

UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET
11000 Beograd, Dušina 7, p.p. 162
Tel.: (011) 3238-832, Faks: (011) 3235-539



UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY
Serbia, Belgrade, Dušina 7, P.O. Box 162
Phone: (381 11) 3238-832, Fax: (381 11) 3235-539

Dr Dragan Radulović, viši naučni saradnik
Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Beograd

Beograd, 13.07.2018.

Poštovani kolega,

Čast nam je da Vas u ime Naučnog i Organizacionog odbora pozovemo da iz oblasti pripreme mineralnih sirovina održite predavanje na nacionalnom skupu **IX KOLOKVIJUM O PRIPREMI MINERALNIH SIROVINA** sa temom:

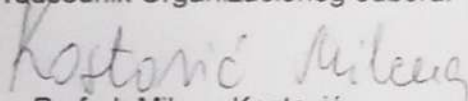
PERSPEKTIVE DALJEG RAZVOJA POSTROJENJA ZA FLOTACIJSKU KONCENTRACIJU Pb-Zn RUDE RUDNIKA – GROT A.D. (BLAGODAT) - KRIVA FEJA (VRANJE)

IX Kolokvijum o pripremi mineralnih sirovina održaće se 26.10.2018. godine na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu. Skup se održava u organizaciji Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Katedre za pripremu mineralnih sirovina, a pod pokroviteljstvom Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

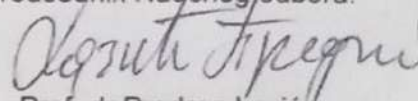
Molimo Vas da predavanje u formi rada prema dostavljenom uputstvu pošaljete elektronskom poštom na e-mail: milena.kostovic@rgf.bg.ac.rs do 03.09.2018. godine. Radovi će biti publikovani u Zborniku radova, koji će biti registrovan kod Narodne biblioteke Srbije.

Unapred se zahvaljujemo i pozdravljamo Vas.

Predsednik Organizacionog odbora:


Prof. dr Milena Kostović

Predsednik Naučnog odbora:


Prof. dr Predrag Lazić

UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET
Katedra za pripremu mineralnih sirovina



Z B O R N I K R A D O V A

IX KOLOKVIJUM

O PRIPREMI MINERALNIH SIROVINA

Beograd, 26. oktobar 2018.

UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET
Katedra za pripremu mineralnih sirovina



ZBORNIK RADOVA

IX KOLOKVIJUM O PRIPREMI MINERALNIH SIROVINA

Beograd, 26. oktobar 2018.

IX kolokvijum o pripremi mineralnih sirovina
ZBORNİK RADOVA

RECENZENTI:

Prof. dr Predrag Lazić
Prof. dr Milena Kostović

UREDNIK:

Prof. dr Milena Kostović

PREDSEDNIK UREĐIVAČKOG ODBORA RUDARSKO-GEOLOŠKOG FAKULTETA:

Prof. dr Marija Živković

ČLANOVI UREĐIVAČKOG ODBORA:

Marija Živković, Ivana Vasiljević, Aleksandar Ganić, Dejan Stevanović, Suzana Lutovac, Biljana Abolmasov, Danica Srećković-Batočanin, Nevenka Đerić, Lidija Beko, Biljana Lazić.

IZDAVAČ:

Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet
Katedra za pripremu mineralnih sirovina

Radovi su štampani u izvornom obliku uz neophodnu tehničku obradu. Autori odgovaraju za svoje stavove i saopštene podatke. Nijedan deo ove publikacije ne može biti reprodukovan, presniman ili prenošen bez pismene saglasnosti izdavača

KOMPJUTERSKI SLOG:

Prof. dr Predrag Lazić

ŠTAMPA: SaTCIP, Vrnjačka Banja

Tiraž: 120 komada

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

622.7(082)

КОЛОКВИЈУМ о припреми минералних сировина (9 ; 2018 ; Београд)
Zbornik radova / IX kolokvijum o pripremi mineralnih sirovina, Beograd,
26. oktobar 2018. ; [urednik Milena Kostović]. - Beograd :
Rudarsko-geološki fakultet, Katedra za pripremu mineralnih sirovina, 2018
(Vrnjačka Banja : SaTCIP). - 291 str. : ilustr. ; 25 cm

Tiraž 120. - Bibliografija uz pojedine radove.

ISBN 978-86-7352-326-2

a) Руде - Припрема - Зборници
COBISS.SR-ID 268579596

Beograd, 2018. godine

ISBN 978-86-7352-326-2

©Sva prava zadržava izdavač

ORGANIZACIJA

Katedra za pripremu mineralnih sirovina

Rudarsko-geološki fakultet

POČASNI ODBORNICI

Prof. dr Dragiša

Prof. dr Dušan

Prof. emeritus

Prof. dr Slaven

Prof. dr Svetlan

Prof. dr Rudolf

Prof. dr Zoran

Prof. dr Rade T

NAUČNI ODBORNICI

Prof. dr Predrag

Prof. dr Dušica

Prof. dr Milan T

Dr Vladimir JO

Dr. Dragan MI

Mr. Zorica VU

Mr Jasmina NE

ORGANIZACIJA

Prof. dr Milena

Dipl. ing. Branis

Prof. dr Predrag

Prof. dr Dušica

Master ing. Đur

Dipl. ing Boro T

ORGANIZATOR:

Katedra za pripremu mineralnih sirovina
Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd

POČASNI ODBOR:

Prof. dr Dragiša DRAŠKIĆ, red. prof. u penziji
Prof. dr Dušan SALATIĆ, red. prof. u penziji
Prof. emeritus dr Nadežda ČALIĆ
Prof. dr Slaven DEUŠIĆ, red. prof. u penziji
Prof. dr Svetlana POPOV, red. prof. u penziji
Prof. dr Rudolf TOMANEC, red. prof. u penziji
Prof. dr Zoran GLIGORIĆ, dekan Rudarsko-geološkog fakulteta
Prof. dr Rade TOKLAIĆ, rukovodilac Rudarskog odseka, RGF

NAUČNI ODBOR:

Prof. dr Predrag LAZIĆ, RGF - Beograd
Prof. dr Dušica VUČINIĆ, RGF - Beograd
Prof. dr Milan TRUMIĆ, Tehnički fakultet - Bor
Dr Vladimir JOVANOVIĆ, ITNMS - Beograd
Dr. Dragan MILANOVIĆ, IRM - Bor
Mr. Zorica VUKADINOVIĆ, Ministarstvo rudarstva i energetike R. Srbije
Mr Jasmina NEŠKOVIĆ, Rudarski institut - Zemun

ORGANIZACIONI ODBOR:

Prof. dr Milena KOSTOVIĆ, predsednik
Dipl. ing. Branislav MIKOVIĆ, sekretar
Prof. dr Predrag LAZIĆ
Prof. dr Dušica VUČINIĆ
Master ing. Đurica NIKŠIĆ
Dipl. ing Boro TEPAVAC

Organizovanje IX Kolokvijuma o pripremi mineralnih sirovina i štampanje
zbornika radova finansijski su pomogli:

Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja
Republike Srbije

Rudarski odsek Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd

Jugo - Kaolin d.o.o., Beograd

Rudnik olova i cinka Veliki Majdan d.o.o., Ljubovija

TEHNOLOŠKI
TAMNAVA –IST
Gordana Stojanov

POSLOVANJE C
Milena Živanović..

PRIPREMA MIN
PROIZVODNJE
Ivana Simović

NEMETALIČNE
DUGOROČNOG
Ljubiša Andrić, Dr

PRIPREMA NEM
DOBIJANJE GRA
Zorica Vukadinović

OPTIMIZACIJA
KVARCNOG PES
OGRANAK KOPO
Dragan Cvetinović,

PRIPREMA MIN
TEHNOLOGIJA
Maja Trumić, Milan

MINERALNI RES
RTB BOR, UZ PR
I DOBIJANJA KO
Đimča Jenić, Gracijan

FLOTIRANJE RU
VELIKI MAJDAN
Predrag Lazić, Đurica

SADRŽAJ

	strana
TEHNOLOŠKI PROCES U POSTROJENJU ZA PRIPREMU UGLJA TAMNAVA –ISTOČNO POLJE	
Gordana Stojanović	1
POSLOVANJE ORGANIZACIONE CELINE KOLUBARA PRERADA	
Milena Živanović.....	24
PRIPREMA MINERALNIH SIROVINA U FUNKCIJI ČISTIJE PROIZVODNJE ENERGIJE	
Ivana Simović	35
NEMETALIČNE MINERALNE SIROVINE KAO OSNOV DUGOROČNOG RAZVOJA PRIVREDE SRBIJE	
Ljubiša Andrić, Dragan Radulović, Milan Petrov	50
PRIPREMA NEMETALIČNIH MINERALNIH SIROVINA ZA DOBIJANJE GRAĐEVINSKIH MATERIJALA	
Zorica Vukadinović	93
OPTIMIZACIJA TEHNOLOŠKOG PROCESA PRANJA I SUŠENJA KVARCNOG PESKA U KOMPANIJI JUGO-KAOLIN doo BEOGRAD – OGRANAK KOPOVI UB	
Dragan Cvetinović, Nikola Nikolić	112
PRIPREMA MINERALNIH SIROVINA KAO OSNOVA RECIKLAŽNIH TEHNOLOGIJA	
Maja Trumić, Milan Trumić	124
MINERALNI RESURSI KAO OSNOVA ZA RAZVOJ RUDARSTVA U RTB BOR, UZ PRIMENU SAVREMENIH TEHNOLOGIJA PRERADE I DOBIJANJA KONCENTRATA BAKRA	
Dimča Jenić, Gracijan Strainović, Violeta Janković	148
FLOTIRANJE RUDE BAKRA IZ LEŽIŠTA REBELJ U FLOTACIJI VELIKI MAJDAN	
Predrag Lazić, Đurica Nikšić, Natalija Morozova	162

UZDIZANJE PROIZVODNJE BAKRA U SRBIJI, STANJE I PERSPEKTIVE – DEO 1. RUDARSKI KOMPLEKS	
Radmilo Rajković, Igor Svrkota, Dragan Milanović, Mile Bugarin	174
UZDIZANJE PROIZVODNJE BAKRA U SRBIJI, STANJE I PERSPEKTIVE – DEO 2. PRERAĐIVAČKI KOMPLEKS	
Dragan Milanović, Mile Bugarin, Radmilo Rajković, Igor Svrkota	203
PRERADA TOPIONIČKE ŠLJAKE: SVETSKA I DOMAĆA ISKUSTVA	
Jovica Sokolović, Zoran Štirbanović	237
PERSPEKTIVE DALJEG RAZVOJA POSTROJENJA ZA FLOTACIJSKU KONCENTRACIJU Pb-Zn RUDE RUDNIKA – GROT A.D. (BLAGODAT) - KRIVA FEJA (VRANJE)	
Dragan Radulović, Dragan Đorđević, Ljubiša Andrić, Mladomir Đorđić	259

PREDGO

Katedra za
Univerziteta u B
nacionalni skup
Poseban značaj
sirovina ogleđa s
pripreme mineral

Kolokvijum
Beogradu u toku
usmeno prezenti
teme Kolokvijum
mineralnih sirov
mineralnih sirovi
pripreme mineral
u Srbiji”, „Pripre
pripremu mineral

Ove godin
pripremi mineral
već da tematika s
na jednom mestu
organizacija i ins
stanje u pripremi
Organizacioni odl
da su kompeten
Kolokvijuma bio
razvoja u našim
mineralnih sirovin
cinka, ruda bakra,
trendovima i tehn
zajednički sagledar
uopšte, a posebno

Našem poziv
doo Beograd, F
„Kolubara”, rudni
rudarstva i energ
Beogradu, Institut
Beogradu i Institu

PREDGOVOR

Katedra za pripremu mineralnih sirovina na Rudarsko-geološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu unazad četrdeset godina, svake pete godine, organizuje nacionalni skup pod nazivom Kolokvijum o pripremi mineralnih sirovina. Poseban značaj ovog, devetog po redu Kolokvijuma o pripremi mineralnih sirovina ogleda se u tome da se održava u godini u kojoj se obeležava 70 godina pripreme mineralnih sirovina na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu.

Kolokvijum se tradicionalno održava na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu u toku jednog radnog dana, u okviru jedne ili više sednica na kojima se usmeno prezentiraju radovi pisani po pozivu na predloženu temu. Dosadašnje teme Kolokvijuma su bile: „Kolokvijum o flotaciji”, „Kolokvijum o pripremi mineralnih sirovina”, „Reagensi u pripremi mineralnih sirovina”, „Priprema mineralnih sirovina i zaštita okoline”, „Operaciona istraživanja i regulacija procesa pripreme mineralnih sirovina”, „Stanje i perspektive pripreme mineralnih sirovina u Srbiji”, „Priprema mineralnih sirovina i održivi razvoj” i „Savremena oprema za pripremu mineralnih sirovina”.

Ove godine Organizacioni odbor je odlučio da se IX Kolokvijum o pripremi mineralnih sirovina ne bavi jednom uskom stručnom problematikom, već da tematika skupa bude opšta. U tom smislu, ideja Organizatora bila je da se na jednom mestu okupe kolege sa fakulteta, instituta, iz privrednih i drugih organizacija i institucija, kako bi se zajednički sagledalo i analiziralo postojeće stanje u pripremi mineralnih sirovina. Kako bi ova tema bila što sveobuhvatnija, Organizacioni odbor je odabrao najaktuelnije teme i referente za koje je smatrao da su kompetentni za obradu i diskusiju po predloženim temama. Cilj Kolokvijuma bio je da se kroz prezentirane radove prikažu stanje i perspektive razvoja u našim najvećim i najznačajnijim postrojenjima za pripremu onih mineralnih sirovina koje su karakteristične za našu zemlju (uglja, ruda olova i cinka, ruda bakra, kvarcnih peskova, glina i dr.), kao i da se upoznamo sa novim trendovima i tehnologijama u pripremi mineralnih sirovina. Konačno, želja je da zajednički sagledamo mesto i aktuelnost pripreme mineralnih sirovina u rudarstvu uopšte, a posebno značaj, perspektive i pravce daljeg razvoja naše struke.

