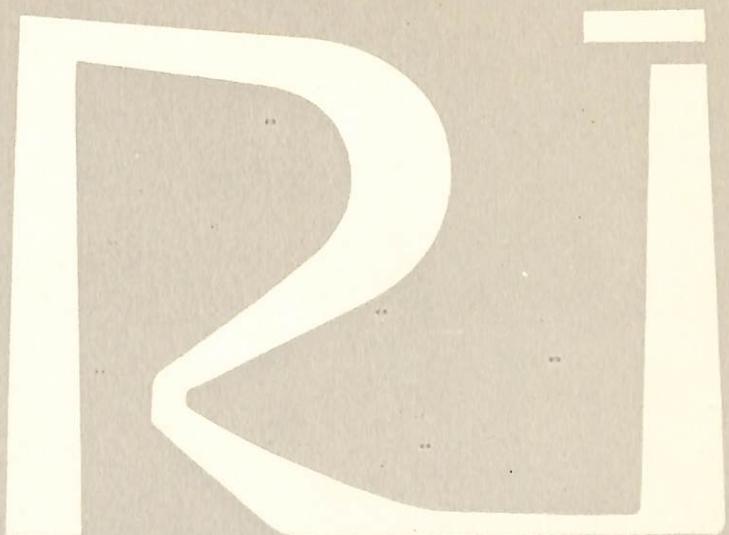


**INFORMACIJE B  
BROJ 32**



Dr ing. STEVAN MARKOVIĆ—dipl. ing. MIOMIR ČEH

**KONCENTRACIJA JUGOSLOVENSKIH BARITA**

**RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD 1965.**

**Izдаваč  
RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD**

**Glavni urednik  
Dipl. ing. MOCO SUMBULOVIC**

**R e d a k c i o n i   o d b o r**

Blažek ing. Aleksandar, Ceperković ing. Miodrag,  
Dular ing. Slavko, Đorđević ing. Kirilo, Filipovski  
ing. Blagoje, Gluščević prof. ing. Branko, Jovanović  
dipl. hem. Nićifor, Kovačević ing. Vjekoslav, Lešić  
prof. dr ing. Đura, Malić prof. dr ing. Dragomir,  
Marinović ing. Ivo, Mihajlović ing. Jovan, Misita ing.  
Risto, Novaković ing. Ljubomir, Odić ing. Tvrtnko,  
Perišić dr ing. Mirko, Popović ing. Božidar, Slokan  
prof. dr ing. Karel, Spasojević ing. Borislav.

**BROJ 32**

**Dr ing. STEVAN MARKOVIĆ—dipl. ing. MIOMIR ČEH**

**KONCENTRACIJA JUGOSLOVENSKIH BARITA**

**BEOGRAD 1965.**

### S A D R Ž A J

Uvod . . . . .	3
Karakteristike ležišta jugoslovenskih barita . . . . .	3
Oslobadanje barita od stranih primesa . . . . .	4
Ljubovija (Bobija) . . . . .	8
Krešev . . . . .	13
Kovač . . . . .	15
Podguta . . . . .	16
Guta . . . . .	17
Vareš . . . . .	17
Topusko . . . . .	18
Ričice . . . . .	20
Zaključak . . . . .	21

## U V O D

Naša zemlja ulazi u red značajnijih proizvođača barita. Proizvodeći oko 105,000 tona godišnje, ona zauzima šesto mesto u svetu i treće u Evropi. Svetska proizvodnja danas iznosi oko 3,300.000 tona.

Potencijalno, međutim, naša zemlja bi verovatno mogla i da utrostruči proizvodnju, s obzirom na mnogobrojne pojave barita u gotovo svim krajevima zemlje, velike raspoložive rezerve kao i kvalitet rude. Glavne teškoće za ovakav razvoj su svakako činjenice da se većina ležišta nalazi na teško prolaznim bespušnim terenima, da je nedovoljan stepen istraženosti poznatih pojava, nesavremen način eksploatacije na postojećim rudnicima i nerazrađeni procesi odvajanja barita od štetnih primesa sa kojima se javlja u ležištima.

Rudarski institut je poslednjih nekoliko godina vršio veoma obimna ispitivanja koncentracije barita iz većih jugoslovenskih nalazišta sa ciljem da utvrdi najpogodnije i najekonomičnije metode koncentracije. Cilj ovih ispitivanja bio je da se nađu tehnološki procesi koncentracije barita, kako bi se lakše mogla da sagleda buduća eksploatacija postojećih i perspektivnih ležišta kao i da se proizvodi bolji kvalitet sirovine uz bolje iskorišćenje supstance.

Preduzeća koja danas eksploratišu barit su izuzev preduzeća „Barit“ — Krešev male organizacije, koje raspolažu minimalnim sredstvima i praktično su bez opreme kako za eksploataciju, tako i za preradu rude. Najčešće se otkopana ruda na površinskim kopovima odabira ručno na licu mesta, pri čemu se odbacuje jalovina, srasli komadi i sitnež ispod 15 mm krupnoće. Može se pouzdano tvrditi, da se najmanje 30% otkopanog barita na ovaj način odbacuje još pri ručnom odabiranju, što predstavlja

veliki gubitak. Odabrani komadasti barit se ili kao takav prodaje, ili se pere u bubnjevima i potom melje.

Uvođenjem normalnih postupaka koncentracije otklonili bi se mnogi nedostaci koji prate već pomenuți nesavremen način rada i postigle bi se sledeće prednosti:

- bolje iskorišćenje barita pri eksploataciji ležišta
- postizanje boljeg kvaliteta sirovine polazeći od postojećih sirovina
- dobijanje ujednačenih kvaliteta bez obzira na promene u ležištima
- osvajanje onih kvaliteta koji su potrebni pojedinim industrijskim (boje, itd.)
- sniženje troškova proizvodnje.

Rad na ispitivanju koncentracije barita iz naših ležišta bio je i usmeren na postizanje navedenih prednosti i shodno tome, na ispitivanje mogućnosti unapredjenja i proširenja proizvodnje ove sirovine u našoj zemlji.

## KARAKTERISTIKE LEŽIŠTA JUGOSLOVENSKIH BARITA

32 grupe ležišta barita u raznim krajevima zemlje mogu se genetski podeliti na sledeće tipove:

- plutonsko hidrotermalna ležišta (lička, Petrova gora, srednjobosanska ležišta i ležišta istočne Bosne i istočne Srbije)
- hidrotermalna (Kovač)
- subvulkansko-hidrotermalna (područje Zletova)
- sedimentno-ekshalaciona ležišta (Gorski Kotar, Vareš, Ljubovija)
- sekundarna; koja prate većinu navedenih genetskih tipova.

Od načina postanka strogo su uslovljene i mineralne asocijacije baritnih ležišta i svaki genetski tip ima osim specifičnih minerala i specifičan način sraštanja kao i količinske odnose. Puno obrazloženje ovih postavki i detaljna analiza asociranih minerala zahtevala bi mnogo prostora, te ćemo pitanje minerala, koji se javljaju sa baritom, sumirati sa tačke gledišta pripreme mineralnih sirovina, tj. sa gledišta koncentracije barita i potrebnog stepena usitnjavanja radi oslobađanja štetnih primesa pre njihovog odvajanja.

Kao štetna primesa u svim pojavama barita javlja se kvarc i to u većoj ili manjoj meri. Njegov udeo od ležišta do ležišta varira od 40—0,5%. Kvarc je štetna primesa, jer umanjuje sadržaj barita u rudi, smanjuje specifičnu težinu barita namenjenog za isplaku, a njegovo unošenje u proces mlevenja znatno poskupljuje ovu ionako skupu operaciju.

Način sraslanja kvarca sa baritom je veoma važan za izbor tehnološkog procesa dobijanja čistog koncentrata barita. Način ovog srasanja je veoma različit, ne samo od ležišta do ležišta, već i u jednom istom ležištu pa i jednom te istom komadu rude barita. Kvarc se javlja bilo kao kalcedon ili kao mineral kvarca u tri oblika:

— u zrnastoj strukturi koja je bila alotriomorfna ili škriljasta, gde su zrna kvarca krupnoće oko 0,3 do 2 mm i jednakih dimenzija sa pojedinim zrnima barita;

— u obliku sitnih zrnaca krupnoće ispod 0,1 mm okludovanih u kristalima barita i u obliku sitnih žilica koje predstavljaju pukotine između zrna barita ispunjene obično kalcijumom. Cinjenica je da u gotovo svakom ležištu ima krupnog kvarca koji se može osloboditi pri relativno krupnom drobljenju, ali istovremeno postoji i manji udeo kvarcnih zrna koja ispunjavaju samo pojedinačna zrna barita i koja se mogu osloboditi samo dalekosežnim usitnjavanjem. Pojedina ležišta sadrže kao nečistoće, pored manjih količina kvarca, i izvesne količine kalcita, magnezita i dolomita. Ovi minerali su, uglavnom, u vidu krupnih komada sraslih sa baritom na obodima baritnih žica, a ređe su vezani za barit i unutar samog ležišta, kada se javljaju u obliku materijala koji ispunjava pukotine u baritu ili u žilicama. Daleko važniji prateći mineral u nekim ležištima je siderit, koji sa baritom daje povoljnu brečastu teksturu za otvaranje (Gornji Vakuf) ili nepovoljnu mrežastu teksturu (Vareš).

Treba pomenuti i nečistoće sastavljene od oksida gvožđa, mangana ili aluminijum oksida, koje se teže odstranjuju, jer predstavljaju obojenja na zrnima barita ili ispunjavaju sitne pukotine. Neka ležišta

sadrže i znatne količine primesa limonita ili hematita, čije oslobađanje nije problem.

Posebno treba izdvojiti ležišta barita sa sulfidima koja mogu biti deo ležišta olovo-cinkanih ruda (Zletovo) i već se eksploatišu kao rude olova i cinka, ili su to tek mala ležišta barita sa raznim kombinacijama sledećih sulfida: galenit, tetraedrit, sfalerit, pirit, cinabarit, halkopirit. Obično su samo manji delovi ležišta barita impregnani sulfidima i oslobađanje sulfida obično zahteva usitnjavanje do ispod 0,5 mm.

Treba, takođe, istaći da sva naša poznata ležišta barita sadrže u većoj ili manjoj meri stroncijum sulfat (sadržaj Sr SO<sub>4</sub> se kreće od 0,1 do 3,8%), čije je izdvajanje posebno pitanje. Ređe su i pojave fluorita, koji je obično fino srastao sa baritom.

Sekundarna ležišta predstavljaju poseban problem, jer se u njima barit javlja u obliku čvrstih komada sa sraslim nečistoćama koji su slabo vezani raznim proizvodima erozije (humusom, glinom itd.). Ovde je problem odvajanja čvrstih komada jednostavan i dalja prerada komada barita je slična onoj koja se primenjuje za barit iz primarnih ležišta.

#### OSLOBAĐANJE BARITA OD STRANIH PRIMESA

Pre no što se prilazilo opitima koncentracije vršeno je i proučavanje oslobađanja potapanjem rude raznih klasa krupnoće u teške tečnosti rastuće specifične težine. Ovakva ispitivanja su se odnosila samo na rude barita bez sulfida, siderita i drugih teških minerala, koje manje više predstavljaju izuzetne probleme.

Kod većine ruda barita, uostalom, problem koncentracije svodi se na odvajanje kvarca, kalcita, dolomita i alumosilikata, koji svi imaju malu specifičnu težinu u odnosu na barit, i proučavajući udele i kvalitet frakcija specifičnih težina između spec. težine barija i kvarca (4,2—2,65) na raznim klasama krupnoće i pri različitom stepenu usitnjavanja, proučava se, u stvari, stepen oslobađanja.

Navešćemo nekoliko primera takvih ispitivanja na osnovu kojih su doneti zaključci u pogledu mogućnosti koncentracije. Mineralne sirovine na kojima je vršeno proučavanje otvaranja predstavljaju ležišta Kovač u SR Crnoj Gori i Bobija u SR Srbiji. Ove mineralne sirovine po svojim mineraloškim, strukturno-teksturnim i hemijskim osobinama su takve, da se za njih može reći da predstavljaju potencijalne rezerve, koje će se aktivirati i valorizirati, kada se iscrpu sadašnja bogatija nalazišta. Ova ispitivanja navodimo i kao primer pristupanja studiji koncentracije koju smo primenili i na nekim drugim rudama.

