid u način smanjenja pogonskih troškova u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina na bazi mojih iskustava sa inostranim upravljačima — sa rudarskim preduzećima.

U rukovođenju pogonima pored mesečnog i godišnjeg tehnološkog izveštaja o radu pogona i ispunjenju planom fiksiranih parametara proizvodnje, izveštaju o mesečnim (i godišnjim) pogonskim troškovima treba obratiti naročitu pažnju, koja dolazi do izražaja samo onda, kad se vrši detaljna analiza kretanja tih troškova od meseca do meseca i iz godine u godinu. U svojoj suštini takva analiza treba da obuhvati:

- ispunjenje plana proizvodnje i razlike u novčanim pokazateljima kako po fazama procesa tako i za celinu operacija, i
- obrazloženje razlika viših ili nižih troškova i opet po fazama procesa i za celinu operacija.

Iz uzroka koji su doveli do povećanja ili sniženja pojedinih stavki pogonskih troškova pruža se mogućnost da se takvi troškovi ustale pri istim tehnološkim rezultatima prerade neke mineralne sirovine. Tako npr. u 1938. godini bilo je traženo da se za svaku razliku od  $\pm 0,20$  francuskih franaka u troškovima pojedinih stavki pogonskih troš-

kova u odnosu na plan ili u odnosu na prethodni mesec pruži pismeno detaljno obrazloženje. Pogonske troškove, poznato je, daje računovodstvo direkcije preduzeća, u čijem je sklopu pogon za pripremu mineralnih sirovina, dok analizu pogonskih troškova može izvršiti jedino inženjerski kadar u pogonu.

I u našim nekim pogonima počelo se posle oslobođenja sa ovakvim analizama u pogonima, ali se docnije prestalo s takvim radom, da bi se smanjili administrativni poslovi i gomilanje raznih izveštaja.

Međutim, smatramo da je izrada takvih analiza neophodna za pravilno uočavanje ekonomike pogona. Takva mesečna i godišnja analiza pogonskih troškova je prvenstveno značajna za rukovodioca pogona, jer ona ukazuje gde i kako treba organizovati pogon, da bi se postigao što veći ekonomski efekat u prvoj preradi mineralnih sirovina.

Da bismo praktično ukazali značaj ovakvih analiza iznećemo nekoliko primera.

**Utrošak čelika u drobljenju i mlevenju.** — U izveštaju o mesečnim pogonskim troškovima ova stavka dolazi do izražaja samo onog meseca, kada se vrši zamena drobećih tela i zamena čeličnih mreža industrijskih sita. Međutim, iz dnevnika rada pogona imamo dovoljno podataka (koji se moraju striktno voditi sa naznakom dana ugrađivanja, težinom novougrađenog dela, težinom istrošenog i zamjenjenog dela, kao i podacima o preradenoj tonaži rude) da se može izračunati neto i bruto potrošnja če-

\*) Dr ing. Đura Lešić, profesor Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu i direktor naučnog razvoja Zavoda za PMS Rudarskog instituta.

lika u g/t rude. Upoređujući dobijene podatke sa ranije dobijenim (prilikom prethodne zamene) utvrđujemo da li je utrošak čelika konstantan ili je on u smanjenju ili povećanju. Ako je to povećanje ili smanjenje značajno, tada treba tražiti uzroke. Uzroci mogu biti u većoj ili manjoj abrazivnosti izdrobljene rude ili u boljem ili lošijem kvalitetu čelika ili konačno, u nekim slučajevima zbog prerano ili suviše kasno izvršene zamene potrošnog materijala.

U svakom slučaju, potrebno je za nove rezervne delove drobilicu raspolažati hemijskim sastavom i tvrdoćom po Brinelu svake pojedine isporuke rezervnih delova, kao i datumom i imenom firme, koja je iste isporučila. Poznato nam je iz dugogodišnje prakse, da firme često ne drže isti standard liva i da vrše promene, što uvek ima svoj odraz u neto potrošnji čelika za jednu istu rudu.

Analogno treba posmatrati i utrošak čelika u mlevenju, kako u odnosu na obložne ploče mlina, tako i na drobeća tela. U ovom slučaju faktor »cena« dolazi naročito do izražaja. Hemijski sastav i tvrdina drobećih tela može da dovede do vrlo značajnih varijacija u plusu ili minusu. Ovo se može utvrditi samo striktnom evidencijom i kontrolom.

Kontrola stanja obloga mlina i klasiranje drobećih tela (tj. blagovremeno izbacivanje iz upotrebe dotrajalih obložnih ploča, izbacivanje čeličnih kugli prečnika  $< 20$  mm), kontrola svake nove porudžbine u pogledu hemijskog sastava i tvrdoće itd. su bitni elementi za utvrđivanje varijacija u ceni utroška čelika iz meseca u mesec. Pa ipak, sva ta evidencija, kontrola i analiza je bespredmetna, ako se iz toga ne izvuku ekonomske koristi — pritisak na proizvođača da daje bolji kvalitet ili promena isporučioca je logičan korak.

Nije bespredmetno podsetiti da smanjenje utroška čelika može da bude vrlo značajno i da prikazano novčanim pokazateljem može predstavljati uštedu od više desetina hiljada novih dinara, a sa tom uštedom ili pravilnije samo sa jednim delom te uštede moguće je pokriti bruto izdatke novčanih dohodatak samo jednog tehničara zaduženog, pored ostalog, takvom kontrolom.

Na sličan način treba vršiti i kontrolu pumpi za mulj, za prenose pulpe, kao i svih

ostalih mašina i potrošnog materijala (filter platno, mazivo, voda itd.) u pogonu.

Posebnu pažnju treba posvetiti utrošku vrste i količine flotacionih reagensa. Sa reagensima se često postupa u pogledu količine kao sa tamponom sigurnosti pa se u pogledu ekonomičnosti uopšte ne vodi dovoljno računa. Uzmimo primer uhodane potrošnje ksantata 70 g/t za neku rudu i za preradu 300.000 t rude godišnje, dok je stvarna potreba 60 g/t. Neka je cena ksantata 0,50 \$/kg. Smanjujući dozu ksantata na realnih 60 g/t dobijamo godišnju uštetu od

$$\begin{array}{r} 10 \times 300.000 \times 0,50 \\ \hline & = 1500 \$ \\ & \quad 1.000 \end{array}$$

ili 1,875.000.— starih dinara

a to je godišnja bruto plata jednog inženjera. U preduzećima koja tretiraju visoku dnevnu tonazu ušteda će biti znatno veća. Neko će reagovati na ovo izlaganje sa »pa to su sitnice«, a reakcija pravog inženjera na ovakav odgovor mora biti vrlo kategorična, jer upravo u borbi protiv ovakve sitnice dolazi do izražaja pravi inženjerski duh, čije su reakcije uvek usmerene u duchu tehničko-ekonomskog usavršavanja pogona.

Smatramo da je potrebno naglasiti da i pri kupovini flotacionih reagensa hemijska kontrola nije na odmet, jer, recimo, samo za ksantate čistoća industrijskog proizvoda varira često u veoma širokim granicama (između 80—95%) te, prema tome, i utrošak istog u procesu može varirati u relativno širokim granicama, a to važi i za sve ostale reagense.

Konačno, ne treba zaboraviti da u analizi pogonskih troškova vrlo značajnu ulogu igra i poređenje teoretskog i tovarnog bilansa i njegovo prikazivanje u novčanom pokazatelu (o tome je bilo govora u članku autora objavljenom u »Rudarskom glasniku« br. 3/64 pod naslovom »Teoretski i tovarni bilans u pripremi mineralnih sirovina«).

Uvereni smo da najbolji odgovor na pitanje korisnosti primene analize pogonskih troškova iz meseca u mesec i iz godine u godinu daće primena ovakve analize, jer će ona otvoriti i nove perspektive u reorganizaciji rada pogona pripreme mineralnih sirovina.

## Neki problemi budućih svetskih zahteva za mineralnim sirovinama i mogućnosti njihovog zadovoljenja

(sa 5 slika)

Dr ing. Dejan Milovanović

Od početka ovog stoljeća pa sve do danas, proizvodnja skoro svih vrsta mineralnih sirovina (ne računajući one koje su za široku industrijsku potrošnju postale interesantne tek poslednjih decenija ili godina) imala je neprekidan porast, koji je trpeo izvesne deformacije i stagnacije u vreme opštih svetskih recesija, što je, međutim, na određen način nadoknađeno izvanrednim poletom u proizvodnji u toku prvog i drugog svetskog rata, kao i u vreme korejskog sukoba, kada su zahtevi za mineralnim sirovinama dostizali veoma visok nivo.

Proizvodnja nekih mineralnih sirovina dostizala je poslednjih godina cifre, koje bi pre tridesetak godina izgledale više nego astronomske. Tako je svetska proizvodnja bakra (u kratkim tonama) iznosila 1850. godine oko 52.000 tona, 1900. godine — 535.000 tona, 1930. godine — 1.500.000 tona, da bi u najnovije vreme dostigla nivo od oko 5.000.000 tona metala bakra u rudi. Rudarska proizvodnja istog metala u 1961. godini imala je porast od 128% u odnosu na proizvodnju 1935/38. (prosek) godine, i bila je veća od nje za oko 2.400.000 tona metala. Proizvodnja nafte u svetu je 1963. godine iznosila 1,338 milijardi tona ili 14,4 puta je bila veća od proizvodnje ostvarene u 1920. godini, kada je imala obim od 92,7 miliona tona.

Karakterističan pokazatelj je i proizvodnja aluminijuma, koja pokazuje stalan i relativno brz porast: 1901. godine proizvedeno je u svetu 7.500 tona ovog metala, 1929. go-

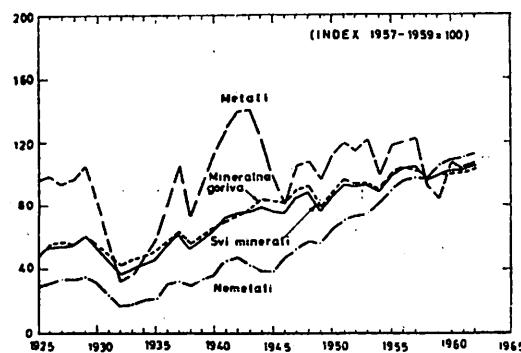
dine — oko 271.000 tona, 1939. godine — 705.000 tona, 1943. godine — 1.946.000 tona, 1955. godine — 3.100.000 tona, a 1963. godine preko 5.500.000 tona.

Cinjenica da su zadnjih 60 godina iz svetskih ležišta otkopane, u pravom smislu reči, ogromne količine mineralnih sirovina, uz istovremeno dobijanje više milijardi tona nafte i prirodnog gasa u mnogobrojnim naftosnim ležištima na svim kontinentima, uticala je da je izvestan broj naučnika i stručnjaka, posle obrade statističkih podataka koji su im stajali na raspolaganju, konstatovao da je u 20.-om veku dobijeno znatno više mineralnih sirovina nego u čitavom prethodnom periodu ljudske istorije. Analizirajući svetsku proizvodnju mineralnih sirovina, njen obim i dinamiku, u nekoliko decenija, E. Vogel je 1956. godine zaključio da se ta proizvodnja za poslednje 22 godine udvostručila.

Dinamika kretanja proizvodnje mineralnih sirovina u SAD predstavlja veoma karakterističnu ilustraciju za dokumentovanje navoda o opštem intenzivnom porastu svetske proizvodnje mineralnih sirovina u periodu od poslednjih nekoliko decenija, pošto ova zemlja još uvek predstavlja jednog od najvećih svetskih proizvođača i potrošača u odnosu na niz mineralnih sirovina. Na sl. 1 su na osnovu podataka američke statistike prikazani indeksi fizičkog obima proizvodnje mineralnih sirovina u SAD u intervalu od 1925—1962. godine, pri čemu je proizvodnja 1957—1959. uzeta za 100.

U tablici 1, prema H. H. Landsberg-u i dr. autorima, prikazano je učešće SAD u ukupnoj svetskoj potrošnji čelika, olova, cinka, bakra i aluminijuma u vremenskom razdoblju od 1948. do 1960. godine.

Karakteristično je da sve mineralne sirovine u svetu ne pokazuju iste osobine u odnosu na dinamiku njihove proizvodnje. Jedne imaju mnogo brži porast proizvodnje, čak i u kraćim vremenskim intervalima, druge relativno postepen i uzdržan porast, a neke čak i stagniraju, uglavnom zbog razno-



Sl. 1 — Indeksi proizvodnje mineralnih sirovina u SAD za period vremena od 1925—1962. godine, aко је основни indeks 1957—1959. godine = 100 (podaci: Statistical Abstract of The United States, 1963).

Fig. 1 — Production indexes of the mineral resources in USA for time period 1925—1962 when the general index 1957—1959 = 100. (after: Statistical Abstract of the United States, 1963).

Tablica 1

Učešće SAD u ukupnoj svetskoj potrošnji nekih mineralnih sirovina, od 1948—1960. godine

Godina	Procentualno učešće u svet. potrošnji				
	Cu	Pb	Zn	Al	čelik
1948.	48,6	47,2	43,1	—	51,7
1949.	41,7	39,2	38,8	50,3	44,2
1950.	46,9	46,0	44,2	54,0	46,6
1951.	43,7	37,2	41,2	50,4	45,6
1952.	44,8	44,4	39,4	50,4	40,0
1953.	45,8	39,9	41,4	60,4	43,2
1954.	35,1	34,9	34,1	56,1	35,9
1955.	37,2	34,9	37,9	51,1	39,3
1956.	36,7	32,6	35,2	49,8	36,9
1957.	32,1	30,0	32,0	49,6	34,9
1958.	29,1	29,8	29,5	48,2	28,5
1959.	31,3	27,4	29,8	47,9	27,8
1960.	27,2	23,2	26,0	38,8	26,0

Izvor: Landsberg, H. H., Fischman, F. F. i Fisher, L. J., 1963: Resources in Americas Future. — The Johns Hopkins Press, Baltimore.

vrsnih supstituta koji se razvijaju sve više, naročito kod relativno deficitarnih, kritičnih i skupljih mineralnih sirovina. Rezultujući trend za najveći broj mineralnih sirovina ipak pokazuje stalni porast i može se s pravom očekivati da će se to nastaviti brzinom, koja svakako sve više zabrinjava sve one koji su više upoznati sa kvantitativnim i kvalitativnim karakteristikama rezervi mineralnih sirovina koje trenutno stoje čovečanstvu na raspolaganju.

Neprekidno povećavanje potraživanja za mineralnim sirovinama u svetskim razmerama je posledica nekoliko faktora od kojih su najznačajniji sledeći:

— stalni porast stanovništva na zemlji automatski zahteva veću upotrebu različitih mineralnih sirovina\*);

— porast standarda života u svim zemljama je nemoguć bez porasta potrošnje mineralnih sirovina;

— nerazvijene zemlje na putu razvoja forsiraju kako proizvodnju tako i potrošnju najrazličitijih mineralnih sirovina; ove zemlje su srećom najčešće nedovoljno geološki istražene, tako da predstavljaju najperspektivnija područja u pogledu pronalaženja novih ležišta;

— napredak nauke i tehnike omogućava i zahteva sve veću primenu i onih mineralnih sirovina koje su doskora bile malo ili skoro nikako u upotrebi.