Našem pozivu odazvale su se kolegice i kolege iz kompanija Jugo - Kaolin doo Beograd, Rudarsko-topioničarskog basena Bor, Rudarskog basena „Kolubara”, rudnika olova i cinka „Veliki Majdan” i „Grot”, Ministarstva rudarstva i energetike, Tehničkog fakulteta u Boru, Rudarskog instituta u Beogradu, Instituta za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina u Beogradu i Instituta za rudarstvo i metalurgiju u Boru. Katedra za pripremu

mineralnih sirovina se zahvaljuje svim autorima radova. Oni će sigurno dati najbolje odgovore na mnoga pitanja, najbolje predstaviti svoje kompanije i rudnike, svoj rad i rezultate rada, upoznati nas sa planovima i perspektivama razvoja, a takođe nas upoznati i sa drugim značajnim oblastima i stanjem u našoj struci, kao i sa novim trendovima i tehnologijama. Svemu ovome sasvim sigurno će doprineti diskusije, predlozi, komentari, sugestije i mišljenja koje očekujemo na Kolokvijumu. Sigurno je da treba da saradujemo i razmenjujemo misli i ideje, jer ćemo, između ostalog, i na ovaj način dati doprinos očuvanju i razvoju pripreme mineralnih sirovina u našoj zemlji.

Organizacioni odbor

Beograd, oktobar 2018.

TEHNOLOŠKA UGLJA „TAMNA“

THE „TAMNA“ TECHNOLOGICAL

Gordana STOJANOVIC

Postrojenje za pripremu
[Gordana.Stojanovic](#)

IZVOD

U radu je opisana tehnologija pripreme uglja – rezerve, godišnje proizvodnje, kao i opis procesa i tehnološkog shemom, kao i opis toku. Novi deo procesa uključuje homogenizacijom uglja, kako bi se osigurala kvaliteta.

Ključne reči: Tamna

ABSTRACT

In this paper the technology of coal preparation is given, reserve, annual production, as well as the description with technical scheme of technological process and flow. The new part of the process involves homogenization of coal to ensure quality.

Key words: Tamna

UVOD

Kolubarski ugljeni
Beograda. Dolina
Kolubarski ugljeni

PERSPEKTIVE DALJEG RAZVOJA POSTROJENJA ZA FLOTACIJSKU KONCENTRACIJU PB-ZN RUDE "RUDNIKA GROT A.D." (BLAGODAT) - KRIVA FEJA (VRANJE)

PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT OF PLANTS FOR FLOTATION CONCENTRATION PB-ZN RUDE "MINE - GROT A.D." (BLAGODAT) - THE KRIVA FEJA (VRANJE)

Dragan RADULOVIĆ¹, Dragan ĐORĐEVIĆ², Ljubiša ANDRIĆ¹,
Mladomir ĐORĐIĆ²

¹Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina-ITNMS, Ul.
Franše D'Eperea 86, Beograd, e-mail: itnms@itnms.ac.rs

²Rudnik olova i cinka Grot A.D. Vranje Kriva Feja, e-mail: grotad@gmail.com

IZVOD

U ovom radu prikazani su rezultati rada Rudnika-Grot. Pre svega su prikazani stanje, tehnologija i način rada na rudi koja se u ovom trenutku eksploatiše i prerađuje.

U drugom delu rada je prikazana tehnološka inovacija iz 2017.kojom je izmenjena šema tehnološkog postupka u pogonu za flotiranje olovo-cinkane rude Rudnika Grot.

U trećem delu rada prikazana su ispitivanja kojima treba da se proširi eksploataciono polje Rudnika-Grot, na ležište Kula, i da uvećaju rezerve rude za buduću eksploataciju. U ovom delu ispitivanja obavljena sui obimna fizičko-hemijska i mineraloška ispitivanja rude, kao i tehnološki opiti flotiranja u laboratorijskom obimu kojima su dobijeni komercijalni koncentracije olova i cinka.

Ključne reči: olovo, cink, separacija, flotacijska koncentracija,

ABSTRACT

This paper presents the results of the work of Rudnik-Grot. First of all, the state of technology and way of working with ores which are being exploited and processed at this moment.

The second part of the paper presents a technological innovation from 2017, which changed the scheme of technological procedure in the flotation unit for lead-zinc mines from Grot Mine.

In the third part of the paper, investigations are carried out to broaden the exploitation field of Mine-Grot, to the Kula deposit, and to increase the ore cuts for future exploitation. In this part of the study, extensive physical-chemical and mineralogical ore tests were performed, as well as technological flotation experiments in the laboratory range, which resulted in commercial concentrations of lead and zinc.

Key words: lead, zinc, separation, flotation concentration

UVOD

Rudnik olova i cinka GROT AD – Kriva Feja je osnovan krajem 2007. god. posle privatizacije Rudnika GROT DP, koji je bio pravni sledbenik poznatog Rudnika RO Blagodat – Vranje. Time je GROT AD, kao rudnik pod novim imenom, nasledio znatno duži istorijat, čiji koreni sežu do 1911. kada je rudarsko društvo „*Societe commerciale d'Orientale*“ iz Milana (Italija) otvorilo rudnik sa separacijom „*Mine de Musul*“.

Prva sistematska geološka istraživanja ležišta Blagodat obavila je RMHK „Trepča“ u periodu 1963-67. Rezultat tih istraživanja bile su rudne rezerve A+B+C₁ kategorije od 4.8 Mt sa 4.16% Pb i 4.24% Zn. Od dana puštanja rudnika u rad 1974. do 31.12.2015. u svim revirima Blagodata istraženo je oko 7.7 Mt bilansnih rezervi i otkopano preko 6.4 Mt rovne rude, od momenta puštanja rudnika u rad. U toj količini je i 0.95 Mt rude, sa 2.44% Pb i 2.66% Zn, koju je otkopao i preradio rudnik GROT AD za osam godina svog rada. Rudnik GROT AD Kriva Feja nalazi se u jugoistočnoj Srbiji u Pčinjskom okrugu. Šire područje predstavlja jedno od najnerazvijenih oblasti Srbije i rudnik GROT AD je jedino aktivno preduzeće ovoga kraja koje upošljava oko 300 radnika. Većina zaposlenih je iz opština Vranje, Vladičin Han i Bosilegrad.

Osnovni projektovani parametri rada flotacije (Glavni tehnološki projekat, 1970.) su bili sledeći:

- kapacitet prerade 300.000t rovne rude godišnje sa 3,5% vlage odnosno 289.500t/god suve rude
- sadržaj metala u ulaznoj rudi 4.16% Pb + 4.24% Zn
- Bondov radni index rovne rude $W_i=12\text{kWh/t}$

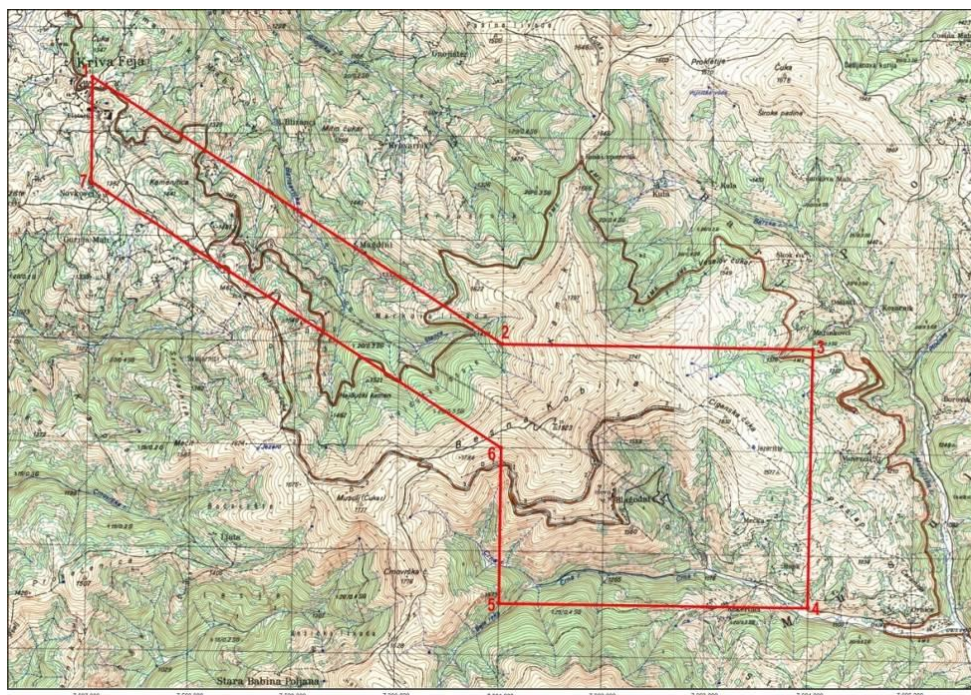
- koncentracija u pogonu za preradu se dobijaju postupkom flotacijske koncentracije sa sledećim vrednostima:

- kvalitet koncentrata olova = 70,0% Pb
- kvalitet koncentrata cinka = 52,0% Zn
- Iskorišćenje Pb = 85%
- Iskorišćenje Zn = 84%

GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE I GRAĐA LEŽIŠTA

Rudnik GROT AD vrši istraživanje i eksploataciju Pb-Zn rude u eksploatacionom polju Blagodat, koje i danas zadržava značajnu potencijalnost. Eksploataciono polje ima površinu od 11.6 km² i oblik složenog mnogougla. Eksploataciono polje je prikazano na slici 1.

Do 2015. je urađeno sedam geoloških elaborata o rezervama, u ležištu Blagodat (reviri Bare-Đavolja vodenica, Vučkovo i Đ. vodenica II), zaključno sa 2011. overeno je 469.131 t rezervi A+B+C₁ kategorije sa 3.95% Pb i 5.61% Zn.



Slika 1: Topografska karta TK-25 sa granicom eksploatacionog polja „Blagodat“

Celo rudno polje Blagodat i većina eksploatacionog polja, istočno od razvođa na Besnoj Kobili, pripadaju opštini Bosilegrad, a zapadni deo opštini Vranje.

Celokupno područje je izrazito planinsko sa dominantnim grebenom planine Besna Kobila (1923 m) koji je razvođe Crnomorskog i Egejskog sliva.

Geološke karakteristike šireg područja

Područje rudnog polja (RP) Blagodat u geotektonskom pogledu pripada središnjem delu Srpsko-makedonske mase.

Geološka građa

U geološkoj građi rudnog polja učestvuju kristalasti škriljci. Kristalasti škriljci pripadaju donjem kompleksu SMM ili Vlasinskom kompleksu, pokrivaju preko 80% površine RP-a Blagodat. Čine ih metamorfiti amfibolske, epidot-amfibolitske i grinšist facije. Izdvojene su dve serije. Lisinska i Vlasinska serija.

Lisinska serija se prostire u SI delu RP-a i predstavljaju je dva paketa. Na granici dva paketa i u gornjem, deponovane su najznačajnije rudne Pb-Zn rezerve u RP-u Blagodat.

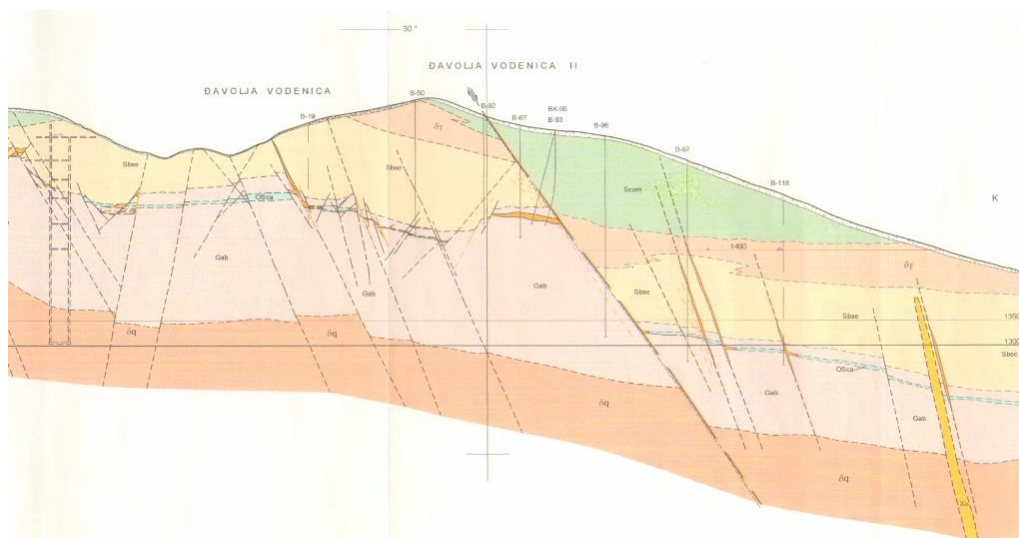
Vlasinska serija naleže na lisinsku seriju. Serija zelenih škriljaca je najviše rasprostranjena u rudnom polju. Serija zelenih škriljaca, na osnovu sadašnjeg stepena izučenosti, je nepovoljna sredina za formiranje Pb-Zn orudnjenja.

Pod terminom ležište Blagodat podrazumevamo celinu sa četiri revira: revir Blagodat, Bare-Đavolja vodenica, Vučkovo i Đavolja vodenica II, koji su u pogledu petrološkog sastava stena i mineraloškog sastava ruda, gotovo identični.

Obzirom da reviri ni prostorno nisu razdvojeni već su međusobno povezani malim rudnim telima, smatramo da reviri: Bare-Đavolja vodenica, Vučkovo i Đavolja vodenica II predstavljaju fizički produžetak matičnog revira Blagodat.

Ležište Pb-Zn Blagodat formirano je u metamorfnom kompleksu Srpsko-makedonske mase. Ležište Blagodat obuhvata dva revira: Bare-Đavolja vodenica i Đavolju vodenicu II, dok su najstariji revir Blagodat i revir Vučkovo otkopani.

Geološki profili kroz revire Bare-Đavolja vodenica i Đavolju vodenicu II, prikazan je na slici 2.



Slika 2: Geološki profil kroz revire Bare-Đavolja Vodenicu i Đavolja Vodenicu II. Legenda: *Scm* hloritsko-muskovitski škriljci; *δγ* granitizirani škriljci; *Sbs* biotitsko-sericitski škriljci; *Gab* gnajsevi; *OSca* ordovicijumski mermeri i kalkšisti (V.Radović i D.Križak, 1990).

