

Beograd • 2003

**METODE ISTRAZIVANJA
LEŽIŠTA NEMETALNIH
MINERALNIH SIROVINA**

Milojе Ilić

4698

Prof. dr. Miloje Ilić
METODE ISTRAŽIVANJA LEŽIŠTA NEMETALIČNIH MINERALNIH SIROVINA

Izdavač
Rudarsko-geološki fakultet
Univerzitet u Beogradu

Recenzenti

Prof. dr. Novak Blečić
Prof. dr. Radomir Simić

Tehnički urednik

Zoran Miladinović

Korektura

Lidja Marčeta

Tiraž

500 primeraka

Stampa

Dosije

CIP – Каталогизacija y публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

553.5/6.04

ИЛНП, Милоје

Методe истраживања лежишта неметаличних

минералних сировина / Милоје Илић. – Београд :

Рударско-геолошки факултет, 2003 (Београд :

Досије). – 250 стр. : граф. прикази ; 24 cm

Тираж 500. – Библиографија: стр. 243–246.

ISBN 86-7352-117-3

а) Лежишта неметаличних минералних

сировина – Истраживања – Методе

COBISS.SR-ID 111048460

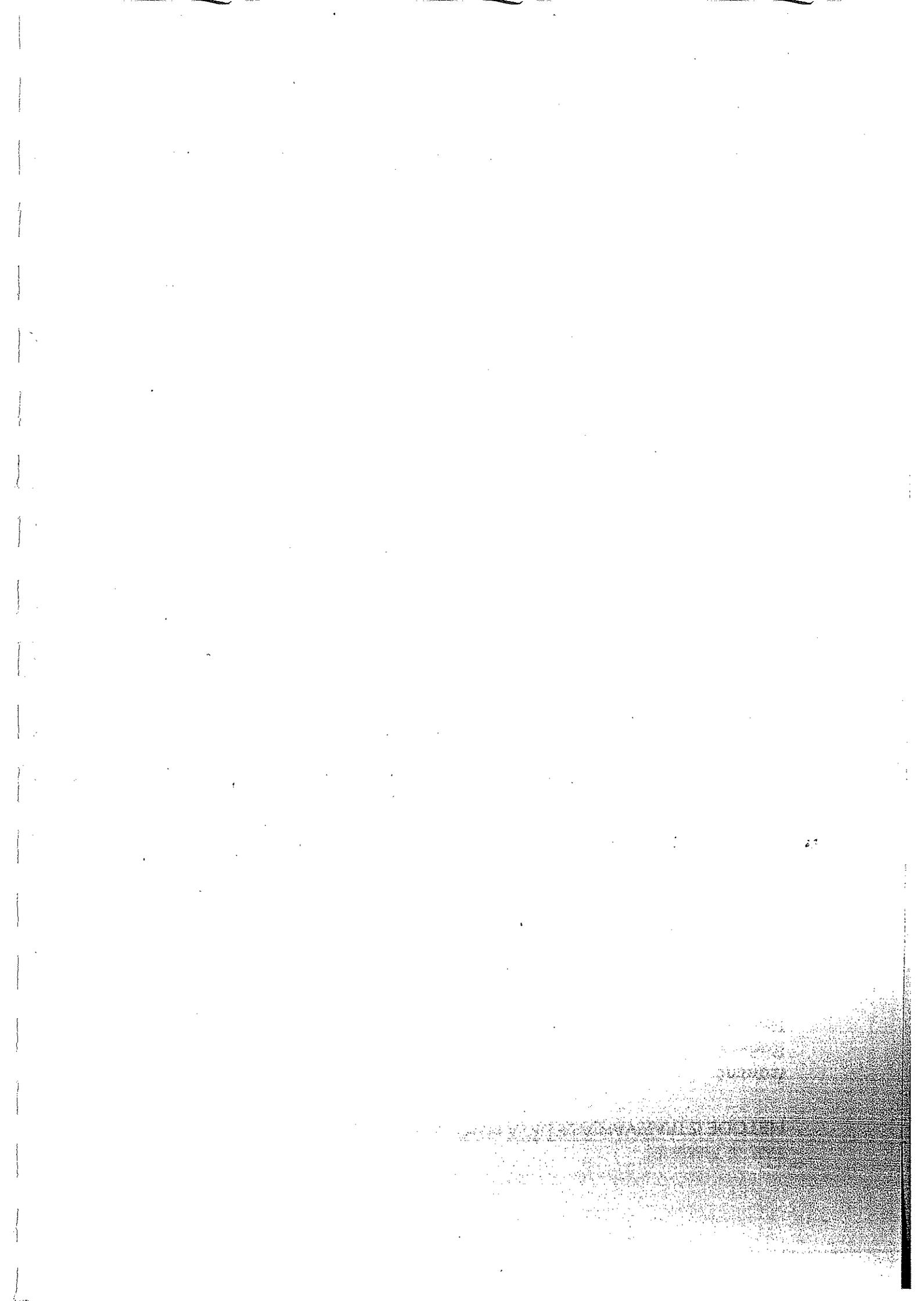
PREDGOVOR

Ova naučna knjiga predstavlja sintezu autorovih višedecenijskih proučavanja i istraživanja ležišta nemetaličnih mineralnih sirovinna, kako kod nas tako i u svetu (SAD, Velikoj Britaniji, Grčkoj, Kipru, Libiji, Mozambiku, Malaviju i drugim zemljama).

Štampanje ove naučne knjige finansirali su: Ministarstvo za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, kao i mnogi drugi darodavci, na čemu im izražavam veliku zahvalnost.

Korisnim sugestijama i informacijama pri pisanju ove knjige mnogo su mi pomogli recenzenti: prof. dr Novak Blečić i prof. dr Radomir Simić.

Kompjutersku obradu teksta i tehničku redakciju knjige sa mnogo truda je obavio Zoran Miladinović, stručni saradnik Rudarsko-geološkog fakulteta, a značajnu pomoć u tome mu je pružila Lidija Marčeta, student poslediplomskih studija na istom fakultetu.



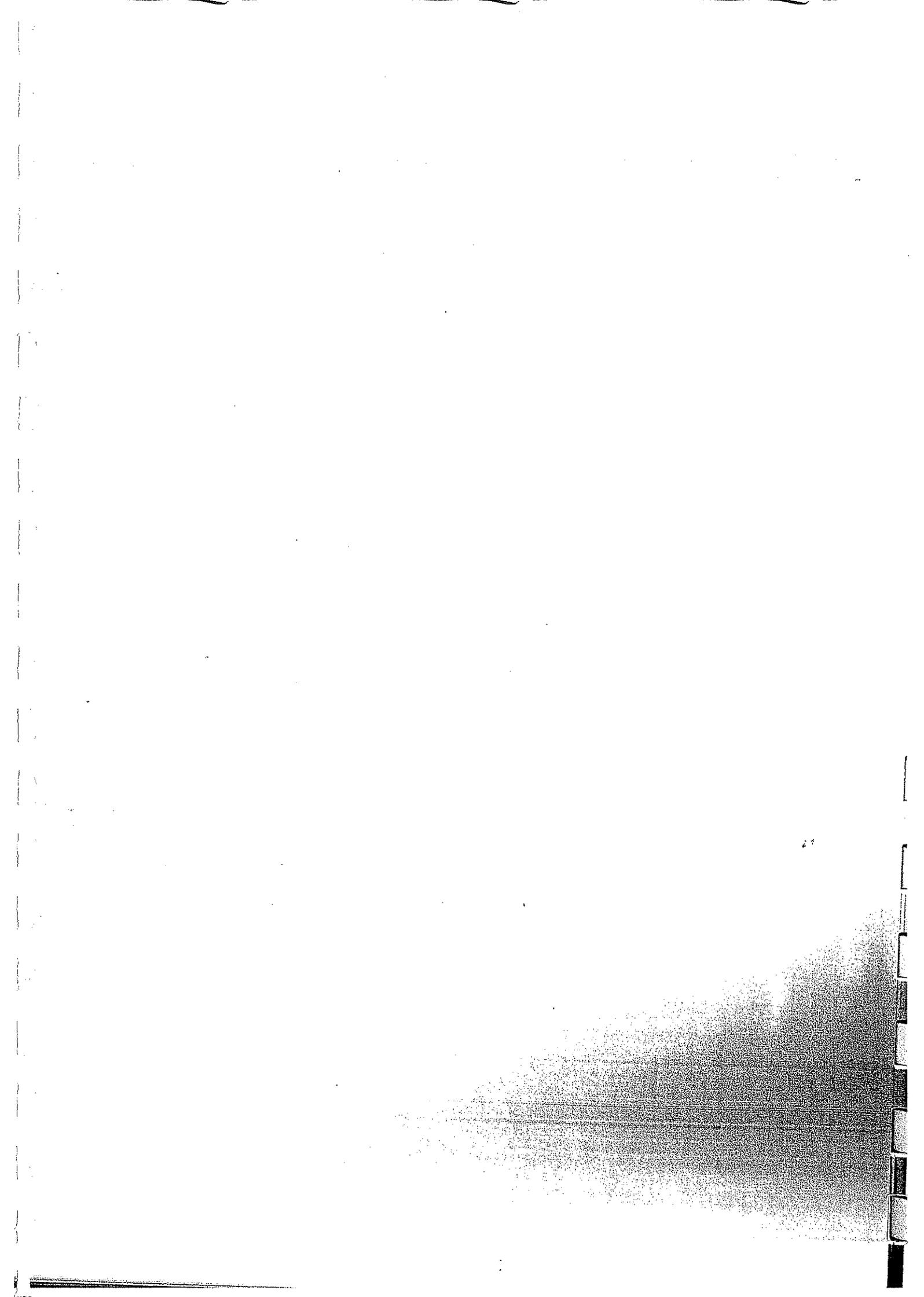
UVOD

Velika i stalno rastuća primena nemetaličnih mineralnih sirovina u savremenoj industriji i građevinarstvu iziskuje da se njihovoj geološkoj problematici posveti adekvatna pažnja. To se naročito odnosi na razradu i usavršavanje metoda prospekcije i istraživanja ležišta ovih mineralnih sirovina, kao i prateće ocene istih, te je toj problematici posvećena ova naučna knjiga.

Mnoge specifičnosti grupe nemetaličnih mineralnih sirovina uticale su na to da se kod prospekcije, istraživanja i ocene njihovih ležišta samo jednim delom susrećemo sa istim problemima kao kod drugih čvrstih mineralnih sirovina (metaličnih sirovina i čvrstih energetske sirovina), a drugim delom se susrećemo sa nizom posebnih problema. No, pored specifičnih geoloških problema, kod ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina javljaju se i specifični rudarsko-tehnički, tehnološki, ekonomski, ekološki i drugi problemi, koji su često mnogo složeniji od problema sa kojima se susrećemo kod drugih čvrstih mineralnih sirovina.

Kao neophodnu i neodložnu potrebu autor je istakao izmenu naše zakonske regulative iz oblasti geoloških istraživanja (koja je umnogome zastarela i prevaziđena) i njenog usklađivanja sa savremenim zakonima i propisima Ujedinjenih Nacija i industrijski visokorazvijenih zemalja.

Pri obradi problematike tretirane u ovoj knjizi koristili smo mnogobrojne domaće i inostrane literaturne izvore (od kojih su najvažniji navedeni u spisku literature), kao i lična dugogodišnja iskustva.