Ono što je najvažnije i što treba odmah istaći kod razmatranja budućih svetskih zahteva za mineralnim sirovinama je nemogućnost preciznijeg numeričkog kvantitativnog i kvalitativnog određivanja tih zahteva, što je svakako normalna posledica niza najrazličitijih faktora ekonomске, geološke, političke, statističke i druge prirode.

Za neke zemlje, kao što su prvenstveno SAD, postoje objavljene dosta precizne analize i pretpostavke o budućim zahtevima za skoro svim mineralnim sirovinama do 2000. godine, i to na bazi projekcija najveće, srednje i najmanje potražnje, dok su za niz zemalja dostupni samo fragmentarni podaci u

\*) Prema podacima OUN, broj stanovnika u svetu iznosio je 1930. godine — 2,070 milijardi, 1940. godine — 2,295 milijardi, 1950. godine — 2,517 milijardi, 1960. godine — 2,996 milijardi i 1963. godine — oko 3,160 milijardi. Godišnja stopa priraštaja stanovništva u svetu kretala se u intervalu od 1958—1963. godine na nivou od oko 1,8%.

vidu nepotpunih orijentacionih perspektivnih planova.

Na sl. 2 prikazane su projekcije zahteva za rudama izvesnih metala u SAD u periodu između 1960, 1980. i 2000. godine.

Kvantitativni podaci o potrošnji izvesnih mineralnih sirovina u SAD u 1960. godini, kao i količine istih sirovina koje će biti potrebne da se zadovolje budući zahtevi u vremenu od 1960. do 2000. godine, prikazane su na bazi američkih podataka (Landsberg i dr.) u tablici 2.

Tablica 2

Potrošnja nekih mineralnih sirovina u SAD u 1960-toj godini i srednja projekcija budućih zahteva do 2000-te godine

Metal	G o d i n e		
	1960.	1960—1980.	1960—2000.
Aluminijum	2,06	73	255
Bakar	1,74	42	112
Olovo	0,64	15	38
Cink	1,05	28	69
Kalaj	0,07	1,3	3,0
Mangan	1,05	28	73
Nikl	0,12	3,7	11,7
Volfram*)	4,6	150	460
Molibden*)	15,9	650	2.560
Vanadijum*)	2,0	60	185
Kobalt*)	4,5	140	430
Ruda gvožđa**) 59,4	1600	4160	
Hromit	0,52	15	43

\*) u hiljadama kratkih tona

\*\*) u milionima dugih tona.

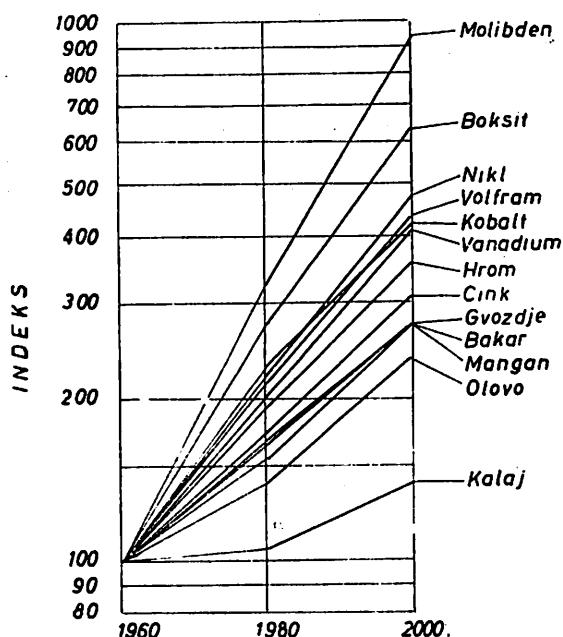
Za SSSR i druge istočne zemlje podaci o budućim zahtevima za mineralnim sirovina objavljaju se samo fragmentarno, samo za neke od njih, dok se za ostale koristi način izražavanja kroz relativne odnose ili preko mernih jedinica koje praktično ne mogu da prikažu veličinu određenih pokazate-

\*) Tako se iznose podaci da se programom donetim na XXII kongresu KPSS planira da 1980. godine bude otkopano između ostalog i 1.500 miliona kubnih metara (!) mineralnih sirovina metaličnog karaktera, ne uzimajući u obzir gvozdenu rudu.

\*\*) U 1980-toj godini se predviđa da će u SSSR-u biti proizvedeno oko 250 miliona tona čelika, 690—710 miliona tona nafte (povećanje od 4,7 do 4,8 puta u odnosu na 1960-tu godinu) i 680—720 milijardi kubnih metara prirodnog gasa, što predstavlja povećanje od 14,4—15,5 puta u odnosu na proizvodnju ostvarenu 1960. godine.

lja\*). Jedino precizniji podaci iz sovjetske literature se odnose na buduću proizvodnju čelika, nafte, prirodnog gasa i uglja\*\*).

Primenom metoda i postupaka matematičke statistike može se na osnovu niza podataka o proizvodnji pojedinih mineralnih



Sl. 2 — Zahtevi SAD u periodu između 1960, 1980. i 2000. godine za nekim najvažnijim mineralnim sirovinama (po H. H. Landsberg-u i dr.).

Fig. 2 — Projected changes in US metal ore requirements between 1960, 1980, and 2000 (after H. H. Landsberg and other authors).

sirovina u određenim uzastopnim godinama odrediti linearne tendencije razvoja buduće proizvodnje date mineralne sirovine, koristeći metodu najmanjih kvadrata, preko sledećih normalnih jednačina:

$$a \Sigma x + bN = \Sigma y$$

$$a \Sigma x^2 + b \Sigma x = \Sigma xy$$

gde je:

b — polazna veličina funkcije (odsečak na ordinatnoj osi koji stvara liniju funkcije);

a — visina stalnog prirasta serije (tangens ugla koji linija funkcije zaklapa sa horizontalom);

$\Sigma x$  — sukcesivni zbir broja godina proizvodnje (od 1—16);

$\Sigma y$  — sukcesivni zbir proizvodnje pojedinih mineralnih sirovina u godinama od 1948—1963;

$N$  — broj godina proizvodnje na osnovu kojih je izračunata funkcija.

Pošto su utvrđene srednje tačke (preko navedenih jednačina) sa koordinatama  $Mx$  i  $My$  izračunat je za osam mineralnih sirovina i dva njihova proizvoda linearni trend tendencije razvoja njihove buduće proizvodnje, pri čemu su dobijeni rezultati grafički prikazani, i to završno sa 1975. godinom, pošto svakako sa povećanjem dužine vremenskog perioda za koji se vrši prognoziranje opada tačnost iste prognoze.

Ovakav način određivanja veličine buduće proizvodnje svake posebne mineralne sirovine ima, pre svega, orientacioni karakter, ali ipak može dosta uspešno da posluži kod određenih analiza u vezi sa budućim zahtevima za mineralnim sirovinama, kao i pri određivanju stepena obezbeđenosti mineralnim sirovinama u svetskim razmerama.

Primenom navedene metode došli smo do zaključka da se u svetu u 1975. godini, na osnovu kretanja proizvodnje u poslednjih 16 godina (interval od 1948—1963. godine) mogu očekivati za svaku tretiranu mineralnu sirovinu ovakvi nivoi proizvodnje:

lignite i mrki ugalj*)	oko	1.050.000.000 t
kameni ugalj*)	oko	2.280.000.000 t
nafta**)	oko	2.000.000.000 t
bakar (metal u rudi)***)	oko	6.700.000 t
olovo (metal u rudi)***)	oko	3.500.000 t
cink (metal u rudi)***)	oko	5.100.000 t
aluminijum (primarni)***)	oko	8.500.000 t
čelik**)	oko	560.000.000 t
sirovo gvožđe i ferolegure**)	oko	410.000.000 t
gvožđe (metal u rudi)**)	oko	360.000.000 t

\*) Podaci o proizvodnji mrkog uglja, lignita i kamenog uglja za period od 1948—1963. godine, na osnovu kojih su izrađeni grafikoni proizvodnje i izračunat linearni trend tendencije razvoja njihove buduće proizvodnje u svetu, potiču iz statistike OUN (Statistical Year Book), pri čemu nije obuhvaćena proizvodnja lignita i mrkog uglja ostvarena u datom periodu u NR Kini pri izradi grafikona za date dve sirovine, već je ta proizvodnja uključena u proizvodnju kamenog uglja, uz napomenu da se u statistici OUN pod ovim nazivom vode antracit i bituminozni ugljevi.

\*\*) Svi podaci za statističku analizu i određivanje linearног trenda razvoja dobijeni su

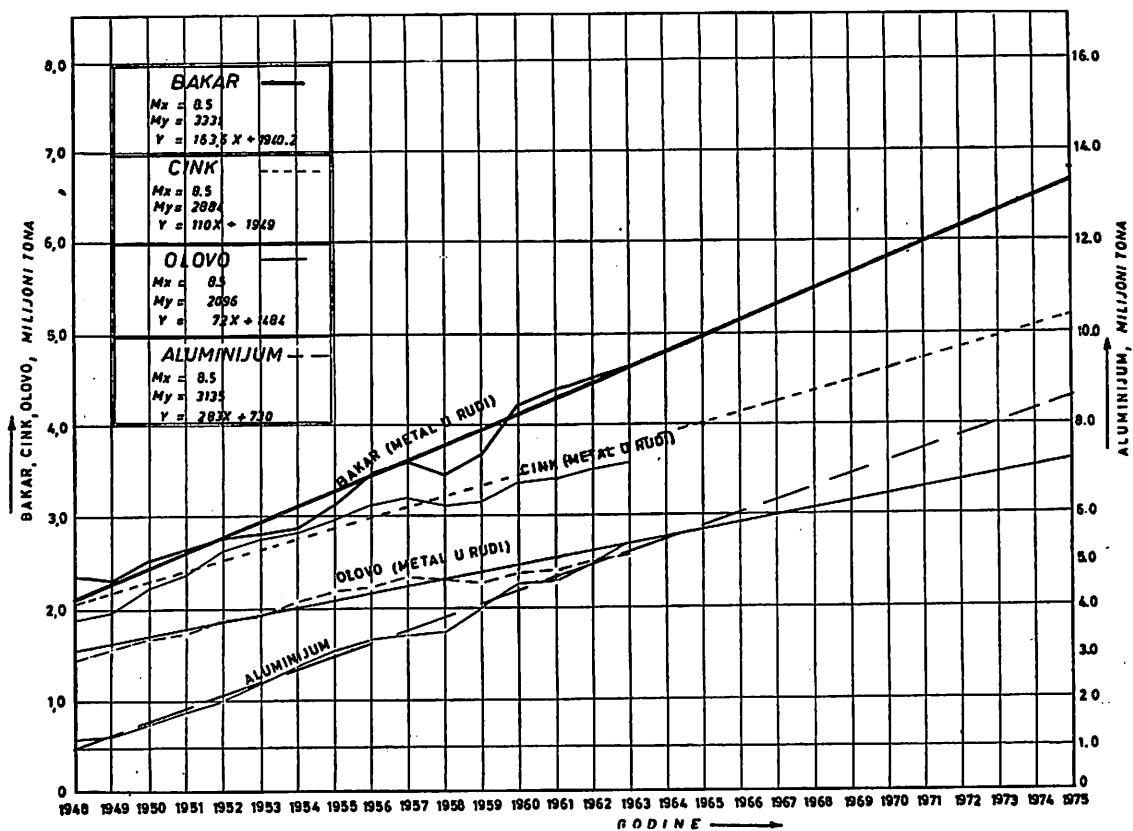
Grafički prikaz proizvodnje analiziranih mineralnih sirovina u periodu od 1948. do 1963. godine, kao i linearni trendovi tendencije razvoja njihove eventualne proizvodnje ubuduće, prikazani su na sl. 3, 4 i 5.

Prognoziranje i prikaz veličine buduće proizvodnje mineralnih sirovina i zahteva za njima u svetu predstavlja samo jednu stranu kompleksnog problema vremenske obezbeđenosti mineralnim sirovinama, koji se ne može svakako uopšte razmatrati, akc se u isto vreme ne pristupi oceni mogućnosti zadovoljenja perspektivnih zahteva na bazi rezervi mineralnih sirovina sa kojima u sadašnjim uslovima svet raspolaže ili za koje se prepostavlja da će biti pronađene, uključujući tu normalno i rezerve koje treba da se tek na bazi novih naučno-tehničkih dostignuća transformišu iz uslovno-bilansnih i vanbilansnih u bilansne klase rezervi.

Preciznije rečeno, upoređivanjem pretpostavljenih budućih zahteva za mineralnim sirovinama sa raspoloživim rezervama treba za svaku mineralnu sirovinu odrediti vremenski period obezbeđenosti, odnosno broj godina za koje je svet osiguran svakom mineralnom sirovinom posebno. Ovakvo određivanje vremenske obezbeđenosti mineralnim sirovinama je skopčano sa nizom teškoća, bilo u odnosu na buduće zahteve, koji se nikada ne mogu preciznije odrediti, bilo, pak, u odnosu na rezerve, o čijim kvantitativnim i kvalitativnim karakteristikama u svetskim statistikama velikim delom postoje dosta proizvoljni i nesigurni podaci. Jedino na bazi ekonomskih rezervi (autor smatra da ovaj termin treba zameniti nazivom *definisane rezerve*) bilo bi moguće tačnije odrediti vremensku obezbeđenost sveta svakom mineralnom sirovinom, ali danas ni jedna zemlja u svetu još nije izvršila ovakvu klasifikaciju svih svojih mineralnih sirovina.

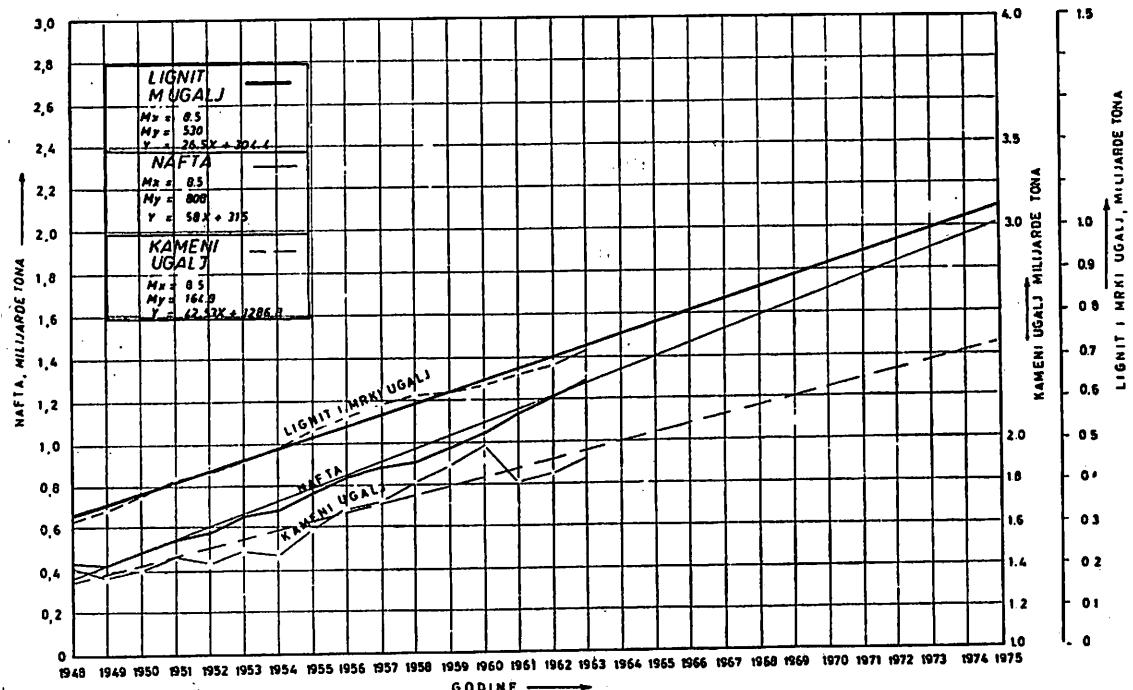
iz već navedene statistike OUN, i kod gvožđa se odnose na sadržaj metala u iskopanoj rudi za tržište, uključujući i mangano-železne rude, ali bez pirita; podaci za čelik se odnose na ukupnu proizvodnju bruto-čelika, odlivaka i poluga, bilo da su oni dobijeni od sirovog gvožđa ili otpadaka, pri čemu je kovano gvožđe isključeno; podaci za sirovo gvožđe i fero-legure obuhvataju ukupnu proizvodnju sirovog gvožđa i fero legura, a osim toga i odlivci prve fuzije su uključeni.