Geološke rezerve u ležištu Blagodat

Ukupna količina proračunatih rezervi u ležištu Blagodat, po kategorijama, na kraju 2015. data je u tabeli 1.

Tabela 1: Rekapitulacija geoloških rezervi u ležište Blagodat

Ležište / revir	Kategorija	Ruda (t)	Sadržaj metala (%)		Količina metala (t)	
			Pb	Zn	Pb	Zn
Bare-Đavolja vodenica	B	100.413	3,48	3,43	3.496,76	3.443,46
	C ₁	232.508	4,97	5,68	11.558,60	13.221,15
	B+C ₁	332.921	4,52	5,01	15.055,36	16.664,61
Đavolja vodenica II	C ₁	228.987	3,00	3,69	6.865,30	8.450,33
Ležište Blagodat	B	100.413	3,48	3,43	3.496,76	3.443,46
	C ₁	461.495	3,99	4,69	18.423,90	21.671,48
	B+C ₁	561.908	3,90	4,47	21.920,66	25.114,94

Rezultati tehnoloških ispitivanja

Tokom višegodišnje proizvodnje vršena su mnogobrojna tehnološka ispitivanja rude u industrijskom obimu, nakon kojih su usledile mnoge izmene tehnološkog procesa. U toku 2016. godine izvršene su analize kompozitnih uzoraka koncentrata Pb i Zn proizvedenih u prvih 6 meseci tekuće godine. Kompoziti koncentrata su formirani od duplikata prodajnih lotova pri otpremi koncentrata. Hemijske analize kompozita koncentrata su prikazane u Tabeli 2.

Tabela 2: Sadržaj glavnih i pratećih elemenata u kompozitu koncentrata Pb i Zn, GROT AD, I-VI 2016.

Kompozit koncentrata	Pb %	Zn %	Fe %	S %	Ag ppm	Au ppm	Cu ppm	Cd ppm	As ppm	Ba ppm	Sr ppm	Bi ppm	Sb ppm	Co ppm	Cr ppm	Mn ppm	Mo ppm
K/Pb 43	74.3	4.52	1.39	14.57	224	0.237	9250	386	87	10	7	86	110	7	5	497	134
K/Zn 42	3.07	51.42	6.71	27.98	41.1	0.083	15300	>1000	55	20	16	<2	<5	66	50	3130	23

Pb-koncentrat, pored Pb ima povećan sadržaj drugih metala čiji je galenit nosioc Ag, Sb, Bi i As (izdvajanja tenantita i tetradrita), dok se bakar javlja kao posledica složenog prorastanja halkopirita sa galenitom. **Zn-koncentrat**, pored Zn ima povećan sadržaj metala čiji je sfalerit nosioc (Cd i Cu), a usled izomorfne zamene Zn sa Fe, Mn i Co, sadrži i povećan sadržaj tih metala.

Rezultati koji se poslednjih godina ostvaruju u flotaciji su na nivou projektovanih. Na osnovu mineraloških ispitivanja tokom prerade blagodatnog tipa rude potencionalne poteškoće mogu nastati zbog prorastanja galenita sa magnetitom, manje i sfalerita sa magnetitom kao i prisustva oksidnih minerala olova i cinka. Proces flotiranja može ponekad otežati i povećano prisustvo grafita. Izrazito visok sadržaj oksidnih minerala u rudi olova (do 50%) i cinka (do 12%) doveli su do brojnih izmena u šemi tehnološkog procesa i režimu reagenasa. Stepenn oksidacije rudnih tela koja su bila u eksploataciji u periodu 2011-15. može se oceniti na osnovu godišnjih laboratorijskih izveštaja o radu flotacije (Tabela 3).

U ovih pet godina oksidno olovo u rudi je variralo od 0.45% (19.56 rel.%) do 0.69% (33.66 rel.%). U istom periodu oksidni cink varira od 0.11%, (4.49 rel.%) do 0.22% (7.75 rel.%). Sadržaja Pb_{ox} u otoku jalovine se kreće od 69.44-77.27%) sledi da gubitak Pb ne zavisi linearno od sadržaja Pb_{ox} u rudi. To potvrđuju i duplo niži sadržaji Pb_{ox} u jalovini. Nasuprot olovu, gubitak cinka je srazmeran sadržaju Zn_{ox} u rudi i on se koncentriše u jalovini, pa je i sadržaj Zn_{ox} u rudi skoro jednak sadržaju u jalovini.

Tabela 3: Udeo oksidnog Pb i Zn u prerađenoj rudi ležišta Blagodat, u periodu 2011-15. g.

**IX KOLOKVIJUM O PRIPREMI MINERALNIH SIROVINA,
UNIVERZITET U BEOGRADU, RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET**

Godina	Flotacijski proizvod	Analize totalnih i oksidnih metala (%)					
		Pb Σ	Pb _{ox}	Pb _{ox} /Pb Σ	Zn Σ	Zn _{ox}	Zn _{ox} /Zn Σ
2011.	Ulaz	2.30	0.45	19.56	2.45	0.11	4.49
	K/Pb	75.21	-	-	4,86	-	-
	K/Zn	2.89	-	-	50,40	-	-
	J	0.28	0.20	71.43	0,26	0.10	38.46
2012.	Ulaz	2.80	0.68	24.29	2.70	0.14	5.18
	K/Pb	76.09	-	-	4.46	-	-
	K/Zn	3.10	-	-	50.95	-	-
	J	0.47	0.35	74.47	0.31	0,13	41.93
2013.	Ulaz	2.30	0.49	21.30	2.43	0.14	5.76
	K/Pb	75.69	-	-	4.64	-	-
	K/Zn	2.89	-	-	50.95	-	-
	J	0.35	0.25	71.43	0.30	0.11	36.67
2014.	Ulaz	2.05	0.69	33.66	2.84	0.22	7.75
	K/Pb	75.54	-	-	4.53	-	-
	K/Zn	2.71	-	-	51.00	-	-
	J	0.36	0.25	69.44	0.32	0.19	59.37
2015.	Ulaz	2.30	0.57	24.78	2.34	0,15	6.41
	K/Pb	75.04	-	-	3.98	-	-
	K/Zn	2.57	-	-	50.98	-	-
	J	0.44	0.34	77.27	0.30	0.13	43.33

Materijalni bilans rada flotacije rudnika GROT AD u periodu 2011-15. godine. je prikazan u Tabeli 4. Materijalni bilans za 2016. godinu prikazan je u Tabeli 5.

Tabela 4: Materijalni bilans rada flotacije, period 2011-15. god.

God.	Ruda (t)	Sadržaji u rudi (%)		Količina metala (t)		Proizvodnja koncentrata (t)		Koncentrat Pb		Koncentrat Zn	
		Pb	Zn	Pb	Zn	Pb	Zn	(%)	(t)	(%)	(t)
2011	11907	2.3	2.5	2738.6	3072.0	3180	5595	75.2	2391.6	50.4	2819.8
2012	11590	2.8	2.7	3245.4	3129.5	3275	5505	76.0	2491.9	50.9	2804.8
2013	13685	2.3	2.4	3147.6	3325.5	3345	5945	75.6	2531.8	50.9	3028.9
2014	15335	2.0	2.8	3143.8	4355.3	3603	8045	75.5	2721.7	51.0	4102.9
2015	18024	2.2	2.3	4091.4	4307.7	4490	7950	75.4	3389.5	50.7	4033.8
Σ	70543	2.3	2.5	16367.	18190.	1789	3304	75.6	13526.	50.8	16790.

	3	2	8	0	3	3	0	0	7	2	4
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabela 5. Bilans rada postrojenja za preradu Pb-Zn rude Rudnika Grot za 2016. godinu

Proizvod	Masa		Pb, %	Zn, %	Masa metala, t		Iskorišćenje, %	
	(t)	(%)			Pb	Zn	I Pb, %	I Zn, %
Ulaz	161.938	100,00	2,26	2,43	3659,799	3935,093	100,00	100,00
K/Pb	4.140	2,56	74,93	4,51	3102,102	186,714	84,76	4,74
Otok Pb	157.798	97,44	0,35	2,38	557,697	3748,379	15,24	95,26
K/Zn	7.285	4,50	2,72	50,35	198,152	3667,997	5,41	93,21
J	150.513	92,94	0,39	0,29	359,545	80,382	9,83	2,05

INOVACIJA I IZVRŠENE IZMENE U POSTROJENJU ZA FLOTACIJSKU KONCENTRACIJU

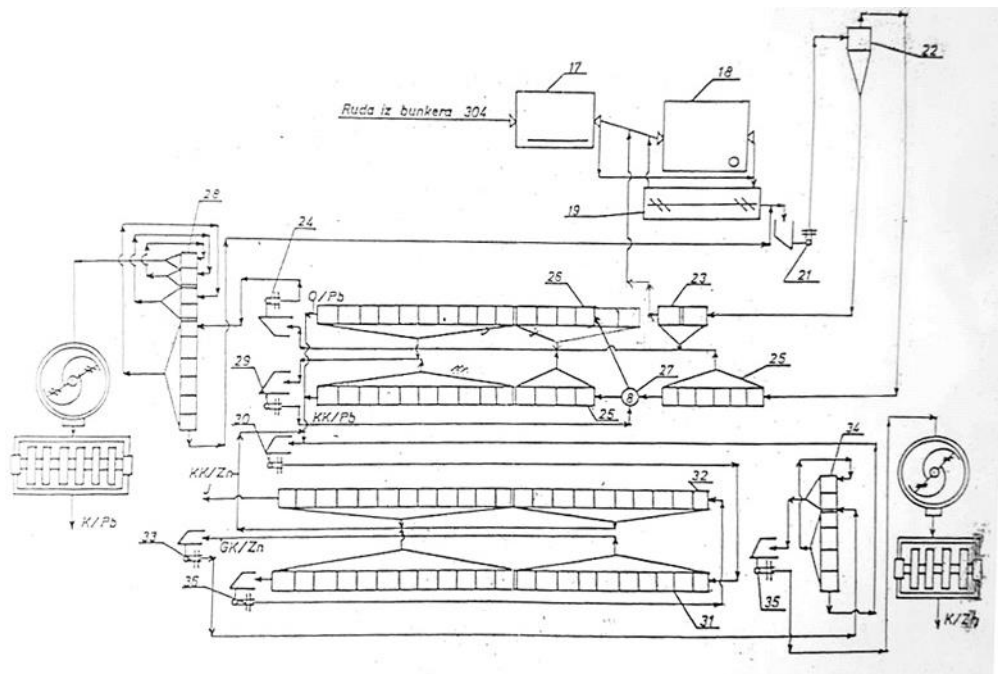
Pre uvođenja inovacije na liniji za flotiranje olova i cinka, tokom dužeg niza godina izvršene su izmene projektovanog tehnološkog procesa.

Izvršene tehnološke izmene u preradi rude u prethodnom periodu

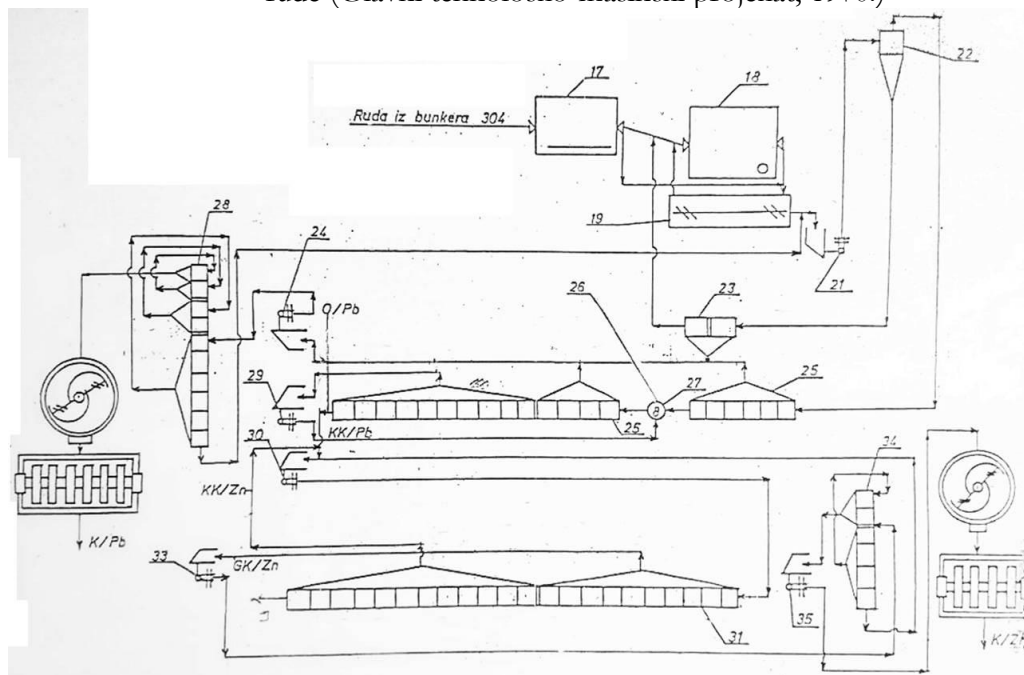
U odnosu na šemu tehnološkog postupka flotiranja definisanu Glavnim Rudarskim Projektom (slika 3), pogon za flotiranje Rudnika- Grot radi već duži niz godina sa sledećim izmenama:

- Smanjen kapacitet prerade rovne rude sa projektovanih 300.000 t/god (289.500 t/god. suve rude po Glavnom Tehnološko-mašinskom projektu iz 1970. godine), na 136.855 t suve rude 2013. godine, 153.357 t suve rude 2014., 180 242 t suve rude 2015. god. (Tabela 4) i 161.938 t suve rude 2016. god (Tabela 5).
- Smanjen sadržaj metaličnih minerala u ulaznoj rudi, zbirno (Pb + Zn) na i ispod 5% metala (4,63% zbirno Pb+Zn, Tabela 5), u odnosu na tehnološki postupak koji je definisan Glavnim Tehnološko-mašinskom projektom iz 1970. godine o preradi rude ležišta „Blagodat“, kojim je predviđeno da sadržaj u ulaznoj rudi, bude zbirno 8,6 % metala (Pb + Zn).
- Povećan sadržaj minerala jalovine u rudi i porasta tvrdoće same rude, doveli do porasta Bondovog radnog indexa sa 12kWh/t (na koliko je projektovano postrojenje prema Glavnom Tehnološko-mašinskom projektu 1970. god.) za oko 21% na 14,531kWh/t (Studija o određivanju Bondovog radnog indexa, ITNMS 2017. god.). Kao posledica došlo do povećanja troškova za usitnjavanje

- rude i do povećanja potrošnje energije za preradu rude sa 34kWh/t (Glavni Tehnološko-mašinski projekat 1970. god.) na 39-40kWh/t.
- U pogonu za flotiranje se ne koriste kondicioneri za uslovljavanje pulpe kako pre postupka flotiranja minerala olova tako ni pre postupka flotiranja minerala cinka. Postojećom primenjenom tehnološkom šemom ruda posle mlevenja i klasiranja odlazi direktno u flotacione mašine. Prema važećem Glavnom Tehnološko-mašinskom projektu iz 1970. godine o preradi rude ležišta „Blagodat“ predviđeno je da postoje dva kondicionera jedan za ciklus Pb-olova i drugi za ciklus flotiranja Zn-cinka, za ciklus Pb-olova (poz. 26) zapremine $V=43m^3$, i za ciklus flotiranja Zn-cinka (poz 53.) 2 kondicionera zapremine od po $V=22 m^3$, odnosno ukupne zapremine od $V=44m^3$.
 - Povećan sadržaj vlage (vode) u rudi daleko iznad projektovanog sadržaja od 3,5% (Glavni Tehnološko-mašinski projekat, 1970.), prema bilansima prerade rude srednji sadržaj vlage u rudi je 8%
 - Izmenjena je potrošnja normativa (definisana Glavnim tehnološkim projektom 1970. -Bilans potrošnje normativa za flotaciju), i u praksi je za 2016.daleko manja od predviđene dok je za 2017. i zvanično smanjena potrošnja normativa u pogonu za flotiranje



Slika 3. Projektovana šema tehnološkog postupka flotacijske koncentracije Pb-Zn rude (Glavni tehnološko-mašinski projekat, 1970.)