Može se istaći da su rude barita ova dva lokaliteta relativno slične jedna drugoj: obe su siromašne baritom, a bogate štetnim mineralima od kojih dominiraju kvarc i gvožđevito-glinovita materija. Ove se vidi iz delimične hemijske analize uzorka ruda.

#### Uzorak siromašne rude iz Ljubovije (Bobija)

$\text{BaSO}_4$	48,1%
$\text{SiO}_2$	35,7%
$\text{R}_2\text{O}_3$	10,8%

#### Uzorak Kovač

$\text{BaSO}_4$	64%
$\text{SiO}_2$	25%
$\text{R}_2\text{O}_3$	3,1%

Kao što je već izloženo, analiza P-T vršena je na uzorcima koji su bili usitnjeni do različitih gornjih graničnih krupnoće. Tako je uzorak siromašne rude iz Ljubovije ispitivan pod uslovima usitnjavanja do 10 mm i do 1,19 mm, dok je uzorak iz Kovača podvrgnut analizi P-T nakon usitnjavanja do 15 mm i 3 mm. Različite gornje granične krupnoće za ove uzorce odabrane su na osnovu strukturno-teksturnih osobina: ruda iz Ljubovije je intenzivnije prorasla jalovim primesama od rude iz Kovača, otuda i finije drobljenje kod prve, a grublje kod druge.

Upotrebljene tečnosti za potapanje bile su:

- Bromoform, spec. tež.  $2,85 \text{ g/cm}^3$
- Thalliumformiat, spec. tež.  $4,05 \text{ g/cm}^3$

Nakon usitnjavanja, a pre potapanja uzorci su prani radi odstranjivanja glinovite supstance, koja bi svojim prisustvom umnogom otežala tehniku izvođenja analize.

Rezultati analize P-T na uzorku siromašne rude barita iz Bobije.

Analiza je vršena na dva posebna uzorka i to:

- na uzorku izdrobljenom do 10 mm
- na uzorku izdrobljenom do 1,19 mm

Granulometrijski sastavi ovako izdrobljenih uzorka bili su sledeći:

+ 5 mm	35,74%
+ 1,19 mm	40,09%
+ 0,42 mm	7,95%
+ 0,21 mm	3,11%
+ 0,074 mm	2,87%
— 0,074 mm	10,24%
	100,00%
+ 0,42 mm	50,29%
+ 0,21 mm	15,49%
+ 0,074 mm	12,16%
— 0,074 mm	22,06%
	100,00%

Za analizu P-T upotrebljene su razne klase krupnoće. Svaka klasa je prvo potapana u bromoform specifične težine  $2,85 \text{ g/cm}^3$ . Izdvojena laka zrna na ovoj specifičnoj težini smatrana su manjeviše čistom jalovinom, a teška, sraslim zrnima i čistim baritom. Teška zrna su zatim potapana u thalliumformiat spec. težine  $4,05 \text{ g/cm}^3$ . Izdvojena laka zrna bila su čisti sraslaci, dok je proizvod koji je tonuo smatrana manje-više čistim baritom.

U tablicama 1 i 2 prikazani su zbirni rezultati potapanja za celokupne uzorke usitnjene do 10 odnosno do 1,19 mm.

Tablica 1

#### Uzorak usitnjjen do 10 mm

Proizvod	T %	$\text{BaSO}_4$ %	Raspodela $\text{BaSO}_4$ %
$\Delta < 2,85$	29,67	0,33	0,22
$\Delta = 2,85-4,05$	26,69	51,40	28,68
$\Delta > 4,05$	33,40	93,14	65,04
— 74 mikrona nije pota- pano	10,24	28,30	6,06
Uzal	100,00	74,82	100,00

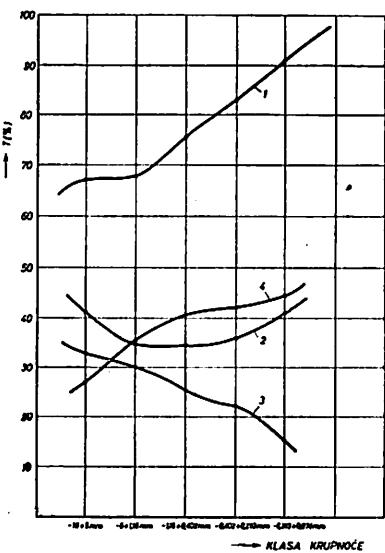
Tablica 2

#### Uzorak usitnjjen do 1,19 mm

Proizvod	T %	$\text{BaSO}_4$ %	Raspodela $\text{BaSO}_4$ %
$\Delta < 2,85$	27,65	0,49	0,28
$\Delta = 2,85-4,05$	17,53	43,70	15,70
$\Delta > 4,05$	32,76	94,00	63,13
— 74 mikrona nije po- tapano	22,06	46,20	20,89
Uzal	100,00	48,78	100,00

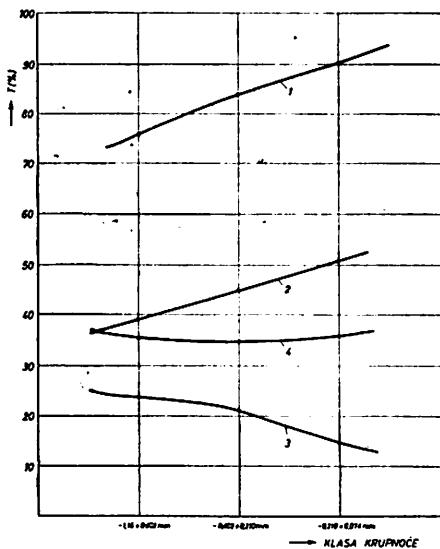
Klasa — 74 mikrona nije uključena u analizu P-T. Ovo je razumljivo s obzirom na njenu krupnoću, koja bi sero otežavala izvođenje analize, dok se sa druge strane može smatrati da se u ovoj klasi problem sraslih zrna i ne postavlja.

Upoređujući rezultate analize P-T za oba slučaja usitnjavanja može se zaključiti da se i težinsko iskorišćenje lake frakcije ( $\Delta < 2,85$ ), koja treba da predstavlja čiste minerale jalovine kao i



Sl. 1 — Grafički prikaz iskoršenja barita i tezinskog udela raznih specifičnih težina u funkciji krupnoće za uzorak izdrobljen do 10 mm.

- 1 — kriva iskoršenja barita u frakciji većoj od 4,04 u %
- 2 — kriva frakcije specifične težine veće od 4,04
- 3 — kriva frakcije specifične težine 2,8 — 4,04
- 4 — kriva frakcije specifične težine manje od 2,8.



Sl. 2 — Grafički prikaz iskoršenja barita i tezinskog udela raznih specifičnih težina u funkciji krupnoće za uzorak izdrobljen do 1,16 mm.

- 1 — kriva iskoršenja barita u frakciji većoj od 4,04 u %
- 2 — kriva frakcije specifične težine veće od 4,04
- 3 — kriva frakcije specifične težine 2,8 — 4,04
- 4 — kriva frakcije specifične težine manje od 2,8.

tezinsko iskoršenje sraslih zrna ( $\Delta = 2,85—4,05$ ) manja pri usitnjavanju do 1,16 mm nego pri usitnjavanju od 10 mm. Treba napomenuti da razlog ovome odlupanju može biti i povećan tezinski udeo klase — 74 mikrona pri finijem usitnjavanju.

Posmatrajući kroz pojedine klase (vidi sl. 1 i 2) tezinska iskoršenja lakoj frakciji vidimo da su manja pri finijem usitnjavanju nego pri drobljenju do 10 mm, dok tezinsko iskoršenje sraslih zrna u jednom i drugom slučaju ostaje približno isto.

Tezinsko iskoršenje čistog barita u frakciji spec. težine veće od 4,05, posmatrano kroz pojedine klase (vidi sl. 1 i 2), znatno se povećalo usitnjavanjem do 1,16 mm u poređenju sa drobljenjem do 10 mm. Ali, posmatrano u odnosu na ceo uzorak, usled velikog tezinskog u dela sitneži ovo iskoršenje je praktično isto kao i kod krupnijeg usitnjavanja.

Analizom postavljenih krivih, koje ilustruju rezultate potapanja za svaki slučaj posebno, konstatuje se da se ne postiže izrazito povoljniji rezultati otvaranja dalekosežnijim usitnjavanjem, mada se iz njih jasno vidi da je otvaranje funkcija usitnjavanja.

Iz grafičkog prikaza se vidi, da za uzorak usitnjen do 10 mm otvaranje počinje tek sa krupnoćom od 5 mm i da se tek od te krupnoće naglo poboljšavaju iskoršenja  $\text{BaSO}_4$  u frakciji spec. težine veće od 4,05, kao i iskoršenje lakoj frakcije ( $\Delta < 2,85$ ) koja, uglavnom, predstavlja čiste minerale jalovine. Sa ovom krupnoćom takođe se povećava i tezinsko iskoršenje čistog barita. Upoređenjem oba dijagrama vidimo da je usitnjavanjem do 10 mm tezinsko iskoršenje sraslih zrna neuporedivo veće, nego pri usitnjavanju do 1,16 mm, što praktično znači, da se povećanjem usitnjavanja stvara mnogo manje međuproizvodâ.

Medutim, sa tačke gledišta gravitacione koncentracije važan je tezinski udeo čistog barita u vidu slobodnih zrna, zatim udeo klase minus 74 mikrona koja ne dolazi u obzir za gravitacionu koncentraciju. Krupnjim usitnjavanjem (do 10 mm) dobija se 65% tezinskog udea čistog barita u frakciji iznad 74 mikrona, dok je odgovarajući podatak za usitnjavanje do 1,16 mm 63%. Finijim usitnjavanjem se smanjuje udeo sraslih zrna od 28,7 na 15,7%, udeo oslobođene jalovine je praktično identičan, ali se zato povećava udeo klase minus 74 mikrona. Prema tome, tehnički i ekonomski nameće se usitnjavanje do 10 mm, ukoliko se kao metod koncentracije užima gravitacija. Međuproizvod bi se u tom slučaju ponovo usitnjavao i tretirao zajedno sa klasom minus 74 mikrona nekim drugim postupkom.

Ova analiza, takođe, ukazuje da se nekim od postupaka gravitacione koncentracije mogu postići ovi približni rezultati koncentracije:

— kvalitet koncentrata barita . . . . .	93%
— iskorišćenje barita u koncentratu . . . . .	65—70%
— težinsko iskorišćenje koncentrata barita . . . . .	30—35%

Tablica 3

## Uzorak usitnjen do 15 mm

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> %	Raspodela BaSO <sub>4</sub> %
Δ < 2,85	19,42	5,08	1,53
Δ = 2,85 — 4,05	22,52	36,78	12,88
Δ > 4,05	53,52	96,65	80,38
— 104 mikrona nije potapano	4,54	73,90	5,21
Ulaz	100,00	64,36	100,00

## Rezultati analize P—T na uzorku rude barita Kovač

Aplicirajući pomenutu tehniku analize P—T na uzorku rude barita iz ležišta Kovač dobijeni su slični rezultati potapanja koji se, nakon prikaza granulometrijskih sastava različito usitnjениh uzoraka ove rude, daju u narednom tekstu.

Uzorak usitnjen na 15 mm imao je sledeći sastav po klasama krupnoće:

Klasa	T
+ 10 mm	12,15%
+ 5 mm	41,04%
+ 2,36 mm	24,12%
+ 1,65 mm	4,73%
+ 0,84 mm	5,81%
+ 0,42 mm	3,39%
+ 0,104 mm	4,22%
— 0,104 mm	4,54%
/	
Ukupno: 100,00%	

## a uzorak usitnjen do 3 mm:

Klasa	T
+ 1,65 mm	43,80%
+ 0,84 mm	24,83%
+ 0,42 mm	10,94%
+ 0,104 mm	10,81%
— 0,104 mm	9,52%
Ukupno: 100,00%	

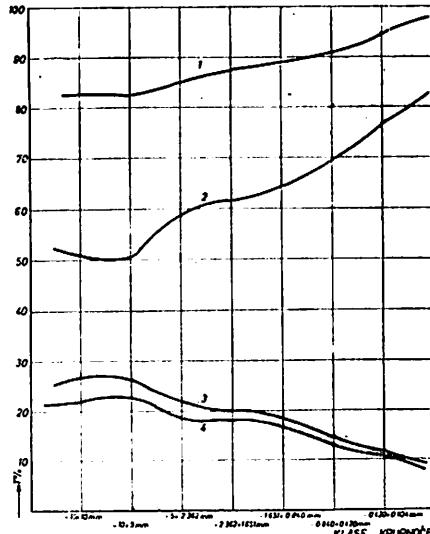
Svaka od ovih klasa posebno je potapana u bromoform i thalliumformiat pomēnutih specifičnih težina.