\*\*\* ) Podaci za statističku analizu potiču iz Z. Nemačke, odnosno iz statističkih godišnjaka »Metal-statistik«.



Sl. 3 — Linearni trend tendencije razvoja buduće svetske proizvodnje bakra, olova, cinka (količina metala u rudi) i aluminijuma (primarni metal) za vremenski period do 1975. godine.

Fig. 3 — Linear development trends of the future worlds production of copper, lead, zinc (contain of metal in ore) and aluminium (primarry) for the time period up to 1975.



Sl. 4 — Linearni trend tendencije razvoja buduće svetske proizvodnje lignita i mrkog uglja, narte i kamenog uglja za vremenski period do 1975. godine.

Fig. 4 — Linear development trends of the future worldsproduction on lignite and brown coal, oil. anthracite and bituminous coal for the time period up to 1975.

Tablica 3

## Vreme obezbeđenosti najvažnijim mineralnim sirovinama u svetu

Mineralna sirovina	Rezerve (1 000 000 t)	Vreme obezbeđenosti u godinama
Bakar	270	55
Olovo	80	30
Cink	130	35
Aluminijum	1000	180
Kalaj	7	35
Antimon	4	50
Nikl	40	80
Živa	0,25	25
Nafta	41000	30
Kameni ugalj	3600000	1500
Mrki ugalj	900000	1100
Hromit	250	45
Ruda gvožđa	130000*)	150
	(230000**)	400
Magnezit	350	30

\*) Odnosi se na rezerve A, B i C<sub>1</sub> kategorija, koje se mogu pri sadašnjim tehnološkim ekonomskim uslovima rentabilno otkopavati.

\*\*) Potencijalne rezerve koje sve zahtevaju prethodno obogaćivanje.

Pri razmatranju ove ocene treba uzeti u obzir da je E. W. Pearson analizom obuhvatio rezerve A, B i C<sub>1</sub> kategorija, a u izvensnim slučajevima i rezerve C<sub>2</sub> kategorije.

Na osnovu sopstvene ocene svetskih rezervi mineralnih sirovina i budućih zahteva za njima, mi smo u tablici 3 prikazali svetsku vremensku obezbeđenost izvesnim relativno najvažnijim mineralnim sirovinama, uz napomenu da se i ova ocena mora prvenstveno prihvati samo kao jedna orientaciona analiza.

Podaci o vremenskoj obezbeđenosti pojedinim mineralnim sirovinama u svetskim razmerama, prikazani u tablici 3, pored izvesne proizvoljnosti, relativno jasno pokazuju koje su mineralne sirovine sa najnižim stepenom obezbeđenosti u svetu i kod kojih treba, s jedne strane, intenzivirati istraživanja u cilju pronaalaženja novih ležišta, a sa druge strane, pristupiti daleko racionalnijem tretiranju sirovine u svim fazama njenog dobijanja i prerade.

Svetska deficitarnost u pojedinim mineralnim sirovinama se izrazitije zapaža kod analiziranja vremenske obezbeđenosti samo određene zemlje ili kontinenta. Tako su H. H. Landsberg i drugi američki autori prilikom upoređivanja srednje projekcije budućih zahteva za mineralnim sirovinama u SAD za period od 1960—2000. godine, kon-

statovali da u ovoj zemlji egzistiraju deficiti u odnosu na pojedine mineralne sirovine u sledećem obimu:

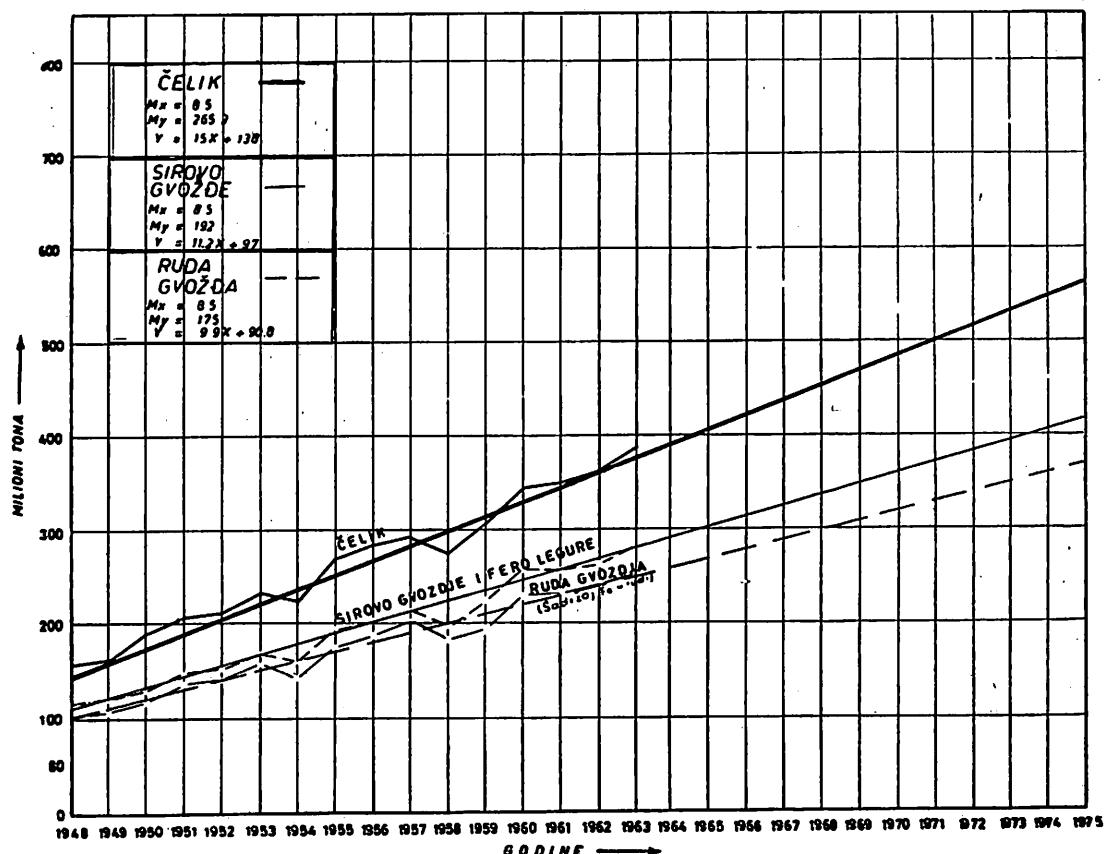
mangan	72,1 milion kratkih tona
nikl	6,5 miliona kratkih tona
volfram	179,0 hiljada kr. tona metala
bakar	72,0 miliona kr. tona metala
aluminijum	242,0 miliona kr. t met. u rudi
olovo	33,5 miliona kr. tona metala
cink	44,0 miliona kr. tona metala
hromit	43,0 miliona kratkih tona
gvožđe	1,2 milijarde tona rude

Svakako da će u periodu od narednih 35 godina u SAD biti pronađen i određen broj novih ležišta najrazličitijih mineralnih sirovina, ali ostaje činjenica da će sve veće količine mineralnih sirovina morati biti uvezene iz drugih zemalja, pri čemu ostaje otvoreno pitanje da li će zemlje koje danas predstavljaju glavne izvoznike mineralnih sirovina još dugo biti na sadašnjem nivou proizvodnih snaga ili će uspeti da uskoro izgrade sopstvene prerađivačke kapacitete i na taj način ograniče na minimum izvoz mineralnih sirovina u druge zemlje.

Iako u savremenim uslovima ne postoji ni jedna mineralna sirovina čije rezerve u svetu ne obezbeđuju proizvodnju u svetskim

razmerama bar za narednih 20 godina, opšta svetska situacija nameće da se u cilju proširenja postojeće sirovinske baze (i na toj osnovi povećanja proizvodnje), što zahtevaju nužno perspektivni zahtevi za mineralnim sirovinama, najhitnije pristupi vođenju jedne dugoročne, planske i kontinuirane politike tretiranja mineralnih sirovina u svim fazama, počevši od prospekcije i istraživanja pa do finalne prerade, pri čemu ta politika treba da kroz optimalnu racionalnost postupanja sa mineralnim bogatstvom na inter-

rastuće potrebe za svim mineralnim sirovinama, odnosno proizvodima dobijenim od njih, nameću potrebu da se pristupi intenzivnjem i ekstenzivnjem iskorišćavanju drugih prirodnih izvora koji sadrže određene hemijske elemente i jedinjenja, a koji su do sada dobijani samo iz ležišta mineralnih sirovina. Ovde će najveću ulogu svakako odigrati jedno šire tretiranje morskih voda u cilju dobijanja niza izvanredno značajnih produkata koji do sada uopšte nisu dobijani ili samo u malom obimu, a postoje povoljne



Sl. 5 — Linearni trend tendencije razvoja buduće svetske proizvodnje čelika, sirovog gvožđa i tero legura, kao i rude gvožđa (metaala u rudi) za vremenski period do 1975. godine.

Fig. 5 — Linear development trends of the future worlds production of steel.

nacionalnom i nacionalnom planu obezbedi zadovoljenje potreba sadašnje generacije, a isto tako i omogući budućim generacijama da uspešno podmiruju svoje potrebe.

Zadovoljenje budućih zahteva za mineralnim sirovinama neće moći da ide samo preko korišćenja klasičnih sirovina i putem racionalisanja i usavršavanja postojećih tehničkih metoda i postupaka. Neprekidno

mogućnosti da se u istom cilju pristupi i tretiraju običnog vazduha kao značajne sirovine za dobijanje niza produkata.

Stenske mase, različitog hemijskog i mineraloškog sastava, predstavljaju takođe jedan značajan izvor mineralnih sirovina i njihovo korišćenje će uveliko zavisiti od mogućnosti dobijanja jeftine električne energije ili drugih vidova energije. Međutim, teo-

rijski posmatrano, količina mineralnih sirovina u zemljinoj kori je ograničena, tako da se u određenim granicama tačnosti mogu dati podaci o njihovim ukupnim rezervama, što sa stanovišta razmatranja problema iscrpljivosti ležišta mineralnih sirovina ima svakako poseban značaj. H. L. Keenleyside je na osnovu podataka F. W. Clark-a, H. S. Washingtona i C. H. Mathewsona, dao kvantitativnu raspodelu hemijskih elemenata u gornjih 10 kilometara zemljine kore, uzimajući za osnovu zastupljenost aluminijuma umesto 8,13 da je 100, što je prikazano u tablici 4.

Isti autor navodi takođe da na svakih 100 delova olova u zemljinoj kori dolazi:

200	delova	cinka
400	delova	urana
480	delova	bakra
1 000	delova	nikla
1 800	delova	hroma
32 000	delova	titana
248 000	delova	gvožđa
400 000	delova	aluminijuma, itd.

Sa gledišta sadašnjeg stanja nauke i tehnike, međutim, važno je nešto sasvim drugo, a to je ne količinska zastupljenost nekog elementa u zemljinoj kori, već izraženost njegovih geoхemijskih i drugih osobina da se koncentriše u ležištima. Tako, na primer, olovo i cink su manje rasprostranjeni u zemljinoj kori u količinskom pogledu od urana, ali se ova dva elementa daleko češće javljaju u ležištima ekonomskog značaja.

U daljoj budućnosti, kada rudarstvo bude zamenjeno nekom posebnom vrstom hemijske industrije koja će proizvoditi potrebne mineralne sirovine drobljenjem i prerađom stenskih masa, ocenjivanje vremenske obezbeđenosti neke sirovine vršiće se prvenstveno na osnovu zastupljenosti u zemljinoj kori glavnog elementa koji je izgrađuje. Ovako posmatran ceo problem iscrpljivosti koncentracija mineralnih sirovina ima sasvim drugi aspekt i dovodi do zaključka da čovečanstvo jedan dugi period vremena neće imati teškoća u vezi sa snabdevanjem mineralnim sirovinama, potrebnim za njegov dalji razvoj, ali pod uslovom da se reše određeni problemi tehnološkog karaktera, kao i problem dobijanja jeftine energije. Drugim rečima, još više će biti istaknuta činjenica da nije problem da li neke sirovine u fizičkom pogledu ima u dovoljnim

Tablica 4  
Zastupljenost elemenata u prvih 10 kilometara zemljine kore  
(aluminijum = 100)

341	Al	0,61	Ba	0,06	W	10 <sup>-3</sup>	Sn, As, Mo, Rb
100	Si	0,45	Cr	0,05	Zn	10 <sup>-4</sup>	Hg, Cd, Sb
62	Fe	0,52	Zr	0,04	Tn, Ct	10 <sup>-5</sup>	Ag, Bi, Se
35	Na	0,25	Ni	0,025	Pb	10 <sup>-6</sup>	Au, Pt, Te
32	K	0,23	Sr	0,025	Th	10 <sup>-7</sup>	Os, Ir, Ta
26	Mg	0,21	V	0,012	Be	10 <sup>-8</sup>	In, Ga, Ge, Ru, Rb
8	Ti	0,18	RZ	0,012	Co	10 <sup>-9</sup>	Ra
1,25	Mn	0,12	Cu				
45,0	Ca	0,10	U				

Izvor: Keenleyside, L. H., 1950: Critical Mineral Chortages. — Proceedings of the United Nations Scientific Conference on the Conservation and Utilization of Resources, Vol. I, pp. 38—46, New York.

količinama, već koliko je rentabilna njena ekstrakcija, koliko treba uložiti investicija i kakav je njihov odnos prema vrednosti dobijene korisne komponente.

I pored ovako širokih mogućnosti i raznovrsnih izvora koji će u budućnosti moći da obezbede zadovoljenje svetskih i nacionalnih potreba za mineralnim proizvodima, pred celokupno ljudsko društvo se postavlja kao nužna obaveza preciziranje i praktično sprovođenje jedne dugoročne planske politike racionalnog iskorišćavanja mineralnih sirovina, jer se samo kroz takvu politiku može obezbediti puno zadovoljenje svih potreba u sadašnjim, a isto tako i u budućim uslovima. Tamo gde se odbacuje usvajanje takve politike, stvaraju se automatski najpovoljniji uslovi za brzo iscrpljenje mineralnih bogatstava i brzo suočavanje sa svim onim negativnim efektima ekonomskog, socijalnog i političkog karaktera, koji proizilaze kao posledica nemogućnosti zadovoljenja potreba za mineralnim sirovinama.