Slika 4. Inovirana šema tehnološkog postupka flotacijske koncentracije Pb-Zn rude

Uvedene Inovacije u pogonu za flotiranje „Rudnika -Grot“- Kriva Feja

U toku 2017. god. u pogonu za flotiranje uvedene su sledeće inovacije koje su trebale da unaprede proces prerade rude:

- Inovacija na olovu primenjuje se od 25. marta 2017 god.(dnevna smena), ukidanje jednog flotacijskog reda ćelija od dotadašnja dva (Inovirana šema pogona za flotiranje, Slika 4),
- Inovacija na cinku primenjuje se od 08. 08. 2017 god.(dnevna smena), ukidanje jednog flotacijskog reda ćelija od dotadašnja dva (Inovirana šema pogona za flotiranje, Slika 4)

Efekti uštede primenjenih inovacija na proces prerade rude „Rudnika-Grot“- Kriva Feja:

IX KOLOKVIJUM O PRIPREMI MINERALNIH SIROVINA,
UNIVERZITET U BEOGRADU, RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET

- Ukidanjem za operativnu upotrebu celog flotacijskog reda u ciklusu flotiranja olova- Pb (16 flotacijskih ćelija zapremine $V=1,6m^3$), stavljeno je van upotrebe ukupno 22 el. motora, različite snage i samim tim je smanjena potrošnja električne energije za 93,4kW po jednom času rada pogona za flotiranje
- Ukidanjem za operativnu upotrebu celog flotacijskog reda u ciklusu flotiranja cinka- Zn (22 flotacijskih ćelija zapremine $V=1,6m^3$), stavljeno je van upotrebe ukupno 30 el. motora, različite snage i samim tim je smanjena potrošnja električne energije za 137,4kW po jednom času rada pogona za flotiranje.

Isključivanjem dva reda flotacionih ćelija, bitno je smanjen broj potrošača električne energije, i napravljena je značajna ušteda, budući da Rudnik-Grot utrošenu električnu energiju plaća po ceni of 8,94 RSD/kWh). Sa stanovišta uštede električne energije efekti primenjenih inovacija isključivanja oba reda flotacionih ćelija su sledeći:

- $P_{isk.Pb}=93,4$ kW snaga isključenih potrošača u liniji za flotiranje olova
- $P_{isk.Zn} =137,4$ kW snaga isključenih potrošača u liniji za flotiranje cinka što ukupno zbirno predstavlja snagu od: $P_{isk.Pb\&Zn} =230,8$ kW isključenih potrošača na liniji za preradu Pb i Zn
-

Kako pogon radi $t_m = 600h/mesečno$, odnosno $t_g = 7200h/godišnje$, ušteda u potrošnji električne energije i u novčanim sredstvima prikazana je u tabeli 6.

Tabela 6. Ekonomski efekti primenjene Inovacije na liniji flotiranja olova i cinka

Snaga isključenih potrošača		Ušteda električne energije mesečno, kWh		Ušteda u novčanim sredstvima mesečno, RSD	
Na liniji olova, kW	Na liniji cinka, kW	Na liniji olova, kWh	Na liniji cinka, kWh	Na liniji olova, RSD	Na liniji cinka, RSD
93,4	137,4	56.040	82.440	500.997,6	737.013,6
		Ukupna mesečna ušteda el.energije, kWh		Ukupna mesečna ušteda u novčanim sredstvima, RSD	
		138.480		1.238.011,2	
		Ušteda električne energije na godišnjem nivou, kWh		Ušteda u novčanim sredstvimagodišnje, RSD	
		Na liniji olova, kWh	Na liniji cinka, kWh	Na liniji olova, RSD	Na liniji cinka, RSD
		672.480	989.280	6.011.971,2	8.844.163,2
Ukupna godišnja ušteda el.energije, kWh		Ukupna godišnja ušteda u novčanim sredstvima, RSD			

		1.661.760	14.856.134,4
--	--	------------------	---------------------

Uvedena inovacija na liniji za preradu Pb i Zn sa stanovišta uštede električne energije na godišnjem nivou iznosi **1.661.760 kWh**, odnosno ušteda u novčanim sredstvima za utrošenu električnu energiju iznosi na godišnjem nivou **14.856.134,4 RSD**. Ova ušteda na godišnjem nivou iznosila je oko **125.000€**.

Ova ušteda u vidu utroška električne energije je najmanja moguća koja se ostvaruje jer pored ove uštede postoji i ušteda koja nije uračunata a koja se odnosi na uštedu u rezervnim delovima ukinutih flotacijskih ćelija, pumpi, regulatora nivoa u ćelijama, skidača pene itd...Svi ovi sklopovi podležu održavanju, zameni delova za prenos energije, pokretnih delova koji se habaju u radu itd.. čija je zamena vremenski definisana (posle određenog broja operativnih časova rada) osim toga postoji stalna potreba za primenom maziva radi podmazivanja. Da bi se sve ove operacije održavanja uspešno obavile potreban je utrošak izvesnog broja radnih sati kvalifikovane radne snage (električara, bravara...), pa ukidanjem pomenutih uređaja se štedi i na broju radnih sati potrebnih za ovu namenu. Sve ove stvari nisu beznačajne tako da se i njihova vrednost na godišnjem nivou meri stotinama hiljada dinara. Stoga se može reći da je izračunata ostvarena ušteda samo na bazi smanjenja utroška električne energije minimalna jer nisu uzete u obzir ove dodatne gore pomenute uštede.

Efekti uvedene inovacije na tehnološke parameter (kvalitete koncentrata K/Pb i K/Zn, njihovu selektivnost i iskorišćenje) u postrojenju za flotiranje

Razmatranjem i komparacijom materijalnih bilansa prerade rude na godišnjem nivou za kalendarsku 2013., 2014., 2015. i 2016. godinu, kao i bilansa i rezultata hemijskih analiza na mesečnom nivou od septembar 2016. god. do septembra 2017. god. (pre i posle uvođenja inovacije, vršena je analiza i sagledavan je uticaj uvedene inovacije na parametre tehnološkog postupka prerade Pb-Zn rude.

Tehnološki parametri(kvalitet koncentrata K/Pb i K/Zn, njihova selektivnosti iskorišćenje) u postrojenju za flotiranje, pre uvođenja Inovacija na olovu i cinku

Pre uvođenja prve Inovacijena olovu od 25. marta 2017 god.(dnevna smena), ukidanjem jednog flotacijskog reda ćelija od dotadašnja dva, analizirani su bilansi prerade rude. Iz ovih bilansa se može se konstatovati da je ulazna ruda relativno siromašana i daleko ispod sadržaja za koje je postrojenje

projektovano. Postrojenje je Glavnim Tehnološko-mašinskom projektom iz 1970. godine projektovano za ulaznu rudu sa zbirnim sadržajem metala u rudi (Pb +Zn) od 8,4%. Ulazna ruda prema hemijskim analizama i bilansima metala se kreće sa sadržajem od 1,77% Pb i 1,85% Zn (decembar 2016) do 2,27% Pb i 2,64% Zn (mart 2017.).

Uvidom u mesečne i godišnje materijalne bilanse prerade Pb-Zn rude može se konstatovati da su pre uvođenja inovacije, dobijeni koncentracije Pb i Zn bili daleko iznad potrebnog tržišnog kvaliteta. Naime, u K/Pb sadržaj Pb se kreće od 73,67% (novembar 2016.) -75,74% (septembar 2016.), dok je u K/Zn sadržaj Zn 48,99% (decembar 2016.)- 51,38% (novembar 2016.). Prema zahtevima tržišta potrebno je da: K/Pb budu sa sadržajem Pb iznad 70%, i da K/Zn budu sa sadržajem Zn iznad 48%.

Sa stanovišta selektivnosti i tu je situacija pre uvođenja inovacije bila zadovoljavajuća, naime sadržaj Pb u K/Zn se kretao od 1,93% (novembar 2016.) do 3,18 % (oktobar 2016.), dok se sadržaj Zn u K/Pb kretao od 4,08% (mart 2017.) do 5,15% (januar 2017.). Inače prema tržišnim zahtevima se smatra da sadržaj Zn u K/Pb do 6% nije štetan.

Što se tiče iskorišćenja pre uvođenja inovacije na liniji olova, ono se za galenit (olovo) u K/PbS kretalo u širokim granicama od 76,58% (decembar 2016.) do 94,23% (novembar 2016.), što se tiče sfalerita (cinka) njegovo iskorišćenje u K/ZnS se u periodu pre uvođenja inovacije na olovu kretalo od 91,15% (septembar 2016) do 95,18% (novembar 2016.). Srazmerno visokom kvlitetu koncentrata K/PbS i K/ZnS, i dobroj ostvarenoj selektivnosti, malo je iskorišćenje PbS u K/ZnS i jalovini, kao i obratno ZnS u K/PbS i jalovini.

Efekti uvedene inovacije na liniji za flotiranje olova na tehnološke parametre(kvalitete koncentrata K/Pb i K/Zn, njihovu selektivnost i iskorišćenje)

Posle uvođenja Inovacije na olovu 25.03.2017. analizirani su mesečni materijalni bilansi prerade rude od aprila 2017. do jula 2017. Pregledom bilansa i hemijskih analiza posle uvođenja Inovacije na liniji za flotiranje olova može se konstatovati da je sadržaj metala u ulaznoj rudi nešto veći nego u prethodnom period zbirno (Pb+Zn) iznad 4,7 dok je u maju 2017. zbirno bio iznad 5% (sadržaj Pb u ulazu 2,55% i Zn 3,13%).

Uvidom u mesečne materijalne bilanse prerade Pb-Zn rude (u periodu april –jul 2017. god.) može se konstatovati da su posle uvođenja inovacije, dobijeni koncentracije Pb i Zn i dalje bili daleko iznad potrebnog tržišnog kvaliteta.

Naime, u K/Pb sadržaj Pb se kreće od 74,15% (jul 2017.) do 75,42% (april 2017.), dok je u K/Zn sadržaj Zn 49,59% (april 2017.)- 50,42% (jun 2017.). Sa ovim sadržajem metala, koncentrat K/Pb i K/Zn, u ovom periodu posle uvođenja Inovacije na olovu, zadovoljavaju zahteve tržišta.

Sa stanovišta selektivnosti posle uvođenja inovacije situacija je bila zadovoljavajuća, mada postoji izvestan porast sadržaja Zn u koncentratu Pb. Naime sadržaj Pb u K/Zn se kretao od 2,39% (april 2017.) do 3,96 % (jul 2017.), dok se sadržaj Zn u K/Pb kretao od 4,40% (april 2017.) do 6,06% (jul 2017.). Kako se prema tržišnim zahtevima smatra da sadržaj Zn u K/Pb do 6% nije štetan, to se koncentrat olova K/Pb sa sadržajem Zn od 6,06% nalazi na granici dozvoljenih tržišnih zahteva.

Što se tiče iskorišćenja posle uvođenja inovacije na liniji olova, ono se za galenit (olovo) u K/PbS kretalo u širokim granicama od 84,13% (maj 2017.) do 94,42% (april 2017.). Kod sfalerita su takođe dobijeni dobri rezultati, odnosno njegovo iskorišćenje u K/ZnS se u periodu posle uvođenja inovacije na olovu kretalo od 94,60% (jun 2017.) do 94,83% (maj 2017.). Srazmerno visokom kvlitetu koncentrata K/PbS i K/ZnS, i dobroj ostvarenoj selektivnosti, malo je iskorišćenje PbS u K/ZnS i jalovini, kao i obratno ZnS u K/PbS i jalovini.

Efekti uvedene inovacije naliniji flotiranja olova i cinkana tehnološke parameter (kvalitete koncentrata K/Pb i K/Zn i njihovu selektivnost)

Posle uvođenja Inovacije na cinku 08.08.2017. analizirani su mesečni materijalni bilansi prerade rude za avgust 2017. i septembar 2017 sa hemijskim analizama u istom periodu. Uvidom u mesečne materijalne bilanse prerade Pb-Zn rude (za mesece avgust i septembar 2017. god.) može se konstatovati da su posle uvođenja inovacija, kvalteti dobijenih koncentrata Pb i Zn poboljšani (došlo do porasta sadržaja metala u njima) i da su i dalje bili daleko iznad potrebnog tržišnog kvaliteta. Naime, u K/Pb sadržaj Pb je 77,28% (avgust 2017.) i 76,22% (septembar 2017.), dok je u K/Zn sadržaj Zn 51,29% (avgust 2017.) i 50,43% (septembar 2017.). Sa ovim sadržajem metala, koncentrat K/Pb i K/Zn, u ovom periodu posle uvođenja Inovacija na olovu i cinku, zadovoljavaju zahteve tržišta.