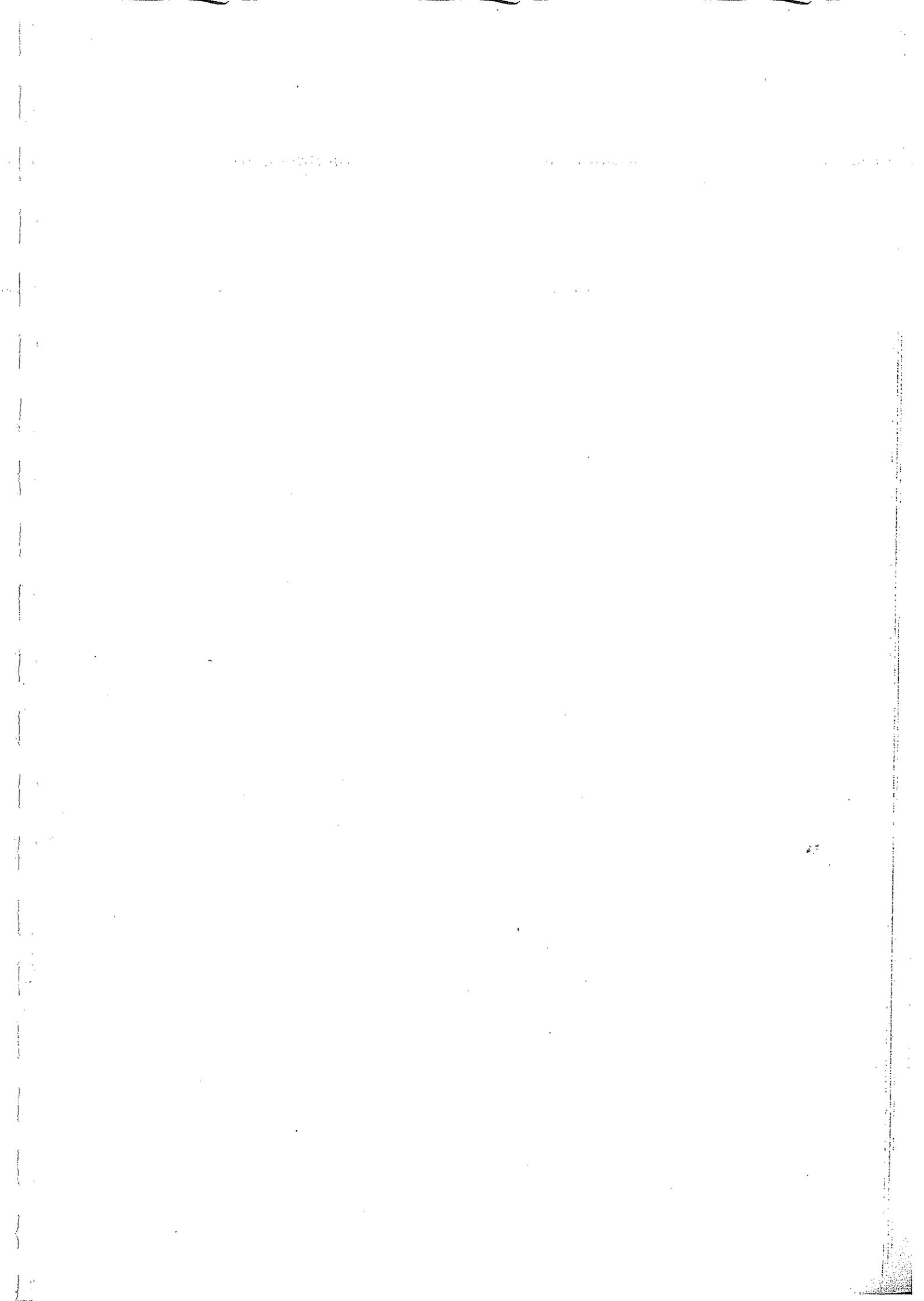
U velikoj rasprostranjenosti i velikoj količinskoj zastupljenosti nemetalnih mineralnih sirovina u prirodi leži jedna od bitnih razlika između njih i ostalih mineralnih sirovina. Tako, na primer, da bi se obrazovalo ležište nekih metalnih sirovina potrebno je da na jednom relativno malom prostoru u Zemljinj korji dode do neobično visoke koncentracije odgovarajućih metala (stotinama pa i hiljadama puta u odnosu na njihov prosečan sadržaj u Zemljinj korji).

U sastav nemetalnih mineralnih sirovina ulaze elementi koji imaju najveće rasprostranjenje u Zemljinj korji: kako elementi-nemetali (O, Si, H, C, Cl, P, S, F, N, B i drugi) tako i izvestan broj elemenata-metala (Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, Ti, Mn, Ba, Sr i drugi), odnosno onaj njihov deo (a to je glavni deo) koji ulazi u sastav petrogenih minerala (sl. 1 i 2). Pomenuti elementi čine preko 99% Zemljine kore, pa se stoga mogu nemetalne mineralne sirovine u prirodi javljaju često i u velikim količinama.

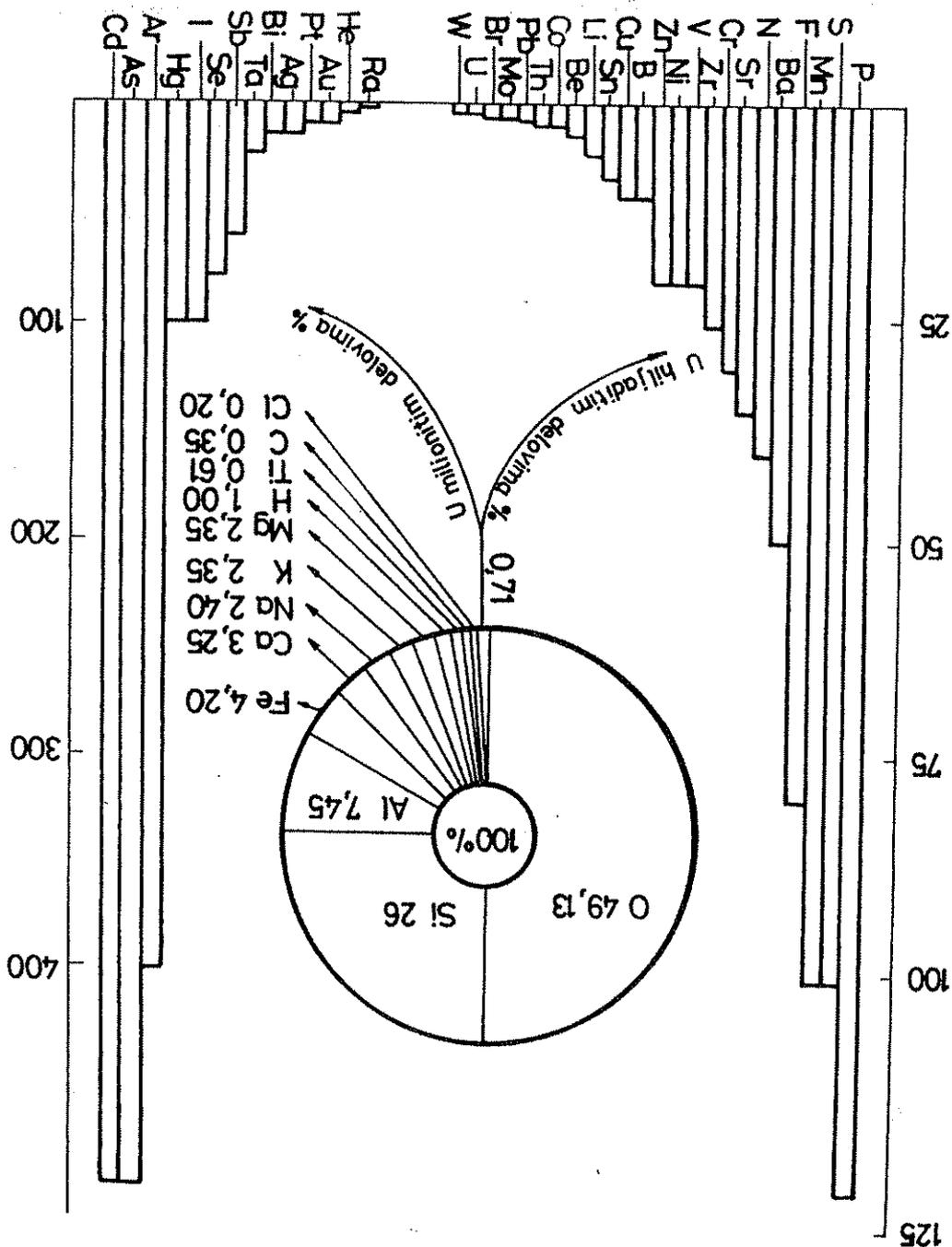
MATERIJALNE ODLIKE I RASPROSTRANJENOST U PRIRODI

Nemetalne mineralne sirovine (ili, kraće, nemetali) čine posebnu grupu u okviru mineralnih sirovina, koja se od ostalih članova ove grupe (metalnih sirovina i energetske sirovine ili mineralnih sirovina) razlikuje: po materijalnim odlikama (hemijskom i mineralnom sastavu), po rasprostranjenosti u prirodi i po nizu specifičnosti u pogledu njihove primene u privredi (industrijske primene), tehničke eksploatacije, tehnologije pripreme i prerade (odnosno obrade) i ekonomike.

OSNOVNE KARAKTERISTIKE NEMETALNIH MINERALNIH SIROVINA



Elementi koji ulaze u sastav nemetalnih mineralnih sirovina, najčešće grade sledeća jedinjenja: silikate (i aluminosilikate), okside, hidrokside, karbonate, sulfate, haloidne (kloride i fluoride), fosfate, nitrare i borate. U nemetale se takode ubrajaju i izvesni samородni elementi: C (grafit i dijamant) i S. Sulfidi i sulfosoli, koji su tako karakteristični za metalne sirovine, nisu svojstveni za nemetale. Jedini izuzetak čini pirrit, koji se tretira kao nemetalna sirovina (jer se koristi za dobijanje sumporne kiseline).



Slika 1. — Diagram rasprostranjenosti elemenata u Zemljinj korji (po A. A. Saukovu).

PERIODNI SISTEM ELEMENATA (PO D.I. MENDELJEJEVU)

RED	G R U P A								0	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1	1H 1,008									2He 4,003
2	3Li 6,940	4Be 9,013	5B 10,82	6C 12,011	7N 14,006	8O 16,000	9F 19,00			10Ne 20,183
3	11Na 22,991	12Mg 24,32	13Al 26,98	14Si 28,09	15P 30,975	16S 32,066	17Cl 35,457			18Ar 39,944
4	19K 39,100	20Ca 40,08	21Sc 45,96	22Ti 47,90	23V 50,96	24Cr 52,01	25Mn 54,94	26Fe 55,85	27Co 58,94	28Ni 58,71
5	29Cu 63,542	30Zn 65,38	31Ga 69,72	32Ge 72,60	33As 74,91	34Se 78,96	35Br 79,916			36Kr 83,80
6	37Rb 85,48	38Sr 87,63	39Y 88,92	40Zr 91,22	41Nb 92,91	42Mo 95,95	43Tc (99)	44Ru 101,1	45Rh 102,91	46Pd 106,4
7	47Ag 107,88	48Cd 112,41	49In 114,82	50Sn 118,70	51Sb 121,76	52Te 127,61	53I 126,91			54Xe 131,30
8	55Cs 132,91	56Ba 137,36	57La 138,92	72Hf 178,50	73Ta 180,95	74W 183,86	75Re 186,21	76Os 190,2	77Ir 192,2	78Pt 195,09
9	79Au 197,0	80Hg 200,61	81Tl 204,39	82Pb 207,21	83Bi 209,00	84Po (210)	85At (210)			86Rn (222,0)
10	87Fr (223)	88Ra (226,0)	89Ac 227,0	90Th 232,05	91Pa (233,0)	92U (238,0)				

Slika 2. — Periodni sistem elemenata D. I. Mendeljejeva sa ucrtanom linijom koja deli elemente — nemetale (oni se nalaze iznad ove linije) od elemenata metala (oni se nalaze ispod ove linije).

U skladu sa svojim hemijskim sastavom, nemetalne sirovine su predstavljene najvažnijim petogenim mineralima. Ekonomski značajne koncentracije (ležišta) ovih minerala poglavito čine njihovi agregati (stene i mineralne mase), ali u izvesnim slučajevima ekonomski mogu biti interesantne i *minerale individue*.

Stene su mineralni agregati postojanog sastava i sklopa. One čine geološka tela koja, po ekstenzitetu i intenzitetu svoje zastupljenosti, igraju bitnu ulogu u građi Zemljine kore.

Mineralne mase su mineralni agregati (monomineralni ili polimineralni) ili amorfne supstance promjenljivog sastava i sklopa. **Mineralne individue** predstavljaju krupni, dobro razvijeni individualisani kristali koji se obično javljaju u skupovima. Mineralne mase i skupovi mineralnih individua čine geološka tela koja, po ekstenzitetu i intenzitetu svoje zastupljenosti, ne igraju bitnu ulogu u građi Zemljine kore.

Ležišta se nazivaju takve koncentracije (geološka tela) nemetalnih mineralnih sirovina (bilo da se radi o stenama, mineralnim masama ili skupovima mineralnih individua) koje u pogledu kvaliteta, količine i drugih relevantnih pokazatelja mogu da se profitabilno eksploatišu i koriste u nekoj privrednoj grani.