#### Zaključak

Zahtevi za mineralnim sirovinama poslednjih godina dostigli su relativno zabrinjavajući nivo. Kvantitativni iznos ovih zahteva u svetskim razmerama ne bi sam po sebi predstavljao neku opasnost da rezultujući trend záhteva ne pokazuje jedan neprekidan porast i ukazuje na činjenicu, da će već kroz desetak godina biti potrebno izvanredno velike količine najrazličitijih mineralnih sirovina da bi se u potpunosti zadovoljile po-

trebe svetske privrede za ovim specifičnim predmetima rada. Zbog toga se pred svetsku ekonomiku i pred ekonomike pojedinih nacija postavio kao ozbiljan problem izrada bilansa mineralnih sirovina na bazi definisanih rezervi. Pri tome bi taj bilans morao da, pored prezentiranja rezervi u kvantitativnom i kvalitativnom obimu, obuhvati i kvantitativno prikazane orientacione projekcije budućih zahteva za mineralnim sirovinama, formirane na bazi metoda i postupaka savremene statističke analize. Na ovaj način, upoređivanjem određenih grupa podataka, dobila bi se daleko tačnija vremenska obezbeđenost pojedinim mineralnim sirovinama u svetskim razmerama nego što je to sada moguće. Međutim, i pored nedovoljno poznatih podataka o kvantitativnim i kvalitativnim rezervama mineralnih sirovina u svetskim razmerama, ipak je i u sadašnjim uslovima moguće utvrditi jednu listu mineralnih sirovina prema vremenskoj obezbeđenosti. Idući od najneobezbeđenijih mineralnih sirovina ka najobezbeđenijim, grupisanje odnosno sukcesivno smenjivanje pojedinih sirovina bi izgledalo ovako:

- živa
- olovo, nafta, magnezit
- cink, kalaj
- hromit, antimon
- bakar, nikl
- aluminijum, ruda gvožđa
- mrki ugalj
- kameni ugalj

Ovakvo grupisanje obuhvata samo najznačajnije mineralne sirovine, dok bi sve ostale svakako našle određeno mesto u menu postavljenih okvira.

U cilju zadovoljenja budućih zahteva za mineralnim sirovinama, pored forsiranja novih istražnih radova kao i postepene orijentacije na nove izvore (morska voda, vazduh, okeanska i morska dna), izvanredno je značajno pristupiti tretiraju mineralnih sirovina u svim fazama na optimalno racionalan način. Odnos prema mineralnim sirovinama treba da bude u duhu načela i postavki konzervacije mineralnih sirovina u širem smislu. To znači, da u odnosu na mineralne sirovine, kao neobnovljiva i iscrpljiva prirodna bogatstva, treba voditi dugoročnu plansku privrednu politiku, nacionalnog i internacionalnog karaktera, usmerenu u pravcu pronalaženja i primenjivanja u praksi najadekvatnijih metoda i mera, kako bi se postiglo što racionalnije i efikasnije pronalaženje, dobijanje i korišćenje svih vrsta mineralnih sirovina, čvrstog, tečnog i gasovitog agregatnog stanja. Pri tome ta politika u isto vreme treba da sadrži i nastojanja i obavezu sadašnjih generacija da kroz racionalno i kompleksno tretiranje iscrpljivih prirodnih bogatstava, i preko neprekidnog usavršavanja tehnoloških procesa i organizacije proizvodnje, bude omogućeno i nastupajućim generacijama njihovo puno učešće u korišćenju prirodnog fonda mineralnih sirovina.

#### SUMMARY

#### Some Problems on the Future World's Requirements on Mineral Resources and the Possibilities of Its Covering

Dr. D. Milovanović, min. eng.\*)

During the last years requirements for mineral resources achieved a relative worrying level. The quantitative amount of these requirements in the world scale would not represent itself any danger if resulted trend of demands was not constantly increasing and it reveals the fact that in ten years unusually great quantities of the most variable mineral resources will be necessary to satisfy complete wants of world economy for these specific labour objects. For this reason a serious problem for inventing a bilance of mineral resources based on definite reserves is put before world economy and economy of every single nation. In this case the bilance should represent the quantitative and qualitative aspects of reserves as well as to contain quantitative orientation projects of future demands for mineral resources based on methods and treatments of statistic analysis. In this manner by comparing certain data groups, there should be obtained a more correct time security of some mineral resources in world scale

\*) Dr ing. Dejan Milovanović, asistent Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu.

than it is possible now. However, in spite of insufficiently known data of quantitative and qualitative reserves of mineral resources in world scale it is possible even in present conditions to determine a list of mineral resources according the time security. Going from the most unsecured mineral resources to the most secured, the successive changing of places of some resources should be as follows:

- |                         |                                    |
|-------------------------|------------------------------------|
| — mercury;              | — copper, nickel;                  |
| — lead, oil, magnesite; | — boxite, iron ore                 |
| — zinc, tin;            | — brown coal;                      |
| — chromite, antimone;   | — antracithe and bitumino us coal. |

This kind of grouping contains only the most important mineral resources while the rest should find a more distinct place in a definite domain.

In order to satisfy the future needs for mineral resources besides new exploration works as well as the gradual orientation to new resources (sea-water, air, ocean and sea-bottoms, rocks) it is of a great importance to treat mineral resources of all phases in the most rational way. The treatment of mineral resources should be in accordance with conservation principles of mineral resources in a regional sense. Having in view that mineral resources are an unrenewable and exhaustible nature resources, it means to plan a longterm economic politics of a national and international character which is based on seeking and employment of the most adequate methods and measures in order to achieve the most rational and effective explorations and exploitations of these mineral resources in solid, liquid and gas condition. At the same time this politics ought to contain tendency and obligation of the present generations to enable to the futur generations the full exploitation of natural fund of mineral resources. It could be realized by a continuant improvement of technologic processes and output organization.

Through a statistic analysis and normal equation the author also gives in the article the trends of possible future production of a few the most important mineral resources up to 1975. According analysis the output of this resources would achieve in the world in 1975 the following amount:

— for lignite and brown coal	about 1.050,000,000 tons
— for antracithe and bituminous coal	about 2.280,000,000 tons
— for oil	about 2.000,000,000 tons
— for copper (content in ore)	about 6,700,000 tons
— for lead (content in ore)	about 3,500,000 tons
— for zinc (content in ore)	about 5,100,000 tons
— aluminium (primary)	about 8,500,000 tons
— steel	about 560,000,000 tons
— pig iron and ferroalloys	about 410,000,000 tons
— iron (content in ore)	about 360,000,000 tons

In this article it is also given the time security of the world for the most important mineral resources, based on author's estimation of world reserves.

#### Literatura

- Landsberg, H. H., Fishman, F. F., Fisher, L. J., 1963: Resources in Americas Future. — Resources for the Future, The Johns Hopkins Press, Baltimore.
- Keenleyside, L. H., 1950: Critical Mineral Chortages. — Proc. of the UN Scient. Conf. on the Conserv. and Utiliz. of Resources, Vol. I, New York.
- Milovanović, D., 1964: Korišćenje siromašnih ruda u SSSR-u. — Rud. glasnik, sv. 3, god. III, Beograd-Zemun.
- Milovanović, D., 1964: O nekim specifičnim karakteristikama rudarske proizvodnje. — Tehnologica Acta, Vol. II, br. 3—4, Tuzla.
- Milutinović, V., 1961: Ekonomski ocena rudnika i ležišta obojenih metala. — Zavod za geol. i geof. ist., posebna izd., knj. 10, Beograd.
- Pehrson, W. E., 1951: Evaluation relatives aux réserves de divers minéraux par catégorie de prix. — Travaux de la Conférence Scientifique des Nations Unies pour la Conservation et l'Utilisation des Resources Naturelles, Vol. II, New York.
- Vogel, E., 1956: Zur Erkundung von Lagerstätten. — Bergbautechnik 6, Hf. 4, Berlin. Statistical Year-Book — 1954, 1962, 1964, United Nations, New York.

## Istaknuti rudari Srbije

2. Manojlo Marić

Dr Vasilije Simić

Manojlo Marić je bio najdarovitiji trudbenik u obnovljenom rudarstvu Srbije. Umro je, nažalost, relativno mlad, i zaboravljen je, sasvim nezasluženo, još u prošlom veku. U rudarskim publikacijama jedva da je gde god pomenut. Jedino je S. Gopčević (1888) ostavio kratku belešku: »Za razvitak podrinjskih rudnika bio je zaslužan pokojni Manojlo Marić, ministar građevina«. Marić je, međutim, zaslužan za naše rudarstvo uopšte, i ne samo kao ministar odnosno politički čovek, što on uostalom nije ni bio, već kao rudarski inženjer, projektant i graditelj novih preduzeća, odnosno praktičan rudar. On je uspeo da obesnaži onu nepovoljnu ocenu, koju je našim prvim rudarskim stručnjacima dao Jovan Gavrilović, i podržavao je sve do svoje smrti, a koja se kasnije protegla i na mlađe rudarske generacije. Marić je dokazao na delu, da su naši ljudi, čak bolje nego i stranci, bili u stanju ne samo da rukovode već i izgrađuju složena rudarska preduzeća.

Manojlo Marić rođen je 1841. godine u Užicu (u trgovачkoj porodici). Preci su mu se iz Sandžaka doselili u Sevojno kod Užica. U Beogradu je završio licej i 24. oktobra 1862. godine primljen je za državnog pitomca sa stipendijom od 400 talira godišnje. Na rudarskoj akademiji u Frajbergu proveo je nepune tri godine, gde je slušao i položio »skoro sve predmete iz kruga metalurgijskih i rudarskih nauka«. Zatim je septembra 1865. godine oputovao u Pariz, da na rudar-

skoj školi sluša analitičku hemiju, rudarsko pravo, metalurgiju, paleontologiju itd. Ovde je ostao do kraja marta 1866. godine pa je prešao u Cirihi, gde je na tehničkoj visokoj školi slušao metalurgiju, hemiju i druge predmete. Posle redovnog školovanja proveo je pola godine na rudarskoj praksi po belgijskim i rajsanskim rudnicima i topionicama. Sa prakse se vratio u zemlju 20. januara 1867. godine.

Iz prilično obimne prepiske (16 pisama), vođene između studenta Marića i ministarstva prosvete, odnosno ministra Čukića vidi se, da je mladi Marić stekao solidno obrazovanje ne samo iz rudarskih već i ostalih tehničkih nauka. Problemi rudarstva ga široko interesuju, osobito metalurgija koju je slušao po školama u Frajbergu, Parizu i Cirihi. Kad je u Frajbergu odslušao predmete koji su se tamo, po njegovom mišljenju, dobro predavalni, otišao je u Pariz i Cirihi, da tam dosluša, što u Frajbergu nije mogao ili hteo. Sposobnosti studenta Marića zapazio je Kosta Čukić, jednovremeno ministar finansija i ministar prosvete, pa mu je izlazio u susret kako za vreme studija, tako i kasnije. Za razliku od ostalih pitomaca školovanih u inostranstvu, Marić nije tražio novaca ni za specijalne rashode, niti povećanje stipendije. Njegova su pisma ozbiljna, odmerena i određena. Služe kao primer da i mladi ljudi mogu ozbiljno da misle o poslu. Pisma su pišana lepim narodnim jezikom i Vukovim pravopisom. Dok je studirao, Marić se za

vreme letnjih raspusta vraćao u zemlju, putovao po rudištima i sakupljao primerke ruda, da ih potom analizira u Nemačkoj.

Po povratku u zemlju Mariću je povereno da rukovodi preduzećem u Majdanpeku, koje je država ponovo preuzela 1866. godine, posle bankrotstva francuskog društva. Preduzeće je u to vreme vodio poznati topioničar Cajlinger, koji je još pedesetih godina upravljao bakarnom topionicom u Majdanpeku. Srpska vlada je želela da Marić,



uz potporu staroga Cajlingera, uzme preduzeće u svoje ruke i istopi 1000 centi bakra za potrebe topolinice u Kragujevcu.

Sa solidnim znanjem donetim iz škole, a uz staroga Cajlingera, Marić je poveo Majdanpek novim putem, tako da je preduzeće, prvi put od kada je osnovano, počelo da knjiži dobit mesto gubitaka. Za godinu dana kako se nalazilo u rukama države (od leta 1866. do kraja jula 1867. godine) preduzeće je imalo čiste dobiti 1.570 dukata. »Novac koji je preko cele godine u tu radnju uložen rentirao se sa 36 procenata«. Za sledeću godinu bila je predviđena dobit od 2.430 dukata. Prve godine rada (1866/67) otkrivena su bila nova ležišta bogate bakarne rude, koja su za duži period vremena obezbeđivala proizvodnju od 2000 centi bakra godišnje. Da poveća vrednost majdanpečke pro-

izvodnje Marić traži kredite, da bi gvozdene samokove mogao preraditi u bakarne, i da dobijeni bakar preradi na licu mesta. RASHODI oko preuređenja samokova isplatili bi se, po Marićevom predlogu, još u toku godine a preduzeće bi tada donosilo godišnje od 4.400—6.600 dukata čiste dobiti, što bi zavisilo od cene bakra. Marićevi predlozi nisu međutim usvojeni i Majdanpek je ponovo dat strancima u zakup, ovoga puta engleskom kapitalu.

Ocenu Marićevog rada u Majdanpeku dao je savremenik, naš mnogozaslužni rudar Feleks Hofman, u ono vreme i jedini pozvan da oceni nečiji rad u rudarstvu. U Majdanpeku, po Hofmanovim rečima,

»preduzme tehničku upravu jedan veoma sposoban i energičan srpski stručnjak. Svojim neumornim radom ožive on Majdanpek, i za kratko vreme dade mu sjajna poleta. Ali i njemu oskudevaše praktično iskustvo u topioničarskim poslovima, a uz to je neprestano imao da se bori s nesavladljivim teškoćama, koje su dolazile zbog vrlo malog budžeta, što mu je stavljen na raspoloženje, i zbog onog čudnovatog nestrpljenja od strane vojnog ministarstva, koje je odmah tražilo pozitivne rezultate, ne uzimajući ni malo u obzir to, kako se u ovakvim preduzećima vazda mora prvo sačekati, dok se ne pribere nužno iskustvo, pa tek onda da se počnu brati plodovi truda i kapitala. I tako nije prošlo više no godina i po, pa se i ovo preduzeće morade napustiti« (Hofman 1892, str. 26).

Kad je Majdanpek ponovo prešao u ruke stranaca, Marić se vraća u Beograd i 1868/9. godine ima zvanje protokoliste u rudarskom odeljenju. Početkom 1869. godine namesnici su doneli odluku »da se Manojlo Marić, protokolista, registrator i arhivar odeljenja rudarskog u Ministarstvo Finansije, po molbi svojoj, odustoji iz državne službe«. Zbog čega je do ovoga došlo nije nam poznato. Marić se ubrzo vratio u službu, jer je računske 1870/71. godine privremeni vanredni sekretar rudarskog odeljenja II klase. To mu je samo službeničko zvanje, a u stvari on je obe ove godine radio u Podrinju na organizovanju podrinjskih rudnika, čijim je upravnikom imenovan 1872. godine. Na tome poslu ostao je do januara 1875. godine, pa je tada postao ministar građevina u vlasti »pomirljivosti i dobre volje« Danila Stefanovića. U vlast je ušao kao stručnjak i ostao u njoj do avgusta 1875. godine. Kao ministar građevina doneo je zakon o izgradnji železničke pruge (12. marta 1875. godine). Pošto je

izašao iz vlade sve do smrti, 1882. godine, ostao je ministar na raspoloženju. Svakako je uživao blagonaklonost kneza Milana.