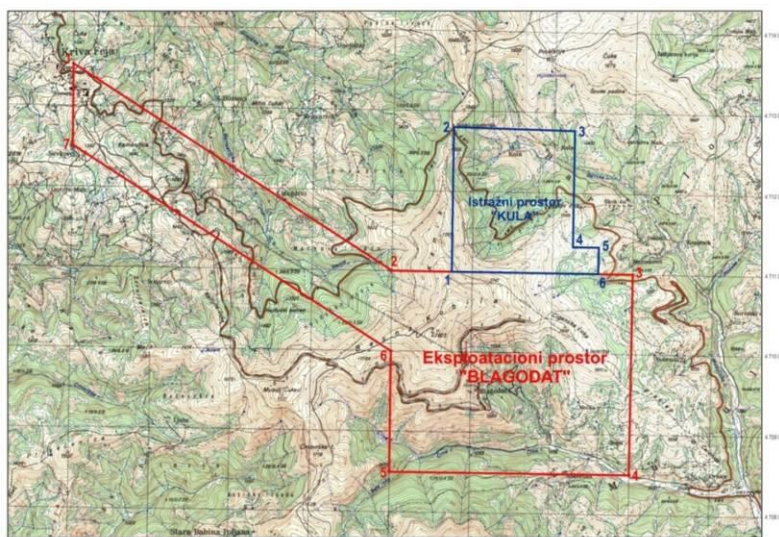
Sa stanovišta selektivnosti posle uvođenja inovacija na olovu i cinku situacija je bila dobra, jer je sadržaj Zn u koncentratu Pb u ova dva meseca bio ispod 5%, što je bolje od rezultata koji su dobijani pre uvođenja inovacija. Naime sadržaj Pb u K/Zn je bio 3,65% (avgust 2017.) i 2,49% (septembar 2017.), dok je sadržaj Zn u K/Pb bio 4,21% (avgust 2017.) i 4,72% (septembar 2017.). Sa

stanovišta sadržaja metala u njima i selektivnosti, oba koncentrata (K/Pb i K/Zn) dobijena posle uvođenja inovacija na olvu i cinku su odličnog tržišnog kvaliteta.

Što se tiče iskorišćenja galenita u K/PbS i sfalerita u K/ZnS, posle uvedene tehnološke inovacije na obe linije flotiranja, može se konstatovati sledeće da se iskorišćenje PbS u K/PbS kretalo od nivou 88,73% (avgust 2017.) do 88,86% (septembar 2017.), dok je iskorišćenje ZnS u K/ZnS bilo 94,06%(septembar 2017.) i 94,63 (avgust 2017.). Srazmerno visokom kvlitetu koncentrata K/PbS i K/ZnS, i dobroj ostvarenoj selektivnosti, malo je iskorišćenje PbS u K/ZnS i jalovini, kao i obratno ZnS u K/PbS i jalovini.

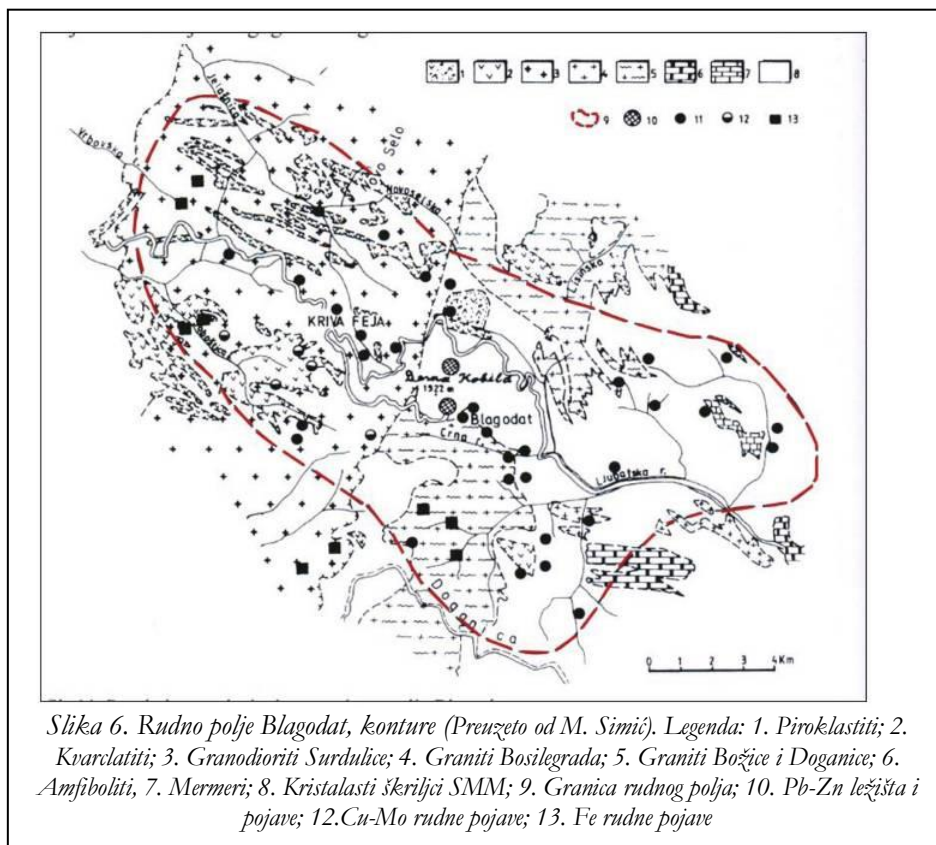
Proširenje eksploatacionog polja na delu ležišta Kula-Grot i uvećanje rezervi rude

Lokalitet Kula i istraženo ležište „Kula“ nalaze se u severnom delu rudnog polja Blagodat, van kontura odobrenog eksploatacionog prostora na kome Rudnik olova i cinka „Grot“ AD vrši eksploataciju. Ležište „Kula“, koje je predmet ispitivanja nalazi se u okviru istražnog prostora koji je odobren privrednom društvu Rudnik olova i cinka „Grot“ AD iz Krive Feje. Istražni prostor pripada severozapadnom delu rudnog polja Blagodat. Teren je na istočnim padinama planine Besne Kobile, između grebena Ciganska čuka-Jezerište i zaseoka Kula mahala. Južna granica istražnog polja se oslanja na krajnji SI deo eksploatacionog polja Blagodat (slika 5). Površina istražnog polja iznosi 2,80 km².



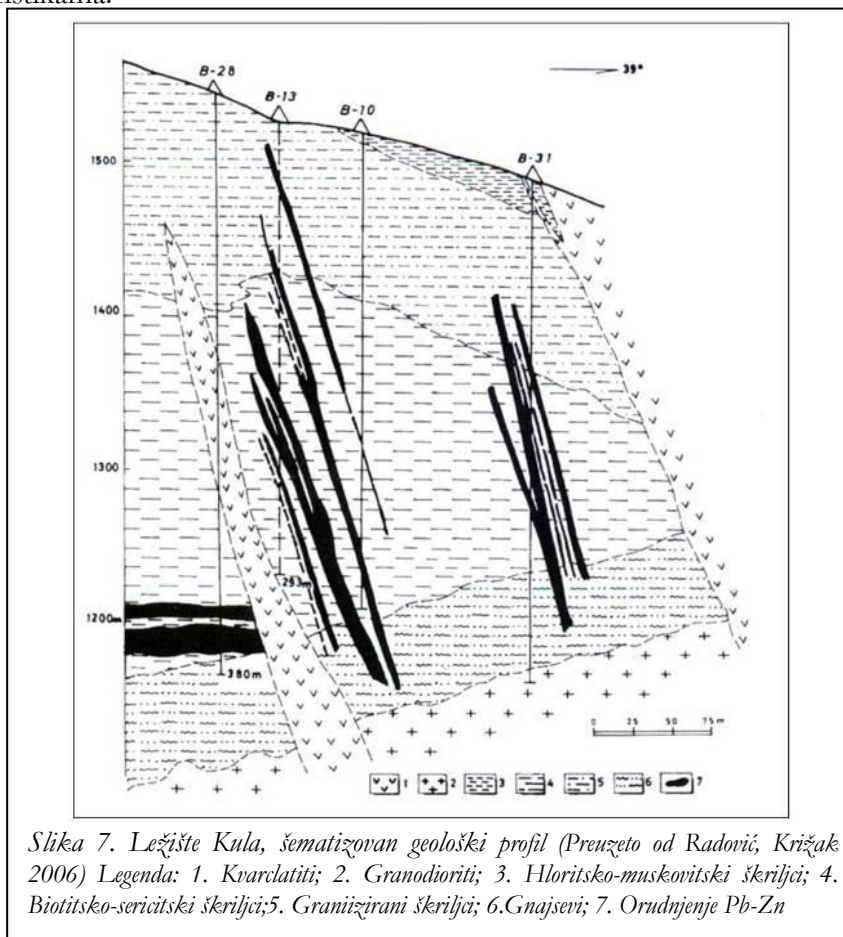
Slika 5. Topografska karta šireg područja sa ucrtanim granicama eksploatacionog polja „Blagodat“ i istražnog prostora „Kula“

Dosadašnjim istraživanjima u rudnom polju Blagodat utvrđene su ekonomske koncentracije Pb-Zn rude u pet ležišta: Blagodat, Bare-Đavolja vodenica, Vučkovo, Đ. vodenica-II i Kula. Granice rudnog polja Blagodat, odnosno njegova površina, po pojedini autorima varira. Tako B. Jović, M. Pejčić i S. Janković, u različitim projektima, izveštajima i studijama do 1997. godine navode da rudno polje zahvata površinu od 60-80 km², između vrhova Besna Kobilica (k. 1.923 m) na zapadu, Valoga (k. 1.829 m) na SI i Oštre čuke (k. 1.700 m) na JI, dok sa druge strane M. Simić, u svojoj doktorskoj disertaciji iz 1997. godine naglašava da se rudno polje Blagodat prostire na površini od oko 120 km² i to od Nesvrta i Krive Feje na SZ do Donje Ljubate i Doganice na JI (slika 6).



Geološka građa ležišta Blagodat, Bare-Đavolja Vodenica, Vučkovo, Đavolja Vodenica II i Kula, u petrografskom pogledu su gotovo idntentična

ležištu Blagodat (u užem smislu). Isti je slučaj i sa strukturno-tektonskim karakteristikama.



Razlomne zone predstavljaju glavni kontrolni faktor lokalizacije orudnjenja, jer su značajno uticale na poziciju kako tercijarnih magmata, tako i na formiranje rudnih pojava odnosno Pb-Zn mineralizacije. Prerudni, intrarudni i postrudni tektonski pokreti usloveli su složenu građu ovih ležišta. I pored ovih zajedničkih karakteristika, odnosno konstatacije da Bare-Đavolja Vodenica, Vučkovo, Đavolja Vodenica II i Kula predstavljaju na neki način sastavni deo ležišta Blagodat zbog nekih specifičnosti (strukturno-morfoloških karakteristika) većina autora koji su se bavili ovom problematikom naglašava postojanje 5 ležišta.

Proračun geoloških rezervi u ležištu Kula-Grot je izvršen u dvanest rudnih tela. Ukupne proračunate geološke rezerve u ležištu Kula u ovih dvanaest rudnih tela iznose 604.448 tona sa srednjim sadržajem metala 3,85 % Pb i 4,36 % Zn.

Tabela 7. *Rekapitulacija geoloških rezervi po kategorijama u ležištu Kula*

Kategorija	Zapremina rudnog tela (m ³)	Zapreminska masa (t/m ³)	Rezerve rude (t)	Srednji sadržaji metala u rudnom telu		Rezerve metala	
				Pb, %	Zn, %	Pb, t	Zn, t
B	99.178,00	2,85	282.657,30	4,50	4,18	12.745,05	11.828,85
C1	114.251,00	2,85	325.615,35	3,29	4,52	10.697,95	14.711,12
Ukupno	213.429,00	2,85	608.272,65	3,85	4,36	23.443,01	26.539,97

Prema sadržajima metala u rudnim telima ukupna količina metala u proračunatim rezervama iznosi oko 50.000 tona metala olova i cinka. Pored olova i cinka u rudi ležišta Kula, kao i u ostalim ležištima rudnog polja Blagodat, prisutno je i srebro u relativno niskim sadržajima koji se u analiziranim probama kreće od nekoliko do 20-tak g/t. U retkim pojedinačnim probama iz tankih masivnih žica koje nisu ušle u obačun rezervi sadržaji srebra dostižu i preko 50 g/t. Na osnovu raspoloživih podataka u obračunatim rezervama rude srednji sadržaj srebra je oko 15 g/t.