Treba, međutim, napomenuti da mnogi autori razlikuju *genetske i ekonomske tipove ležišta*. *Genetske tipove ležišta* oni izdvajaju prema uslovima njihovog postanka (ne uzimajući u obzir profitabilnost njihove eksploatacije), a *ekonomske (industrijske) tipove ležišta* čine samo ona u okviru neke genetske grupe ležišta koja se mogu profitabilno eksploatisati. One koncentracije nemetalčnih sirovina u prirodi koje se odlikuju takvim pokazateljima da se ne mogu profitabilno koristiti ili su pak nedovoljno istražene nazivaju se *pojavana*.

Primena u privredi

Primena u privredi (industrijska primena) nemetalčnih mineralnih sirovina veoma je široka i raznovrsna, te se ne može obuhvatiti nekom jednostavnom direktnom formulacijom kao što je to slučaj kod ostalih mineralnih sirovina (metalnih sirovina i mineralnih goriva).

Metalične mineralne sirovine, naime, služe za dobijanje različitih metala (uključujući njihova jedinjenja i legure), a mineralna goriva se koriste za dobijanje energije putem sagoravanja.

U nemetale se konvencionalno uvršćuju "sve ostale" mineralne sirovine, koje se u privredi koriste za različite svrhe, ali se od metalnih i

energetskih mineralnih sirovina principijelno razlikuju po tome što se nikada ne koriste ni za dobijanje metala ni za proizvodnju energije.

Primena nemetala sa bazira na određenim korisnim osobinama minerala i stena, koje se prema svom karakteru mogu svrstati u dve osnovne grupe, i to: 1. fizičke i tehničke osobine i 2. hemijske osobine.

Kod nemetala čija se industrijska primena bazira na prvoj grupi osobina koriste se sledeće fizičke i tehničke osobine: optička svojstva minerala; električna (piezoelektrična ili dielektrična) svojstva minerala; pravilnost i veličina mineralnih individuala (kristala), njihova providnost, čistoća i homogenitet, njihova estetska svojstva (lepa boja, sjajnost) i odsustvo defekata kristala; specifična masa minerala i stena (velika ili mala); tvrdina minerala i stena (velika ili mala); dužina vlakana kod vlaknastih agregata; fizičko-mehanička i estetska svojstva (lepa boja, povoljan sklop i visoka sjajnost ugljanih površina) stena kao i mnoge druge osobine.

Pošto neki minerali i stene poseduju više povoljnih fizičkih i/ili tehničkih osobina, to su česti slučajevi da pojedini nemetali imaju višestruku primenu u privredi.

Kao dobri primeri nemetala koji imaju višestruku primenu mogu se navesti kvarc i grafit.

Kvarcni kristali, ukoliko su dovoljno krupni i dobro razvijeni (bez mehaničkih defekata) zbog piezoelektričnih osobina primenjuju se u radio-tehnicima; ukoliko su ovi kristali još i bezbojni, providni i bez optičkih defekata onda se koriste u optičkoj industriji; kada imaju lepu boju upotrebljavaju se u juvelirstvu; ako su kvarcni kristali sitni i imaju mehaničke i optičke defekte onda se zbog svoje znatne tvrdine mogu koristiti kao abraziv; monomineralni agregati (kvarciti) se zbog visoke tačke topljenja kvarca i njegovih povoljnih fizičko-mehaničkih osobina upotrebljavaju kao sirovina za proizvodnju vatrootpornih materijala.

Grafit se zbog visoke tačke topljenja upotrebljava kao vatrootporni materijal, zbog visoke elektroprovodljivosti koristi se u elektrotehnicima za izradu elektroda, zbog malog koeficijenta trenja primenjuje se kao mazivo, a zbog male tvrdine, masnog opipa i visoke plastičnosti upotrebljava se za izradu olovaka.

S druge pak strane, razni minerali i stene mogu da poseduju istu povoljnu fizičku ili tehničku osobinu, te da se koriste za istu svrhu i da se međusobno zamenjuju (supstituišu). Tako se, na primer, na osnovu istih dielektričnih svojstava kao elektroizolacioni materijali mogu

alternativno upotrebiti liskuni (muskovit, flogopit), mermerni, kao i veštački proizvod — porculan. Kao zapunitelji (agregat) kod običnih betona mogu se alternativno upotrebiti prirodni šljunak i pesak ili drobljeni kamen, izgrađen od različitih stena i minerala koji imaju određene fizičko-mehaničke osobine. Uopšte uzet, supstituisu se skuplji nemetali jeftinijim i redi nemetali češćim.

Kod nemetala čija se primena zasniva na fizičkim i tehničkim osobinama (npr. azbest, liskuni, grafit) karakteristično je to da su pomenute osobine u velikoj merni uslovljene genetskim karakteristikama ležišta, tako da kod iste sirovine iz ležišta različitog genetskog tipa često moraju biti primenjeni različiti tehnološki postupci kojima se dobijaju proizvodi koji imaju različite osobine i različitu industrijsku primenu. Metali (npr. bakar, gvožđe), naprotiv, uvek imaju iste osobine bez obzira na to iz kojeg genetskog tipa ležišta potiču njihove rude.

Za gore pomenute nemetale karakteristično je i to da se, pored uobičajenih zahteva u pogledu kvaliteta, postavlja i posebn, često vrlo specifični zahtevi, a ocena kvaliteta sirovine vrši se na bazi posebnih pokazatelja. Kvalitet azbesta se, na primer, određuje na osnovu dužine azbestnih vlakana (po tom osnovu ona se dele u klase), njihove elastičnosti i mehaničkih čvrstoća. Kvalitet liskuna koji se upotrebljavaju kao elektroizolatori ustanovljava se na osnovu veličine liskunskih pločica (po tom osnovu one se dele na klase), njihovih elektroizolacionih osobina i mehaničkih čvrstoća. Kvalitet optičkog kvarca utvrđuje se na osnovu veličine kvarcnih kristala koji nemaju mehaničke ili optičke defekte (tzv. monoblokova) i njihove providnosti. Kvalitet ukrasnog (arhitektonskog) građevinskog kamena određuje se na osnovu estetskih i fizičko-mehaničkih svojstava kamena.

Kod nemetala čija se primena bazira na hemijskim osobinama minerala i stena (npr. mineralne soli, fosfati) od bitnog je značaja njihov hemijski sastav. Kvalitet ovih sirovina određuje se na osnovu zahteva u pogledu sadržaja korisnih i štetnih komponentata (što je uobičajeno i za metalne sirovine i mineralna goriva). Ukoliko neka od ovih nemetalnih sirovina ne odgovara u potpunosti propisanim zahtevima onda se ona, pre prerade, mora podvrgnuti odgovarajućoj pripremi (oplemenjivanju).

Primena izvesnih nemetala bazira se i na njihovim fizičkim i tehničkim osobinama i na njihovim hemijskim odlikama. Tako, na primer, gline koje se koriste u vatrostalnoj industriji (vatrostalne gline) moraju imati određenu vatrostalnost i plastičnost kao i određeni hemijski sastav.

Kao što je ranije već istaknuto, zbog znatne varijabilnosti fizičkih i tehničkih osobina nemetala koja je uslovljena genetskim faktorima,

dimenzija koje se obično sa jedne strane poliraju. potom, u narocitim industrijskim postrojenjima seku u ploče određenih prvo u kamenolomima seče u paralelopipedne blokove; ovi blokovi se, ščešljava, prosejava i sortira po dužini. Ukrasni građevinski kamen se prvo melje u narocitim mlinovima, pa se zatim azbestno vlakno ra-kamen. Separacija azbesta se vrši na taj način što se azbestna ruda meri takvih sirovina mogu se navesti azbest i ukrasni građevinski nologijom pripreme i prerade odnosno obrade. Kao karakteristični pri-zasniva na fizičkim i tehničkim osobinama, odlikuju se specifičnom teh-Mnoge nemetalne mineralne sirovine, a narocito one čija se primena

Tehnologija

Mesta na kojima se vrši eksploatacija ovih sirovina danas se nazi-vaju **površinski kopovi**, mada se još uvek koristi i stari naziv *mađda-ni*. Međutim, u zavisnosti od vrste stena koje se eksploatišu, za majdane se upotrebljavaju i sledeći posebni nazivi: *kamenolomi* — ako se u njima eksploatišu čvrste stene; *gliništa* — ako se eksploatišu poluvezane stene (gline); *šljunkare i peskare* — ako se eksploatišu nevezane stene (šljunkovi i peskovi).

Mesta na kojima se vrši eksploatacija ovih sirovina danas se nazi-kamene soli i eksploatacija podzemnim rastapanjem sumpora. eksploatacija šljunka i peska, eksploatacija podzemnim rastvaranjem tacije (kako površinske tako i podzemne), kao što su: hidromehanička to se kod nekih nemetala primenjuju izvesne specifične metode eksploa-sirovina svojstveno to da se eksploatišu samo površinskim načinom. Uz pogledu tehnike eksploatacije. Tako je, pre svega, za veliku većinu ovih Nemetalne mineralne sirovine se odlikuju mnogim specifičnostima u

Tehnika eksploatacije

Nemetali se u privredi upotrebljavaju u svom prirodnom stanju (bez ikakve obrade ili nakon izvesne mehaničke obrade) ili pak služe kao sirovine za dobijanje različitih veštačkih materijala putem tehnološke (termičke ili hemijske) prerade tih sirovina. Primer pronaave-dene upotrebe predstavlja: šljunak i pesak kao zapunitelji betona, lomljen, drobljen, mlaven, cepan, sečen i klesan kamen, a drugonave-dene upotrebe: kreč (dobijen termičkom preradom krečnjaka) i supe-rtostati (dobijeni hemijskom preradom fosfata).

česti su slučajevi da se kod iste nemetalne mineralne sirovine iz ležišta različitog genetskog tipa primenjuju sasvim različiti tehnološki postupci u pripremi i preradi (odnosno obradi).

Ekonomika

Ekonomika nemetala takođe se odlikuje specifičnostima, od kojih su najznačajnije sledeće: *niska cena jedinice proizvoda (niska jedinična cena), veliki obim proizvodnje i lokalna vrednost.*

Usled velike rasprostranjenosti nemetalnih mineralnih sirovina u prirodi, s jedne strane, i širokih mogućnosti primene jednostavnih i jeftinih metoda njihove eksploatacije, pripreme i prerade (odnosno obrade), s druge strane, oni poglavito predstavljaju *jeftine sirovine* — tj. imaju *nisku jediničnu cenu*. Međutim, većina ovih sirovina, zbog velike potrošnje na tržištu, *proizvodi se i prodaje u velikim količinama*, tako da se i pored niske jedinične cene, njihovim prometom ostvaruju *veliki ukupan prihod i profit*. Karakterističan primer takvih nemetala predstavlja stene koje se koriste kao građevinski materijali.

Treba, međutim, istaći da se gornje osobenosti odnose na većinu, ali ipak ne i na sve nemetale. Postoji, naime, i izvestan broj nemetala koji se proizvode i prodaju u malim količinama a imaju visoku jediničnu cenu — npr. juvelirske mineralne sirovine.

Niska jedinična cena većine nemetala čini da ležišta ovih mineralnih sirovina, da bi njihova eksploatacija bila profitabilna, moraju da ispunjavaju mnogo veći broj različitih uslova (geoloških, rudarsko-tehničkih, tehnoloških, regionalnih i ekonomskih) nego ležišta metalnih i energetske sirovine. Kod ležišta mnogih nemetala (u prvom redu građevinskih materijala) od najvećeg značaja za njihovu cenu može biti faktor lokacije (stoga što niska jedinična cena sirovine ne dozvoljava veće transportne troškove). Ležišta takvih nemetala moraju se nalaziti na što manjoj udaljenosti od potrošača, a u blizini komunikacija (puta, željezničke pruge, plovne reke, mora) koje ih sa istim povezuju. Za ove sirovine se kaže da imaju izrazitu *lokalnu vrednost*, jer predstavlja robu koja se može koristiti samo u određenoj oblasti — npr. šljunak i pesak, lomljeni i drobljeni kamen. Samo manji broj nemetala, koji imaju nešto višu jediničnu cenu, može da se transportuje i do udaljenijih potrošača u okviru jedne države (tj. oni ulaze u regionalnu trgovinu), a još mnogo manji broj ovih sirovina ulazi u međunarodnu trgovinu.

Neka terminološka pitanja

Osnovne karakteristike nemetalnih mineralnih sirovina

Za nemetalne mineralne sirovine, pored skrćenih oblika istog ovog termina **nemetalne sirovine** i **nemetali**, u geologiji se koriste još i sledeći termini: **nerudne mineralne sirovine**, **industrijski minerali** i **stene** i **korisni minerali** i **stene**.