Tablice 3 i 4 kao i prikazani dijagrami daju mogućnosti za zaključivanje i upoređivanje težinskih odnosa i iskorišćenja čistog barita koji se mogu posetići pri usitnjavanju sirovine do 15 odnosno do 3 mm.

Tablica 4

## Uzorak usitnjen do 3 mm

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> %	Raspodela BaSO <sub>4</sub> %
Δ < 2,85	20,77	2,95	0,93
Δ = 2,85 — 4,05	15,19	37,35	8,60
Δ > 4,05	54,47	96,98	80,11
— 104 mikrona nije potapano	9,75	71,35	10,36
Ulaz	100,00	65,9	100,00



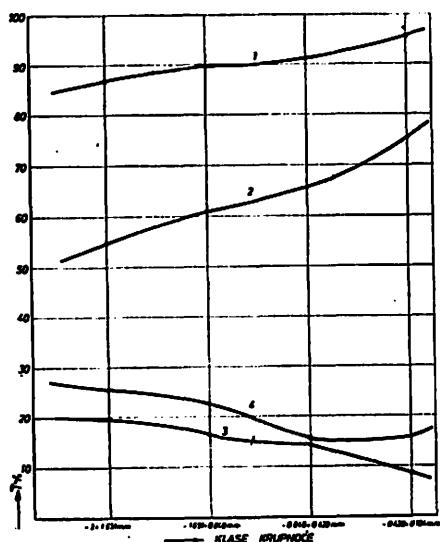
Sl. 3 — Grafički prikaz iskorišćenja barita i težinskog udeleza raznih specifičnih težina u funkciji krupnoće uzorak izdrobljen do 15 mm.

1 — kriva iskorišćenja barita u frakciji većoj od 4,09  
 2 — kriva frakcije specifične težine veće od 4,09  
 3 — kriva frakcije specifične težine 2,80—4,09  
 4 — kriva frakcije specifične težine manje od 2,80.

Upoređujući rezultate P-T analize za oba slučaja usitnjavanja može se zaključiti sledeće:

— težinsko iskorišćenje lake frakcije koja predstavlja čiste mineralne jalovine ( $\Delta < 2,85$ ) je identično kako pri usitnjavanju sirovine do 15 mm, tako i pri usitnjavanju do 3 mm;

— težinska iskorišćenja čistog barita u frakciji specifične težine veće od 4,05, posmatrano na dijagramu kroz pojedine klase, su veća pri usitnjavanju do 3 mm u poređenju sa usitnjavanjem do 15 mm.



Sl. 4 — Grafički prikaz iskoriscenja barita i tezinskog udele raznih specifičnih težina u funkciji krupnoće za uzorak izdrobljen do 3 mm.

- 1 — kriva iskoriscenja barita u frakciji većoj od 4,09
- 2 — kriva frakcije specifične težine veće od 4,09
- 3 — kriva frakcije specifične težine 2,8 — 4,09
- 4 — kriva frakcije specifične težine manje od 2,80.

Analiza postavljenih krivih (vidi sl. 3 i 4) takođe pokazuje da nema bitnih razlika u pogledu tezinskih iskoriscenja i iskoriscenja barita, koje bi se uočile finijim usitnjavanjem. Naime, i u jednom i u drugom slučaju postižu se skoro identični rezultati, što u krajnjoj liniji znači da bi se isti rezultati koncentracije dobili krupnjim i finim drobljenjem, odnosno:

- kvalitet koncentrata barita 95—96%
- iskoriscenje barita u koncentratu 80—85%
- težinsko iskoriscenje koncentrata 55—56%

Uglavnom, sve analize otvaranja ruda barita ukazuju na to, da visok stepen otvaranja, kojim bi se dobio oko 90% barita u vidu slobodnih zrna, zahteva dalekosežno usitnjavanje. Međutim, iako nema nikakvih smetnji da se barit koncentriše kao sitan, s obzirom da se kao takav i prodaje, dalekosežno usitnjavanje onemogućuje primenu gravitacione koncentracije, koja je tehnički i ekonomski

najprihvatljivija za veliku većinu ležišta. U najvećem broju slučajeva preko 60% barita nalazi se u vidu slobodnih zrna i to u klasama krupnoće iznad 74 mikrona pri usitnjavanju do oko 10 mm. Pri tome je udeo barita u sitnim klasama mali i visok-težinski udeo (oko 25—30%) nalazi se u vidu sraslih krupnih zrna. S obzirom na prednosti gravitacione koncentracije poželjno je, prema tome, vršiti prvo krupno usitnjavanje, odvojiti čist barit od sraslih zrna, a potom samo ova dalje usitnjavati i koncentraciju završiti primenom flotacije. Srasla zrna, koja nastaju posle krupnog usitnjavanja koje oslobođa deo barita, zahtevaju u daljoj preradi visok stepen usitnjavanja.

#### LJUBOVIJA (BOBIJA)

U okviru ispitivanja mogućnosti koncentracije barita iz ovog ležišta tretirane su dve različite vrste mineralne sirovine po kvalitetu koje pripadaju istom ležištu:

- kompaktna mineralna sirovina barita
  - mineralna sirovina barita sa oboda ležišta.
- Dok je prva vrsta mineralne sirovine predstavljala tip bogate, druga je niskim sadržajem čistog barita reprezentovala izrazito siromašni tip. Ovo se najbolje može videti iz sledećeg uporednog pregleda delimične hemijske analize:

	Kompaktna mineralna sirovina mineral, sirovina sa oboda ležišta	Mineral, sirovina sa oboda ležišta
BaSO <sub>4</sub>	91,4%	48,1%
SiO <sub>2</sub>	4,13%	35,7%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> —R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,80%	12,25%

Na osnovu studije otvaranja i datih podataka nameće se postupak gravitacione koncentracije, usitnjavanjem do 3 mm, kombinovan sa nekim drugim vidom koncentracije, pa čak i koncentracija nakon usitnjavanja do 1 mm. U daljem tekstu dati su rezultati ovih ispitivanja.

#### Kompaktna mineralna sirovina barita

#### Gravitaciona koncentracija pri usitnjavanju do 3 mm

Izdrobljena mineralna sirovina je prethodno suvo klasirana sejanjem na sledeće dve klase:

— 3 + 1,19 mm	54,82%
— 1,19 + 0 mm	45,18%

Svaka od ove dve klase je posebno tretirana: klasa — 3 + 1,19 mm u dijafrazmnoj mašini taložnici „Denver”, dok je druga, nakon klasifikacije u hidrauličnom klasifikatoru, koncentrisana na klatnim stolovima. Tablice 5, 6 i 7 ilustruju rezultate koncentracije svake od ovih klasa.

Tablica 5

**Bilans koncentracije klase — 3 + 1,19 mm**

Proizvod	T% u klasi	T% na ulaz	BaSO <sub>4</sub> ,%	Raspod. BaSO <sub>4</sub> ,%	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	79,84	43,78	97,10	83,89	4,41
Međuproizvod	20,16	11,04	73,80	16,11	
Ulaz	100,00	54,82	92,40	100,00	

Tablica 6

**Skupni bilans koncentracije klase — 1,19 + 0 mm**

Proizvod	T% na ulaz	BaSO <sub>4</sub> ,%	Raspod. BaSO <sub>4</sub> ,%	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	25,42	96,77	70,61	4,39
Međuproizvod	11,84	86,50	29,39	
Ulaz	100,00	93,61	100,00	

Objedinjavanjem odgovarajućih proizvoda koncentracije iz maštine taložnice i sa klatnim stolova dobija se opšti bilans dat na tab. 7.

Tablica 7

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> ,%	Raspod. BaSO <sub>4</sub> ,%	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	69,20	96,97	72,19	4,39
Međuproizvod	30,80	86,00	27,81	
Ulaz	100,00	92,90	100,00	

Ove tablice pokazuju da se objedinjavanjem koncentrata iz maštine taložnice „Denver” sa koncentracijom

tim sa klatnih stolova dobija veoma kvalitetan koncentrat sa približno 97% BaSO<sub>4</sub>, ali da postignuto iskorišćenje nije zadovoljavajuće. Razlog za ovo je visok sadržaj korisne komponente u međuproizvodu, što je posledica intimnog srastanja čistog barita sa kvarcom.

Iskorišćenje bi se značno povećalo ili dopunskim tretiranjem međuproizvoda, ili pak koncentracijom pri dalekosežnjem usitnjavanju, što je predmet nadrednog izlaganja.

Premda prikazanim rezultatima — jalovine u ovoj sirovini uopšte nema i svi proizvodi osim koncentrata mogu se smatrati međuproizvodom za dalju preradu.

**Gravitaciona koncentracija pri usitnjavanju do 1,19 mm**

Kako je već rečeno ova ispitivanja trebalo je da pokažu, da li se koncentracijom rude, koja je finije usitnjena, postiže bolja iskorišćenja čistog barita.

U tom cilju uzorak usitnjen do 1,19 mm koncentrisan je na klatnim stolovima nakon hidraulične klasifikacije po jednakoj konačnoj brzini padanja. Svaki proizvod klasifikacije je zatim tretiran na klatnom stolu pod odgovarajućim uslovima zavisno od krupnoće dotičnog proizvoda. Grubi koncentrati, koji su tom prilikom izdvojeni, jedanput su prečišćeni, tako da su dobijena ukupno tri proizvoda koncentracije: koncentrati, međuproizvodi i jalovine. Tablica 8 prikazuje skupni bilans koncentracije po objedinjavanju dobijenih proizvoda iz svih klasa.

Tablica 8

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> ,%	Raspod. BaSO <sub>4</sub> ,%	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	62,07	97,32	64,86	4,42
Meduproizvod	12,53	90,97	12,24	4,13
Jalovina	25,40	83,92	22,90	
Ulaz	100,00	92,12	100,00	

Napomena: Preliv hidrauličnog klasifikatora pripojen je jalovini.

S obzirom da se izdvojena jalovina u ovoj seriji opita ne može smatrati jalovinom u pravom smislu reči, radi njenog visokog sadržaja u odnosu na barit, ona se može spojiti sa dobijenim međuproizvodom u jedan konačni međuproizvod tako da tablica 8 dobija izgled dat u tablici 9.

Tablica 9

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub>	Raspod. BaSO <sub>4</sub> %	Specifična težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	62,07	97,32	64,86	4,42
Međuproizvod	37,93	86,30	35,14	
Ulaž	100,00	92,12	100,00	

Ovaj bilans pokazuje da je postignut kvalitetniji koncentrat koji sada sadrži preko 97% BaSO<sub>4</sub>; međutim, postignuto iskorišćenje korisne komponente u poređenju sa koncentracijom pri usitnjavanju do 3 mm je znatno opalo.

Uporedjujući krajnja dva bilansa prvog i drugog opita može se zaključiti da se koncentracijom mineralne sirovine izdrobljene do 3 mm dobijaju veća težinska iskorišćenja koncentrata i veće iskorišćenje čistog barita, dok je kvalitet koncentrata dobijen tretiranjem mineralne sirovine usitnjene do 1,19 mm bolji, nego što je to slučaj pri usitnjavanju do 3 mm.

Koncentracijom mineralne sirovine izdrobljene do 3 mm dobija se znatno manje težinsko učešće međuproizvoda.

Uporedni bilans koncentracije kompaktne mineralne sirovine barita pri usitnjavanju do 3 i 1,19 mm dat je na tab. 10.

Tablica 10

GGK rude	Koncentrat		Međuproizvod	
	Raspodela		Raspodela	
	BaSO <sub>4</sub> %	BaSO <sub>4</sub> %	BaSO <sub>4</sub> %	BaSO <sub>4</sub> %
3 mm	96,97	72,19	86,00	27,81
1,19 mm	97,32	64,86	86,30	35,14

Izvedeni opiti gravitacione koncentracije na uzorcima, koji su bili usitnjeni do raznih krupnoća (3 i 1,19 mm), pokazali su da nisu postignuta optimalna iskorišćenja korisne komponente, pošto znatne količine iste zaostaju u izdvojenim međuproizvodima. Intimno prorastanje zrna barita i minerala jalovine bio je razlog nepotpunom iskorišćenju barita u koncentratima, a s druge strane, ono je uslovio visok sadržaj barita u jalovinama.