Tehnološka ispitivanja uzorka rude Kula Grot

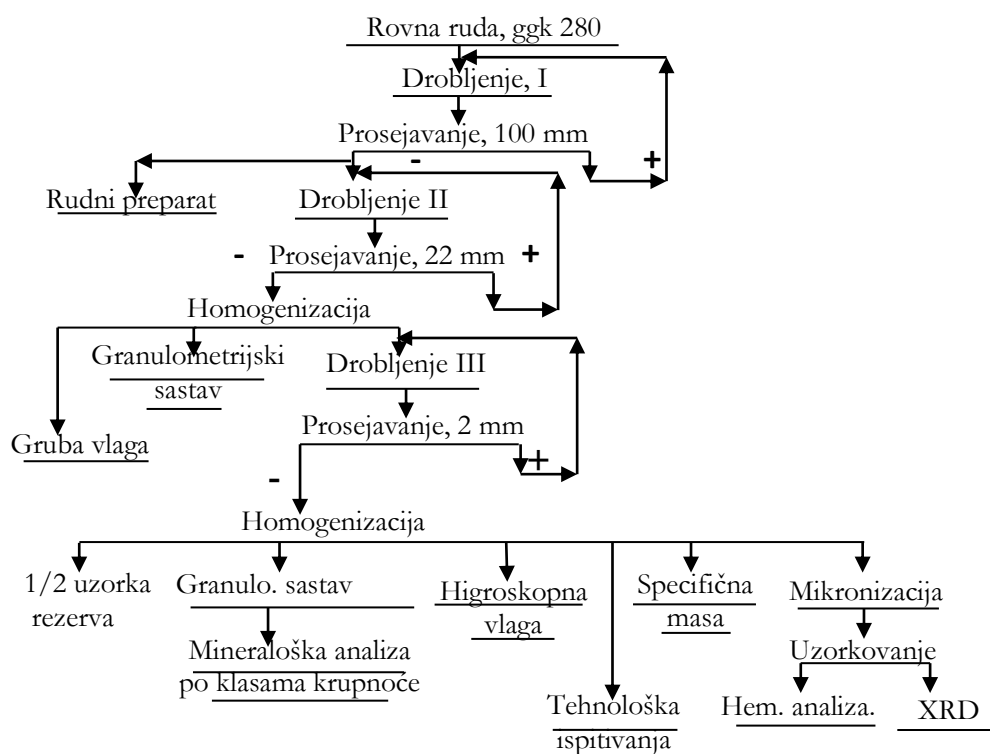
Na uzorku „Pb-Zn“ rude ležišta Kula iz rudnika „Grot -Kriva Feja“ - Vranje mase m=465,6 kg, ggk bila 280mm dopremljenom u ITNMS-u su obavljena fizičko-hemijska i mineraloška ispitivanja u cilju detaljnog definisanja svih parametara koji su potrebni kao podloge za dalja tehnološka ispitivanja “Pb-Zn” rude iz ležišta “Kula-Grot”.

Priprema i uzorkovanje uzorka za laboratorijsku obradu

Polazni uzorak rude, je usitnjen primarnim drobljenjem na krupnoću -100mm, iz primarnog usitnjenog uzorka uzeti su uzorci rude za pravljenje rudnog preparata. Posle toga primarni uzorak je izdrobljen na krupnoću -22mm. Iz njega uzet je uzorak za određivanje grube vlage i za određivanje granulometrijskog sastava. Nakon homogenizacije uzorak rude krupnoće -22mm je podeljen na dva uzorka od kojih je jedna polovina izdvojena kao rezerva, a druga polovina je usitnjen na krupnoću od -2mm. Na uzorku krupnoće -2mm, su obavljena fizičko-

hemijska i mineraloška ispitivanja. Posle homogenizacije iz rude krupnoće -2mm, su izdvojeni uzorci mase $m=1\text{kg}$, za određivanje i analize: higroskopne vlage, specifične zapreminske mase, granulometrijskog sastava, mineralogije, hemijskog sastava rude i za tehnološka ispitivanja (opite flotacijske koncentracije, opite meljivosti).

Kvalitativna mineraloška analiza obavljena je na na rudnom preparatu, a pored toga urađena je i kvalitativna mineraloška analiza na polarizacionom mikroskopu u propuštenoj svetlosti uzorka rude po klasama krupnoće i XRD rendgenska difrakciona analiza. Način pripreme uzorka za fizičko-hemijsku i mineralošku karakterizaciju prikazan je na slici 8.



Slika 8. Pisana šema pripreme rude „Kula-Grot“ za fizičko-hemijska i mineraloška ispitivanja

Fizičko-hemijska i mineraloška karakterizacija uzorka

Na uzorku rude „Kula-Grot“ obavljena su ispitivanja kojima su određene fizičko-hemijske i mineraloške osobine uzorka rude „Kula-Grot“, kao osnovza validaciju rude i osmišljavanje programa tehnoloških ispitivanja.

Fizička karakterizacija uzorka

U okviru fizičke karakterizacije rude posle primarnog drobljenja na ggk 100 mm, uzet je rudni preparat na kome je obavljena mineraloška analiza, rudnom mikroskopijom. Na uzorku krupnoće -22 mm, određena je gruba vlaga i granulometrijski sastav. Na uzorku rude krupnoće -2mm određena je: higroskopna vlaga, specifična zapreminska masa, granulometrijski sastav i mineraloška analiza po klasama krupnoće, kojom je utvrđen stepen oslobođenosti korisnih (metaličnih) minerala u odnosu na prateće minerale jalovine.

Određivanje vlage i specifične zapreminske mase uzorka „Kula-Grot“

Gruba i higroskopna vlaga određivana je na po tri uzorka. Merenjima je konstatovano da u uzorcima postoji minimalna gruba vlaga od $H_g = 0,14\%$. Određeno je da je higroskopna vlaga u uzorku rude iznosila $W_h = 0,24\%$. Specifična zapreminska masa je određivana na tri uzorka rude, standardnom metodom pripreme mineralnih sirovina, i ona iznosi $\gamma = 3,35\text{g/cm}^3$.

Određivanje granulometrijskog sastava rude

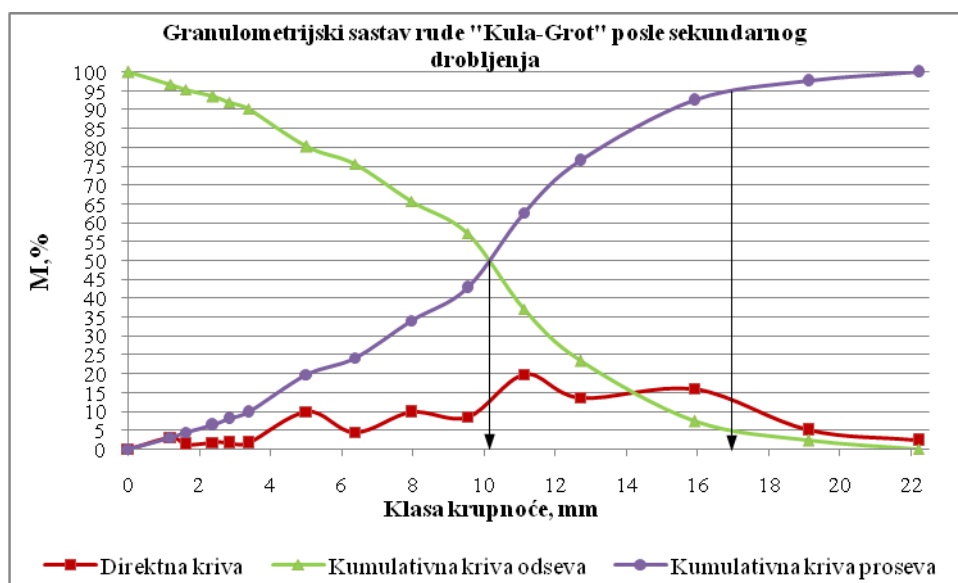
Granulometrijski sastav uzorka rude „Kula-Grot“ je određivan na dva uzorka: prvog (ggk 22,2 mm) i drugog uzorku rude (ggk 2mm). Granulometrijski sastav rovnog uzorka Pb-Zn rude „Kula-Grot“ klase krupnoće -22,00+0,00 mm, prikazani su u Tabeli 8. ina slici 9.

Tabela 8. Granulo-sastav uzorka rude „Kula- Grot“ posle primarnog drobljenja

Klasa krupnoće, mm	M, %	$\downarrow \sum M, \%$	$\uparrow \sum M, \%$
-22,2 + 19,1	2,95	2,95	100,00
-19,1 + 15,9	5,84	8,79	97,05
-15,9 + 12,7	17,23	26,02	91,21
-12,7 + 11,1	14,85	40,87	73,98
- -11,1 + 9,52	20,45	61,32	59,13
- -9,52 + 7,93	8,78	70,1	38,68
- -7,93 + 6,35	9,47	79,57	29,9
- -6,35 + 5,00	3,82	83,39	20,43
- -5,00 + 3,36	8,22	91,61	16,61
- -3,36 + 2,83	1,45	93,06	8,39
- -2,83 + 2,38	1,53	94,59	6,94
- -2,38 + 1,6	1,72	96,31	5,41

**IX KOLOKVIJUM O PRIPREMI MINERALNIH SIROVINA,
UNIVERZITET U BEOGRADU, RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET**

- 1,60 + 1,19	1,02	97,33	3,69
- 1,19 + 0,00	2,67	100,00	2,67
Ulaz	100,00		



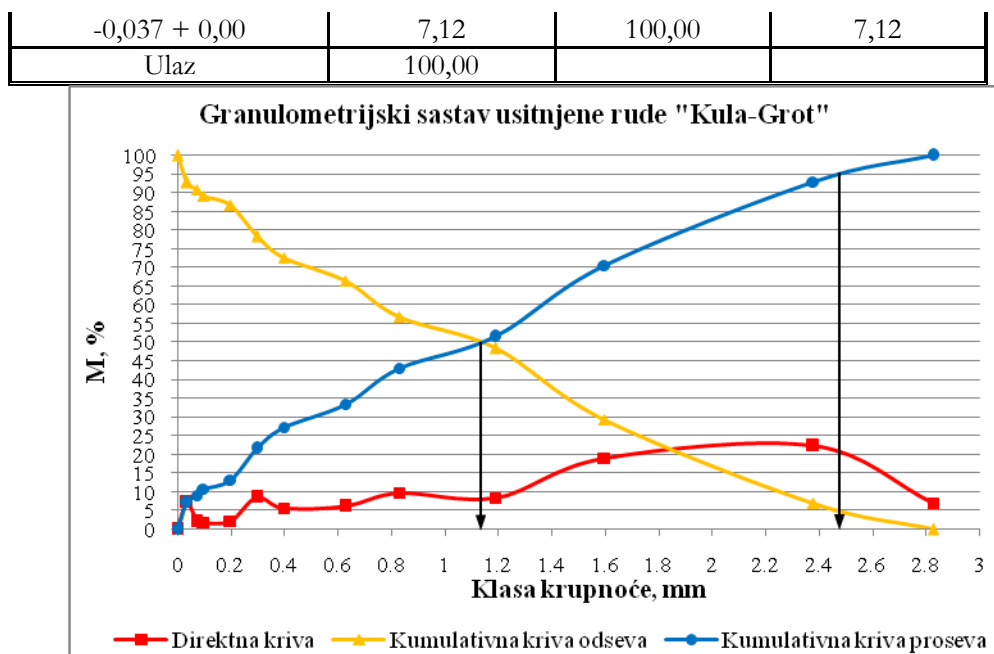
Slika 9. Dijagram granulometrijskog sastava polaznog uzorka rude "Kula-Grot", posle sekundarnog drobljenja ($ggk=16,98\text{mm}$, $d_{50}=10,142\text{mm}$).

Granulometrijski sastav rovnog uzorka Pb-Zn rude „Kula-Grot“ klase krupnoće $-2,38+0,00\text{ mm}$, je prikazan u Tabeli 9 i na slici 10.

Tabela 9. Granulometrijski sastav usitnjenog uzorka rude "Grot"

Klasa krupnoće, mm	M, %	$\sum M, \% \downarrow$	$\sum M, \% \uparrow$
-2,38 + 1,6	6,97	6,97	100,00
-1,6 + 1,19	22,31	29,28	93,03
-1,19 + 0,83	19,14	48,42	70,72
-0,83 + 0,63	8,37	56,79	51,58
-0,63 + 0,40	9,72	66,51	43,21
-0,40 + 0,30	6,13	72,64	33,49
-0,30 + 0,20	5,71	78,35	27,36
-0,20 + 0,100	8,50	86,85	21,65
-0,100 + 0,074	2,28	89,13	13,15
-0,074 + 0,053	1,77	90,90	10,87
-0,053 + 0,037	1,98	92,88	9,10

**IX KOLOKVIJUM O PRIPREMI MINERALNIH SIROVINA,
UNIVERZITET U BEOGRADU, RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET**



Slika 10. Dijagram granulometrijskog sastava usitjenog uzorka rude "Kula - Grot"
($d_{95}=2,476\text{mm}$, $d_{50}=1,135\text{ mm}$)

Hemijska karakterizacija uzorka

Hemijski sastav uzorka rude „Kula- Grot“, na kome su obavljena laboratorijska ispitivanja i fizičko-hemijska karakterizacija, određen je i prikazan u tabeli 10 i 11. U tabeli 10 su prikazani sadržaji: osnovnih rudnih metala (Pb, Zn, Cu), zajedno sa sadržajem dragocenih (Au i Ag) i retkih (Sb i Bi), kao i sadržaj S, jer su glavni rudni minerali u obliku sulfida. U tabeli 11. su prikazani sadržaji oksida koji su vezani za alumo-silikatno-karbonatnu jalovinu, kao i gubitak žarenjem.

Tabela 10. Hemijski sastav osnovne Pb-Zn rude uzorak „Kula“- (metali)

Komp.	Pb _{uk}	Zn	Pb _{ox}	Zn _{ox}	Cu	Ag, g/t	Au, g/t	Sb, g/t	Bi, g/t	S
Sadr.,%	3,91	4,22	0,251	0,227	0,23	15	> 0,03	45	10	5,86

Tabela 11. Hemijski sastav osnovne Pb-Zn rude uzorak „Kula- (komponente jalovine)

Komp.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	G.Ž.
Sadr.,%	66,84	3,41	6,00	1,96	0,604	0,032	0,765	0,165	5,23

Hemijska analiza uzorka rude „Kula-Grot“ je pokazala da se ovaj uzorak značajno razlikuje od osnovnog uzorka rude „Grot“. Naime uzorka „Kula - Grot“ je bogatiji u pogledu sadržaja metaličnih minerala nego što je to sadržaj ovih minerala u osnovnoj rudi „Grot“.

Kvalitativno-kvantitativna mineraloška ispitivanja uzorka rude „Kula-Grot“

Mineraloška analiza je obavljena na više uzoraka: iz primarno usitnjenog uzorka ggk 100mm, uzet je uzorak na kome je napravljen rudni preparat i na njemu je rudnom mikroskopijom određen kvalitativan mineraloški sastav. Na uzorku rude „Kula-Grot“ klase krupnoće $-2,38+0,00\text{mm}$ je određena mineraloška analiza po klasama krupnoće, radi utvrđivanja sraslosti- oslobođenosti minerala u pojedinim klasama. Iz ovog uzorka uzet je uzorak koji je posle mikronizacije poslužio za rendgensku difrakcionu (XRD) analizu kojom je određen mineralni sastav uzorka.