Potrebno je napomenuti da se termin **nemetali** u industriji i trgovini ne koristi samo za mineralne sirovine već i za razne industrijske proizvode, kao što su: kreč, šamot, cement, cigla, crep, porculan, staklo i dr.

U hemiji se pak terminom **nemetali** označavaju oni elementi koji nemaju osobine metala.

Ovde ćemo se osvrnuti i na još uvek otvoreno pitanje primene i međusobnog odnosa termina „**mineralna sirovina**“ i „**ruda**“.

Termin „**mineralna sirovina**“ je opšteprihvaćen i označava prirodnju mineralnu supstancu koja se može koristiti u privredi.

Termin „**ruda**“ je sporan. Ranije je upotrebljivan samo za metalne mineralne sirovine, pa ga neki autori u tom smislu i danas koriste. Kasnije je proširivan na neke, a potom i na sve nemetalne mineralne sirovine, kako smo ga i mi u ovoj knjizi tretirali.



KLASIFIKACIJE NEMETALNIH MINERALNIH SIROVINA

U današnje vreme egzistiraju četiri vrste klasifikacija nemetalčnih mineralnih sirovina, i to: 1. alfabetska; 2. genetska; 3. industrijska i 4. kombinovana. Svaka od ovih klasifikacija polazi sa određenih pozicija, uzima u obzir određene pokazatelje i služi za određenu svrhu.

Kod **alfabetske klasifikacije** različite nemetalčne sirovine (minerali i stene) svrstane su po azbučnom redu. U nekim klasifikacijama zajedno sa mineralnim sirovinama uključeni su i izvesni veštački dobiveni materijali (cement, kreč, keramički materijali, mineralna vuna, veštački abrazivi itd.), što predstavlja negativnu i naučno neprihvatljivu tendenciju. Kod svake sirovine prikazani su svi ekonomski tipovi ležišta i sve oblasti primene.

Glavna odlika ove klasifikacije leži u njenoj jednostavnosti i preglednosti — pojedine sirovine se mogu lako pronaći po početnom slovu njihovog naziva.

Glavni nedostatak ove klasifikacije je taj što se jedna pored druge nalaze sirovine koje nemaju ničeg zajedničkog ni po genezi ni po industrijskoj primeni, te u njoj ne postoji nikakav logičan raspored ni kontinuitet u prikazu nemetala.

Kod **genetske klasifikacije** kao osnov za svrstavanje nemetalčnih mineralnih sirovina služi geneza njihovih ležišta. Ova se klasifikacija zasniva na istim principima kao i genetske klasifikacije koje se primenjuju u mineralogiji, petrografiji i nauci o ležištima mineralnih sirovina. Saglasno genetskoj klasifikaciji, ležišta nemetalčnih mineralnih sirovina se dele na sledeće tri osnovne grupe:

1. Ležišta magmatskog postanka ili magmatogena ležišta;
2. Ležišta sedimentnog postanka ili sedimentogena ležišta;
3. Ležišta metamornog postanka ili metamorfogena ležišta.

Mnogi autori objedinjavaju magmatogena i metamorfogena ležišta u veliku grupu *endogenih ležišta*, a drugu grupu po njima čine *egzogena ležišta* (koja odgovaraju sedimentogenim iz prve klasifikacije).

U okviru svake od ovih grupa izvršena je dalja podela ležišta na genske podgrupe kao i jedinice nižeg reda. Ova problematika sa najvećom detaljnošću se tretira u kursu "Geneza ležišta mineralnih sirovina".

Glavna odlika ove klasifikacije je ta što je jedino ona ispravna sa naučnog aspekta.

Glavni nedostatak ove klasifikacije je njena nepreglednost i komplikovanost: nemetalne sirovine koje se koriste za istu svrhu razvrstavaju se i opisuju, u zavisnosti od genskih karakteristika njihovih ležišta, u različite grupe i podgrupe. Zbog ovog nedostataka genska klasifikacija nemetala nije pogodna za praktične svrhe.

Kod **industrijske klasifikacije** nemetalne sirovine su svrstane u više grupa i podgrupa prema korisnim svojstvima na kojima se baziра njihova primena u pojedinim granama privrede.

Glavna odlika ove kasifikacije je ta što je ona najpogodnija za potrebe privrede.

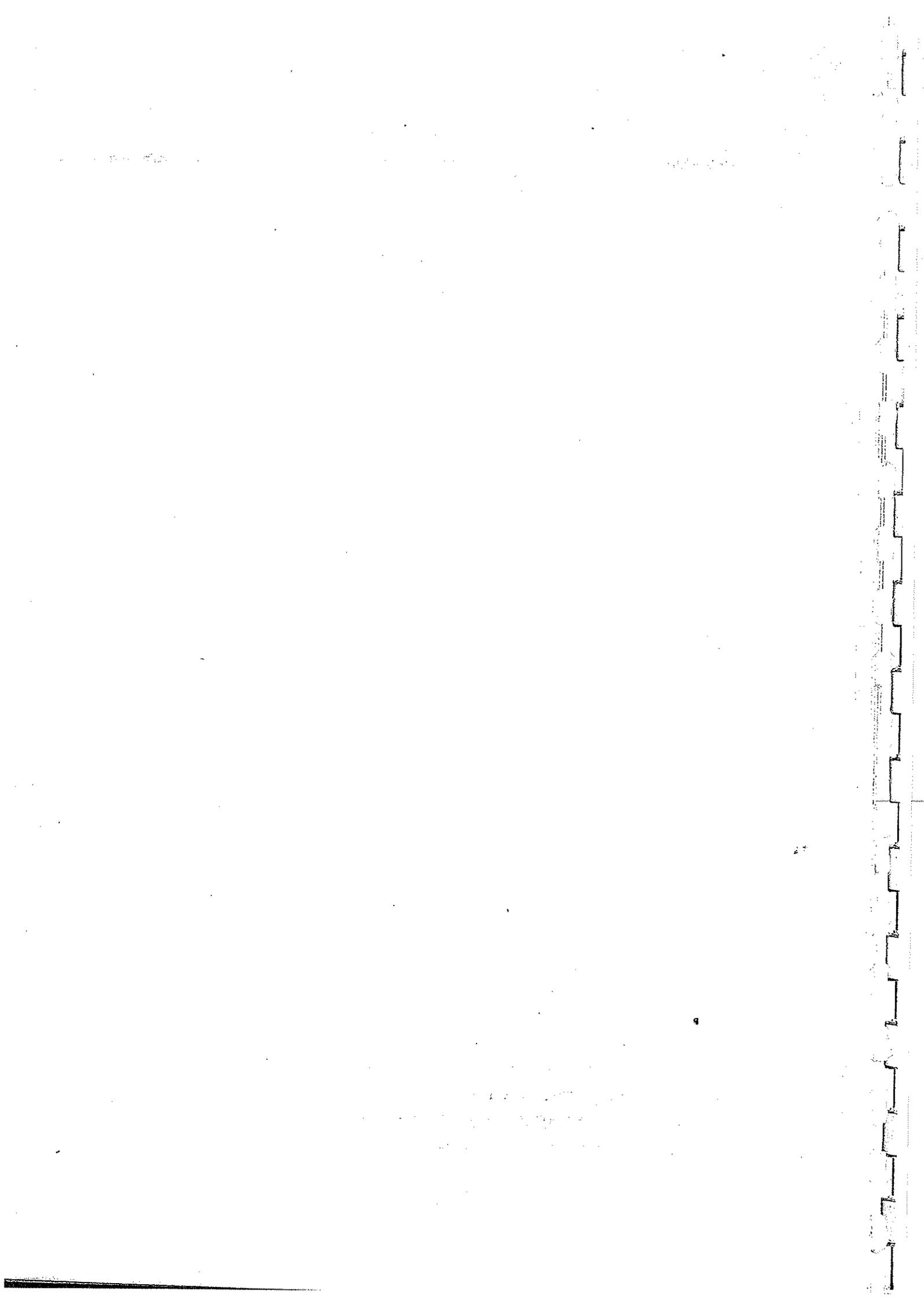
Glavni nedostatak ove klasifikacije je taj što ona uopšte ne uzima u obzir genezu ležišta, te se u istoj grupi ili podgrupi nalaze nemetalne sirovine različitog postanka i pojavljivanja u prirodi. S druge pak strane, iste sirovine, ukoliko imaju više područja primene, figuriraju u dve ili više grupa (odnosno podgrupa).

Kao primer industrijske klasifikacije nemetalnih mineralnih sirovina data je, kao poseban prilog na kraju knjige (prilog II), klasifikacija autora ove knjige.

Kao što se iz prethodnih izlaganja vidi, dve najvažnije klasifikacije nemetalnih mineralnih sirovina — genska i industrijska — polaze sa potpuno različitih pozicija, uzimaju u obzir različite pokazatelje i imaju različite namene. Stoga se ove dve klasifikacije međusobno dopunjavaju, te se u praksi često obe moraju koristiti, s tim što se prioritet daje onoj koja je za konkretnu potrebu adekvatnija.

Da bi se izbegla ovakva, dvojna klasifikacija, neki autori su pokušali da stvore **kombinovanu klasifikaciju nemetala (gensko-industrijsku)**. Međutim, zbog složenosti tretirane problematike, oni su se suočili sa nizom problema koje do sada nisu uspeli u potpunosti da reše.

Valja, na kraju, napomenuti da se sve napred navedene klasifikacije odnose na **prirodne (geogene) mineralne sirovine**, koje su nastale kao rezultat delovanja različitih prirodnih procesa. U savremenj industriji i građevinarstvu, međutim, sve više se upotrebljavaju **sekundarne sirovine**, koje čini raznovrstan rudarsko-industrijski otpad. Sekundarne sirovine se dele na **tehogene** i **antropogene**. Tehogene sirovine predstavljaju otpad koji se dobija pri eksploataciji ležišta mineralnih sirovina, pripremi i preradi otkopane sirovine, kao što su: otkopana jalovina iz površinskih i podzemnih rudarskih radova, metalurška sljaka, elektrofilterski („letci“) pepeo termoelektrana. **Antropogene sirovine** čine industrijski proizvodi (iskorišćeni ili istrošeni).



PROSPEKCIJSKO-ISTRAŽNI PROCES

DEFINICIJA I PODELA

Prospekcijsko-istražnim procesom naziva se skup operacija koje se izvode u cilju pronalazenja ležišta mineralnih sirovina i rešavanja svih geoloških, tehničkih i ekonomskih problema kod pronađenih ležišta.

Prospekcijsko-istražni proces kod svih čvrstih mineralnih sirovin na zasniva se na istim principima i obično se izvodi u dve etape i šest stadijuma:

I etapa: prospekcija

1. stadijum: rekognosciranje (mineragenetska proučavanja sa rekognosciranjem);

2. stadijum: prethodna prospekcija;

3. stadijum: detaljna prospekcija (ili prospekcijsko-istražni stadijum).

II etapa: istraživanje

1. stadijum: prethodno istraživanje;

2. stadijum: detaljno istraživanje;

3. stadijum: eksploataciono istraživanje.

Ovde valja istaci da termin „rekognosciranje“ predstavlja skraćenicu ranije korišćenog naziva „mineragenetska proučavanja sa rekognosciranjem“. Do sredine devedesetih godina prošlog veka izvođenje ovog stadijuma u okviru prospekcijsko-istražnog procesa nije bilo obavezno, ali je, prema proceni nadležnih istraživača, moglo biti planirano i realizovano, ukoliko su oni smatrali da će se time povećati pouzdanost i efikasnost prospekcije. No, višegodišnja primena ovog stadijuma je u

velikoj većini slučajeva dala jako dobre rezultate, tako da je danas njegovo izvođenje u većini zemalja obavezno.

Svaki od gore navedenih stadijuma prospekcijsko-istražnog procesa izvodi se prema ranije usvojenom projektu, a sadržina projekata kod nas je propisana *Pravilnikom o sadržini projekata geoloških istraživanja i rezultata geoloških istraživanja* (*Službeni glasnik Republike Srbije, br. 51/1996* — prilog III).

Prikazani redosled stadijuma pri izvođenju prospekcijsko-istražnog procesa ne samo da je naučno najpravičniji, nego je i ekonomski najcelishodniji. On nam, naime, omogućava dobijanje potrebnih podataka o ležištima odgovarajućih mineralnih sirovina (u našem slučaju nemetalčnih) za najkraće vreme, sa minimalnim utroškom materijala. Odstupanja i rada i uz najmanji mogući rizik. Odstupanja od ovog redosleda — tj. izostavljanje pojedinih stadijuma — opravdana su i dopuštaju se samo u nekim posebnim slučajevima, koji su opisani u poglavlju o istraživanju ležišta.