U cilju izdvajanja ovog neoslobodenog barita potrebno je izvršiti dopunsko otvaranje tj. oslobađanje

raslih minerala, a zatim postupkom flotiranja potkušati koncentrisanje čistih minerala barita.

Izvedeni opiti flotiranja samovenog međuproizvoda do finoće 88% proseva kroz sito otvora 74 mikrona dali su rezultate prikazane na tab. 11.

Tablica 11

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> %	Raspodela BaSO <sub>4</sub> %
Koncentrat	72,21	97,11	81,49
Međuproizvod	16,86	82,19	16,00
Jalovina	10,93	22,33	12,59
Ulaž	100,00	86,30	100,00

Dobijen je koncentrat veoma visokog kvaliteta i težinskog iskorišćenja, a pritom se postiže i zadovoljavajuće iskorišćenje barita u koncentratu.

Objedinjavajući proizvode flotiranja sa odgovarajućim proizvodima opita gravitacione koncentracije dobio bi se zbirni bilans koncentracije rude izdrobljene do 1,19 mm prikazan na tab. 12.

Tablica 12

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> %	Spec. tež. g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	89,47	97,24	93,39	4,40
Međuproizvod	6,38	82,19	5,61	
Jalovina	4,15	22,33	1,00	
Ulaž	100,00	93,3	100,00	

Ako ovaj bilans uporedimo sa opštim bilansom koncentracije rude usitnjene do GGK 3 mm lako uočavamo da se dopunskim tretiranjem međuproizvoda putem flotiranja, ostvaruje izrazito povećanje iskorišćenja, u ovom slučaju za oko 20%. U vezi sa ovim nastupilo je znatno povećanje i težinskog iskorišćenja, jer se flotiranjem međuproizvoda odbacuje svega oko 4% definitivne jalovine, dok je u prvom slučaju taj procenat bio daleko veći.

S tim u vezi može se istaći, da se ova sirovina najuspešnije može koncentrisati pri drobljenju de oko 2 mm upotreboom dijafragmarnih mašina taložnica i klatnih stolova sa naknadnim tretiranjem dobijenih međuproizvoda postupkom flotiranja.

### Barit sa oboda ležišta

Studija otvaranja tj. oslobođanja minerala, koja je vršena na ovoj mineralnoj sirovini pokazala je, kako je to već rečeno, da se usitnjavanjem do 10 i 1,19 mm praktično dobijaju identični rezultati. Droblijenjem uzorka do 10 i do 1,19 mm postiže se samo delimično otvaranje, koje bi bilo potpuno jedino u slučaju da ovu sirovinu usitnjavamo do ispod 100 mikrona. Razlog ovome je intimno prorastanje barita sa kvarcom s jedne strane, a s druge, sa mineralima nosiocima gvožđa, tako da se može očekivati delimična koncentracija barita koji ne zahteva visok stepen usitnjavanja (3 mm), ali koja neće pružiti optimalne rezultate.

U daljem tekstu prikazani su rezultati raznih postupaka koncentracije vršeni na uzorcima ove mineralne sirovine koja je prethodno bila usitnjena do raznih gornjih graničnih krupnoća.

### Gravitaciona koncentracija pri usitnjavanju do 3 mm

Slično ispitivanjima vršenim na kompaktnoj mineralnoj sirovini i ovom prilikom su razmotrene mogućnosti primene jednostavnih gravitacionih postupaka pripreme. Uzorak je klasiran na dve klase krupnoće od kojih je svaka posebno tretirana:

— 3 + 1,19 mm	37,39%
-- 1,19 + 0 mm	62,61%

Krupnija klasa je koncentrisana u dijafragmnoj mašini ťaložnici a sitnija, posle hidraulične klasifikacije, na klatnim stolovima. Rezultati koncentracije dati su na tab. 13.

Tablica 13

### Bilans koncentracije klase — 3+1,19 mm

Proizvod	T% u klasu	T% na ulaz	BaSO <sub>4</sub> , %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	32,94	12,31	91,55	60,22	4,20
Jalovina	67,06	25,08	29,73	39,78	
Ulaz	100,00	37,39	50,08	100,00	

Nakon koncentracije klase — 1,19+0 mm, koja je izvedena na klatnim stolovima, dobija se objedi-

njavanjem odgovarajućih proizvoda opšti bilans koncentracije prikazan na tab. 14.

Tablica 14

### Skupni bilans koncentracije pri drobljenju do 3 mm.

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> , %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %	Specifična težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	26,96	87,99	48,84	4,02
Međuproizvod	27,97	41,92	24,14	
Jalovina	45,07	29,12	27,02	
Ulaz	100,00	48,58	100,00	

Iz ovog bilansa može se primetiti da nisu dobijeni zadovoljavajući rezultati, kako u pogledu kvaliteta proizvoda, tako i u pogledu postignutih iskoristjenja. S tim u vezi, naredna serija prikazanih ispitivanja imala je za cilj da ispita mogućnosti uspešnije koncentracije pri finijem usitnjavanju.

### Gravitaciona koncentracija pri usitnjavanju do 1,19 mm

Usitnjena mineralna sirovina do 1,19 mm kompletno je koncentrisana nakon hidraulične klasifikacije na klatnim stolovima. Bilans na tab. 15 daje rezultate koji su tom prilikom ostvareni.

Tablica 15

### Bilans koncentracije klase — 1,19 + 0 mm.

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> , %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %	Specifična težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	23,90	88,17	43,23	4,02
Međuproizvod	44,90	47,85	44,09	
Jalovina	31,20	19,81	12,68	
Ulaz	100,00	48,74	100,00	

Iz ovog bilansa može se primetiti da i pored da-lekosežnijeg usitnjavanja koncentracijom nisu dobijeni zadovoljavajući rezultati. Primećuju se veliki gubici barita, od preko 50% u međuproizvodu i jalovini, što govori o intimnoj sraslosti minerala u ovoj mineralnoj sirovini.

Sagledavajući ove činjenice dolazi se do zaključka, da isključiva primena gravitacionog postupka koncentracije ne može da obezbedi kvalitetne proiz-

vode, tako da smo upotrebili postupak flotiranja koji u većini ovakvih slučajeva daje bolje rezultate.

#### Koncentracija postupkom flotiranja

Vršeni su brojni opiti flotiranja barita pod raznim uslovima. Laboratorijska flotaciona mašina služila je i kao kondicioner. U toku ispitivanja uočavana je promena ulicaja različitih flotacionih parametara kao što su:

- finoča mlevenja
- vrsta i količina reagensa
- pH vrednost pulpe
- vreme trajanja flotiranja.

Svi opiti vršeni su na sirovini samlevenoj do finoče 93% proseva kroz sito otvora 74 mikrona. Dati bilans ilustruje postignute kvalitete i iskorišćenja (tab. 16).

Tablica 16

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub>	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %	Specifična težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	35,14	94,38	74,20	4,31
Međuproizvod	11,89	53,71	12,83	
Jalovina	48,97	13,18	12,97	
Ulaž	100,00	49,78	100,00	

Ovi rezultati govore o uspešnosti i efikasnosti postupka flotiranja. Koncentrat sa preko 94% BaSO<sub>4</sub>, za ovakav tip mineralne sirovine, može se smatrati praktično optimalnim, što ne znači da se on ne može još nešto poboljšati. Iskorišćenje barita u svim proizvodima flotiranja je, takođe, prihvativljivo.

S obzirom da su rezultati, koji su dobijeni koncentracijom ove mineralne sirovine u mašini taložnici, bili relativno dobri, ispitali smo mogućnost kombinacije gravitacione i flotacione koncentracije.

#### Koncentracija kombinovanim postupkom

Ova ispitivanja vršena su na sirovini usitnjenoj do 3 mm. Nakon drobljenja ruda je klasirana na sledeće klase krupnoće:

... 3 + 1,19 mm	58,45%
— 1,19 + 0,4 mm	18,16%
— 0,42 + 0 mm	23,39%

Prve dve klase su zasebno koncentrisane u dijagramnoj mašini taložnici, dok je treća poslužila za opite flotiranja. Svi odgovarajući proizvodi su za-

tim medusobno spojeni, tako da je dobijen sledeći opšti bilans kombinovanog postupka (tab. 17).

Tablica 17

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub>	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %	Specifična težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	35,34	91,38	66,18	4,21
Međuproizvod	2,74	56,04	3,15	
Jalovina	61,92	24,74	30,67	
Ulaž	100,00	48,80	100,00	

Iz tab. 17 se vidi, da je učinjen napredak u pogledu kvaliteta koncentrata u poređenju sa isključivo gravitacionim tretiranjem ove mineralne sirovine, ali da je on još uvek nezadovoljavajući. Kombinovani postupak obezbeđuje iskorišćenje barita u koncentratu od svega 68%, što govori da on nije u stanju da pruži optimalne rezultate u pogledu iskorišćenja, jer njegovom primenom nastaju veliki gubici barita u jalovini, zapravo u jalovini izdvojenoj postupkom gravitacione koncentracije, koja daje preko 80% od ukupne jalovine, dok na jalovinu iz procesa flotiranja otpada manje od 20%. Ovi gubici verovatno ne bi mogli da se smanje, jer gravitaciona koncentracija nije u stanju da u isto vreme pruži zadovoljavajuće koncentrate i minimalne gubitke barita u jalovini. Jedina mogućnost za povećanje ukupnog iskorišćenja je naknadna koncentracija jalovine postupkom flotiranja zajedno sa flotiranjem najsitnije klase. Naravno da je potrebno prethodno ovu jalovinu samleti.

U pregledu na tab. 18 dajemo postignute rezultate ispitivanja mogućnosti koncentracije barita sa oboda ležišta iz Bobije.

Tablica 18

Postupak	Raspodela BaSO <sub>4</sub> , % u koncentratu	Raspodela BaSO <sub>4</sub> , % u koncent.	Specifična težina g/cm <sup>3</sup>
Gravitaciona koncentracija pri usitnjavanju do 3 mm	87,99	48,84	4,02
Gravitaciona koncentracija pri usitnjavanju do 1,19 mm	88,17	43,23	4,02
Flotaciona koncentracija	94,38	74,20	4,31
Kombinovan postupak	91,38	66,18	4,21

Iz ovoga se može konstatovati, da isključiva primena gravitacionog postupka, bilo da se radi o mineralnoj sirovini manje ili više usitnjenoj, ne daje zadovoljavajuće rezultate, sem u slučaju koncentracije u dijafragmnoj mašini taložnici. Dobijen koncentrat iz mašine taložnice, spajanjem sa koncentratima sa klatnog stola, kvari ovaj kvalitet, pošto su koncentrati klatnih stolova redovno slabijeg kvaliteta.

Kvalitetniji rezultati u pogledu koncentrata i iskorišćenja dobijaju se kombinovanim postupkom. Međutim, ni on ne pruža dobre rezultate u pogledu iskorišćenja.

Postupak flotiranja je jedini koji obezbeđuje visoko kvalitetne koncentrate sa maksimalnim iskorišćenjima. Razlog više za njegovo prihvatanje je činjenica da je flotacioni kohcentrat direktno primenljiv proizvod u industriji nafte. Ostaje otvoreno pitanje njegove hidrofilitacije, ali i taj problem je moguće rešiti žarenjem na temperaturi od 400 – 500°C.

Treba uzeti u obzir i mogućnost, da se osim sitnih klasa ispod 0,4 mm u kombinovanom postupku gravitacije i flotacije, domelju i jalovine iz mašina taložnica i podvrgnu flotiranju. Na taj način bi se moglo očekivati bolje iskorišćenje barita u kombinovanom postupku gravitacije i flotacije.

## KREŠEVO

Ispitivanje mogućnosti koncentracije barita iz ovog našeg najvećeg ležišta obuhvatilo je nekoliko vrsta ruda. Pored lokalnosti Raštelica i Vaganj, koje predstavljaju bogata nalazišta, vršena su laboratorijska istraživanja i na siromašnijim mineralnim sirovinama. Svrha ovih ispitivanja bila je iznalaženje takvog procesa koncentracije, koji bi mogao da se uklopi u već utvrđen postupak obogaćivanja, razrađen za bogatije mineralne sirovine.