Mineraloška analiza rudnog preparata mikroskopijom

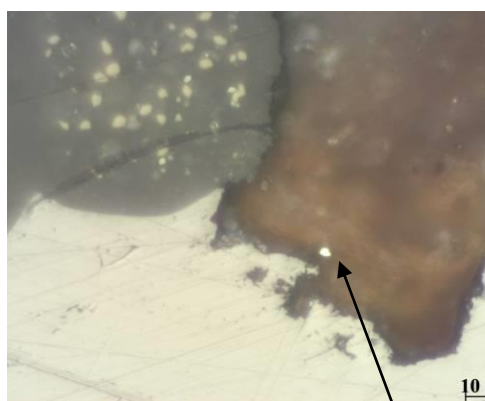
Rudni preparati za mikroskopska ispitivanja izrađeni su u pleksiglasu, sa nanošenjem zrna srednje gustine, i površinom preparata od $2,2\text{ cm}^2$. Mineraloška analiza po klasama je obavljena pregledom pod rudnim polarizacionim mikroskopom uzorka rude „Kula-Grot“ klase krupnoće $-2,38 + 0,00\text{ mm}$.

Uzorak: „ruda Grot Kula“- mikroskopska metoda

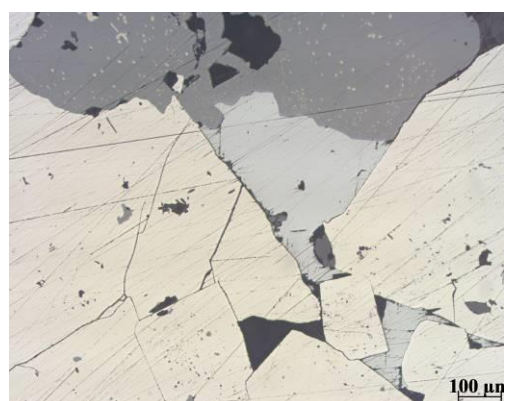
Na osnovu dobijene kvalitativne mineraloške analize utvrđen je sledeći mineralni sastav: **galenit, pirit, halkopirit, sfalerit, samorodno zlato, samorodno srebro, halkozin, kovelin, ceruzit, smitsonit, rutil, minerali jalovine**. Najzastupljeni rudni minerali su galenit i sfalerit, pirit je nešto manje zastupljen, dok su halkopirit, pa zatim halkozin i kovelin najmanje zastupljeni. Jalovina je kvarc-karbonatna. Sfalerit i galenit zahvataju velike površine, redovno su intimno međusobno stasli, kao i sa piritom. Sfalerit redovno sadrži masovna izdvajanja halkopirita koja su najčešće u vidu kapljica mikronskih do submikronskih, dok su veće površine (preko $100\text{ }\mu\text{m}$) veoma retke. Na osnovu mikroskopskih osobina sfaleriti su kleofanskog tipa, dakle sa nižim sadržajem gvožđa. Značajno manje halkopirita se javlja takođe u vidu inkluzija u galenitu. Od ostalih minerala bakra javljaju se, ali u značajno manjem procentu, halkozin i kovelin koji su isključivo vezani za halkopiritske površine. Samorodno zlato i

srebro se javlja u vidu mikronskih do submikronskih inkluzija. Samorodno zlato se javlja u najvećem delu u mineralima jalovine (najčešće kvarc), a manje u piritu. Samorodno srebro je vezano za galenit i uglavnom je izbačeno na obode ili van zrna galenita. Od oksidnih minerala olova i cinka utvrđeno je malo prisustvo smitsonita i ceruzita.

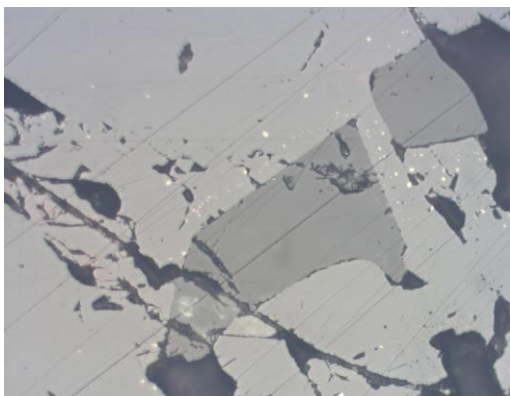
Na slikama 12-17 prikazane su mikrofotografije rudnog preparata uzorka Kula-Grot.



Slika 12. *Inkluzija samorodnog zlata (sjajno žuto) u jalovini. Odbijena svetlost, ulje, II Nikoli.*



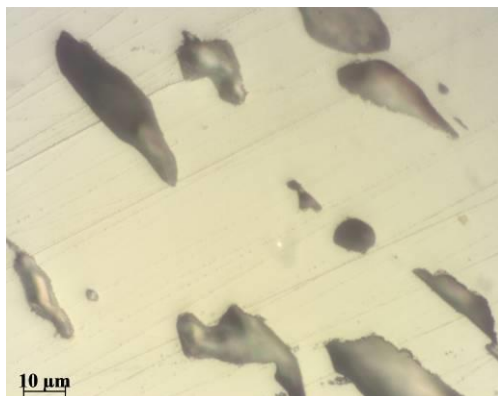
Slika 13. *Kontakt galenita (belo), pirita (žut) i sfalerita (sivo) sa inkluzijama halkopirita. Proboji metakristala kvarca u valenitu. Odbijena*



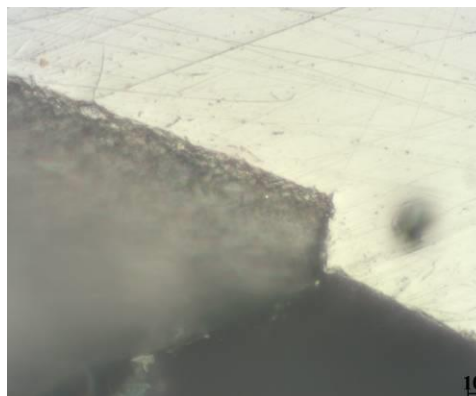
Slika 14. *Uklopak smitsonita (tamno sivo) u sfaleritu (sivo). Odbijena svetlost, vazdub, II Nikoli.*



Slika 15. *Inkluzija samorodnog zlata u jalovini složeni sraslac halkopirita (žuto), halkozina (smede žuto) i kovelina (plavo) Odbijena svetlost, ulje, II Nikoli.*



Slika 16. *Samородno zlato (svetlo žuto) u piritu (žuto). Odbijena svetlost, ulje, II Nikoli.*



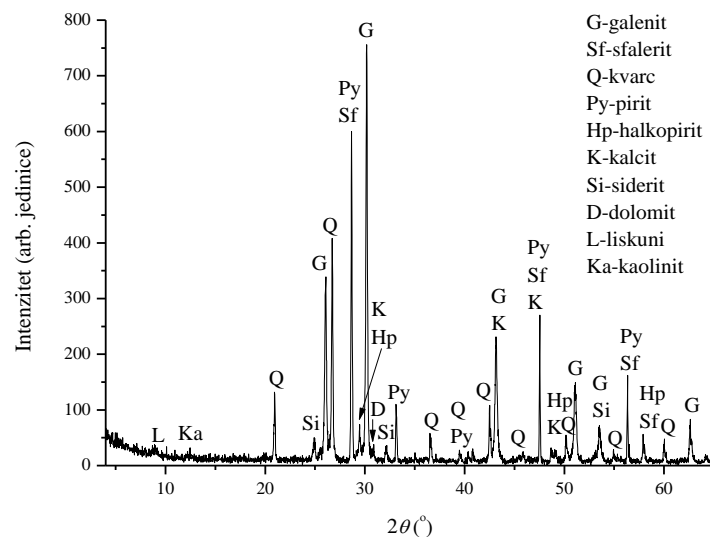
Slika 17. *Inkluzija samородnog srebra (sjajno belo) na ivici galenita (belo) i halkopirita (žuto) u galenitu (belo). Odbijena svetlost, ulje, II Nikoli.*

Mineraloška analiza po klasama krupnoće

Mineraloška analiza po pojedinim klasama krupnoće, je obavljena pregledom polaznog uzorka krupnoće $-2,38 + 0,00$ mm, koji je rasejan na uske klase. Pregledom je konstatovano u pogledu oslobođenosti minerala sledeće: da su minerali srasli do klase krupnoće $-0,30 + 0,20$ mm u kojoj su minerali jalovine uglavnom slobodni, dok su međusobno srasli rudni minerali, sfalerit u uzorku je kleofan. Klasa $-0,20 + 0,10$ mm: U ovoj klasi skoro sve je slobodno, možda je oko 10% sraslih minerala (rudni sa jalovinom). Intimno su srasli galenit i halkopirit. Klasa $-0,10 + 0,00$ mm: U ovoj klasi svi rudni minerali i minerali jalovine su slobodni.

Mineraloška analiza metodom rendgenske difrakcije

Rendgenska difrakciona analiza korišćena je za određivanje i praćenje faznog sastava uzorka. Uzorak je analiziran na rendgenskom difraktometru marke "PHILIPS", model PW-1710, metodom rendgenske difrakcije na polikristalnom uzorku (prahu). U analiziranom uzorku utvrđeno je prisustvo sledećih minerala: **galenit, kvarc, pirit, halkopirit, tetraedrit/tenantit, kalcit, siderit, dolomit, liskuni, kaolinit**. Najzastupljeniji mineral u analiziranom uzorku je galenit, dok su kvarc, pirit, karbonati, pa zatim halkopirit i tetraedrit/tenantit manje zastupljeni. Liskuni i kaolinit su prisutni u tragu. Difraktogram ispitivanog uzorka prikazan je na slici 18.



Slika 18. Difraktogram praha uzorka „ruda Grot Kula“.

Tehnološka ispitivanja u laboratorijskim uslovima rada

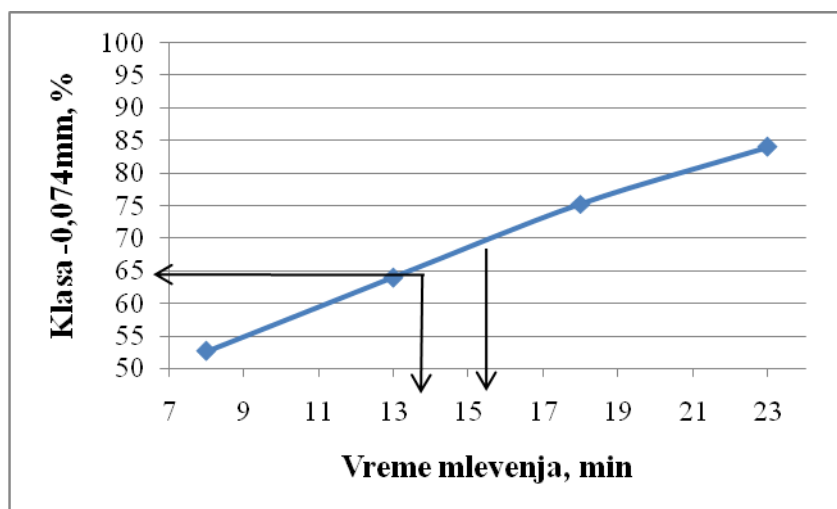
U okviru tehnoloških ispitivanja obavljani su opiti mlevenja i opiti flotiranja u cilju određivanja oslobođenosti i uslova separacije minerala galenita i sfalerita u zasebne proizvode komercijalnog kvaliteta.

Opiti mlevenja

Opiti mlevenja su izvođeni u laboratorijskom mlinu “Denver”. Polazni uzorak rude za opite mlevenja je bio ggk 1,651mm. U mlinu prilikom mlevenja sadržaj čvrste faze je bio 70%. Vreme mlevenje za izvođenje opita je bilo $t_1=8\text{min}$, $t_2=13\text{min}$, $t_3=18\text{min}$, $t_4=23\text{min}$. Rezultati opita mlevenja prikazani su u tabeli 12. i na slici 19.

Tabela 12. Opiti mlevenja Pb-Zn rude Kula-Grot

Vreme mlevenja, min	Klasa -0,074mm
8	52,67
13	63,92
18	75,24
23	84,02



Slika 19. Kriva meljivosti Pb-Zn rude Kula-Grot

Opiti flotiranja

Opiti flotiranja galenita i sfalerita iz rude “Kula-Grot” u laboratorijskim uslovima su izvodjeni flotacijskim mašinama “Denver” u ćelijama zapremine $V=3l$. Opiti flotiranja su izvodjeni sa 28%Č faze u pulpi.

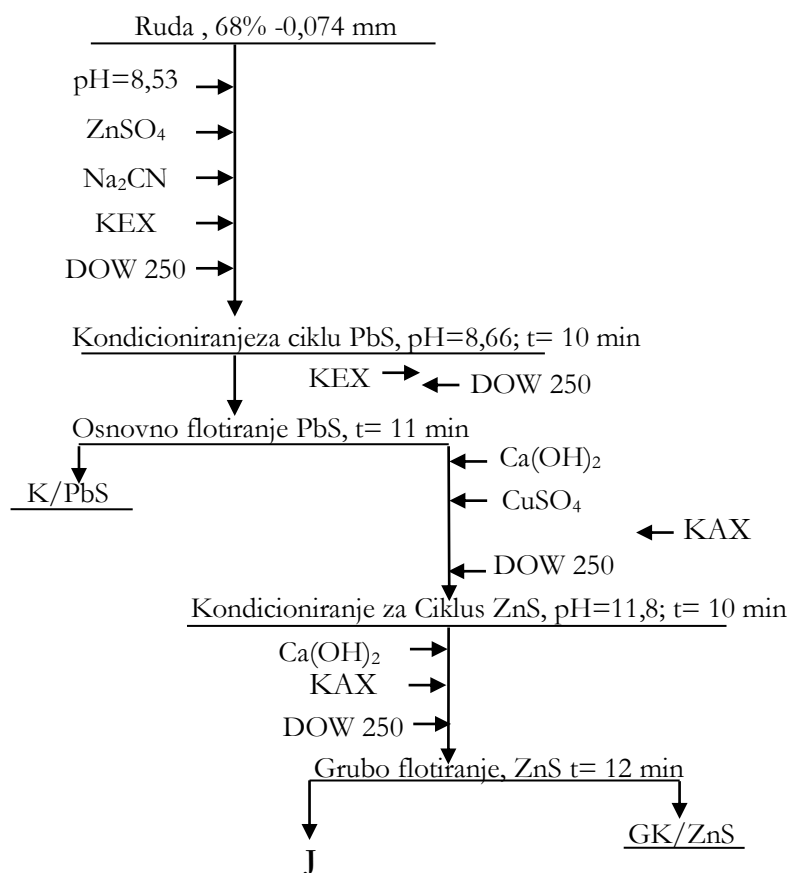
Prilikom izvodjenja opita flotiranja ispitivan je reagentni režim, vreme mlevenja (stepen oslobođenosti) i utvrđivana je tehnološka šema (slika 20.) u cilju iznalaženja optimalnih uslova flotiranja u prvom ciklusu mineral galenita a u drugom ciklusu minerala sfalerita.