Kao što je u ranijim izlaganjima opisano, jedna od glavnih odlika nemetalčnih mineralnih sirovina je da su one mahom predstavljene takvim mineralima i stenama koje se često i u velikim količinama javljaju u prirodi. To se naročito odnosi na one nemetalčne sirovine koje se koriste kao građevinski materijali — npr. razne magmatske, sedimentne i metamorfne stene koje se upotrebljavaju kao građevinski kamen. U vezi s tim, pri prospekcijskoj i istraživanju nemetala, glavni problemi ne leže toliko u samom pronalazenju ležišta (jer su ona u prirodi većinom brojna), već mnogo češće u izboru najpovoljnijeg ležišta sa geološkog, tehničkog i ekonomskog stanovišta između nekoliko, ili čak i više desetina otkrivenih nalazišta.

Niska cena tržišnih produkata (sirove rude, poluprodukata i finalnih proizvoda) dobijenih na osnovu većine nemetalčnih mineralnih sirovina iziskuje od geologa, u daleko većem stepenu nego kod drugih mineralnih sirovina, izbor najracionalnijih metoda pri prospekcijskoj i istraživanju ležišta ovih sirovina.

Mada su napred prikazane etape i stadijumi izvođenja prospekcijsko-istražnog procesa uobičajeni u mnogim (naročito istočnoevropskim) zemljama, postoje i drugačiji koncepti.

Tako, u *Zakonu o geološkim istraživanjima Republike Srbije* (*Službeni glasnik Republike Srbije br. 44/1995*), članovima 4 — 8 definišana su geološka istraživanja (u širem smislu, koja obuhvataju i etapu prospekcijske — prim. M. I.).

Član 4.

Geološka istraživanja su osnovna i detaljna.

Osnovna i detaljna geološka istraživanja vrše se prema projektu geoloških istraživanja.

Član 5.

Osnovna geološka istraživanja obuhvataju istraživanja razvoja, sastava i grade Zemljine kore, utvrđivanje potencijalnosti područja u pogledu pronalazanja mineralnih sirovina do stepena istraženosti rezervi za C₁ kategoriju; utvrđivanje stanja, svojstava i karakteristika stena i tla; utvrđivanje geotehničkih osobina tla za potrebe planiranja namene prostora i pogodnosti terena za izgradnju; istraživanja radi zaštite životne sredine, kao i za izradu odgovarajućih geoloških karata.

Osnovna geološka istraživanja su poslovi od opšteg interesa za Republiku i finansiraju se iz budžeta Republike Srbije.

Član 6.

Detaljna geološka istraživanja obuhvataju istraživanja koja se izvode radi dobijanja detaljnih geoloških podataka o: položaju, ve-ličini, obliku, sastavu i gradi ležišta; kvalitetu i rezervama mineralnih sirovina i uslovima njihovog iskorišćavanja; osobinama terena radi utvrđivanja uslova za izgradnju i izradu programa zaštite životne sredine.

Član 7.

Na istražnom prostoru, odnosno terenu na kome nisu izvršena odgovarajuća osnovna geološka istraživanja, ne mogu se izvoditi detaljna geološka istraživanja mineralnih sirovina i detaljna geološka istraživanja terena radi izrade geotehničkih i hidrogeoloških podloga na tom terenu za izgradnju visokih brana, akumulacija površinskih voda čija je zapremina veća od milion kubnih metara, odnosno brana većih od 15 metara građevinske visine, tunela, hidroelektrana, termoelektrana, autoputeva, magistralnih puteva, metra i železničkih pruga.

Član 8.

Osnovna geološka istraživanja obavezno se izvode za potrebe prostornog planiranja i izrade generalnih urbanističkih planova, radi utvrđivanja i vrednovanja ukupnih geoloških potencijala određenog područja, utvrđivanja namene prostora i podobnosti za izgradnju. Detaljna inženjersko-geološka istraživanja obavezno se izvode za potrebe izrade prostornih i urbanističkih planova, kao i pre izrade teh-

ničke dokumentacije za izgradnju objekata i programa zaštite životne sredine.

Pojedini istražni radovi, koji se izvode u okviru detaljnih geoloških istraživanja, ne moraju se izvoditi ako postaje dovoljno pouzdani podaci, uslovi i podloge na osnovu kojih se može pristupiti izradi tehničke dokumentacije, što se mora stručno obrazložiti u projektu istraživanja.

U okvirnoj *Internacionalnoj klasifikaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina Ujedinjenih Nacija (1996)* izdvojene su pak sledeće etape: **1. rekognosciranje, 2. prospekcija, 3. prethodno istraživanje i 4. detaljno istraživanje.**

Rekognosciranje (eng. *reconnaissance*) čine proučavanja kojima se identifikuju područja sa povišenim mineralnim potencijalom (povišenim potencijalnim sadržajem mineralnih sirovina) u regionalnim razmerama, prvenstveno bazirana na rezultatima regionalnih geoloških proučavanja, regionalnog geološkog kartiranja, aerometoda i drugih indirektnih metoda, preliminarnih terenskih obilazaka, kao i geoloških pretpostavki i ekstrapolacija. Rekognosciranje ima za cilj da se identifikuju mineralizovana područja koja su vredna daljeg istraživanja usmerenog ka identifikovanju ležišta. Procene količina mogu se vršiti samo ako postoji dovoljno podataka i ako je moguća analogija sa poznatim ležištima koja imaju slične geološke karakteristike, a i onda samo približno.

Prospekcija (eng. *prospecting*) predstavlja proces sistematskog traganja za ležištima mineralnih sirovina putem sužavanja područja sa povišenim potencijalnim sadržajem tih sirovina. U tu svrhu primenjuju se: identifikacija izdanaka, geološko kartiranje i indirektna metode, kao što su geofizika i geohemijska ispitivanja. Vrše se raskopavanje, bušenje i oprobavanje ograničenog obima. Cilj je da se identifikuju ležišta koja će biti istraživana. Procene količina su bazirane na inter-pretaciji rezultata geoloških, geofizičkih i geohemijskih proučavanja.

Prethodno istraživanje (eng. *general exploration*) ima za zadatak inicijalno okonturiranje identifikovanog ležišta. U tu svrhu primenjuju se: površinsko kartiranje, oprobavanje (sa velikim rastojanjem između proba), raskopavanje i bušenje radi preliminarnih procena količine i kvaliteta mineralne sirovine (uključujući laboratorijska mineralna ispitivanja, ukoliko su potrebna) i ograničenu interpolaciju, baziranu na indirektnim metodama. Cilj je da se ustanove glavne geološke karakteristike ležišta koje pružaju dovoljno pouzdanu indikaciju njihovog kontinuiteta i omogućavaju inicijalnu procenu njihove veličine, oblika,

grade i kvaliteta. Stepen tačnosti treba da bude dovoljan da bi se donela odluka o opravdanosti izrade prethodne studije izvodljivosti (eng. Feasibility Study) i izvođenja detaljnog istraživanja.

Detaljno istraživanje (eng. *detailed exploration*) ima za zadatak detaljno, trodimenzionalno okonturivanje poznatog ležišta koje se obavlja oprobavanjem (uzimanjem proba iz izdanaka, raskopa, bušotina, okana i hodnika). Mreže uzetih proba su guste, tako da se veličina, oblik, grada, kvalitet i druge relevantne karakteristike ležišta utvrđuju sa visokim stepenom tačnosti. Može se zahtevati i uzimanje industrijskih tehnoloških proba masovnom metodom. Odluka da li treba izraditi studiju izvodljivosti (eng. Feasibility Study) može se doneti na osnovu informacija dobijenih detaljnim istraživanjem.

OSNOVNI PRINCIPI IZVOĐENJA PROSPEKCIJSKO-ISTRAŽNOG PROCESA

Iako se u prirodi sreću veoma različiti tipovi ležišta čvrstih mineralnih sirovina i u vrlo različitim geološkim uslovima, ipak postoje izvesni opšti principi na kojima se zasnivaju njihova prospekcijska i istraživanja. Kao i kod drugih čvrstih mineralnih sirovina, prilikom izvođenja prospekcijsko-istražnog procesa kod ležišta nemetala, mora se udovoljiti sledećim principima: 1. principu postupnosti, 2. principu potpunosti, 3. principu ravnomernosti i 4. principu „mini-maks“.

Princip postupnosti iziskuje da se sve važnije osobine ležišta — geološke (dimenzije, oblik, zaleganje i grada rudnih tela, rezerve i kvalitet rudne supstance i dr.), rudarsko-tehničke, tehnološke i ekonomske — postepeno upoznaju, po propisanim etapama i stadijumima. U toku izvođenja prospekcijsko-istražnog procesa na ležištima čvrstih mineralnih sirovina, proučavanje njihovih osnovnih osobina se vrši prvo po horizontalni (od centralnih ka obodnim delovima ležišta, odnosno po rudnih tela), a potom po vertikalni (od plitkih ka dubljim delovima ležišta, odnosno po rudnih tela).

Kao jednu posebnu varijantu principa postupnosti, izvesni autori izdvajaju **princip geološke prognoze i provere**. Projektovanje sva- kog istražnog rada, naime, vrši se na bazi geološke prognoze, koju geolozi prave u skladu sa raspoloživim geološkim podacima (odnosno sa stepenom poznavanja ležišta) u datoj fazi prospekcijsko-istražnog procesa. Nakon izvođenja svakog istražnog rada, a prema dobijenim rezultatima,

geološka prognoza se ili potvrđuje u potpunosti ili samo delimično (tada se moraju vršiti neophodne korekcije), ili se pak demantuje, te se mora zameniti drugom pretpostavkom.

Prema tome, sa izvođenjem svakog novog istražnog rada raste i stepen našeg poznavanja ležišta: u početnoj fazi prospekcijsko-istražnog procesa on je vrlo nizak, a kasnije, prema tome koliko je ovaj proces dalje odmakao, stepen poznavanja ležišta je sve viši i viši. Postavljanje novih istražnih radova, vrši se u saglasnosti sa rezultatima dobijenim iz ranije postavljениh radova: ukoliko su u prethodnom stadijumu pomenuti radovi bili postavljени po adekvatnom sistemu i pružili zadovoljavajuće rezultate, onda se u narednom stadijumu vrši pogušćavanje radova po istom sistemu.

Pridržavanje principa postupnosti prilikom izvođenja prospekcijsko-istražnog procesa, pored drugih preimućstava, omogućava nam i izlaganje najmanjem ekonomskom riziku. Ovo se postiže na taj način što se prvo postavljaju najjeftiniji radovi — površinski istražni radovi; potom, ukoliko se dobiju pozitivni rezultati, postavljaju se skuplji radovi — istražne busotine; konačno, kada se i busenjem dobiju pozitivni rezultati, pristupa se izradi najskupljih radova — podzemnih radova. Ukoliko pak neki od pomenutih radova pokažu negativne rezultate u pogledu ekonomskog značaja datog ležišta, onda se obustavlja dalje izvođenje prospekcijsko-istražnog procesa.

Princip potpunosti zahteva da se, sa potrebnom detaljnošću, ispita citavo ležište, a ne samo pojedini njegovi delovi, koji u početnoj fazi izvođenja prospekcijsko-istražnog procesa izgledaju najkvalitetniji i najpogodniji za eksploataciju. Tek posle upoznavanja osnovnih osobina citavog ispitivanog ležišta mogu se pouzdano izdvojiti oni njegovi delovi koji su najpovoljniji za buduću eksploataciju i odrediti najracionalnije metode njihovog otkopavanja.

Princip potpunosti, dakle, pre svega iziskuje okonturivanje citavog ležišta, odnosno svih rudnih tela koja čine dato ležište. U vezi s tim postavlja se i zahtev da tela mineralnih sirovina moraju biti potpuno presečena istražnim radovima.

Treba imati u vidu i to da princip potpunosti nalaze da se ležišta mineralnih sirovina ispituju ne samo sa geološkog aspekta (kako se ponekad pogrešno shvata), nego i sa svih drugih aspekata koji bi došli do izražaja pri eventualnoj budućoj eksploataciji korisne sirovine, njenoj obradi ili preradi, pa čak i u plasmanu tržišnih proizvoda (tj. sa ruda-
rsko-tehničkog, tehnološkog, privredno-geografskog, tržišnog i drugih aspekata).