Uzorak iz lokalnosti Radeša predstavlja tipičan primer baritno-kvarcne sirovine sa neznatnim prisustvom ostalih minerala. Kvarc je krupnozrn i njegovo oslobođenje se postiže pri relativno krupnom usitnjavanju. Kompletna hemijska analiza izvršena na srednjem reprezentativnom uzorku dala je rezultate:

$\text{BaSO}_4$	74,85%
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,93%
$\text{Al}_2\text{O}_3$	nema
$\text{SiO}_2$	22,84%
CaO	0,39%
MgO	0,01%
SrO	nema
Gubitak žarenjem	0,44%

Izvršene su dve serije opita gravitacione koncentracije. Prva je proučila mogućnost koncentracije pri krupnjem usitnjavanju, dok je druga serija obuhvatila koncentraciju pri finijem usitnjavanju. Upravljanjem rezultata iz obe serije pruža se mogućnost utvrđivanja, koji je stepen otvaranja pogodniji za koncentraciju u pogledu kvaliteta i iskorišćenja proizvoda obogaćivanja.

## Gravitaciona koncentracija usitnjavanja do 10 mm

Izdobljena mineralna sirovina klasirana se u sledeće klase krupnoće:

— 10 + 5 mm	31,27%
— 5 + 3,36 mm	25,72%
— 3,36 + 1,19 mm	14,92%
— 1,19 + 0, mm	28,09%

Svaka od ovih klasa je zasebno koncentrisana u odgovarajućim uređajima: klase — 10 + 5 mm i — 5 + 3,36 mm u mašini taložnici „Harz“ klase — 3,36 + 1,19 mm u dijafragmnoj mašini taložnici „Denver“, dok je najsitnija klasa (— 1,19 + 0 mm), koncentrisana na klatnim stolovima, nakon klasiranja u hidrauličnom klasifikatoru.

Naredni bilansi prikazuju rezultate pojedinih opita.

Tablica 19

### Bilans koncentracije klase — 10 + 5 mm

Proizvod	T% u klasi	T% na ulaz	$\text{BaSO}_4$ %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	83,14	25,99	93,59	97,49	4,29
Jalovina	16,86	5,28	11,86	2,51	
Ulaz	100,00	31,27	79,81	100,00	

Tablica 20

### Bilans koncentracije klase — 5 + 3,36 mm

Proizvod	T% u klasi	T% na ulaz	$\text{BaSO}_4$ %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	72,24	18,58	94,28	90,21	4,32
Jalovina	27,76	7,14	26,62	9,79	
Ulaz	100,00	25,72	72,49	100,00	

Tablica 21

Bilans koncentracije klase — 3,36 + 1,19 mm

Proizvod	T% u klasi	T% na ulaz	BaSO <sub>4</sub> %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	65,08	7,91	96,82	93,29	4,39
Jalovina	84,92	5,21	12,94	6,71	
Ulaz	100,00	14,92	67,53	100,00	

Tablica 22

Bilans koncentracije klase — 1,19 + 0 mm

Proizvod	T% na ulaz	BaSO <sub>4</sub> %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	15,55	94,89	71,08	4,31
Meduproizvod	4,38	56,00	11,82	
Jalovina	5,11	22,72	5,59	
Preliv	3,05	78,38	11,51	
Ulaz	28,09	73,90	100,00	

Objedinjavanjem odgovarajućih proizvoda koncentracije svih klasa dobija se opšti bilans koncentracije (tab. 23).

Tablica 23

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	69,83	94,51	87,78	4,30
Meduproizvod	4,38	56,00	3,26	
Preliv	3,05	78,38	3,17	
Jalovina	22,74	19,18	5,79	
Ulaz	100,00	75,20	100,00	

Bilansi koncentracije pojedinih klasa kao i skupni bilans koncentracije celog uzorka pokazuju, da se gravitacionom koncentracijom mogu dobiti veoma dobri rezultati u pogledu kvaliteta koncentrata i iskorišćenja barita. Polazeći od sirovine koja sadrži 75% BaSO<sub>4</sub> postiže se koncentrat sa preko 94% BaSO<sub>4</sub> uz iskorišćenje od 87%. Gubici barita u jalovini su minimalni i iznose svega 19% od ukupno prisutnog barita u mineralnoj sirovini. Gubici barita u meduproizvodu i prelivu su takođe neznačni, tako da njihovo naknadno tretiranje nije potrebno.

pošto je iskorišćenje barita u koncentratu tako viscko, da isto obezbeđuje racionalno tretiranje ove sirovine.

#### Gravitaciona koncentracija pri usitnjavanju do 2 mm

Koncentracija barita iz sirovine usitnjene do 2 mm trebalo je da takođe pokaze, da li dalekosežnije usitnjavanje obezbeđuje dobijanje kvalitetnijih koncentrata i boljih iskorišćenja, nego što je to slučaj pri drobljenju do 10 mm.

Usitnjena mineralna sirovina do 2 mm koncentrisana je na klatnim stolovima uz prethodno klasiranje po jednakoj konačnoj brzini padanja. Prikazani bilans daje skupne rezultate koncentracije celog uzorka ove mineralne sirovine.

Tablica 24

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	60,83	96,62	78,82	4,39
Meduproizvod	8,25	44,42	4,91	
Preliv	12,16	74,21	12,10	
Jalovina	18,76	16,60	4,17	
Ulaz	100,00	74,58	100,00	

Iz bilansa se može zaključiti da je ovom prilikom postignut izrazito kvalitetni skupni koncentrat barita sa više od 96% BaSO<sub>4</sub> uz zadovoljavajuće iskorišćenje od preko 78%.

Radi lakšeg upoređivanja rezultata opita koncentracije različito usitnjениh uzoraka dat je na tab. 25 pregled ostvarenih kvaliteta i iskorišćenja.

Tablica 25

GGK rude	Koncentracija		Meduproizvod		Preliv		Jalovina	
	Ras. BaSO <sub>4</sub> %	BaSO <sub>4</sub> %	Ras. BaSO <sub>4</sub> %	BaSO <sub>4</sub> %	Ras. BaSO <sub>4</sub> %	BaSO <sub>4</sub> %	Ras. BaSO <sub>4</sub> %	BaSO <sub>4</sub> %
10 mm	94,51	87,78	56,00	3,26	78,38	3,17	19,18	5,79
2 mm	96,62	78,82	44,42	4,91	74,21	12,10	16,60	4,17

Iz tablice 25 može se zaključiti da se koncentracijom uzorka izdrobljenog do 2 mm dobija kvalitetniji koncentrat, aii uz manje iskorišćenje barita u koncentratu. Gubici barita su nešto veći pri usitnjavanju do 2 mm, nego pri drobljenju do 10 mm. Kompenzacija ovih gubitaka je visokokvalitetan kon-

centrat, koji bi se po postojećim svetskim standardima mogao svrstati u ekstra klasu. Nesumljivo da je koncentracija pri usitnjavanju do 10 mm racionalnija, jer ona uslovljava jednostavnije drobljenje; međutim, ne treba izgubiti izvida činjenicu, da se postupkom tretiranja finije usitnjene sirovine dobija proizvod koji je izuzetnog kvaliteta.

Primer koncentracije barita Radeša pokazuje da siromašne kvarcno-baritne sirovine mogu uspešno da se koncentrišu jednostavnim postupkom gravitacije, pri čemu se postiže iskorštenje od preko 80% barita, a bez potrebe dopunskog tretiranja međuproizvoda drugim postupcima koncentracije, kao što je to bio slučaj kod barita Bobija.

Pored ovog siromašnog tipa barita vršena su ispitivanja i na bogatijim uzorcima (Raštelica i Vaganj) koji su redovno sadržali više od 90% BaSO<sub>4</sub>. Svrha opita koncentracije ovako bogatih vrsta barita bila je želja za dobijanjem visokokvalitetnijih koncentrata barita, koji se daleko uspešnije mogu podvrgnuti procesu beljenja, koji, kao što znamo, daje proizvode visoke tržišne vrednosti.

Primenjen postupak njihove koncentracije obuhvatao je gravitacionu koncentraciju na klatnim stolovima, dopunjenu koncentracijom postupkom flotiranja na izdvojenim jalovinama zapravo međuproizvodima, jer su jalovine sadržale više od 80% BaSO<sub>4</sub>, tako da ih je bolje smatrati međuproizvoda.

U oba slučaja sirovine su usitnjene do 1 mm, zatim klasirane u hidrauličnom klasifikatoru na tri klase i preliv, a zatim tretirane na stolovima. Za koncentraciju međuproizvoda bilo je potrebno prvo, samleti ih da finoće od 95% proseva kroz sito otvora 74 mikrona, a zatim standardnim postupkom flotiranja tretirati.

U tablici 26 dati su završni bilansi koncentracije ovim postupkom.

Tablica 26

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> %
Raštelica			
Koncentrat	89,50	97,41	92,39
Jalovina	10,50	86,50	7,61
Ulaz	100,00	94,30	100,00
Vaganj			
Koncentrat	86,89	97,13	89,59
Jalovina	13,11	74,51	10,41
Ulaz	100,00	94,11	100,00

I u jednom i drugom slučaju vidi se da su ostvareni izvanredni rezultati u pogledu kvaliteta i iskorštenja. Važno je napomenuti da je studija beljenja ovih koncentrata takođe dala visoko kvalitetne proizvode.

## KOVAC

S obzirom na veći broj pojava barita u oblasti Kovaca i na potencijalne rezerve kojima ova rudna oblast raspolaže, smatrali smo za potrebno da ispitamo mogućnost koncentracije barita iz ovog našeg interesantnog ležišta.

Tehnološka ispitivanja mogućnosti koncentracije sprovedena su na dva uzorka iz dve posebne lokalnosti:

- Podguta
- Guta.

Na osnovu mineraloških ispitivanja i studije otvaranja, koja je u ranijem tekstu prikazana, može se zaključiti da osnovnu mineralnu komponentu u baritu Podguta sačinjava barit, koji se javlja u obliku krupnih nepravilnih zrna i krupnih agregata. Kao mineral jalovine pojavljuje se kriptokristalasti kalcedon, a mnogo ređe kvarc u obliku individualnih kristala. Sto se tiče otvaranja, studija oslobođanja je pokazala da se ne postiže znatno povoljniji rezultati povećanjem usitnjavanjem, jer bilo da se uzorak usitnjava do 15 mm ili do 3 mm u oba slučaja mogu se očekivati skoro podjednaki kvaliteti koncentrata i iskorštenja.

Kompletna hemijska analiza rađena na oba uzorka mineralne sirovine dala je ove podatke:

	Podguta	Guta
BaSO <sub>4</sub>	62,66%	61,30%
SiO <sub>2</sub>	21,55%	26,98%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,31%	2,79%
SrSO <sub>4</sub>	0,37%	0,54%
CaO	0,22%	0,22%
MgO	—	0,24%
MnO	0,05%	0,04%
Fe	0,86%	0,66%
Hg	—	—
S (ukupni)	9,33%	8,85%
Gubitak žarenjem	0,55%	0,44%

U vezi sa ovim konstatacijama našetala se gravitaciona koncentracija pri krupnom usitnjavanju. Rezultate ovih ispitivanja prikazaćemo posebno za svaki uzorak.

**Podguta****Tablica 29****Gravitaciona koncentracija pri usitnjavanju do 15 mm**

Ispitivanja su zahvatila koncentraciju krupnih i sitnih klasa ovako izdrobljene sirovine, pri čemu su se koristili uređaji koji su odgovarali krupnoći pojedinih klasa.

Pre opita koncentracije mineralna sirovina je klasirana sejanjem u nekoliko klasa:

— 15 + 6,68 mm	49,82%
— 6,68 + 3,36 mm	21,70%
— 3,36 + 1,19 mm	13,11%
— 1,19 + 0 mm	15,37%

Prve dve klase tretirane su u mašini taložnici „Harz”, treća u dijafragmnoj mašini taložnici a četvrta, nakon hidraulične klasifikacije, na klatnim stolovima. Bilansi koncentracije dati su na tablicama 27, 28 i 29.