Još kao mlad čovek Marić je počeo dobijati od srpske vlade, preko ministra finansija, naročite zadatke, koji su katkada izlazili iz obima njegove struke. Na jednom takvom poslu, kao što ćemo docnije videti, upropastio je svoje nežno zdravlje. Još na postdiplomskom putovanju, s jeseni 1866. godine, Marić je dobio nalog da se upozna sa »manipulacijom kovničke metalurgije« u belgijskim i nemačkim kovnicama novca. Pri povratku u zemlju trebalo je da svrati u Beč i upozna rad tamošnje kovnice. On je ovaj posao obavio savesno, no stečena iskustva nije imao gde da primeni, jer se u Srbiji nisu kovali novci ni tada ni docnije.

Ranije smo napomenuli da je Marić kao inženjer početnik uspešno rukovodio Majdanpekom. U 1870. godini putovao je u inostranstvo. U Banatu je prodavao bakar iz Majdanpeka a u Koruškoj tražio rudarske i topioničke radnike za podrinjske rudnike.

Pravu vrednost stručnjaka i organizatora pokazaće Marić na radu u izgradnji podrinjskih rudnika. On je naš prvi, i do sada jedini rudarski stručnjak, koji je sam projektovao i izgradio čitavo jedno rudarsko preduzeće, rudnik na Jagodnji sa pralištem i topionicom u Krupnju. To ne bi bila obična stvar ni danas a kamo li pre skoro jednog stoleća, u zemlji, kakva je bila Srbija.

Kada je srpska vlada 1870. godine donela odluku, da sama pristupi proizvodnji olova u Podrinju, onda je, na predlog ministra vojnog odlučeno »da se pošalje u Krajinsku, u Austrijskoj državi Manojlo Marić, sekretar rudarskog odeljenja ministarstva finansija da traži tamo potrebne radnike za vađenje olova u Podrinju« (Sednica min. saveta br. 174 od 15. jula 1870. god.). Marić je verovatno obišao Mežicu ili još pre Blajberg, jer su kasnije, 1873. godine rude u krupanjskoj topionici topljene po »koruškoj metodi, kao što se izrađuje olovo u Blajbergu«. Ni sam našao podataka da su koruški rudari ili topioničari u Marićevu vreme radili u Podrinju.

Izgradnja rudnika i topionice trajala je od septembra 1870. do jula 1873. godine, kada je proradila topionica u Krupnju. Marić je od početka bio tamo jedini stručnjak. To je onaj »zvaničnik struke rudarske, koji je kao komisar iz Ministarstva finansije po to-

me poslu izaslan bio« (Gudović, 1874). Marić je imao samo tri godine službe i 29 god. od rođenja kad mu je povereno da izgradi podrinjske rudnike. Radovi na izgradnji napreduvali su i 1872. god, obrazovana je »Uprava Podrinskih rudnika« na čelu sa Marićem. Sledеće godine došao mu je za pomočnika tek svršeni inženjer Svetozar Mašin. Oni će zajedno, do 1875. godine, dokle je Marić bio u Krupnju, položiti osnove rudarstva u Podrinju, koje traje sve do naših dana. Do oktobra 1874. godine završena je bila izgradnja rudnika i prališta na Jagodnji kao i rudarske kolonije »od pet kuća i pet ostalih zgrada«, topionice u Krupnju sa »furunom plamenjačom« kao i ostalim zgradama za smeštaj radništva i činovništva rudnika. Tada je podignuta i ona, sa fotografija poznata velika zgrada na sprat kod topionice (izgorela je za vreme prošlog rata), za koju se u Krupnju pogrešno govorilo, da ju je podigao inženjer S. Mašin za svoju ženu Dragu, buduću kraljicu Srbije. Godine 1874. Marić je putovao u inostranstvo »za nabavku prališnih aparata«.

Marićev rad na izgradnji podrinjskih rudnika ocenio je rudarski stručnjak Bujik, jedan »od prvih auktoriteta po struci olovnih rudnika u Engleskoj«, koga je ministarstvo finansija pozvalo, da pregleda rudnička i topionička postrojenja. On je izjavio »da su sva razna postrojenja i drugi poslovi u Krupnju smisljeni i izvršeni vešto i razborito, tako da čine čast onima, kojih je dužnost bila da je izvrše« (Gudović, 1874).

Novembra 1874. godine Marić je postao narodni poslanik, a januara 1875. godine ušao je u vladu Srbije kao ministar građevina. Sledеće godine izbio je rat sa Turcima i postojala je opasnost da srpska vojska ostane bez olova. Austrija nije htela prodati oovo, a Rumunija nam ga nije smela pustiti iz Rusije.

»Ministarstveni savet smesta reši: da ministar finansija preduzme najbrže vađenje gde ga ima i pretapanje izvadenog olova. A kako je za rukovodenje toga posla shodan g. Manojlo Marić, koji se tim bavio kao stručnjak, to je u isto vreme rešeno: da se telegraфиše knjazu i traži odobrenje da toga činovnika, koji je u glavnom štabu nadzornik pošte, uputi Ministru finansije.«

Osloboden od vojske Marić se vraća u Podrinje kao vladin komesar i organizuje proizvodnju olovnih ruda pored Jagodnje i

na postenjskim rudištim, gde država do tada nije radila. On oslobađa podrinjske seljake-rudare vojne obaveze i zadržava ih na radu u rudnicima. U 1877. godini postenjska rudišta davala su dnevno 450 kg preprane olovne rude, koja je sadržavala 68—72% olova. Seljacima koji nisu bili vojni obveznici, a radili su za svoj račun, krupanjska topionica plaćala je za 100 kila oprane olovne rude 80 groša čaršijskih (po odbitku vlage). Po Marićevoj zamisli

»sa podizanjem topionice u Krupnju htela se da dade priliku privatnim rudarskim istražiteljima da mogu prodavati državnoj topionici sumporne olovne rude, koje se na više mesta u Rađevini nalaze i koje oni sami nisu u stanju u olovo pretvoriti. Sa državnom olovnom topionicom htelo se, dakle, da se osnuje temelj privatnoj rudarskoj industriji u onom kraju Podrinja.« (Iz projekta budžeta krupanjskih rudnika 1874. god.).

Rudarstvo u Podrinju Marić ne napušta do kraja života. On se njime interesuje i kao ministar na raspoloženju, obilazeći povremeno podrinjske rudnike. Iako su dotadašnji rezultati istražnih radova po mnogobrojnim rudištima bili veoma skromni, Marić podstiče nove radove, verujući i dalje u vrednost olovног orudnjenja u Podrinju kao i 1867. godine, kad je pisao o rudnicima u Srbiji. U pismu Jovanu Ristiću od 6. maja 1880. godine on piše iz Krupnja:

»Sve što se odnosi na radove uprave rudnika našao sam u najboljem i najpotpunijem redu, i mogu sa najvećim uverenjem tvrditi: da će Vas važnost i vrednost ovde izvršenih poslova u najskorijem vremenu zadiviti.«

Ranije smo napomenuli da je Marić, kao ministar građevina, još 1875. godine doneo prvi zakon o građenju železnica; aprila 1880. godine povereno mu je, kao ministru na raspoloženju, da u Beču, u ime srpske vlade, zaključi sa austrijskom vladom železničku konvenciju. Na ovom poslu on je prekomentnim radom poremetio svoj ionako labilan živčani sistem. Iz pisma Filipa Hristića Jovanu Ristiću (od 14. marta 1880. g.) čitamo povodom toga: »Za sad što se tiče železničkog pitanja, za mene je neopisana sreća, što je taj kolosalni posao na Marićeva pleća metnut. Ja s užasom gledam šta taj čovek čini i podnosi. Neka ga samo Bog sačuva da ne podlegne tome teretu.« Nekoliko dana kasnije Hristić piše: »Marićeva preterana revnost satrla mu je zdravlje. Maja iste go-

dine Marić leči živce u nekom zavodu kraj Beča i u Krupnju. Umro je posle dugog bolevanja 14. novembra 1882. godine u Beogradu. Na pogrebu između ostalih je i varošica Krupanj »dostojnim načinom odala poštovanje svome prijatelju.«

Među našim obrazovanim rudarima Manojlo Marić je prvi počeo pisati o rudarstvu. Sa grupom licejaca, pod vođstvom profesora J. Pančića, putovao je avgusta 1861. godine od Beograda preko Valjeva do Mokre gore. Kao rođeni Užičanin opisao je ovo putovanje detaljno i stampao u Licejki I za 1862. godinu. Iz putopisa se vidi da dobro poznaće topografiju užičkoga kraja i da se živo interesuje rudnim blagom. Ovo interesovanje ga je i odvelo u jesen 1862. godine u Frajberg, da studira rudarstvo. Članak u Licejki potpisani je sa M. Mar. Kao student, u Novakovićevoj »Vili« (za 1865. god.) opširno je referisao o tek izašloj Kotinoj knjizi »Die Erzlagerstätten in Banat und in Serbien«. Ovo je, u stvari, prvi stručni spis našega čoveka, koji se odnosi na geologiju Srbije, i prvi referat u našoj geološkoj literaturi.

Daleko su važniji Marićevi spisi o rudarstvu, štampani u našim ondašnjim jedinim naprednijim novinama, Kaljevićevoj »Srbiji«. Prvi spis pod naslovom »Naši rudnici« Marić je objavio nekoliko meseci po povratku sa studija. Članak je veliki i izlazio je u nastavcima (br. 30—42); odlikuje se poznavanjem naših rudarskih, geoloških i ekonomskih prilika. Ovaj je napis mnogostruko značajan. Najpre kao pogledi na naše rudarstvo i rudišta iz istorijske i savremene perspektive, a zatim kao prikaz naših mogućnosti i puteva u razvoju rudarstva. Izlaganja su trezvena i dosta kritična, kad se ima na umu romantičarsko raspoloženje srpske omladine onoga vremena, čiji je Marić bio istaknut član. On je verovao u mogućnost postojanja još neiscrpljenih rudišta u Srbiji (što je kasnije nesumnjivo potvrđeno), ali nije siguran da bi se sada, pri masovnoj proizvodnji i niskoj ceni metala rentiralo raditi na svim našim rudištima. Istoriski momenat u rudarstvu, po Marićevom mišljenju, nikako nije odlučujući: ako su naša rudišta bila izdašna za srednjovekovnu privredu, ne moraju biti za savremenu. Nema mesta romantičarskom gledanju na rudnike i rudišta, ako se hoće da izbegnu razočarenja.

Kao što se iz članka vidi, Marić je dobro upoznat sa dotadašnjom geološkom litera-

turom Srbije. Ali su mu radovi H e r d e r a, B u e a, A b e l a, B r a j t h a u p t a i K o t e nedovoljni i ne mogu »služiti kao osnova za valjanu ocenu« naših rudišta. Po Mariću u Srbiji postoje tri sistema planina, svaki karakterističan za izvesno orudnjenje. Ovaj prvi pokušaj prostorne klasifikacije rudonosnih terena u Srbiji u osnovnim crtama je pravilan, i čini čast mladome inženjeru Manojlu Mariću.

Sezdesetih godina prošloga veka središte rudarskog rada nalazio se je još jednako u istočnoj Srbiji, koju je, po Marićevim rečima, »sama priroda namenila rudarskoj industriji«. U ono vreme tamo se iz peska ispiralo zlato, u Kučajni proizvodilo zlato i srebro pored olova i cinka, u Majdanpeku topio bakar i gvožđe a u Senju, Sikolu i Dobri vadio ugalj. Osim toga, znalo se za ležišta gvozdenih i bakarnih ruda u Rudnoj Glavi, Crnajki i Tandi, a po timočkom andezitskom masivu otkrivani su gvozdeni šeširi, što je prethodilo pronalaženju borskog rudišta. Međutim, iako je istočna Srbija bogata rudama gvožđa, Marić se u pomenutom članku pita, hoće li njena rudarska industrija, koju tek treba izgrađivati moći konkursati banskoj, sa bogatim ležištima gvožđa i uglja i amortizovanim postrojenjima? Uzimajući u obzir kvalitet naših ruda gvožđa i uglja, saobraćajne prilike, potrošnju u zemlji i radnu snagu, Marić zaključuje da se ne isplati otvaranje ugljenokopa, sem možda dobranskog, koji je na Dunavu, a da isto tako ne treba još razvijati industriju gvožđa, jer je u zemlji neznatna potrošnja, a naše gvožđe ne bi se moglo prodati u inostranstvu po rentabilnim cenama. Ali je zato moguće novati industriju bakra, olova, zlata i srebra, jer su ovi metali skupi, pa im mnogo ne smetaju rđave saobraćajne prilike. Iako pisan pre jednog veka, Marićev članak je još i danas vrlo poučan: da se ne podižu fabrike koje nisu u stanju da posluju rentabilno.

Kao napredan omladinac i veoma istaknut član »Ujedinjene omladine srpske« Marić se zalaže za industrijalizaciju zemlje, u prvom redu za rudarstvo

»...koje će, lako može biti postati naskoro jedan od najvažnijih delova naše narodne prirede. Svaki vidi da mi bez industrije pored samog našeg zemljedela propadamo i danas, kad nas ovako malo u zemlji ima i kad bi trebalo da budemo veliki gazde. A šta će da bude kad nas nekoliko puta bude više nego danas?

Mi se moramo prihvati različnih grana industrije, koje u našoj zemlji imaju sve nužne uslove za napredak. Industrija je naša budućnost. Rudnici su naši u stanju da nas iz ovog našeg današnjeg stanja neveštih zemljedelaca prevedu u stanje okretnih industrijalaca«.

Marić je bio pristalica državnog rada u rudarstvu ili u krajnjoj liniji domaćih akcionarskih društava. Ali je protiv stranog kapitala u rudarstvu. Stranci imaju samo jedan cilj, da se obogate, dok država u rudarstvu ima sasvim druge ciljeve. Rudnici su u prvom redu mestu »za praktičnu školu za naše mlađe tehničare i zanatlige. U topionicama i rudnicima imali bi prilike da se upoznade sa praktikom struke topioničke i rudarske uopšte, sa mašinama, sa premeravanjem i građevinskom strukom, u šumama sa strukom šumarskom«. Uz rudnike bi se mogle kultivisati velike površine zemljišta i »zavesti primerno zemljodelsko gospodinstvo« a takođe podići i strugare, gde će se bolja drva rezati za građu. Po mome shvaćanju, veli dalje Marić, ovakve škole ne bi nikako ustupale u važnosti po naš svestrani razvitak teoretičnim školama; one bi nam popravile naše materijalno stanje. Sve ovo, po Marićevoj zamisli može da se ostvari samo u slučaju, ako su rudnici u rukama države, no nikako ako su u rukama stranaca.