U cilju dobijanja komercijalnih koncentrata (K/PbS sa preko 70% Pb, i K/ZnS sa preko 48% Zn) sa visokim sadržajem i iskorišćenjem metala u njima i niskim sadržajem Pb u K/ZnS i jalovini i Zn u K/PbS i jalovini, određivana je optimalni utrošak kolektora za hidrofobizaciju PbS i deprimatora za deprimiranja minerala sfalerita kao i drugih štetnih minerala iz rude, pre svih nosioca gvožđa (pirita i pirotina), a u drugom ciklusu flotiranja određivana je optimalna količina aktivatora potrebna za aktiviranje površina ZnS i kolektora za njegovu hidrofobizaciju.

U prvoj fazi opita flotiranja rađeni su samo opiti grubog flotiranja bez prečišćavanja, u cilju definisanja uslova međusobne separacije mineral galenita i sfalerita u zasebne proizvode.

I faza opita grubog flotiranja Pb-Zn rude Kula Grot

U toku ispitivanja uslova separacije obavljeno je više opita flotiranja, način izvođenja opita sa najboljim rezultatima prikazan je na slici 20 i bilansom u tabeli 13.



Slika 20. Osnovna tehnološka šema primenjena u opitima osnovnog flotiranja Pb-Zn rude Kula-Grot

Dobijeni rezultati opita osnovnog flotiranja koji je izvođen prema semi prikazanoj na slici 20 prikazani su u tabeli 13.

Tabela 13. Bilans opita osnovnog flotiranja Pb-Zn rude Kula-Grot

Proizvodi	M,%	Pb,%	Zn,%	IPb, %	IZn, %
K/PbS	5,78	58,70	2,42	87,06	3,33
K/ZnS	9,04	3,70	44,01	8,58	94,61
Jalovina	85,18	0,20	0,102	4,37	2,06
Ulaz	100,00	3,90	4,20	100,00	100,00

Iz dobijenih rezultata (Tabela 13) može se konstatovati da je postignuta zadovoljavajuća separacija minerala galenita od sfalerita, i da je u koncentratu K/PbS postignuto visoko iskorišćenje Pb, a u koncentratu K/ZnS visoko iskorišćenje Zn. Takođe je mali gubitak Pb i Zn u jalovini.

II faza opita flotiranja minerala olova i cinka sa prečišćavanjem

U ovoj fazi ispitivanja izvedene su dve serije opita flotiranja minerala olova i cinka u cilju dobijanja komercijalnih koncentrata. Opiti su izvođeni prema uslovima primenjenim u prethodnoj seriji grubog flotiranja (slika 20) s tim da je u prvoj seriji opita primenjeno jednostruko prečišćavanje, a u drugoj dvostruko prečišćavanje u cilju dobijanja komercijalnih koncentrata K/PbS i K/ZnS. Dobijeni rezultati prikazani su tabelama 14 i 15.

Tabela 14. Bilans opita osnovnog flotiranja Pb-Zn rude Kula-Grot

Proizvodi	M,%	Pb,%	Zn,%	IPb, %	IZn, %
K _I /PbS	4,30	71,18	2,01	77,13	2,06
M _I /PbS	1,53	28,43	3,29	10,96	1,20
K _I /ZnS	5,14	2,02	48,78	2,62	59,89
M _I /ZnS	3,79	4,13	38,82	3,94	35,14
Jalovina	85,24	0,249	0,084	5,35	1,71
Ulaz	100,00	3,97	4,19	100,00	100,00

Tabela 15. Bilans opita osnovnog flotiranja Pb-Zn rude Kula-Grot

Proizvodi	M,%	Pb,%	Zn,%	IPb, %	IZn, %
K _{II} /PbS	4,02	72,87	1,45	73,96	1,39
M _{II} /PbS	1,07	34,76	3,87	9,39	0,99
M _I /PbS	0,72	24,82	5,60	4,51	0,96
K _{II} /ZnS	5,02	2,03	50,87	2,57	60,96
M _{II} /ZnS	2,27	3,78	39,12	2,17	21,20
M _I /ZnS	1,89	5,28	28,48	2,52	12,85
Jalovina	85,11	0,227	0,081	4,88	1,65
Ulaz	100,00	3,96	4,19	100,00	100,00

Iz rezultata opita flotiranjem sa prečišćavanjem se vidi da su dobijeni definitivni koncentri komercijalnog kvaliteta, sa visokim iskorišćenjem Pb u definitivnim koncentratima K/PbS, i Zn u definitivnim koncentratima K/ZnS. Kako će međuproizvodi u kontinualanom režimu rada ići na dodatno prečišćavanje, to se može smatrati da će 80% oolova iz međuproizvoda preći u definitivni koncentrat K/PbS i da će na taj način i iskorišćenje u K/PbS preći 85%, ista situacija se očekuje i kod ZnS odnosno da će 80% sfalerita iz međuproizvoda u kontinualanom procesu preći u definitivni koncentrat K/ZnS i da će to omogućiti da se dobije iskorišćenje ZnS u K/ZnS od preko 90%. Iz oba opita se vidi da su niski gubici Pb i Zn u jalovini, odnosno Pb oko 5%, dok su cinka ispod 2%.

ZAKLJUČAK

Generalno se za radpostrojenja za preradu Pb-Zn rude „Rudnika-Grot“ može reći da radi dobro i da ostvaruje odlične rezultate. Naime, iako se preradjuje ulazna ruda sa daleko nižim sadržajem Pb+Zn (zbirno oko i ispod 5%) od prosečnog sadržaja za koji je postrojenje projektovano (prema projektu bi trebalo da bude zbirno Pb+Zn 8,40% u ulaznoj rudi), ostvaruju se dobri tehnološki rezultati. Ovako dobri ostvareni rezultati, imaju daleko veći značaj imajući u vidu da pogon za floataciju radi sa starim flotacionim mašinama proizvedenim sedamdesetih godina prošlog veka.

Uvedena inovacija na liniji za preradu Pb i Zn sa stanovišta uštede električne energije nesumnjivo na godišnjem nivou smanjuje utrošak električne energije za **1.661.760 kWh**. U novčanim sredstvima ušteta za utrošenu električnu energiju iznosi na godišnjem nivou **14.856.134,4 RSD**, odnosno EUR-ima prema zvaničnom srednjem kursu NBS (na dan 07.12.2017. 119,536 RSD = 1€) ušteta na godišnjem nivou iznosi oko **125.000€**.

Procenjena ušteta je najmanja moguća koja se ostvaruje jer pored ove uštede postoji i ušteta koja nije uračunata a koja se odnosi na uštedu u rezervnim delovima ukinutih mašina i uređaja, njihovom održavanju, zameni delova za prenos energije, pokretnih delova koji se habaju u radu kao i ušteta koja se ostvaruje na utrošku maziva. Osim toga nije uzeto u razmatranje utrošak radnih sati kvalifikovane radne snage (električara, bravara...), koji bi sve ove operacije na pomenutim uređajima, da su u funkciji, morali da obavljaju. Stoga se može reći da je izračunata ostvarena ušteta samo na bazi smanjenja utroška električne energije minimalna jer nisu uzete u obzir ove dodatne gore pomenute uštete.

LITERATURA

1. Stevanović G., 2016: Završni izveštaj o rezultatima detaljnih geoloških istraživanja Pb-Zn rude u Severnom delu rudnog polja Blagodat (2014-2016. godine), Rudnik olova i cinka "Grot" A.D., Kriva Feja.; Fond stručnih dokumenata DP Rudnik i flotacija olova i cinka „Blagodat“, Vranje.
2. Stevanović G., 2014: Završni izveštaj o rezultatima detaljnih geoloških istraživanja Pb-Zn rude u Severnom delu rudnog polja Blagodat (2012-2014. godine), Rudnik olova i cinka "Grot" A.D., Kriva Feja.; Fond stručnih dokumenata DP Rudnik i flotacija olova i cinka „Blagodat“, Vranje.
3. Rajko Kondžulović, Dragan Trobozić, Elaborat o rezervama i resursima olova i cinka u severnom delu Rudnog polja Blagodat - ležište „Kula“, Beograd, 2017. god.
4. Janković, S. (1960) Ekonomska geologija. Beograd: Izdavačko preduzeće 'Rad', 547
5. Janković, S.R. (1981) Ležišta mineralnih sirovina - geneza rudnih ležišta. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet / RGF
6. Janković, S., Jelenković, R., Koželj, D. (2002) Borsko ležište bakra i zlata. Bor: RTB Bor - Institut za bakar
7. Janković, S., Milovanović, D.B. (1985) Ekonomska geologija i osnovi ekonomike mineralnih sirovina. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet
8. S. Janković, Metalogenetske epohe i rudonosna područja Jugoslavije, Rudarsko-geološki fakultet i Rudarski institut Beograd, 1967, 174 str.
9. D. S. Radulović, Lj. Andrić: Studija mogućnosti gravitacijske pretkoncentracije Pb-Zn rude iz rudnika „Grot“, Arhiva ITNMS, Beograd 2016.
10. D. S. Radulović, Lj. Andrić, M. Petrov: Studije istraživanja uticaja smanjenja sadržaja metala u ulaznoj rudi na vrednost Bondo-vog radnog indexa Pb-Zn rude iz rudnika "Grot"-Kriva Feja –Vranje, Arhiva ITNMS, Beograd 2017.
11. D. S. Radulović, L. Andrić: Određivanje fizičko-hemijskih i mineraloških osobina i naučno-stručna validacija rude „Kula-Grot“ Kriva Feja Vranje, Arhiva ITNMS, Beograd 2018.
12. Kostović, M., (1989): Deprimiranje minerala pirita iz ležišta "Novo Brdo" kompleksnim ferocijanidnim solima, Magistarski rad, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.

13. Pavlica, J., (1983): Uticaj fero jona na deprimiranje sfalerita natrijumcijanidom , Doktorska disertacija, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.
14. Pavlica, J., Čalić, N., Draškić, D., (1991): Using FeSO₄/NaCN in Pb-Zn selective flotation, *Mining Magazine*, 10, pp.1215-1229.
15. H.E. El-Shall, D.A. Elgillani, , N.A. Abdel-Khalek, Role of zinc sulfate in depression of lead- activated sphalerite, *Int. J. Miner. Process.* 58, (2000) pp. 67–75.
16. M. Kostovic D. Vucinic, The influence of cyanide salts and ferrous sulphate on pyrite flotation , , *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, Jan 2016
17. D. R. Vučinić and D. S. Radulović, Stability of lead ethyl xanthate on galena surface. Editors: Željko Čupić and Slobodan Anić, *PHYSICAL CHEMISTRY 2016: 13th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, Proceedings Volume 2*, Published by: Society of Physical Chemists of Serbia, Belgrade September 26-30, 2016 Serbia ,L-01-P, pp. 749-752, ISBN 978-86-82475-33-0
18. Kostović M., (2011): Deprimiranje minerala pirita cijanidnim i fero/feri solima, *Podzemni Radovi* 19 pp.76-73
19. Berglund, G., 1991. Pulp chemistry in sulphide mineral flotation. *Int. J. Miner. Process.* 33, 21–31
20. Fuerstenau, D.W., 1982. Activation in the flotation of sulfide minerals. In: King, R.P. Ed. , *Principles of Flotation*, Chap. 9. South African Institute of Mining and Metallurgy, Johannesburg, p. 183.
21. Fuerstenau, D.W., Metzger, P.H., 1960. Activation of sphalerite with lead ions in the presence of zinc salts. *Trans. AIME* 217, 119–123.
22. Gaudin, A.M., Fuerstenau, D.W., Turkanis, M.M., 1957. Activation and Deactivation of Sphalerite with Ag and CN Ions. *Mining Engineering*, January.
23. Gaudin, A.M., Fuerstenau, D.W., Mao, G.W., 1959. Activation and Deactivation Studies with Cu on ZnS. *Mining Engineering*. April, pp. 430–436.
24. Jain, S., Fuerstenau, D.W., 1985. Activation in the flotation of sphalerite. In: Forssberg, K.S.E. Ed. , *Flotation of Sulfide Minerals*. Elsevier, NY, pp. 159–172.
25. Chettibi ,M., Boutrid, A. and Abramov , A. A, Sphalerite and its depression optimal conditions by zinc sulphate, *International Journal of Current Research* Vol.6, Issue,02, pp.5252-5257, February, 2014

IX KOLOKVIJUM O PRIPREMI MINERALNIH SIROVINA,
UNIVERZITET U BEOGRADU, RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET

26. J. Pavlica, D. Draškić: "Priprema nemetaličnih mineralnih sirovina", Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 1997.
27. D. Babić: „Mineralogija“, Beograd, 2003.
28. M. Ilić, S. Karamata: "Specijalna mineralogija, I deo", Beograd, 1978
29. N. Čalić: "Teorijski osnovi pripreme mineralnih sirovina", Beograd, 1990.
30. Đ. Lešić, S. Marković: "Priprema mineralnih sirovina", Beograd, 1968.
31. S. Milošević: "Flotacijska koncentracija ", Beograd, 1994.
32. D. Vučinić, S. Popov: "Fizička hemija", Rudarsko-geološki fakultet, 2004., Beograd
33. M. Manojlović-Gifing : "Teorijske osnove flotiranja", Rudarski Institut, Beograd, 1969.
34. D. Salatić: "Flotacijski reagensi", Prvi deo, Beograd, 1985
35. M. Manojlović-Gifing : "Faze flotacijske pulpe", Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 1989.