**Tablica 27****Bilans koncentracije klase — 15 + 6,68 mm**

Proizvod	T% u klasi	T% na ulaz	BaSO <sub>4</sub> , %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	43,58	21,72	94,90	67,62	4,32
Meduproizvod	35,44	17,55	47,95	27,62	
Jalovina	21,18	10,55	13,75	4,76	
Ulaz	100,00	49,82	61,16	100,00	

**Tablica 28****Bilans koncentracije klase — 6,68 + 3,36 mm**

Proizvod	T% u klasi	T% na ulaz	BaSO <sub>4</sub> , %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	53,50	11,61	94,25	77,14	4,30
Meduproizvod	13,00	2,82	73,00	14,51	
Jalovina	33,50	7,27	16,30	8,35	
Ulaz	100,00	21,70	65,37	100,00	

**Zbirni bilans koncentracije klase — 1,19 + 0 mm na klatnim stolovima**

Proizvod	T% na ulaz	BaSO <sub>4</sub> , %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	7,64	95,75	63,25	4,35
Meduproizvod	4,85	69,21	29,00	
Jalovina	2,88	30,55	7,75	
Ulaz	15,37	74,99	100,00	

Ukoliko se izvrši spajanje svih proizvoda koncentracije može se dobiti sledeći opšti bilans:

**Tablica 30**

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> , %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	46,93	95,14	68,54	4,32
Meduproizvod	27,55	57,91	24,49	
Jalovina	25,52	17,81	6,97	
Ulaz	100,00	65,15	100,00	

Prikazani bilans pokazuje da gravitaciona koncentracija mineralne sirovine usitnjene do 15 mm daje veoma zadovoljavajuće rezultate u pogledu kvaliteta pojedinih koncentrata, a takođe i u pogledu ostvarenih iskorišćenja barita u njima.

Radi racionalnijeg tretiranja ove sirovine neophodno je, međutim, smanjiti gubitke barita u međuproizvodima, što bi se moglo postići njihovom naknadnom koncentracijom. Objedinjene međuproizvode svakako pre koncentracije treba usitniti radi oslobađanja sraslih zrna barita. Gubici barita u jalovini su mineralni, tako da je njeno uključivanje u naknadno tretiranje međuproizvoda nepotrebno. Shodno ovome, izvršeno je usitnjavanje celokupnog međuproizvoda do gornje granične krupnoće 1 mm. Međuproizvod je klasiran u hidrauličnom klasifikatoru a zatim koncentrisan na klatnim stolovima. Bilans u tab. 31 prikazuje rezultate ove koncentracije.

Tablica 31

Proizvod	T% na ulaz	BaSO <sub>4</sub> %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	6,98	94,84	52,44	4,31
Međuproizvod	8,54	58,88	39,83	
Jalovina	7,80	13,57	7,73	
Ulaz	22,70	55,61	100,00	

Svi dobijeni proizvodi spojeni su sa odgovarajućim proizvodima iz ranije serije opita tako da je dobijen definitivan bilans koncentracije (tab. 32).

Tablica 32

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	53,91	95,10	78,67	4,33
Međuproizvod	13,39	62,62	12,86	
Jalovina	32,70	16,88	8,47	
Ulaz	100,00	65,18	100,00	

Iz ovog bilansa može se videti da gravitaciona koncentracija u mašinama taložnicama i klatnim stolovima može da pruži veoma povoljne rezultate polazeći od ove relativno siromašne mineralne sirovine.

#### Guta

#### Gravitaciona koncentracija pri usitnjavanju do 15 mm

Uzorak iz ove lokalnosti tretiran je identičnim postupkom koncentracije kao i uzorak iz lokalnosti Podguta. Jedina razlika bila je ta, da ovom prilikom nije izvršena dopunska koncentracija međuproizvoda. Naime, u toku samih opita koncentracije uočeno je da dolazi do manjih gubitaka barita u međuproizvodima raznih klasa, tako da je izostavljeno njihovo naknadno tretiranje.

U tablici 33 dat je opšti bilans koncentracije barita Guta usitnjene do 15 mm.

Tablica 33

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	47,09	94,68	70,50	4,30
Međuproizvod	21,53	53,65	18,30	
Jalovina	31,38	22,61	11,20	
Ulaz	100,00	63,20	100,00	

Iz datog bilansa može se primetiti da su gubici barita u međuproizvodu manji nego kod koncentracije barita Podguta. I ovom prilikom dobijeni su visokokvalitetni koncentrati barita tj. sa preko 94% BaSO<sub>4</sub> uz iskorišćenje od 70%.

Konačno, zajedničkim tretiranjem obe vrste barita može se očekivati bilans koncentracije dat u tablici 34.

Tablica 34

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	54,00	95,00	79,00	4,34
Međuproizvod	13,00	60,00	12,00	
Jalovina	33,00	18,00	9,00	
Ulaz	100,00	65,00	100,00	

Ovaj bilans uključuje i rezultate eventualnog dopunskog tretiranja međuproizvoda barita Guča koje bi se preduzelo radi jednoobraznosti koncentracije obe mineralne sirovine. Izdvojeni međuproizvod predstavlja međuproizvod koji bi se dobio koncentracijom sitnih klasa na klatnim stolovima. I on bi mogao da se ponovo uključi u koncentraciju, što bi nesumnjivo povećalo konačno iskorišćenje.

Barit iz Kovača predstavlja primer sirovine, koja se može tretirati samo postupkom gravitacije. U prvoj fazi odvajaju se tri proizvoda od kojih se međuproizvod ponovo usitnjava i tretira u mašinama pogodnim za preradu sitnih klasa.

#### VAREŠ

Studija iznalaženja tehnoloških procesa pripreme naših barita obuhvatila je i ispitivanje mogućnosti koncentracije barita iz rude gvožđa ležišta Vareš, pošto se barit u ovom ležištu javlja u ekonomski značajnim rezervama s jedne strane, dok sa druge, on predstavlja štetnu primesu u metalurškoj preradi i otežava tehnološki proces dobijanja gvožđa.

Na površinskom kopu Brezik i Smreka barit se javlja u vidu slojeva, ploča i tankih žica u masi rude gvožđa. Tačan odnos barita prema rudi gvožđa teško je utvrditi, što otežava mogućnost njegovog odstranjivanja nekom selektivnom metodom otkopavanja.

U vezi sa ovim najcelishodnije bi bilo pronaći takav tehnološki postupak pripreme, koji bi obezbedio dobijanje kvalitetnih koncentrata oba minerala.

Prva ispitivanja ove sirovine odnosila su se na obradu uzorka, uzetog sa postojećeg jalovišta, koji

je sadržao oko 70% BaSO<sub>4</sub>. Laboratorijska ispitivanja, prema tome, obuhvaćila su jedino koncentraciju barita sa jalovišta, a ne iz celog ležišta, što bi predstavljalo poseban problem koji bi prelazio okvirne izvršene studije.

Mineraloška ispitivanja su pokazala sledeći mineralni sastav: barit, siderit, kalcit, kvarc, sericit, kao i sulfide teških metala.

Štetne primeće (siderit, kalcit i kvarc) su krupnozorne i nisu intimno srasle sa baritom što predstavlja povoljnu okolnost s tačke gledišta pripreme. S druge strane, sulfidi teških metala intimno su srasli sa baritom i sideritom što zahteva dalekosežno usitnjavanje radi njihovog oslobađanja. Posmatrajući problem pripreme u ovom svetu dolazi se do zaključka, da je postupak flotiranja jedini koji može da pruži zadovoljavajuće rezultate u pogledu koncentracije barita.

Postupak flotiranja koji je razrađen kroz mnogobrojne opite koncentracije obuhvata:

- mlevenje do finoće 97% — 74 mikrona
- kondicioniranje sa sumpornom kiselinom
- flotiranje sulfida
- kondicioniranje otoka flotiranja sulfida sa kalciniranim sodom.

— flotiranje barita.

Primenjujući ovu tehniku rada dobijaju se rezultati prikazani na tab. 35.

Tablica 35

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub>	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %
Koncentrat BaSO <sub>4</sub>	64,30	95,12	91,55
Koncentrat sulfida	20,80	5,46	1,69
Jalovina	14,90	30,29	6,76
Ulaz	100,00	66,80	100,00

Na osnovu ovakvih rezultata može se konstatovati da se postupkom flotacione koncentracije može postići visokokvalitetan koncentrat barita uz odlično iskorишћenje. Da bi se ovo ostvarilo, neophodno je primeniti takav tehnološki postupak, koji bi obuhvatio selektivno flotiranje sulfida iz ulazne sirovine sa kasnjim flotiranjem barita masnim kiselinama. Direktno flotiranje barita nije pružilo zadovoljavajuće rezultate, jer nije bilo moguće selektivno flotirati barit u prisustvu sulfida, budući da su oni bili aktivirani istim tipom kolektora kao i barit. Važno je istaknuti, da se kvalitetni koncentrati barita mogu dobiti jedino iz fino izmlevene sirovine, imajući u vidu intimnu sraslost korisnih minerala

i jalovine u ovoj rudi. Ova činjenica nije otežavajuća okolnost, jer baritni koncentrat, koji se koristi za dubinska bušenja, mora da bude izmleven do finoće 95% proseva kroz sito otvora 44 mikrona.

Sirovina Vareš predstavlja primer odvajanja barita iz rude gde je ovaj mineral nusproizvod, odnosno štetna primesa. Odvajanje barita moglo bi se kombinovati i sa tehnološkim procesom koncentracije minerala gvožđa iz ovog ležišta ili nekih njegovih delova.

#### TOPUSKO

S obzirom na stanje rudnih rezervi u ovom ležištu iz istog su obrađivani oni delovi koji će se perspektivno otkopavati.

UKupno su ispitana dva uzorka i to:

- Kijačka kosa
- Klokočev jarak

Mikroskopska ispitivanja, vršena na karakterističkim preparatima ovih uzoraka, su pokazala da između njih ne postoje bitne razlike u mineraloškom i strukturno-teksturnom smislu. Oba uzorka predstavljaju siromašnu mineralnu sirovину barita u kojoj je jalovina zastupljena u obliku glinovito-gvožđevitih materija sa malim udelima kvarca. Limonitizacija barita je takođe značajno zastupljena: limonit je infiltriran u mnogobrojnim prslinama i ravnim cepljivostim baritnih zrna. Prisutan je i gebit, koji obrazuje tipične gelske strukture, bubrežaste i grozdaste mase. Sam barit je krupnozrnji i skoro redovno je prorastao sitnozrnim kvarcom.

Kompletne hemijske analize vršene na obe uzorke pokazale su sledeći hemijski sastav:

	Kijačka kosa	Klokočev jarak
BaSO <sub>4</sub>	68,50%	64,49%
SiO <sub>2</sub>	1,90%	3,11%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,50%	13,36%
FeO	14,49%	12,99%
MnO	0,29%	0,55%
CaO	0,80%	0,98%
MgO	0,68%	0,52%
Cu	—	—
Pb	trag	trag
Zn	—	—
S (ukupni)	9,44%	8,94%
Gubitak žarenjem	3,96%	3,14%

Iz ovih rezultata može se zaključiti da zaista nema uočljivih razlika između ova dva tipa sirovina na šta je ukazala i mikroskopska analiza. S tim u vezi odlučeno je, da se laboratorijska ispitivanja

koncentracije vrše na kompozitnom uzorku dobijenom mešanjem ovih uzoraka u međusobnom težinskom odnosu 1:1. Razlog više za njihovo objedinjavanje i zajedničko tretiranje je i činjenica, da se ove dve lokalnosti nalaze u neposrednoj blizini tako da bi se obe sirovine u pogonu za koncentraciju mogle skupno preradivati.

Laboratorijska ispitivanja koncentracije obuhvataju su ispitivanje primene gravitacione i flotacione koncentracije. Pored ovoga, proučavana je mogućnost korišćenja i magnetne koncentracije u kombinaciji sa gravitacijskim postupkom obogaćivanja.

Gravitaciona koncentracija pri usitnjavanju do 10 mm.

Kompozitni uzorak je nakon usitnjavanja po GGK 10 mm sejanjem podeljen u nekoliko klase krupnoće:

— 10 + 4 mm	49,05%
— 4 + 0,315	39,62%
— 0,315 + 0 mm	11,33%

Svaka klasa je koncentrisana posebno: prva u mašini taložnici, druga u dijafragmnoj mašini taložnici, dok je poslednja tretirana postupkom flotiranja. Rezultati ovih opita dati su u tablicama 36, 37 i 38.