U 1868. godini postavilo se pitanje ponovnog davanja Majdanpeka u zakup strancima, iako je rudnik u državnoj režiji, a pod Marićevom upravom, pokazao dobre rezultate i za nepune dve godine zaredio nekoliko hiljada dukata. G u d o v i c je povodom toga objavio članak »Pitanje o Majdanpeku« (Srbija 1868, br. 29—30) zaступajući gledište, da Majdanpek može ostati u rukama države samo u slučaju, ako se pretvoriti u »vojeni etablisman«. Inače ga treba ustupiti strancima, jer se naš kapital takvim preduzećima ne interesuje. Marić je bio odlučno protiv toga. U podužem napisu (Još jedna reč o Majdanpeku, Srbija 1868 br. 34—38) on se još snažnije, nego godinu ranije, zalaže za državni rad u rudnicima i povodom toga piše:

»Da Majdanpek ostane u rukama vladinim čini mi se da još važnija pobuda leži u tome, što bi on mogao postati valjana praktična škola za razne zanate. Upliv tamošnje radnje na razvitak naše još u kolevci industrije bio bi od neocenjive važnosti osobito onda, kad bi se tamo radnja za račun državni i sa velikom koristti vodila. Ta radnja potpomognuta nedeljnim

i večernjim školama dala bi nam za kratko vreme domaćih inteligentnih radenika za razne grane industrije. Naši bi tehničari mogli prikupiti tamo praktičnih znanja, bez kojih i pred najbolje teorije nebi mogli biti vešti industrijski preduzimači. A naši bi kapitaliste, viđeći da podobna preduzeća mogu velike kistori da daju, unapred hteli da ulože u njih svoje kapitale i može biti da bi tu ponajživlje osetili potrebu udruživanja kapitala, čime bi naša narodna privreda učinila znatan korak napred.«

Marić je, koliko sam do sada pronašao, objavio pod punim potpisom dva stručna članka u listu »Srbija«. U istom listu objavio je i članak bez potpisa »Šta ćemo s Majdanpekom«; to je nesumljivo njegov članak. Lista Marićevih štampanih radova izgleda ovako:

1. Od Beograda do Mokre Gore. — Licejka I. str. 97, Beograd, 1862.
2. Die Erzlagerstätten in Banat und in Serbien von B. v. Cotta. Wien 1865. Wilhelm Bramüller (Rudišta u Banatu i Srbiji od B. Kote. U Beču kod Vilhelma Braumilera). — Vila. 1865. Referat.
3. Šta ćemo s Majdanpekom. — Srbija, političko ekonomni list, br. 6 za 1867. godinu.
4. Naši rudnici. — Isti list, 1867. br 30 do 41.
5. Još jedna reč o Majdanpeku. — Isti list 1868. br. 34—38.

#### Prilozi

##### Pisma Manojla Marića sa studija ministru Kosti Čukiću

Marićeva pisma sa studija, pisana pre jednog veka, veoma su interesantna, pre svega za našu kulturnu istoriju uopšte a posebno za istoriju školovanja naših prvih rudarskih pitomaca u inostranstvu. Od 16 sačuvanih pisama ovde objavljujem osam.

Frajberg, 10. Novembra  
1862. god.

##### Gospodine Ministre!

Ja sam 8 ov. m. u veče stigao u Frajberg. Jutros sam se prijavio kod sviju G. Profesora, kod kojih ću ove godine slušati predavanja.

Iz priloženog ovde pod ./ računa uvidećete, kolika je suma honorara za prvo po godine na predmete koje sam izabrao da slušam ove godine, a ujedno uvidećete koje sam predmete izabrao. Suma honorara za tih 7 predmeta iz-

nosi 127 talira prajskih za celu godinu, ali se obično plaća polovina unapred, a druga polovina u Martu mesecu radi olakšanja slušaocima. A ostalo plaća se ujedanput za celu godinu, i to kao što se iz računa vidi za upis u akademiju 15, a za Fiziku i Hemiju, što će opšte raditi po 4 tal., što će me i tamu zapisati kao slušaoca, a pored toga moram odvojeno plaćati profesora Francuskog jezika, koji je predmet u akademiji upola redovan. Suma da-kle koju moram sad izdati iznosi 92 talira i 15 sr. gr. pr. osim Francuskog jezika, koji će najmanje 10 talira biti.

Na to će mi dakle skoro dve mesečne plate otici, i kako mi je rok tome plaćanju najdalje za 15 dana ostavljen, to vas molim, Gospodine, da mi dvomesecno blagodejanje odmah pošljete kako će od danas za 15 dana ovde prispeti.

Ili je najbolje da mi sumu od 120 talira pr. do tog vremena pošljete, pa da mi posle to od blagodejanja za tri iduća meseca odbijete, jer ću inače bez novaca za toliko vreme ostati, koje je vrlo hrđavo ovde, gde nikakvog poznavnika nemam.

Vidi se da je suma školarine vrlo velika, ali ja još neznam, šta će knjige i izdržanje koštati. Zato zadržavam, Gospodine, pravo, da vas docnije dok se o tome izvestim molim, da mi povisite blagodejanje, ako mi nebude moguće s ovim na kraj izlaziti.

Prekosutra ću poći u školu. Ja sedim u kući Auf Promenade No 792... Molim vas da mi na tu adresu novac šiljete.

Usuđujem se nazvati se

vama  
pokorni  
Manojlo Marić

Pravit. Pitomac i slušaoc na rud. akademiji  
Iz arhiva T. Vitorovića

##### Gospodine Ministre!

Kako mi poslovi na svršetku ove školske godine ne dozvoliše, da vam u svoje vreme redovan izveštaj podnesem, molim Vas da mi dozvolite da to sad u prilogu pod A učinim. Tome prilogu dodata sam po B. i izvod iz protokola akademiskog za dokaz da sam slušao ona predavanja, koja sam u izveštaju nabrojao.

Pod B (1—4) podnosim svedočanstva od ispita od predmeta, iz kojih sam ove godine ispite položio i regulativ o polaganju takvih ispita. Ovde je samo nužno još da napomenem, da sam se ove godine pored drugih predmeta najviše Metalurgijom i praktičnim rudarskim inžinirstvom zanimalo kao sa poglavljitim predmetima; a što su ocene ispitne nejednakne stoje samo do navike gospodina profesora Metalurgije, da nikom višu ocenu nikad ne daje, no što je ona u mome svedočanstvu. Na šest ispitnih beležaka iz probe na suvom i momrom putu i probe sa letrorom stoje beleške u izvodu protokola akademiskog, koje ako ne važnije barem su od tolike važnosti koliko is-

pitne beleške; jer su gospoda profesori dajući u laboratoriji svaki dan različne zadatke za izradu imali su mlogo bolje prilike da se uvere o uspehu njihovih slušaoca u tim strukama, nego što je to moguće na ispitu, koji samo jedan sahat traje.

Podnoseći vam ova svedočanstva uzimam slobodu da Vam javim, da sam dosad slušao ovde skoro sve predmete iz kruga metalurgijskih i rudarskih nauka, koje su za me nužne a ovde se dobro predaju; da sam ovde gotov i da sam rad da sada idem u Pariz da tamo u rudarskoj školi još neke predmete koji su mi vrlo nužni slušam a u isto vreme da francuski jezik a osobito francuski rudarski jezik učim. Predmeti koje sam ja još tamo rad da slušam ovi su: analitička kemija, jer nesam imao vremena, da je dosad ovde slušam; rudarsko pravo; nauka o mašinama; arhitektura i projektiranje gvozdeni putova (ovaj se predmet po uveravanju mlogih tamo osobito dobro predaje). Osim toga rad sam još jednom da slušam metalurgiju, a u budi kojoj drugoj školi i anorgansku kemiju radi mog usavršavanja u kemiji.

S toga Vas molim da izvolite odobriti mi, da ovu poslednju godinu mogu tamo provesti i da izvolite odobriti mi nužnu sumu za putni trošak i narediti da mi se ova pošlje kako bi se u drugoj polovini septembra mogao odavde krenuti.

Ja sam dosad svršio rudarstvo i metalurgiju i potome sam u stanju da sa polzom mogu putovati po različnim rudnicima i topionicama, da se tako u praktici moje struke usavršujem. Kako sam ove godine blizu Harca a tamo se ima vrlo mnogo videti, što u mojoj struki spada, vredno bi bilo da sada kroz Harc propotujem a osobito da vidim: bakarne rudnike i topionice u Mansfeldskoj, rudnike kamene soli kod Stasfurta i Šenigena, rudnike i topionice kod Goslara na donjem Harcu i kod Klaustala na gornjem Harcu. Da sve ove rudnike i topionice providim valjalo bi mi oko 20 dana. Moja je dužnost da ja ovo sad napomenem a u isto vreme da kažem da bi kao što ja mislim, mogao tamo mloge metalurgijske procese videti, koji bi se u nekim našim rudnicima mogli s polzom upotrebiti i da ču s toga pre ili posle morati na Harc putovati. Putovanje po Harcu košta na dan najmanje po dva talira i neračunajući ovde to, što u tim prilikama moram biti prema radnicima i nižim zvanicnicima dosta izdašan; jer drukčije neću ni polovinu videti i naučiti od onoga, što na taj način mogu dobiti da vidim. Pošto isplatim sve moje račune ovde i spremim se za put, ostaje mi jedva toliko novaca od moga blagodejanja, da na to putovanje jedva jedan talir na dan mogu da upotrebim.

Ja sam dakle prinuđen Gospodine Ministre, za slučaj ako Vi mislite da je nužno da ove godine tamo putujem, da Vas molim da mi na to jedan talir na dan putna troška odobrite, i da mi u tom slučaju i nastavljenje date, kojima može biti prema našoj potrebi — od poimenutih mesta i metalurgičkih procesa osobitu pažnju da obratim i dobro upoznam. Ja ču o

mome trošku do koji dan ići da vidim rudnike kamenog ugljena i topionicu gvožđa u Cvikavi i bakarni čekić u Grintalu u Saksonskoj.

Sa Vašim odgovorom na ovu moju prozbu molim Vas da izvolite narediti, da mi se ovi današnji prilozi pod B i V (1—4) kao i moja dva ispitna svedočanstva i dva izvoda protokola akademiskog, što sam lane i preklane Ministerstvu pratio, pošlu, jer će mi može biti ti dokumenti ove godine trebati.

Do koji dan poslaću, kao što sam lane obećao, spisak analiza od naših ruda, koje sam sa mog putovanja ovamo doneo.

Vama  
pokorni  
Manojlo Marić  
pitomac vladin za rudarske nauke

12 Avgusta 1865 god.  
u Frajbergu

Da mu se dozvoli putovati i odobri trošak po talir na dan (à 18 gr. čarš.) za 20 dana. G. Raškoviću elaborat na mnenje i izvestije, a da se isti konsultira i po onoj strani molbe, koja se na premeštaj i produženje nauka u Francuskoj odnosi.

17/8 65.

D.A. Min. prosv. 1867 f. I, br. 136.

K. Cukić

Gospodine Ministre!

Ja sam 21 pr. meseca iz Frajberga odputovao a 16 ov. meseca prispeo sam ovde. U putovanju mome posetio sam više rudnika i topionica u Saksonskoj, Prajskoj i na Harcu. U Cvikavi u Saksonskoj probavio sam 7 dana i posetio tamo rudnike kamenog ugljena i topionicu gvožđa. U Mansfeldskoj u Prajskoj — probavio sam tri dana; za to vreme posetio sam dva rudnika i pet topionica bakra, između ostalog video sam tamo, kako se srebro od bakra po najnovijem — Cirfogelovom metodu odvaja. Jedan dan probavio sam u Stasfurtu u Prajskoj, gde sam silazio u rudnike kamene soli, i u Snenbeku, gde se so vadi. Četiri dana probavio sam na gornjem Harcu, gde sam silazio u dva rudnika i osim toga posetio sam dva prališta za rude, dve topionice srebra, olova i bakra i jednu topionicu gvožđa. Četiri dana probavio sam u topionici na Okeru u dolnjem Harcu. Za to vreme silazio sam u rudnik kod Goslara od kuda se vade rude što se u okerskoj topionici tope. U ovoj topionici video sam kako se iz bakra sumpornom kiselinom odvaja srebro i zlato. Ostalo vreme proveo sam u putovanju između pomenutih mesta i dovode.

Putovanje ovo bilo je za me vrlo instruktivno i ako se radi kratkog vremena nemogoh upuštati da se pobliže upoznam sa pojedinostima tih industrijskih zavedenja. Što sam mogao dobiti podataka o radnji njihovoj nahodi se u mojim putnim zapiskama.

Ja sam juče bio kod Gospodina Direktora ovdašnje rudarske škole, kome me je jedan profesor iz Frajberga preporučio, da se poiblje izvestim o uslovima pod kojima se može stupiti u tu školu. Za one, koji će samo ovako kratko vreme kao ja vanredno školu posećavati, nužno je da radi toga napišu prozbu na Francuskog Ministra javnih poslova, kojoj valja pridodati preporuku od strane poslanika ili Ministra spoljašnjih poslova dotične zemlje. U laboratoriji ne mogu dobiti pristupa, jer se to samo onda kad slučajno ima praznih mesta u laboratoriji dopušta onim strancima, koji će redovno u tri godine dana kurs da svrše.

Ja sam sa moga puta Gospodine Ministre Vas molio, da izvolite podejstvovati da mi se od strane G. Ministra spoljašnjih poslova izda nužna preporuka, a kako je dosad nesam dobio molim za to i po drugi put. Međutim Gospodin Direktor mi je na moju molbu obećao dati odobrenje, da privremeno mogu da slušam predavanja dok nebudem u stanju, da se radi zvaničnog odobrenja od Ministra javnih poslova radi pristupa u školu na njega mogu obratiti.

U ovdašnjoj rudarskoj školi počinju se predavanja 1 Novembra po našem brojanju.

Ja sada sedim u Rue des Ecoles No. 52.

Vaš  
20 Oktobra 1865 pokorni  
u Parizu Manojlo Marić  
pitomac vladin za rudarske nauke  
D.A. Min. prosv. 1867, f. 136

Gospodine Ministre!

Molim vas da mi dozvolite, da Vam na pismo Vaše od 9 maja o.g., kojim ste mi izvoleli preporučiti da Vam javim, šta još od nauka imam da slušam i gde i u čemu mislim da prakticiram, dostavim odgovor.

Nauka o civilnim građevinama je upravo još jedina nauka, koju bi valjalo da slušam, pre nego što moje nauke na strani završim. Ali da ne bi morao oko nje propustiti čitav semestar, ja je izučavam sada privatno; a nameđen sam, ako uzmognem platiti, da uzmem na kraju ovog semestra nekoliko privatnih časova u ovdašnjeg profesora civilne građevine. Tako ću svakojako biti gotov sa koncem meseča Julija po našem brojanju sa teoretičkim kursom moje struke.

Pošto svršim teoretički kurs nužno će mi biti da probavim u praktici odprilike jedno po godine. Mislim da će najkorisnije za me biti, da provedem u praktici dva meseca u rudnicima kamenog ugljena i gvožđa a posle toga dva do tri meseca u različitim topionicama oko Liježa u Belgiji. Poslednji mesec dana rad sam da provedem u topionici na Okeru ispod Harca, u kojoj se radi na bakru, olovu, srebru i zlatu. Tamo sam bio lane putujući po Harcu i našao sam da u tamošnjoj manipulaciji ima mnogo koješta, što bi se moglo da uvede u naše topionice. Tamo je dovoljno da ostanem jedan mesec dana, a ni uprava topionice nebi mi dozvolila da duže ostanem.

Za Lijež treba mi preporuka, jer bez nje mi neće tamo dopustiti da prakticiram. Pa zato moleći Vas Gospodine Ministre da mi dozvolite da u početku meseca Avgusta odavde u Lijež idem, uzimam slobodu da Vas zamolim da podejstvujete, da mi se ujedno pošle i nužna preporuka od strane Vlade na ma kog od imaoča ili upravitelja jednog rudnika i jedne považnije topionice u Liježu.