Princip ravnomernosti iziskuje jednaku verodostojnost podataka ispitivanja svih važnijih osobina ležišta u raznim njegovim delovima prilikom izvođenja prospekcijsko-istražnog procesa. Ovaj princip se, pre svega zasniva na promenljivosti geoloških osobina rudnih tela (njihovog oblika, zaleganja, kvaliteta rudne supstance) i iziskuje postavljanje takvih sistema istražnih radova (linija, mreža), kod kojih se jednaka rastojanja između radova nalaze u pravcima jednake promenljivosti pomenutih geoloških osobina rudnih tela.

Potrebno je istaći da se i ovaj princip u praksi često pogrešno tumači i primenjuje: pretpostavlja se, naime, da je poželjno da rastojanja između istražnih radova budu podjednaka. Međutim, ukoliko rudno telo pokazuje jasnu anizotropiju u pogledu svojih geoloških osobina, sa slabije ili jače izraženim pravcima jednake promenljivosti, po sebi se razume da će princip ravnomernosti u takvom slučaju biti ispunjen samo onda ako se postavljaju sistemi sa različitim gustinom istražnih radova u pravcima različite promenljivosti pomenutih geoloških osobina.

Takođe treba naglasiti da pogušćavanje sistema istražnih radova ne treba vršiti jednakom merom na čitavom prostoru ispitivanog ležišta, naročito kada se radi o većim ležištima, jer bi to bilo ekonomski neceleshodno. Najveća gustina istražnih radova koncentriše se u onim delovima ležišta čija će se eksploatacija najpre vršiti, a potom, u onim delovima ležišta koji se odlikuju najslabijom gradom i najvećom promenljivošću geoloških osobina.

Takozvani „**mini-maks princip**“ nalaze da se sa minimalnim in-putima (ulaganjima) postigne maksimalni output (rezultat), tj. da se sa što manjim utroškom novčanih sredstava, materijala, rada i vremena dobije što veći broj potrebnih podataka o ležištu.

Mada navedeni principi naizgled protivreče jedan drugome (npr. princip potpunosti i princip „mini-maks“), oni su, ustvari, međusobno tesno povezani i dopunjavaju se. Ova prividna protivrečnost javlja se samo onda kada se ovi principi razmatraju izolovano. Optimalna rešenja pri izvođenju prospekcijsko-istražnog procesa dobijaju se onda kada se ovi principi razmatraju jednovremeno, uz puno sagledavanje njihove međusobne zavisnosti.

ISTRAŽNI RADOVI

Prilikom izvođenja prospekcijsko-istražnog procesa kod ležišta neme-tala, kao i kod ležišta drugih čvrstih mineralnih sirovina, izvode se ra-

Površinski istražni radovi

zličiti istražni radovi koji se, uopšte uzv, mogu podeliti u tri osnovne grupe, i to: a) površinske radove; b) bušenje i c) podzemne (jam-

ske) radove.

Površinskim istražnim radovima nazivaju se relativno plitki iskopi (obično 0,5–3 m dubine, samo izuzetno i do 15–20 m), različitog oblika i dimenzija, koji imaju za cilj proseganje površinskog pokrivača (rudine, raspadnutih stena, nanosa) i eventualno, stena koje leže u povlati rudnih tela i otkrivanje rudnih tela. Prema svome obliku, dimenzijama i odnosu prema reljefu, površinski istražni radovi se dele na: raskrivke (raskope), rove, kanale, zaseke, useke i bunare. Svi ovi radovi šematski su prikazani na slici 3.

Raskrivkama (raskopima) se nazivaju iskopi nepravilnog obli-

ka i male dubine (do 1 m) — slika 3a.

Rovovi su iskopi pravilnog (pravougaonog u planu) oblika. Njihova dužina je obično 2–4 puta veća od širine, a dubina im iznosi do 3 m — slika 3b.

Kanali su slični rovimama, s tom razlikom što je njihova dužina mnogostruko veća od širine — slika 3c.

Raskrivke, rovi i kanali mahom se postavljaju na horizontalnim i blago nagnutim delovima terena.

Zasecima (slika 3d) i usecima (slika 3e) se nazivaju površinski istražni radovi trapeznog oblika (u planu) koji se postavljaju na brdskim padinama. Zaseci imaju maksimalnu visinu do 3 m, a useci do 4 m.

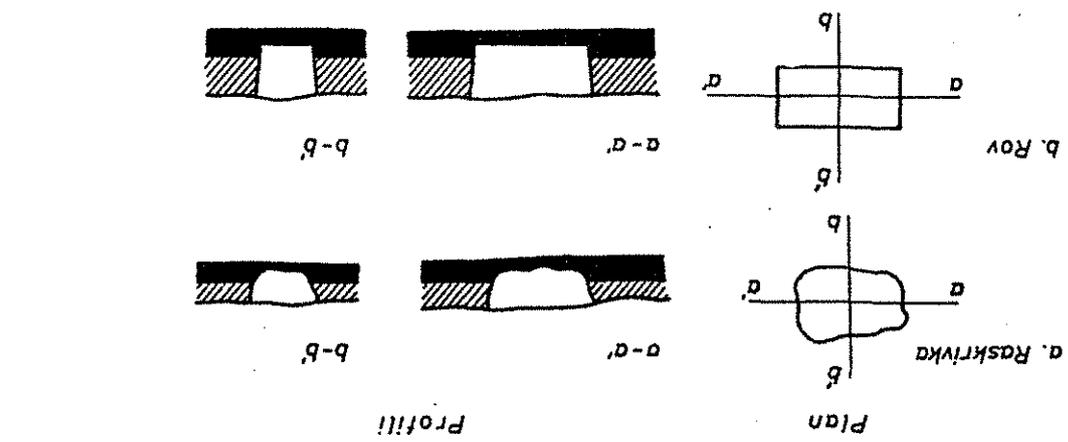
Bunari su najdublji površinski istražni radovi — oni se kopaju do dubine 15–20 m. Bunari se prave sa kvadratnim ili kružnim profilom. Primenjuju se u slučajevima kada se rudno telo nalazi na nešto većoj dubini — slika 3f.

Površinski istražni radovi, sa izuzetkom bunara, u praksi se često obuhvataju pod zajedničkim nazivom „raskopi“.

Na slici 4 date su oznake za raskope, kao i neke druge važnije oznake za prikazivanje istražnih i eksploatacionih radova na Osnovnoj geološkoj karti Jugoslavije (po JUS B.A4.070/1966).

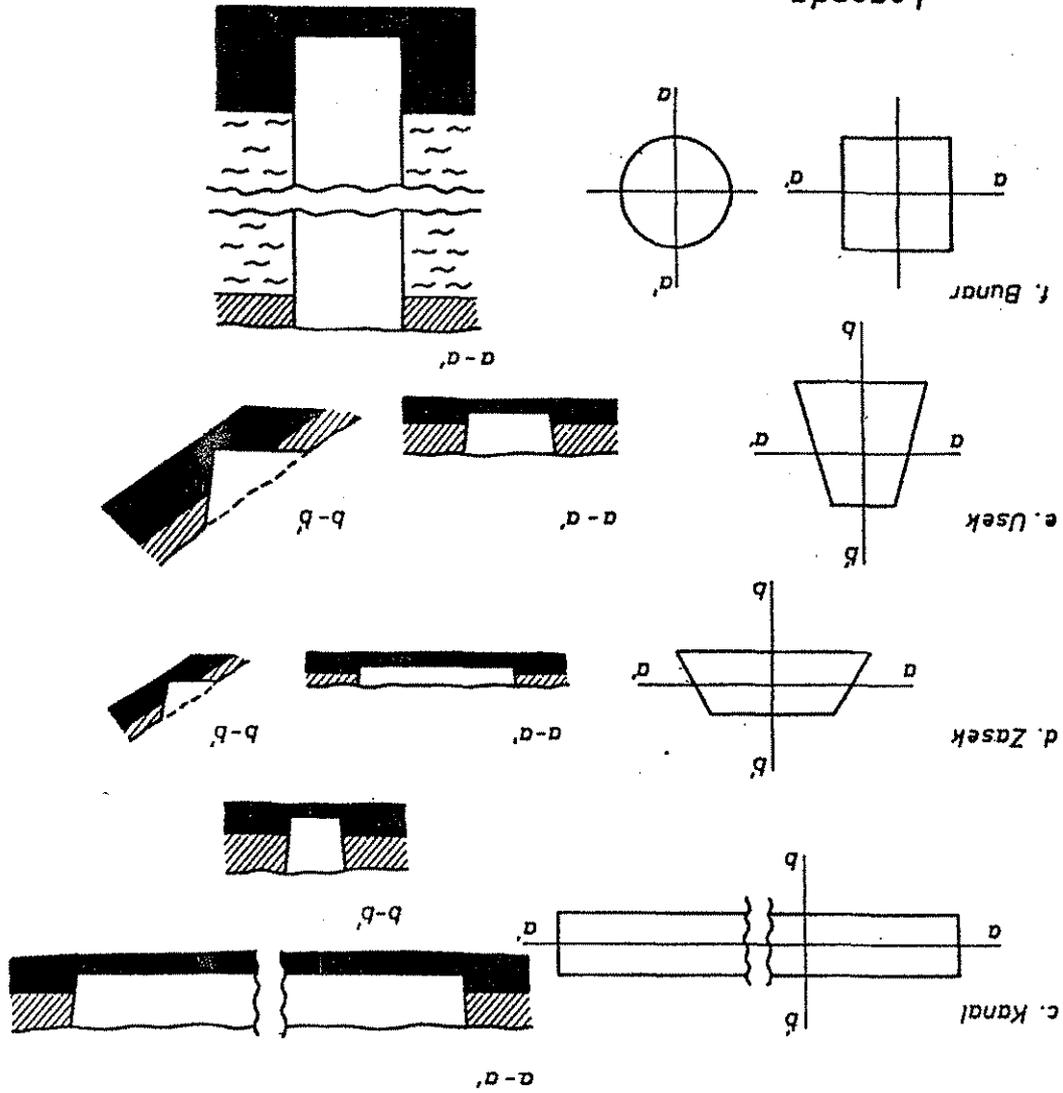
Površinski radovi

Profili



Legenda

Rudina (diagonal hatching) Gline (wavy lines) Ruda (solid black)



Slika 3. — Površinski istražni radovi.

S obzirom da površinski istražni radovi predstavljaju najjeftinije radove koji se primenjuju u prospekcijsko-istražnom procesu na ležištima čvrstih mineralnih sirovina, to se u praksi teži za tim da se njihina reši što veći broj geoloških problema ležišta. Ukoliko se površinski istražni radovi pravilno postavljaju i izvedu, onda se postižu velike uštede prilikom kasnijeg izvođenja bušenja i jamskih radova, jer se umanjuje rizik, a povećava efikasnost ovih radova. Iz tih razloga geolozi istražnih radova — oni se ne postavljaju samo u cilju pronalazanja rudnih tela (što je njihova osnovna namena), već i radi rešavanja raznih drugih geoloških problema: petrografskih, stratigrafskih, tektonskih itd.

Bušenje

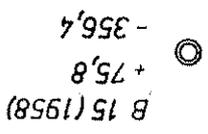
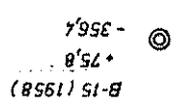
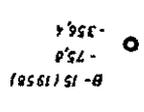
Bušenjem se naziva kompleks tehničkih operacija koje se izvode u cilju izrade bušotina.

Bušotina predstavlja istražni ili eksploatacioni rad cilindričnog presekom u odnosu na dužinu. Izrada bušotina vrši se pomoću različitih oblika u Zemljinoj kori, koji se karakterišu relativno malim poprečnim

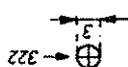
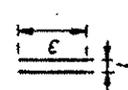
Bušotine koje se izvode u prospekcijsko-istražne svrhe na ležištima čvrstih mineralnih sirovina imaju, prema potrebi, različite prečnike (obično 3 do 50 cm) i različitu dužinu (većinom od nekoliko metara do više stotina metara).

Glavni zadatak bušenja koje se izvodi u prospekcijsko-istražnom procesu na ležištima čvrstih mineralnih sirovina jeste sistematsko prikupljanje i ispitivanje materijala iz bušotina. Ispitivanjem ovog materijala dobijaju se podaci o prostornom položaju rudnih tela, njihovoj debljini, građi, mineralnom sastavu, o kvalitetu rudne supstance, kao i o eventualnom prisustvu tektonskih deformacija. Takođe se dobijaju podaci o litološkom sastavu i tektonskom sklopu svih geoloških formacija koje su na profilima bušotina zastupljene. Interpolacijom i ekstrapolacijom podataka dobijenih bušenjem, sa manjom ili većom tačnošću, na profilima i planovima izvlače se konture rudnih tela, granice okolnih formacija i tektonske deformacije. Verodostojnost i upotrebljivost ovih podataka najviše zavise od vrste primenjenog bušenja i od načina njegovog izvođenja.