Tablica 36

#### Bilans koncentracije klase — 10 + 4 mm

Proizvod	T% u klasi	T% na ulaz	BaSO <sub>4</sub> , %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	69,09	33,89	86,56	88,72	3,82
Jalovina	30,91	15,16	24,60	11,28	
Ulez	100,00	49,05	67,41	100,00	

Tablica 37

#### Bilans koncentracije klase — 4 + 0,315 mm

Proizvod	T% u klasi	T% na ulaz	BaSO <sub>4</sub> , %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	62,37	24,70	90,40	85,00	4,11
Jalovina	37,63	14,92	26,50	15,00	
Ulez	100,00	39,62	66,35	100,00	

Kao što je rečeno, najsitnija klasa krupnoće je koncentrisana standardnim postupkom flotiranja. Tom prilikom dobijeni su rezultati sa tab. 38.

Tablica 38

#### Bilans koncentracije klase — 0,315 + 0 mm

Proizvod	T% u klasi	T% na ulaz	BaSO <sub>4</sub> , %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	44,50	4,05	94,42	67,32	4,32
Međuproizvod	20,10	2,28	60,81	20,02	
Jalovina	35,40	4,01	22,30	12,66	
Ulez	100,00	11,33	62,40	100,00	

Objedinjavanjem svih proizvoda koncentracije dobija se opšti bilans koncentracije celog uzorka usitnjjenog do 10 mm.

Tablica 39

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> , %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	63,63	88,01	84,71	3,95
Međuproizvod	2,28	60,81	2,34	
Jalovina	34,09	25,17	12,95	
Ulez	100,00	66,23	100,00	

Ovi rezultati pokazuju da ispitivani uzorak ne obezbeđuje dobijanje skupnog koncentrata takvog kvaliteta koji bi našao primenu u bilo kojoj grani industrije. Posmatrajući pojedine bilanse i rezultate opita koncentracije dolazi se do zaključka da se postižu sve kvalitetniji rezultati idući od krupnih klasa. Razlog za ovo je svakako nedovoljno otvaranje i činjenica da su i minerali nosioci gvožđa bili radi svoje velike specifične težine za jedno koncentrisani sa baritom.

Da bi se iz gravitacionih koncentrata uklonili minerali gvožđa, i na taj način dobili kvalitetniji koncentrati barita, sprovedena su preliminarna ispitivanja magnetne koncentracije grubog koncentrata barita dobijenog u mašini taložnici.

Ova ispitivanja su dala dobre rezultate što se može videti iz tablice 40.

Tablica 40

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat BaSO <sub>4</sub>	96,57	93,44	98,27	4,21
Magnetički proizvod —				
Jalovina	3,43	46,50	1,73	
Ulaz	100,00	91,82	100,00	

Iz bilansa magnetnog čišćenja vidi se da je ovom prilikom došlo do poboljšanja kvaliteta baritnog koncentrata i da tako prečišćeni isti sadrži preko 92% BaSO<sub>4</sub>. U vezi sa ovim može se predvideti takav tehnološki proces, koji bi pored gravitacione obuhvatio i magnetnu koncentraciju.

Pored ovih ispitivanja vršeni su i opiti isključivo flotacione koncentracije, kojom bi se prerađivac celokupan barit. Ovi opiti dali su izuzetno povoljne rezultate sa maksimalnim kvalitetima koncentrata barita, što se vidi iz bilansa datog na tab. 41.

Tablica 41

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	48,21	96,78	71,49	4,40
Međuproizvod	14,87	63,01	14,31	
Jalovina	36,92	25,12	14,20	
Ulaz	100,00	65,27	100,00	

Kvalitet koncentrata od preko 96% BaSO<sub>4</sub> predstavlja ono, što se iz ove mineralne sirovine može dobiti u najboljem slučaju, iako to ne znači da se i ovaj kvalitet ne može još poboljšati na štetu iskorisćenja BaSO<sub>4</sub>.

U uporednom tabličnom pregledu (tab. 42) dati su uporedni rezultati svih postupaka koncentracije kom pozitne rude iz ležišta Topusko.

Tablica 42

Postupak	BaSO <sub>4</sub> % u koncen- tratu	Iskorišć. BaSO <sub>4</sub> %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Kombinovan postupak gravitacione i flo- tacione koncentracije	88,0	84,71	3,95
Gravitaciona koncentra- cija dopunjena mag- netnom separacijom	93,44	82,50	4,32
Flotaciona koncentracija	96,78	71,49	4,40

Najkvalitetnije koncentrate obezbeđuje postupak flotiranja. On, doista, u poređenju sa kombinovanim postupkom gravitacione i magnetne separacije, daje nešto manja iskorisćenja barita, ali proces flotiranja je tehnološki puno jednostavniji od kombinacije pomenuta dva postupka. Ukoliko bi, pak, želeli da izbegavamo hidrofiliziranje barita posle flotiranja radi nesmetane upotrebe za isplaku u dubinskom bušenju, nameće se kombinovanje gravitacione i magnetne koncentracije. Ovaj postupak bi se sastojao u drobljenju, klasiranju, gravitacionom odvajaju i magnetnom prečišćavanju gravitacionih koncentrata.

#### RIČICE

U toku naših ispitivanja mogućnosti koncentracije barita iz raznih nalazišta u našoj zemlji proučavali smo i barit iz ležišta Ričice. Kao i u pretходnom slučaju i ovo ležište pripada tipu siromašnog barita, koji u sebi sadrži svega oko 60% BaSO<sub>4</sub>.

Mikroskopska studija je jasno pokazala da se u mineralnoj sirovini nalaze znatne količine kvarca, opala i rožnaca i da su ovi štetni minerali manje više u obliku krupnozrnih agregata. U sirovini su prisutni i hidroksidi gvožđa, tako da oni pored kvarca i glinovite materije predstavljaju glavne nečistoće.

Kompletna hemijska analiza, vršena na uzorku barita iz ovog ležišta, dala je sledeće rezultate:

BaSO <sub>4</sub>	59,60%
SiO <sub>2</sub>	17,74%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,40%
Fe	4,70%
Mn	0,51%
CaO	0,10%
MgO	0,25%
Cu	trag
Pb	0,06%
Zn	0,15%
S (sulfidni)	0,16%
Gubitak žarcnjem	7,20%

Na osnovu mineraloških i hemijskih ispitivanja zaključeno je da se otvaranje ove sirovine postiže pri relativno krupnom drobljenju te, prema tome, i od procesa koncentracije mogu se očekivati zadovoljavajući rezultati.

Usitnjavanje sirovine je vršeno do GGK 20 mm. Ovako izdrobljena ruda je potom prosejana na sledeće klase krupnoće:

— 20 + 5 mm	46,44%
— 5 + 0,4 mm	47,31%
— 0,4 + 0 mm	6,25%

Prva klasa je, kao i ranije, koncentrisana u mašini taložnici, druga u dijafragmnoj mašini taložnici, dok treća uopšte nije koncentrisana usled visokog sadržaja jalovog mulja koji se u njoj nalazio. Sadržaj barita u njoj bio je 38,01% BaSO<sub>4</sub>.

Koncentracija prve klase dala je rezultate, prikazane na tab. 43.

Tablica 43

Proizvod	T% u klasi	T% na ulaz	BaSO <sub>4</sub> , %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	50,72	23,44	90,84	77,98	4,11
Jalovina	28,62	13,50	28,26	13,69	
Mulj	20,66	9,50	24,21	8,43	
Ulaz	100,00	46,44	59,20	100,00	

Tretiranjem druge klase u dijafragmnoj mašini taložnici dobijeni su rezultati dati na tab. 44.

Tablica 44

Proizvod	T% u klasi	T% na ulaz	BaSO <sub>4</sub> , %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	51,38	24,31	93,40	80,05	4,29
Jalovina	26,27	12,45	25,14	11,15	
Mulj	23,35	10,55	22,61	8,80	
Ulaz	100,00	47,31	59,94	100,00	

Na identičan način je i ovom prilikom izvršeno objedinjavanje svih proizvoda koncentracije tako da bilans na tab. 45 predstavlja rezultat koncentracije ove dve klase.

Tablica 45

Proizvod	T%	BaSO <sub>4</sub> , %	Raspod. BaSO <sub>4</sub> , %	Specif. težina g/cm <sup>3</sup>
Koncentrat	47,75	92,12	79,11	4,20
Jalovina	25,95	26,70	12,48	
Mulj	20,05	23,34	8,41	
Ulaz	93,75	59,30	100,00	

Iz ovog bilansa se vidi da ovakav način koncentracije može da pruži zadovoljavajuće kvalitete koncentrata uz solidna iskorишćenja, tako da nije potrebno naknadno koncentrisanje jalovine ili mulja. Tehnološki proces koncentracije treba, međutim, posle drobljenja da obuhvati i pranje, koje se inače često primenjuje na baritim. Posle pranja, kojim bi se odstranile najsitnije klase i mulj, barit može da se klasira i koncentriše u mašinama taložnicama. Ovakav proces se, uostalom, i primenjuje u postrojenju u Ričicama.

#### ZAKLJUČAK

Studija koncentracije barita iz jugoslovenskih ležišta, čije smo rezultate u glavnim crtama prikazali, odnosila se kako na ležišta koja se eksplorativno, tako i na neka ležišta koja još uvek nisu u eksploraciji.

Studija je obuhvatila glavne tipove rudnih ležišta barita na koja nailazimo u našoj zemlji, te se dobijeni rezultati i iskustva mogu primeniti i na druga još neistražena i neispitivana nalazišta uz manja dopunska laboratorijska ispitivanja.

Činjenica je, da se izuzev u Ričicama i na nekim ležištima iz SR Slovenije koncentracija barita u pravom smislu i ne primenjuje iz razloga što su ležišta barita obično malog obima, što se selektivnim otkopavanjem i ručnim odabiranjem može dobiti relativno zadovoljavajući tržišni kvalitet barita uz odgovarajuće nisko iskorишćenje korisne supstance, i što do sada nismo imali iskustva u tehnologiji koncentracije. Rezultati, do kojih se na raznim baritim došlo u toku ispitivanja, ukazuju, međutim, da se za sve tipove ležišta može utvrditi zadovoljavajući tehnološki proces koncentracije, čime bi se mogla unaprediti i rudarska eksploracija barita. Naime, ukoliko se primenjuje tehnološki proces koncentracije mogu se očekivati sledeće prednosti:

— Unapređenje eksploracije masovnjim metodama dobivanja odnosno primenom potpunije me-

hanizacije može se sprovesti, jer ukoliko se mineralna sirovina koncentriše nema potrebe ni za selektivno otkopavanje ni za ručno odabiranje na licu mesta. Time bi se troškovi dobijanja znatno snizili, a ujedno bi se i korisna supstanca u ležištimu daleko bolje koristila.

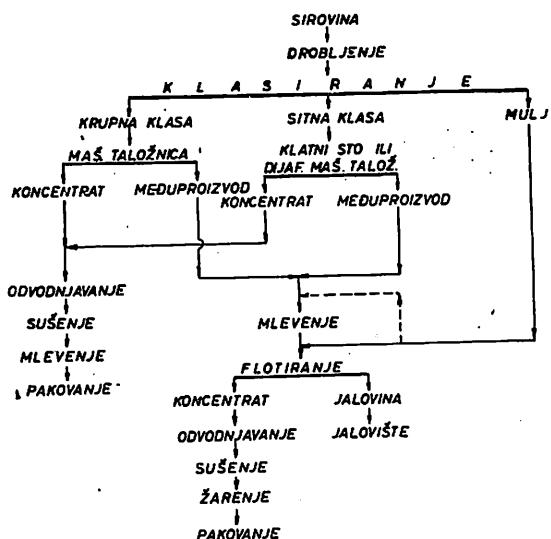
— Postojeće halde na dosad eksploatisanim ležištima, koje se sastoje iz sitnog barita koji nije mogao biti iskoriscen ručnim odabiranjem i krupnijih sraslaca, mogle bi se uspešno preraditi čime bi se raniji gubici otklonili.

Proces koncentracije sam po sebi obezbeđuje daleko bolji kvalitet od onoga dobijenog ručnim odabiranjem, a jednovremeno omogućuje daleko bolju kontrolu kvaliteta finalnih proizvoda kao i mogućnost dobijanja više kvaliteta u zavisnosti od zahteva tržišta i mogućnosti plasmana.