Vama  
pokorni  
Manojlo Marić  
pitomac vladin za rudarske nauke  
7 Junija 1866  
u Cirihi  
D.A. Min. prosv. 1867, f I, 136

Gospodine Ministre!

Pre dva dana došao sam ovde u Ems, da uz put vidim ovdašnja prališta ruda olova, bakra i cinka, koja su pre nekoliko godina vrlo dobro uređena.

Ali kako sam od uprave rudarske dobio dozvoljenje da mogu i poduze vremena ostati i praktički se zanimati u svim rudnicima i topionicama što spadaju pod njenu upravu, ja sam se rešio da ostanem deset do dvanaest dana ovde. Ovo sam učinio poglavito s toga, što se olovne i srebrne rude ovde tope po metodu redukcije pomoću dometka gvoždenih ruda, koji se upotrebljava na vrlo malo mesta, a do sada ne imadoh prilike da ga praktički izučim; a što je u jednoj topionici nedaleko odavde u Holcplu uveden jedan sasvim nov metod odvajanja srebra od olova, pa sam rad da ga pobolje proučim.

Molim Vas da izvolite narediti da mi se blagodejanje dok sam ovde pošle u Gasthaus zur Sporkenburg, in Ems (Grf. Nassau).

Vama  
pokorni  
Manojlo Marić  
pitomac vladin za rudarske nauke  
30 Avgusta 1866. god.  
D.A. Min. prosv. 1867, f I, 136

Ministarstvu Prosvete i Crkveni dela

G. Minister vojeni pismom svojim od 8. Avgusta tek. god. F. No. 3638 izjavio je Ministarstvu ovom, da se radnja na bakaru u Majdanpeku po sve dobro pokazuje tako, da će se po uverenju g. Cajlingera meseca oktobra 150—200 centi bakara dobiti, s tim, da će se ova radnja na svaki način morati bar donde produžiti, dok mu se uslovljeni 1000 centi bakra ne izdadu.

Da se ne bi sa radnjom ovom u Majdanpeku pre nego bi mu se gornja količina bakara izdala, prestalo, a za slučaj potrebe, da se i veća količina bakra izdavati može, predstavio je isti Minister Ministerstvu ovom, da je neobhodimo

nužno, da se jedno mlađe lice i to srbski sin g. Cajlingeru u pomoć pridoda, koje će u stanju biti praktično shvatiti manipuliranje, pa i produžiti tim pre, je poznato, da je g. Cajlinger čovek postar, pa i inače pomoći potrebuje, s tim, da bi zamenu ovu mogao sam G. Manojlo Marić sadanji rudarski pitomac učiniti.

Usled ovoga Ministerstvo Financije ima čest moliti Ministerstvo Prosvete i Crkveni dela, da mu izvoli g. Marića na raspoloženje ustupiti, a u jedno narediti, da se što pre vrati, pa kad neko vreme pored g. Cajlingera u praktiki provede, onda se može na put poslati.

Minister Financije  
K. Cukić

R. No. 235  
7 Septembra 1866 god.  
u Beogradu

Ministar prosvete napisao je primedbu: da se sačeka dok se Marić vrati.

D A Min. prosv. 1867 f. VI. br. 1145.

Gospodine Ministre!

Ja sam pre nekoliko dana došao ovde u Lijež. G. Riklu, direktor rudarski za provincije Liješku, Namursku i Luksenburgsku, kome sam se prijavio radi dozvolenja da posetim ovdašnje rudnike i topionice, primio me je na najljubazniji način; izdao mi je dozvelenje za posetu sviju metalurgičkim etablismanima u njegovom području a pored toga obećao mi je dati i specijalne preporuke za one etablismane, u kojima se rešim da prakticiram, bez čega nebi ovde nigde mogao dobiti pristupa u praktiku.

Ovdje ću izučiti specijalno topljenje olova i cinka; sa metalurgijom gvožđa upoznaću se uonoliko u koliko je zasad za me nužno. U rudnike kamenog ugljenog silaziću da se upoznam sa sistemom ovdašnjeg eksplotiranja i sa propisima, koji se tiču poglavito policije rudarske. U specijalnosti same eksplotacije neću se upuštati, jer bi time izgubio mlogo vremena; a u Saksonskoj imao sam dosta prilike da se upoznam sa praktikom rudnika kamenog ugljenja.

S toga, što se u Belgiji skoro nikako neradi na bakru, valjaće mi se odavde poranije no što sam mislio, vratiti ili u Vestfalsku ili na donji Harc, da tamo u topionicama bakra prakticiram.

A vađenje srebra skopčano je tamo sa vađenjem bakra, a i ovde u nekoliko topionica sa vađenjem olova.

Molim Vas da izvolite primiti priloženu priznanicu na blagodejanje za mesec Septembar i Oktobar i da mi dozvolite da podnesem račun o poslatim mi novcima za putni trošak tek pred moj polazak iz Belgije, kako bi ka dosa-

danjim troškovima mogao dodati i trošak za podvoz do različitih etablismana, koje ovde budem posetio.

Moj je stan sada u 43, Rue de la Régence.

Vama  
pokorni  
Manojlo Marić  
pitomac vladin za rudarsku nauku

15 Septembra 1866  
u Liježu

D A Min. prosv. 1867. f. I, br. 136

Gospodine Ministre!

Sa posećivanjem topionica i rudnika u Belgiji koliko je sada za me nužno, nadam se da ću biti gotov do 15 dana. Posle toga rad sam da otidem u jednu topionicu bakra u severnoj Francuskoj, blizu Arasa, u kojoj ću osobito moći da vidim rafinaciju bakra u velikim furnama, što se retko može da vidi u nemačkim topionicama bakra. Tamo će mi valjati da ostanem 10—15 dana. Pa kako bi baš u to doba moje blagodejanje prispealo ovde, a mene ne bi zateklo, ja Vas ovim pokorno molim da izvolite narediti, da mi se blagodejanje za mesec Novembar i Decembar ov. god. pošlje pre, kako bi ovde prispealo barem na nedelju dana pre no što obično prispeva.

Vama  
pokorni  
Manojlo Marić  
pitomac vladin za rudarske nauke

10 Oktobra 1866 god.  
u Liježu

Primedba ministrova:

Da nastane po pregledu manipulacije bakra topionice, da otide u kovnicu belgisku ili koju drugu u Nemačkoj, da vidi manipulaciju kovničke metalurgije; pa najposle da svrati i u bečku kovnicu polzovavši se svuda otvorenom preporukom koju ima. Na ovom putu i obilaznjem razni zavoda da proveđe svega vreme do konca ove godine.

Da mu se ujedno pošlje blagodejanje na... i docnije po zahtevanju putni trošak.

D A Min. prosv. 1867. f. I, br. 136

Gospodine Ministre!

Po nalogu vašem, koji ste mi u pismu Vašem od 28 pr. m. izvoleli saopštiti, ja sam došao ovde pre tri dana pošto sam najpre topionicu bakra kod Arasa progledao.

U topionici bakra kod Arasa video sam fabrikaciju novaca od bronze za špansku državu i za Egipat. Kako su u istoj topionici prošlog leta fabricirani novci od bronze i za Italiju,

ja sam imao prilike da nabavim i najnužnija data odnosno na fabrikaciju bronzenih novaca po desetičnoj sistemi.

Ovde u Brislu kuju se zasada samo srebrni novci po titru, koji je najnovijom novčanom konvencijom između Francuske, Italije, Belgije i Svajcarske određen. Ja ču još najviše dva put moći u kovnicu otići; ne može mi se dozvoliti da više pregledam kovnicu, jer su činovnici u velikom poslu, a meni je dozvoljen pristup u kovnicu samo u prisustvu jednog od viših činovnika. Ostaću ovde još nedelju dana; za to ču vreme moći da pregledam ovdje kovničke zakone i formulare upotrebljene radi kontrole u administraciji kovničkoj, koji su mi stavljeni na raspoloženje.

Fabrikaciju zlatnih novaca nemogu videti u Belgiji, i ja ne verujem da se u ovom trenutku zlatni novci decimalne sisteme kuju igde osim u kovnicama francuskim. Može biti da ču tu fabrikaciju u Beču moći da vidim; ali ja držim da bi nužno bilo da za kovnicu novaca imam osobitu preporuku; jer se ona preporu-

ka, koju ste izvoleli poslati mi odnosi čisto na rudnike i topionice.

Novci koje ste izvoleli pri polasku iz Švajcarske poslati mi za putni trošak po rudnicima, dostaće mi do moga povratka u Lijež, i ja ću Vam onda račun podneti. Kako se na povratku u Liježu moramo sa nekih vrlo važnih poslova oko tri dana zadržati, ja Vas molim pokorno, Gospodine Ministre da izvolite narediti, da mi se novci za putni trošak za povratak u Srbiju pošlu na moju predašnju adresu u Lijež. Ja se uzdam da ćete mi dozvoliti, da Vas docnije molim, da mogu ostati bar još do polovine Januara na strani, ako vidim da sve moje poslove nemognem pre toga vremena svršiti.

Vama

pokorni

Manojlo Marić

pitomac vladin za rudarske nauke

23 Novembra 1866  
u Brislu

#### Literatura

- Gopčević S., 1888: Serbien und die Serben, Leipzig.  
Gudović J.: Autobiografija. Rukopis, čuva se u porodici.  
Hristić F., 1953: Pisma Filipa Hristića Jovanu Ristiću 1868—1880. — SAN. Posebna izdanja, knj. 206.  
Hofman F., 1892: O Majdanpeku. Istoriski razvitet njegov, geološke i rudarske prilike i današnje stanje radova u njemu. — Godišnjak rudarskog odeljenja I.  
Jovanović S., 1926: Vlada Milana Obrenovića, knj. II.  
Milenković P., 1936: Istorija građenja železnica i železnička politika kod nas (1850. do 1935).  
Milićević M. Đ., 1865/6: Putnička pisma. Vila.  
Simić V., 1960: Iz skorašnje prošlosti rudarstva u Srbiji.  
Zapisnici sednica ministarskog saveta Srbije 1862—1898. — Beograd 1952.  
Akta Državnog arhiva u Beogradu.



## Kongresi i stručna putovanja

### XVIII sastanak Međunarodne komisije za petrologiju ugljeva, Budimpešta, 1965. god.

U vremenu od 18—23. oktobra 1965. godine održan je u Budimpešti XVIII sastanak Međunarodne komisije za petrologiju ugljeva. Zbog obimnosti materijala skoro sav rad se odvijao po odgovarajućim potkomisijama (Potkomisija za analize, Potkomisija za kamene ugljeve, Potkomisija za mrke ugljeve), koje su nažalost zbog kratkoće vremena zasedale istovremeno.

Potkomisija za analize zasedala je pod predsedništvom dr M. Mackowske. Ova potkomisija je imala osnovni zadatok da prikupi sve postojeće metode za kvantitativno određivanje pojedinih komponenata u uglju i da pronađe mogućnost za doношење jedne jedinstvene metode. Takva metoda trebalo bi da u prvom redu eliminiše uticaj subjektivnog faktora i omogući dobijanje reproduktivnih rezultata kod različitih autora. U vezi s ovim, poseban interes među prisutnjima pobudilo je saopštenje američkih stručnjaka o novom automatskom mikroskopu (tzv. AMEDA), koji može, posle odgovarajućeg podešavanja, da samostalno izvrši kvantitativnu analizu datog mikroskopskog preparata.

Potkomisija za kamene ugljeve zasedala je pod predsedništvom dr B. Alperna i njen osnovni zadatok je bio da razmotri prikupljene predloge za nove termine. Takve predloge je podnela dr M. Mackowska: poliminerit, karbosilicit, mikrolitotip. Zatim je dr B. Alpern podneo predlog za razdvajanje kolinita na homokolinit i heterokolinit. Odlučeno je da se ovi predlozi detaljnije razrade za sledeći sastanak. Prihvaćen je termin inertodetrinit a oznaku mešavine inertnih delića neodredljive prirode (fuzinit, semifuzinit, mikrit i sklerotinit).

Sovjetski stručnjaci (Timofejev — Bogoliubova) izneli su dopunjeni predlog jedinstvene genetske klasifikacije svih ugljeva (od lignita do antracita). Zaključeno je da se u predstojećem III-čem izdanju petrološkog rečnika izdvoji poseban deo za predloge i da se kao prvi prilog štampa jako skraćeni pomenuti sovjetski predlog.

Potkomisija za mrke ugljeve zasedala je pod predsedništvom dr M. Teichmüller-a i razmatrala je novoprimaljene predloge za podelu mlađih ugljeva. Razmatrano je šest predloga i to:

1. Zap. nemačko-mađarski (Soós, Berger, Jacob, Oehlschlegel i Teichmüller) predlog predviđa izdvajanje sledećih mikrolitotipova: tekstit (ili telit), detrit, gelit, inertit i liptit. Dalje se predviđa oko 18 macerala.

2. Istočnonemački predlog (Sontag, Tschoppe i Christoph) izdvaja sledeće mikrolitotipove: tekstit, detrit, gelit, inertit i bitumit (znači jako slične prethodnom). Međutim, razlike se javljaju u broju i nazivu macerala.

3. Češki (Malán) predviđa sledeće mikrolitotipove: grupu huminita (sa mono-, bi- i trimaceralnim mikrolitotipovima) inertinita i bituminita. Od macerala se predviđa oko 14.

4. Prvi sovjetski predlog (Babin kova — Musijal) predviđa zasada samo 1..acerale: vitrinit, seminit, fuzinit, liptinit i alginit. Pošte se predviđa grupa mikstinita, koja uključuje i sapropelite.

5. Drugi sovjetski predlog (Timofejev — Bogoliubova) predviđa isto tako samo macerala, ali veći broj: gelinit, semigelinit, gelifuzinit, kvazi-gelifuzinit, fuzinit, sklerotinit, sporangit, suberinit, lejptinit i alginit. Predlozi ovih autora uvek polaze od genetskih uslova obrazovanja komponenata.

6. Bugarski predlog (Minčev) prihvata u suštini genetsku podelu, ali zadržava princip sistema Marije Stopes. Na taj način u podelu su uključeni i termini kamenih ugljeva: ksilit, vitrit, desmit, klarit, duroklarit, klarodurit, durit, atrit i fuzit.

Na kraju diskusije bilo je odlučeno da se razmotri opravdanost postojanja pojedinih macerala (ne upuštajući se u podesnost samog termina), mada je izgledalo kao logično da se prvo postigne saglasnost o gruboj podeli. Ipak je postignuta saglasnost da se za 17 prihvaćenih macerala pripreme ubičajeni listovi saglasno postojećem rečniku i da se na sledećem sastanku izvrši definitivno ubličavanje.

Pojedini stručnjaci, koji raspolažu odgovarajućom aparaturoom, dobili su zaduženje da za sledeći sastanak pripreme detaljan opis aparature i metode za merenje refleksije, luminescencije i tvrdine ugljeva. Najzad je dogovoren, da se krajem aprila 1966. godine održi međusastanak ove potkomisije u Ahenu, na kome bi se uz korišćenje raznih mikroskopa izvršila praktična provera predloženih macerala.

Na završnoj plenarnoj sednici sovjetski stručnjaci prikazali su ruski prevod II-gog izdanja Međunarodnog rečnika za petrologiju ugljeva, koji je 1964. godine izdat u Parizu na engleskom, nemačkom i francuskom jeziku. Ovaj rečnik može se nabaviti preko »Međunarodne knjige« — Moskva.