Slika 4. — Oznake za istražne radove.

Naziv oznake		1:500		1:1000		1:2000 do 1:5000	
Razmera		1:500		1:1000		1:2000 do 1:5000	
Buošina na površini		 B 15 (1958) +75,8 -356,4		 B-15 (1958) +75,8 -356,4		 B-15 (1958) -75,8 -356,4	

Oznake za istražne buoštine na kartama krupnijih razmera

Dimenzije oznake u mm	Stvarni izgled oznake	Opis
	✘	površinski kop, u radu
	✘	površinski otkop, napušten
	✘	jamski rad, aktivan
	✘	jamski rad, napušten
	⊕	duboke buoštine, pojedinačne: broj kraj oznake predstavlja dubinu u m (stavlja se po mogućnosti)
	=	vazniji raskop

Oznake za istražne radove na osnovnoj geološkoj karti SFRJ (1:25 000)

Busenje koje se izvodi u prospekcijsko-istražne svrhe u ležištima čvrstih mineralnih sirovina, može se, prema tome koji su tehnički pokazatelji uzimani u obzir, podeliti u sledeće grupe:

- a) Prema vrsti pogona:
1. ručno;
 2. motorno.
- b) Prema principu rada:
1. udarno (perkusivno);
 2. obrtno (rotaciono);
 3. kombinovano: udarno-obrtno.
- c) Prema načinu iznošenja materijala sa dna bušotine:
1. bez ispiranja;
 2. sa ispiranjem.

- d) Prema prečniku bušenja:
1. malog prečnika (ispod 101 mm);
 2. velikog prečnika (preko 101 mm).
- e) Prema mestu odakle se vrši bušenje:
1. sa površine;
 2. iz jame.

- f) Prema pravcu bušenja (u odnosu na horizont):
1. vertikalno;
 2. koso;
 3. horizontalno.

Svaka bušotina, prikazana na karti ili profilu bilo koje razmere, mora imati odgovarajuću grafičku oznaku. Grafičke oznake za bušotine na kartama različitih razmera date su na slici 4. Na kartama krupnijih razmera (1:5.000 i veće), osim grafičke oznake, uz svaku bušotinu se navode i podaci: kota sa koje se izvodilo bušenje (kota ušća bušotine) i kota do koje je doprla bušotina (kota dna bušotine), ugao pod kojim se bušilo (da li je bušotina bila vertikalna, kosa ili horizontalna) i godina u kojoj se obavilo bušenje.

Na slici 5 dat je grafički prikaz bušotina na profilima:

Na slici 9 prikazana je bušilica „Empajr“ (Empire), koja se koristi za bušenje nanosnih ležišta. Kod ovih bušilica se prodiranje u nanos vrši pomoću oblozih cevi, a uzorci materijala se izvlače iz cevi pomoću pribora za bušenje. Okretanje oblozih cevi vrše ljudi ili stoka, a radnici na platformi svojom težinom ostvaruju opterećenje na petu oblozih cevi.

Ručne bušilice za izradu nešto dubljih bušotina prikazane su na slikama 7 i 8.

Najprostiji tipovi ručnih bušilica dati su na slici 6.

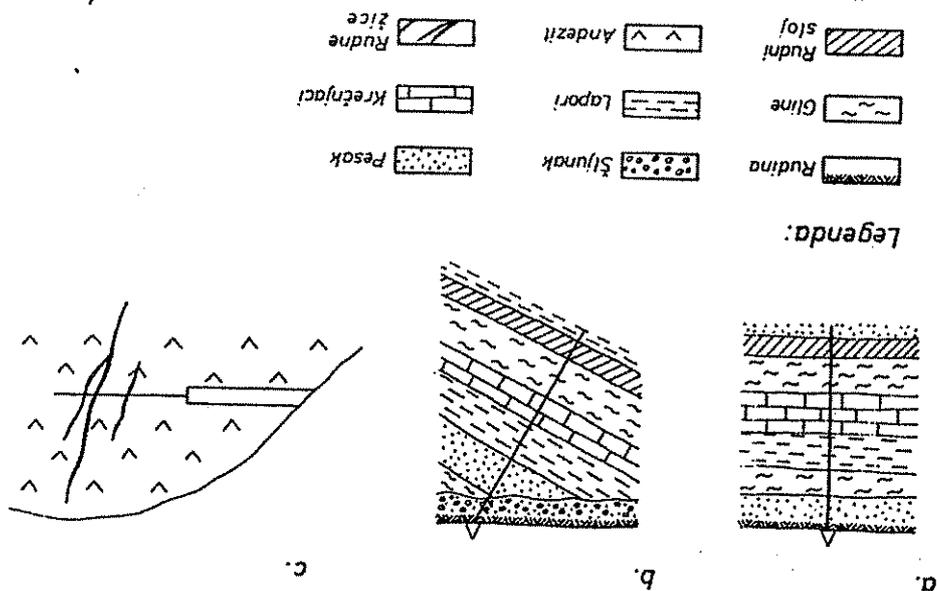
vano (udarno-obrtno).

bušenje može se vršiti obrtnim načinom, udarnim načinom ili kombinovano (većinom 10–30 m). Prečnik bušotina varira od 50 do 150 mm. Ručno bušenje u terenima izgrađenim od nevezanih (sljunak, pesak) i plastičnih stena (gline), do dubine od nekoliko metara do oko 50 metara sirovina u terenima izgrađenim od nevezanih (sljunak, pesak) i plastičnih stena (gline), do dubine od nekoliko metara do oko 50 metara (većinom 10–30 m). Prečnik bušotina varira od 50 do 150 mm. Ručno bušenje može se vršiti obrtnim načinom, udarnim načinom ili kombinovano (udarno-obrtno).

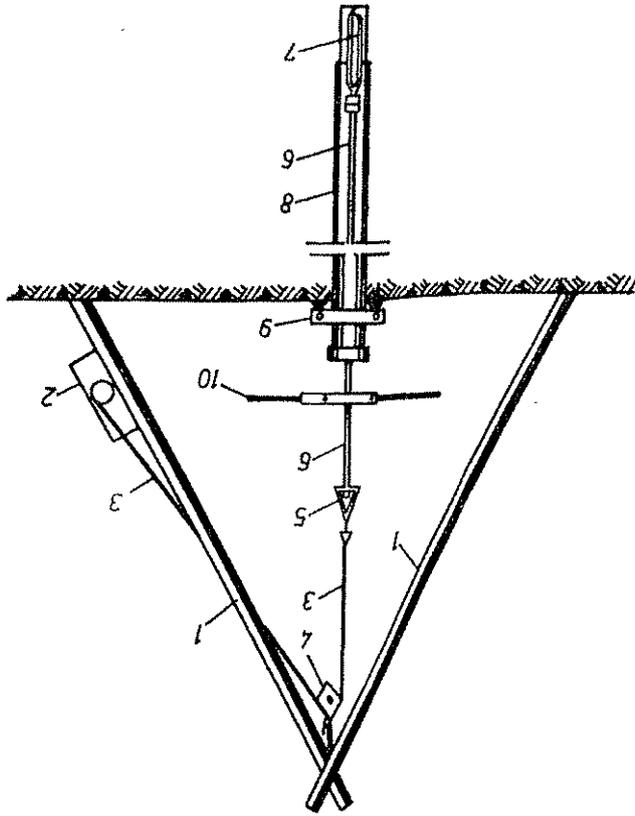
Ručno bušenje

Pri prospekcijski ležišta nemetala, a naročito nemetala — građevinskih materijala, najviše se primenjuju jednostavnija postrojenja za bušenje sa motornim pogonom i ručno bušenje, a prilikom istraživanja različitih postrojenja za bušenje sa motornim pogonom (naročito za rotaciono bušenje sa jezgrovanjem). U narednim izlaganjima ukratko ćemo prikazati važnije vrste bušenja koje se koriste kod ležišta nemetala.

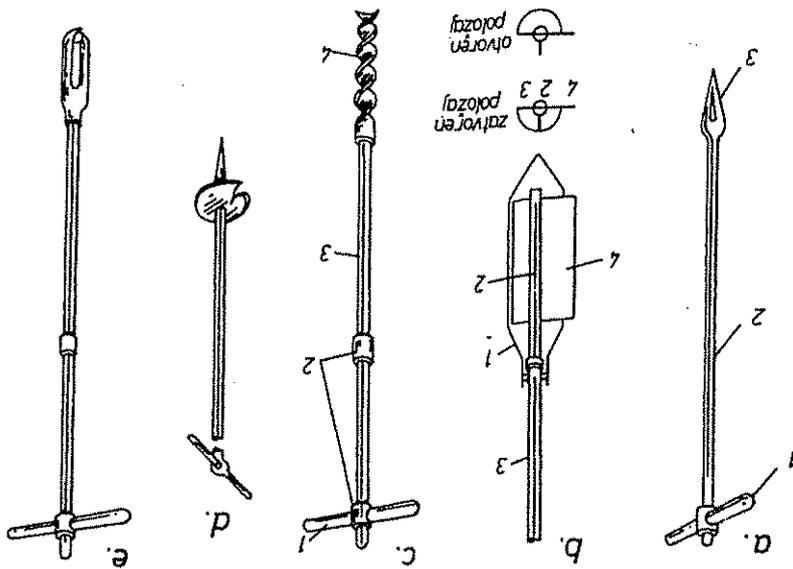
Slika 5. — Šematski prikaz bušotina na profilima: a. vertikalna, b. kosa i c. horizontalna bušotina.



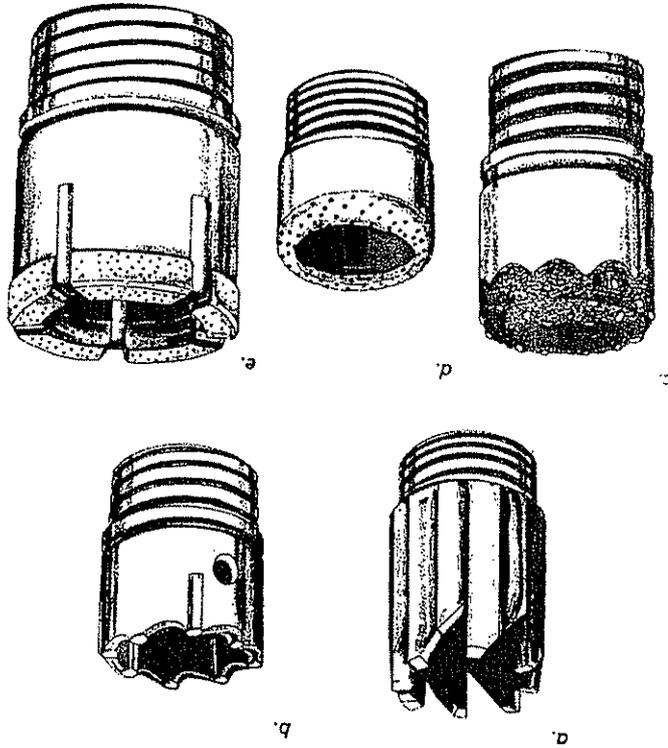
Slika 7. — Šematski prikaz postrojenja za ručno obrtno bušenje sa tornjem (bušilica „Pionir“).
 1. noge tornja (tronošca); 2. vitlo; 3. čelično užje; 4. nepokretna koturača; 5. izvlačač; 6. bušaće šipke; 7. kašika; 8. obložne cevi; 9. steznik (pojas obložnih cevi); 10. ručica.



Slika 6. — Ručne bušilice: a. sonda (1. ručica, 2. šipka, 3. šiljak ili sonda); b. sonda sa poklopcom (1. telo, 2. osovina, 3. šipka, 4. poklopac); c. pribor za bušenje sa svrdlom (1. ručica za okretanje, 2. spojnica, 3. šipka, 4. svrdlo); d. pribor za bušenje sa tanjirrom; e. pribor za bušenje sa kašikom.
 a, b — udarno bušenje; c, d, e — rotaciono bušenje.



Slika 10. — Krune za obrtno bušenje: a. kruna sa čeličnim zubima; b. kruna sa zubi-
bima od tvrdih legura; c. kruna sa krupnim dijamantima; d. kruna sa sitnim dijamantima; e. kruna sa dijamantskom prašinom (impregnirana kruna).