— Uvođenjem koncentracije omogućice se eksploatacija i onih ležišta koja se sada smatraju siromašnim.

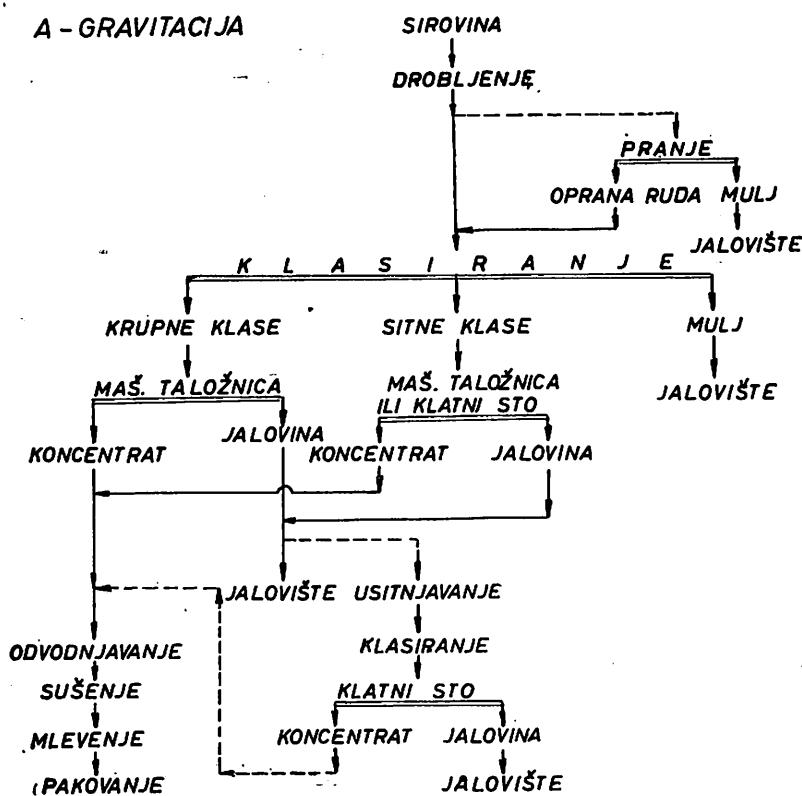
— Omogućuje se opšte povećanje proizvodnje barita u zemljji.

Kao što proizilazi iz studije koncentracije, ležišta barita možemo da svrstamo u nekoliko tipa-

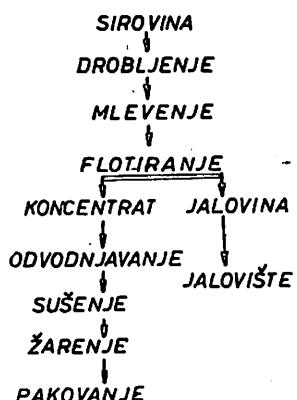


Sl. 5 — Šema koncentracije bogate kompaktne rude barita.

#### A - GRAVITACIJA



#### B - FLOTACIJA



Sl. 6 — Šeme tehnološkog procesa prerade siromašnih ruda barita

va s obzirom na tehnološki proces koji zahtevaju.

**B o g a t e m i n e r a l n e s i r o v i n e k o m p a k t n o g b a r i t a.** — Ove sirovine obično sadrže preko 85% BaSO<sub>4</sub> i to su ležišta Bobija (kompaktan), Raštelica, Vaganj i druga. Proces koncentracije kod ovih sirovina treba da se sastoji u sledećem:

— drobljenje do oko 10 mm gornje granične krupnoće

— klasiranje uz odvajanje mulja

— koncentracija u mašinama taložnicama sa ili bez klatnih stolova za sitne klase, pri čemu se dobiju finalni koncentrat i međuproizvod

— mlevenje međuproizvoda i flotiranje istih posle spajanja sa muljem dobijenih pri klasifikaciji u cilju dobijanja koncentrata barita i definitivne jalovine.

Mlevenje meduproizvoda i flotiranje može se kod mnogih ležišta početku zanemariti, ali bi bilo potrebno da se meduproizvodi zbog visokog sadržaja barita (oko 70% BaSO<sub>4</sub>) kasnije prerade bilo kampanjski u nekom centralnom postrojenju flotacije koje opslužuje više ležišta, ili dogradnjom sekcije za flotiranje. Flotiranje u toj fazi može se vršiti i posle mlevenja do finoće od 95% minus 325 meša, tako da se dobijeni koncentrat posle odvodnjavanja

žari na 450°C da bi bio pogodan za isplaku.

Uprošćena šema tehnološkog procesa data je na sl. 5.

Opšti bilans ovakve koncentracije bio bi: gravitacijom bi se dobilo težinsko iskoršćenje od oko 60% i koncentrat sa preko 95% BaSO<sub>4</sub> uz iskoršćenje barita od oko 65%. Flotiranjem međuproizvoda dobio bi se koncentrat sa oko 96% barita uz težinsko učešće od oko 25% i iskoršćenje od 90%. Oba procesa dala bi ukupno iskoršćenje od 90% BaSO<sub>4</sub>.

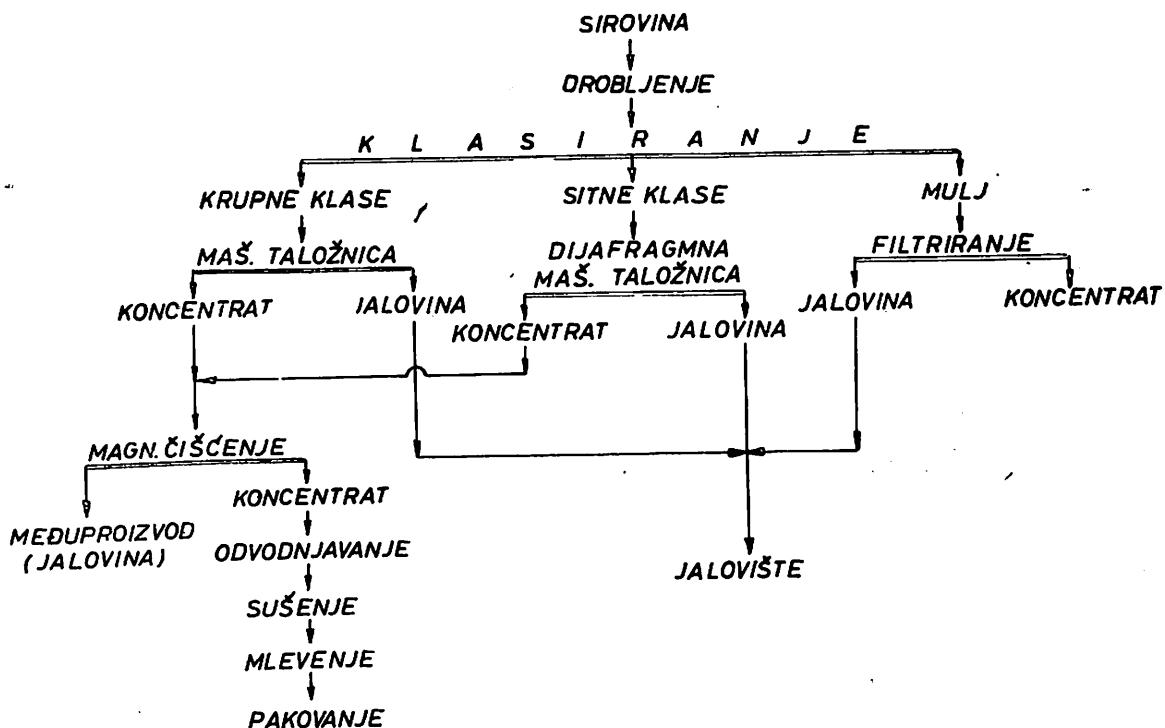
**S i r o m a š n e m i n e r a l n e s i r o v i n e b a r i t a.** — Siromašne sirovine barita mogu se podeliti u dva tipa: jedan kod koga je jalovina krupno srasla, i drugi sa finim proraštanjem jalovine u baritu.

U prvi tip mogu se ubrojati ležišta Radeša, Ričice i Kovač, dok bi drugom tipu pripala obodna sirovina iz Bobije.

Ove sirovine sadrže između 50 do 65% barita. Treći tip zahteva samo gravitacionu koncentraciju koja bi obuhvatala sledeće faze:

— drobljenje do između 15—5 mm gornje granične krupnoće

— klasifikaciju kojoj prethodi eventualno pranje glinovitih sastojaka (Ričice)



Sl. 7 — Šema tehnološkog procesa koncentracije barita. Topusko .

— koncentraciju u mašinama taložnicama i na klatnim stolovima, koji mogu biti zamenjeni i dijagramnim mašinama taložnicama, i iz kojih se dobija ili definitivni koncentrat i definitivna jalo-vina, ili kao u slučaju Kovača, definitivni koncen-trat i međuproizvod koji ide na dopunsko usitnjavanje i ponovo se koncentriše na klatnim sto-lovima.

Sema koncentracije za ovaj tip barita data je na slici 6.

Drugi tip koji zbog finijeg prorastanja uslov-ljava fino usitnjavanje zahteva proces koji obuh-vata drobljenje, mlevenje i flotiranje barita.

U slučaju prvog tipa siromašne mineralne sirovine može se očekivati kvalitet koncentrata barita od oko 95% BaSO<sub>4</sub>, uz iskorišćenje od oko 80%, dok bi u slučaju fino proraslih siromašnih sirovina, koje zahtevaju proces flotiranja, kvalitet koncentrata iznosio takode 95% BaSO<sub>4</sub>, uz iskorišćenje od oko 75%.

**K o m p l e k s n e m i n e r a l n e s i r o-v i n e b a r i t a .** — U ovaj tip s obzirom na proces kon-centracije koji zahteva, ubrajamo ležište Topusko, gde se barit javlja sa oksidima gvožđa i sideritom, kao i razna ležišta gde je barit nusproizvod, kao što su neke rude olova i cinka koje sadrže barit, ili ruda gvožđa Vareš, gde je barit akcesorni mineral.

Prerada ovih mineralnih sirovina ili zahteva pri-menu više procesa koncentracije, ili više faza od-vajanja korisnih minerala. Iz rude olova i cinka barit se uspešno odvaja u nekim postrojenjima putem flotiranja i to posle ciklusa flotiranja sulfida. Ovde ćemo se posebno osvrnuti na šemu procesa sirovine Vareš i Topusko.

#### Vareš

Najpogodniji proces prerade baritnih delova ovog

ležišta rude gvožđa sa visokim sadržajem barita bio bi sledeći:

— usitnjavanje

— flotacija sulfidnih minerala radi njihovog od-stranjivanja

— flotacija barita s tim što ostatak predstavlja koncentrat gvožđa.

Ovim postupkom se postiže kvalitet koncentrata barita od 95% BaSO<sub>4</sub> uz iskorišćenje ovog minera-la od 90%.

#### Topusko

Ova sirovina može da se prerađuje bilo direktnim procesom flotiranja bilo kombinovanjem gra-vitacije i magnetnog čišćenja koncentrata barita do-bijenog gravitacijom. Ovaj drugi postupak se u toku ispitivanja pokazao tehnološki najpogodnijim.

Kombinovanje gravitacije — magnetne separa-cije prikazano je na idejnoj šemi (sl. 7). Primenom prikazanog postupka može se polazeći od uzorka rude sa oko 65% BaSO<sub>4</sub>, dobiti koncentrat sa 93% BaSO<sub>4</sub> uz iskorišćenje od oko 75%. U ovaj postupak uklju-čen je i proces flotiranja mulja.

Sva ispitivanja izvršena na velikom broju barite iz raznih ležišta pokazala su da za svaki tip barita postoji odgovarajući tehnološki proces koncentracije, koji omogućuje valorizaciju bilo kog ležišta. Izvrše-na obimna studija, koju smo u skraćenom obliku ovde prikazali, treba da posluži da se smelije pride izgradnji objekata za koncentraciju barita, kako bi se savremena dostignuća na polju koncentracije i pripreme primenila na ovoj za nas veoma značajnoj-mineralnoj sirovini i omogućila dalju ekspanziju njene do sada siromašne i manje-više primitivu eksploataciju.