Na predlog češkog stručnjaka dr V. Havela odlučeno je da se prikupe literaturni podaci za sve objavljene radeve iz oblasti petrologije ugljeva (počev od 1965. godine) i da se isti na pogodan način publikuju. Dr V. Havela naimenovan je za odgovornog urednika ove dokumentacije, te istom svi ostali članovi komisije treba da dostave potrebne podatke.

Prof. dr I. Gorski (SSSR) prikazao je kartu ugljenih ležišta celog sveta (u rukopisu), koja će uskoro biti izdana u Moskvi.

Najzad je predstavnik F-me Feintechnik iz Oberkochena demonstrirao najnoviji mikroskop-fotometar za precizno merenje refleksije ugljene supstance.

Na XVIII sastanku prisustvovalo je 40 učenika iz 15 zemalja, među kojima je bio i dr Oleg Podgajni iz Rudarskog instituta u Beogradu, u svojstvu stalnog člana ove komisije.

Na poziv španskog stručnjaka dr V. Hevie, odlučeno je da se sledeći XIX sastanak komisije održi u Madridu (oktobar 1966).

Celokupnu organizaciju su vodili prof. dr E. Szádecky-Kardoss i dr ing. L. Soós, u ime Mađarskog geološkog društva.

Dr O. Podgajni

*Tehničko savetovanje o jamskoj podgradi, Trbovlje, 1965. godine.*

U periodu od 6. do 10. decembra 1965. god. održano je tehničko savetovanje o jamskoj podradi u Trbovlju. Organizator ovog savetovanja bila je Strojna tovarna — Trbovlje.

Savetovanje je imalo međunarodni karakter jer su na njemu učestvovali delegati iz Poljske, Čehoslovačke, Mađarske i Bugarske. Od naših rudnika savetovanju su prisustvovali jedino predstavnici rudnika Trbovlje — Hrastnik, rudnika Zagorje i Rudarskog instituta — Beograd.

Na savetovanju su podneta 4 referata i to 3 referata od strane saradnika Rudarskog instituta — Beograd i 1 referat od predstavnika Strojne tovarne — Trbovlje. Pored ovih referata u okviru savetovanja Fabrika — domaćin organizovala je za delegate iz inostranstva stručnu ekskurziju u rudnik Trbovlje — Hrastnik i Istarske ugljenokope — Raša.

U toku prvog dana rada savetovanja u plenumu podneti su sledeći referati:

Dr ing. P. Milanović: »Metodologija ispitivanja manifestacija jamskog pritiska u području otkopavanja sa osvrtom na problematiku izvođenja merenja u uslovima rudnika uglja u SFRJ« i

Dr ing. R. Ahčan: »Ocena radne sredine na rudnicima uglja u SFRJ sa osvrtom na ispitivanje manifestacija otkopnog pritiska u tim rudnicima«.

Držog dana održani su referati:

Dipl. ing. B. Đukić: »Ponašanje frikcionih stupaca na otkopima u rudnicima uglja SFRJ« i

Dipl. ing. R. Babić: »O podgrađivanju u rudnicima uglja u SFRJ«.

Referati su tretirali problematiku i rezultate ispitivanja frikcionih stupaca u jugoslovenskim rudnicima uglja. Posebno je kroz referate istakнутa metodologija ispitivanja frikcionih stupaca i uopšte manifestacija jamskog pritiska u području otkopavanja, u uslovima naših rudnika uglja, kao i prikaz i analiza dobijenih rezultata ispitivanja u 9 naših najvećih rudnika uglja.

U referatu o metodologiji ispitivanja dat je prikaz instrumenata upotrebljenih za merenja u jami sa osvrtom na problematiku koja se javila pri upotrebi instrumenata.

Obrada radne sredine u našim rudnicima, pored opšteg prikaza, sadrži i detaljan izveštaj o kompleksnim merenjima manifestacija jamskog pritiska u području otkopavanja u jami rudnika Velenje.

Rezultati ispitivanja frikcionih stupaca odnose se na stupce tipa »Valent« i »CST« (Schwarz) koji su skoro isključivo u primeni na našim rudnicima uglja. U okviru ovih ispitivanja dati su rezultati merenja radne nosivosti ugrađenih stupaca na širokočelnim otkopima u 9 naših rudnika.

Posebno iz grupe ovih referata izdvaja se referat dipl. ing. R. Babića kojim je data problematika i perspektiva daljeg podgrađivanja otkopa u našim rudnicima sa osvrtom na postignuti stepen razvoja tehnike podgrađivanja otkopa u svetu, kao i pregledom učešća podgrađivanja drvenom podgradom u rudnicima SFRJ.

U vezi tretirane problematike na ovom savetovanju razvila se diskusija u kojoj su, pored predstavnika rudnika Trbovlje — Hrastnik, učestvovali i delegati iz Poljske, Čehoslovačke i Bugarske. Diskusija inostranih učesnika savetovanja odnosi se, pored osvrta na podnete referate, na način osiguravanja rudnog prostora širokočelnih otkopa i stičena iskustva primene kako frikcione podgrade jugoslovenske proizvodnje tako i ostalih vrsta i tipova podgrade u rudnicima svoje zemlje. Posebno je interesantna diskusija dr ing. A. Belinskog, delegata iz Poljske, koja se odnosila na metodologiju i rezultate ispitivanja pritisaka na otkopima rudnika u Poljskoj.

Organizacija savetovanja bila je besprekorna.

Dipl. ing. B. Đukić



Veliki uredaji za dnevni kop iz Nemačke Demokratske Republike predstavljaju danas u nizu zemalja osnovnu tehničku opremu velikih novih kopova.



Koristite i vi velika iskustva i tehničke mogućnosti tako poznatih pogona kao što su



**VEB** Schwermaschinenbau Lauchhammerwerk  
**VEB** Schwermaschinenbau Georgij Dimitroff Magdeburg  
**VEB** Förderanlagenbau Köthen



Deutscher Innen- und Aussenhandel  
**MASCHINEN-EXPORT**  
108 Berlin, Mohrenstrasse 61  
Nemačka Demokratska Republika

ZASTUPNIK ZA SFRJ  
**OMNICOMMERCE**  
BEOGRAD, LOLE RIBARA 221



Transportne trake na rudniku Turow, širine 2250 mm, brzine 5,24 m/sec., kapaciteta 10.000 m<sup>3</sup>/h.

## Izložba preduzeća „CENTROZAP“ pod znakom tehničkih novosti

Već nekoliko godina jugoslovenski rudnici uglja i metala snabdevaju se rudarskim mašinama i opremom iz Poljske. Jugoslovensko rudarstvo, još uvek u razvoju, bogato koristi iskustva Poljske u oblasti geoloških istraživanja, projektovanja kompletnih rudnika, metoda otkopavanja kao i proizvodnje mašina za rudarstvo. Jugoslovenska preduzeća na osnovu kooperacionih ugovora montiraju i proizvode rudarske mašine i opremu na osnovu poljske dokumentacije.

Da bi se ova saradnja mogla i dalje razvijati, neophodno je uzajamno informisanje o postojećim proizvodnim planovima kao i najnovijim proizvodima mašina i opreme za rudnike. Jedan od najboljih načina za informisanje stručnjaka smatraju se sajmovi i izložbe. Spoljnotrgovinsko preduzeće »Centrozap« iz Katowica koje je izvoznik te vrste opreme, već nekoliko godina učestvuje na sajmovima i izložbama u Jugoslaviji. Tu spada i Zagrebački velesajam koji je zbog broja izlagača stekao visok ugled jugoslovenskog i međunarodnog sajamskog tržišta. Za sadašnji Sajam rudarstva u Zagrebu velike nade polaze i preduzeće »Centrozap« čija je namera da na ovoj izložbi ne samo sklopi korisne ugovore već i da prikaže široke mogućnosti poljske mašinogradnje u oblasti rudarstva.

Dokaz toga je i veliki broj eksponata koji će biti prikazani. Izložba preduzeća »Centrozap« obuhvata moderne kombajne za ugalj, niz transporteru, podsekačice, bušilice, ventilatore, jamske pumpe, opremu za zaštitu na radu i slično.

Niže navedeni eksponati prikazani su na Sajmu rudarstva: Transporteri »Smyk«, »Iglica«, »Samson«, »Slask 22«, »Grot 1000«, »Gwarek 1000«.

Kombajni za ugalj: KB-70, KB-125, KWB-3, KWB-4,

Hidraulički pogurivač: PH-3 — Elektrohidraulički pogurivač PEH-3,

Mehanički pogurivač PCW-3000;

Jamsku bušilicu MDR-06e,

Vibraciono sito WP-1

Plug za ugalj SWS-3,

Pneumatski cevni ventilator WLP-600 i WLP-500b,

Električni cevni ventilator WLE-600g,  
Uredaj za vlaženje slojeva uglja NW-1,

Otkopni čekić MPS-9, bušilica za okno WS-30 i udarna bušilica WUP-22,

Dizalice lančane CGL-1500 i CGL-3000,

Hidraulična podsekačica WHN-40s,

Pumpe: OW-200R, OL-200, EW-50B,

Hidraulični stupci, udarna bušilica »UDAREX«, čelične slemenjače, komplet lanaca Galla, lampa za šljem RC-12, uređaj za punjenje lampi, detektor WG-2, indikatori za CO i CO<sub>2</sub>, aparat W-63, aparat za spasavanje AU-3, okretna bušilica MP-3,0, hidraulični vitlovi: KBH-2 i KBH-3, hidraulični motori: SHT-850 i SHT-400.

U kratkom članku nije moguće navesti sve karakteristike izloženih mašina i opreme, ipak treba skrenuti pažnju na neke. Na primer: kombajn za ugalj KWB-4 je rezultat usavršavanja niza kombajna i ima 2 bubnja kojima se postiže visok kapacitet proizvodnje, opremljen je uređajem za hidrauličnu regulaciju visine rada donjeg i gornjeg bubenja i primenjuje se za slojeve uglja moćnosti 1,6 — 3 m kakvi su najčešće i u jugoslovenskim rudnicima ugaљa. Preduzeće »Centrozap« takođe izlaže i niz modernih merno-kontrolnih instrumenata kojim se brzo i nepogrešno ispituje i kontroliše sastav jamskog vazduha.

Na kraju treba reći i nekoliko reči o poljskoj industriji rudarske opreme. »Udruženje proizvođača rudarskih mašina« u Bytom-u rukovodi sa 20 velikih fabrika mašina i opreme i u svom sastavu ima centralni konstrukciono-projektni biro, kao i 16 manjih biroa. Našim rudarskim stručnjacima naročito je poznat projektni biro iz Wrocławia koji je radio projekte za Kosovo, Kolubaru itd.

Sva obaveštenja za proizvode poljske rudarske mašinogradnje daje zastupnik preduzeća »Centrozap« za Jugoslaviju preduzeće »Mašinokomerce«-Beograd sa predstavništvima u Zagrebu, Ljubljani, Rijeci, Tuzli i Skoplju.

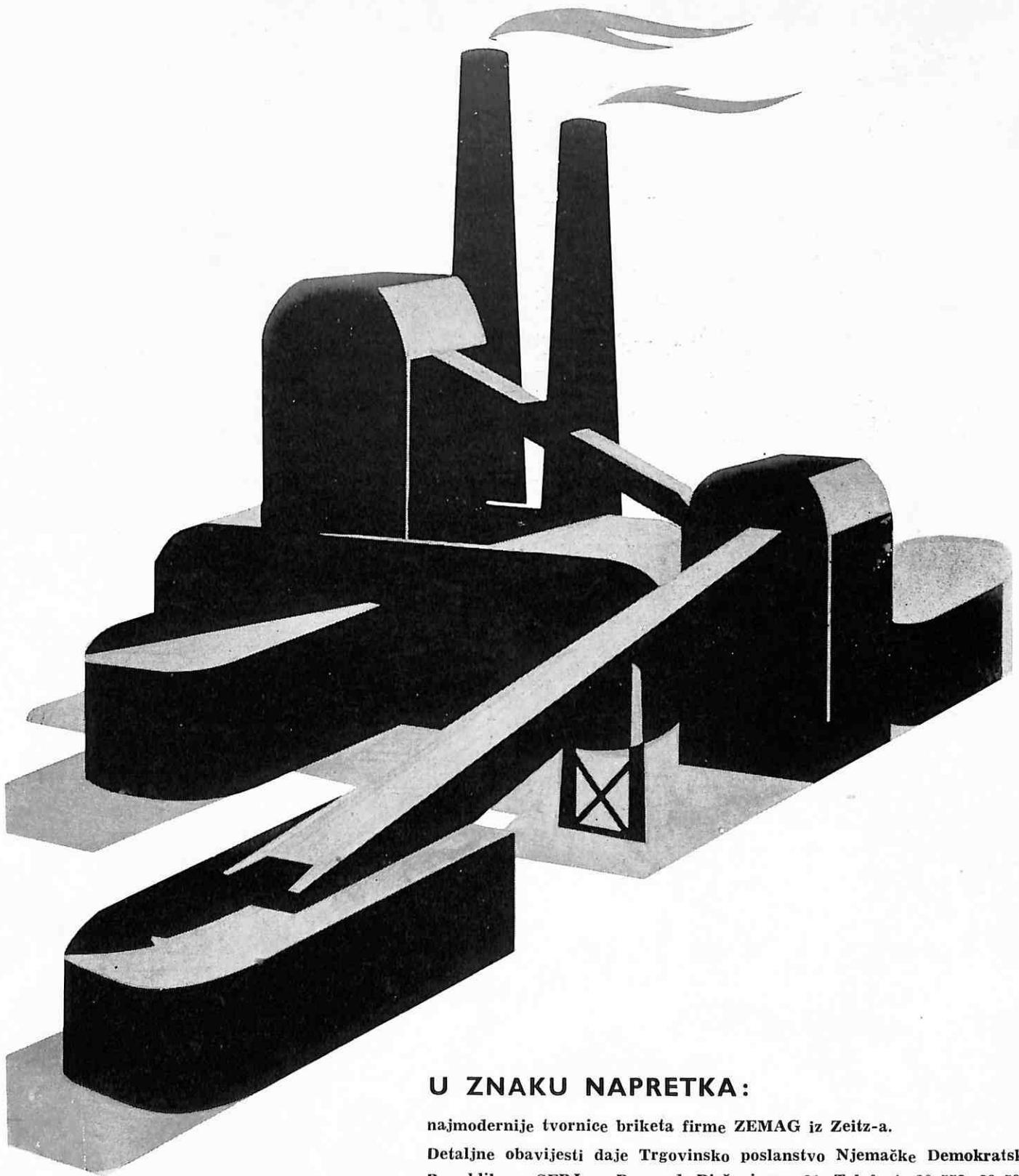
Ing. M. Kovačević  
»Mašinokomerce« — Beograd

Komandni pult za rukovođenje i kontrolu otkopavanja i transporta u rudniku Milowice.



Hidraulična samohodna podgrada tip MOP-BZ2 sa uspehom se primenjuje u poljskim rudnicima ugaļja.





## U ZNAKU NAPRETKA:

najmodernije tvornice briketa firme ZEMAG iz Zeitz-a.

Detaljne obavijesti daje Trgovinsko poslanstvo Njemačke Demokratske Republike u SFRJ — Beograd, Birčaninova 21, Telefoni: 29-558, 29-597.

DEUTSCHER INNEN- UND AUSSENHANDEL



MASCHINEN-EXPORT

108 Berlin, Mohrenstrasse 61,

Njemačka Demokratska Republika.

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