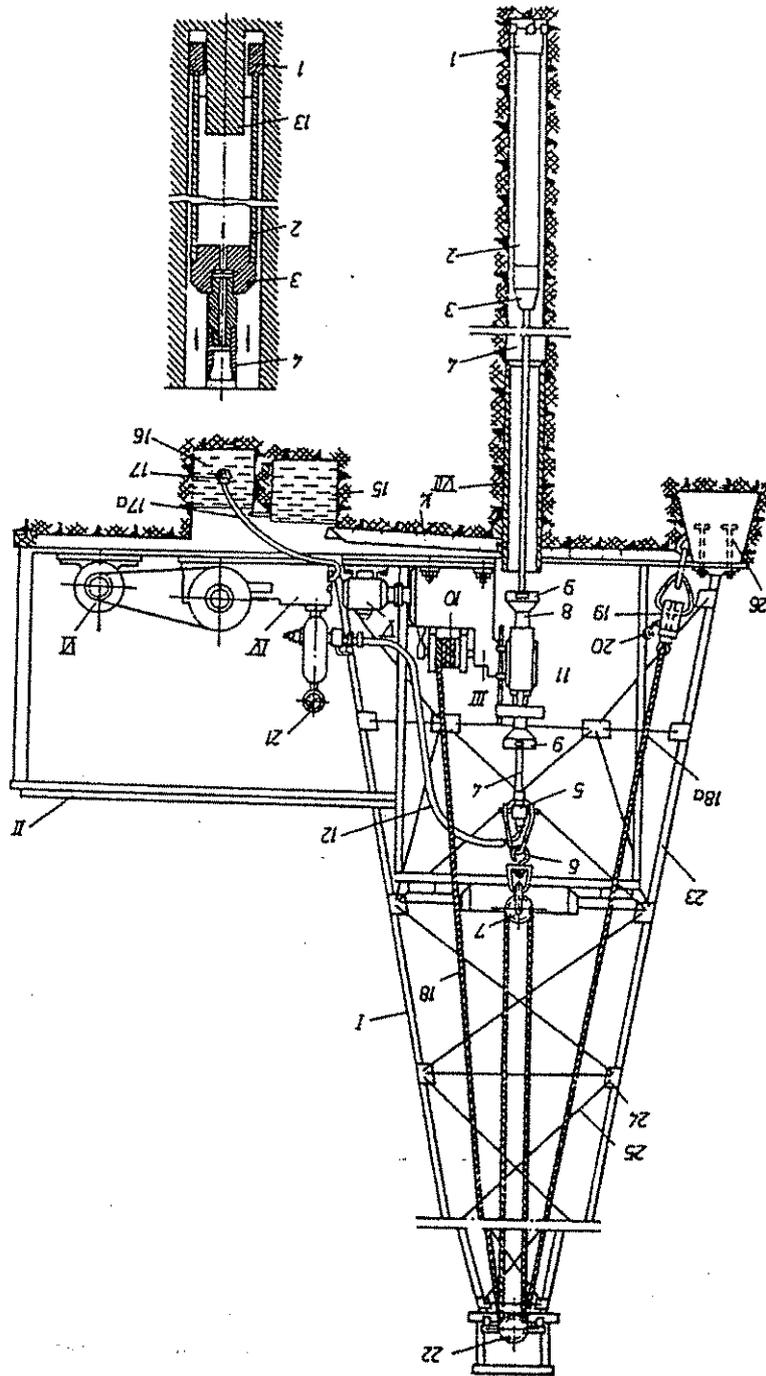
Drobljenje stena na dnu bušotine vrši se pomoću različitih bušaćih kruna, od kojih su neke prikazane na slici 10. Na slici 11 prikazana je jedna savremena garnitura za motorno rotaciono bušenje sa jezgrovanjem.

Motorno obrtno bušenje sa jezgrovanjem

Princip obrtnog (rotacionog) bušenja sastoji se u tome što se radna šipka učvršćuje u poseban mehanizam, preko kojeg prima rotaciono kretanje i isto prenosi na donji deo pribora za bušenje. Jednovremeno sa rotacijom vrši se i opterećivanje (pritskivanje nanize) pribora za bušenje mehaničkim ili hidrauličkim postupkom. Na ovaj način se drobe stene na dnu bušotine i ista se stalno produbljuje. Pogonska energija za bušenje se dobija od motora sa unutrašnjim sagorevanjem ili od elektromotora.

U poslednje vreme, ručno bušenje se, zbog malih učinaka u radu, sve više zamenjuje motornim bušenjem. Namesto ručnih, primenjuju se lake motorne bušilice, kojima se postizu visoki radni efekti. Ove bušilice su postavljene na kamionima, gusenica, prikolica ili saonicama, te su vrlo operativne, kako u transportu, tako i u radu.

Slika 11. — Šematski prikaz postrojenja za obrtno bušenje sa jezgrovanjem: I. toran; II. kućica; III. bušaća garnitura; IV. pumpa za isplaku; V. motor bušilice; VI. motor pumpe; VII. vodna cev (konduktor); I. Kruna; 2. jezgrena (sržna) cev; 3. prelaz; 4. bušaće šipke; 5. ispirna glava; 6. kukica; 7. pokretna koturčica; 8. vreteno; 9. stezač sa ulošcima; 10. bubanj vilita; 11. regulator hoda vretena; 12. potisno crevo; 13. jezgro; 14. kanali za isplaku; 15. taložnik za isplaku; 16. rezervoar za isplaku (usisni); 17. usisna korpa; 17a. usisno crevo; 18. čelično uže; 18a. mrtvi kraj užeta; 19. indikator težine; 20. manometar bušilice; 21. manometar pumpe za isplaku; 22. nepokretna koturčica; 23. noge toranja; 24. spojnice; 25. kosnici; 26. temeljni zavrtanj.



Uzimanje jezgra se vrši pomoću jezgrenih cevi, koje mogu biti obične (proste) ili dvostrukke (slika 11, br. 2).

Obrtno bušenje sa jezgrovanjem vrši se u određenim intervalima, koji se nazivaju manevrima. U jednom intervalu može se vršiti bušenje za onoliko dužinu koliko materijala može po vertikali da stane u jezgre-nu cev (obično 0,5–3 m). Kada se željeni interval postigne, onda se sve bušaće šipke izvlače iz bušotine da bi se izvadilo jezgro iz jezgrene cevi. Posle toga se bušaće šipke sastavljaju, produžavaju i ponovo stavljaju u bušotinu, radi bušenja sledećeg manevra.

Pri motornom rotacionom bušenju obično se u toku citavog rada vrši ispiranje bušotine isplakom ili vodom, ređe i njeno produvavanje komprimovanim vazduhom.

Prilikom izvodenja bušenja, naročito kada su u pitanju dublje bušotine, redovno dolazi do njihovog manjeg ili većeg skretanja od zadatakog pravca, i to, kako po vertikali, tako i po horizontali, pa iste zadobijaju oblik prostorne krive linije. Ova pojava se naziva krivljenjem ili devijacijom bušotina. Krivljenje bušotina po vertikali (azimutno krivljenje) mnogo je intenzivnije od horizontalnog, i obično se kreće od 0–10° u intervalu od 100 m dužine bušotine. Praksa je pokazala da je azimutno krivljenje najveće kod vertikalnih bušotina, i to prilikom bušenja prvih nekoliko stotina metara. Krivljenje bušotine po horizontali (zenitno krivljenje) većinom je neznatno — kreće se od 0–2° u intervalu od 100 m dužine bušotine.

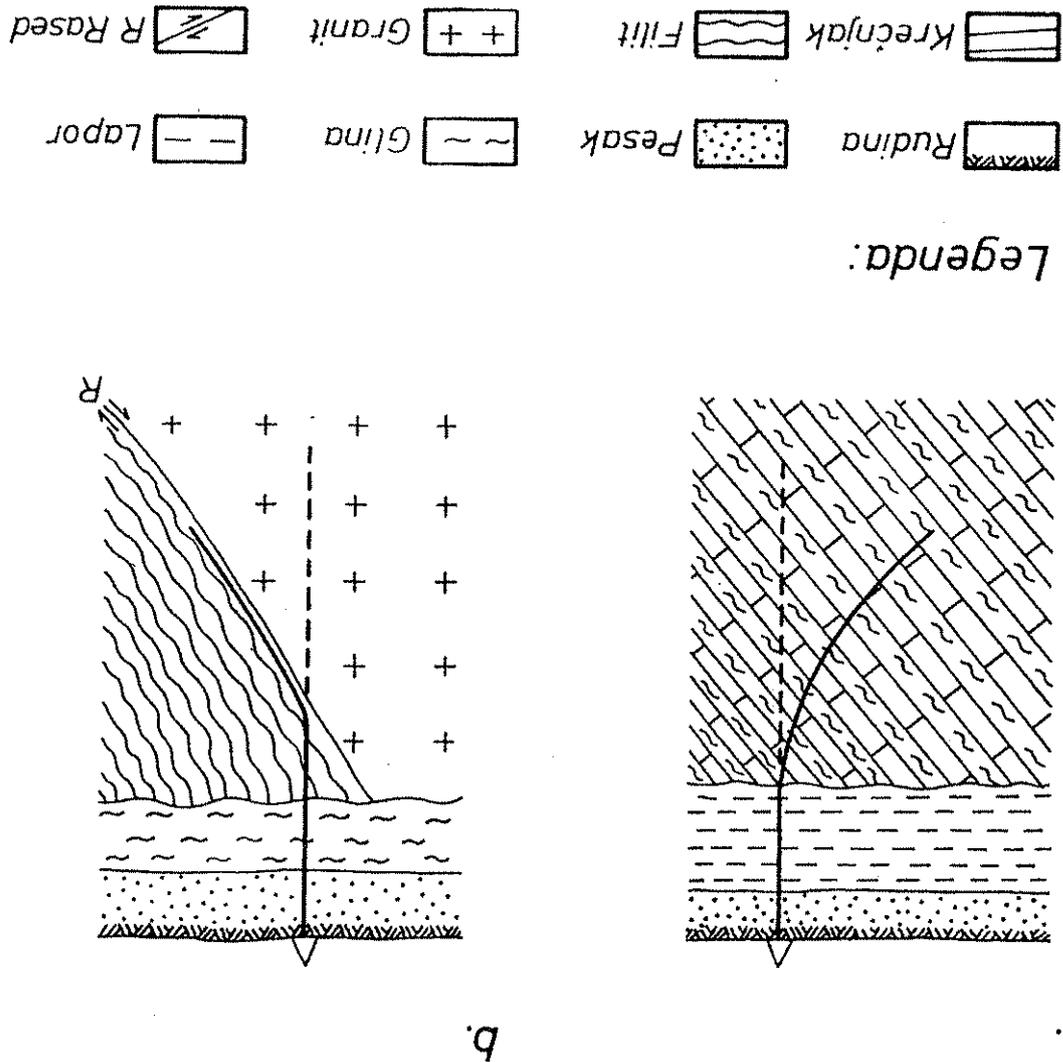
Krivljenje bušotina proizvokuju različiti geološki i tehnički faktori. Od geoloških faktora najčešći su: petrografska nehomogenost sredine (npr. smenjivanje tvrdih i mekih stena) i tektonski poremećaji (u prvom redu rasedi), a od tehničkih faktora: ekscentričnost pribora za bušenje, nejednaka izlizanost krune, neodgovarajući režim bušenja i dr.

Zbog pojave krivljenja bušotina, da bi se dobili tačni podaci o mestima uzimanja jezgra, u praksi se po pravilu vrši sistematsko merenje nagiba kod svih dubljih bušotina (preko 100 m dužine) i to u određenim intervalima (na svakih 50 m ili 100 m dužine bušotine).

Na slici 12 (a i b) prikazana su dva karakteristična primera krivljenja bušotina usled geoloških faktora.

S obzirom da je bušenje znatno skuplje od raskopavanja (izrada 1 m³ bušotine je 2–10 puta, a u proseku 6 puta skuplja od izrade 1 m³ raskopa), to se bušotine najčešće lociraju samo na onim mestima gde su površinski istražni radovi otkrili orudnjenje, ili su ga barem indicirali

(npr. otkriveni su preobražajni produkti orudnjenja u oksidacionoj zoni, ustanovljene su karakteristične hidrotermalne promene u stenama itd.), kao i na mestima gde su geoheмиjska i geofizicka ispitivanja ukazala na postojanje izrazitijih anomalija.



Slika 12. — Krivljenje busotina: a. zbog nailaska na seriju koja se sastoji od naizmjenično stratifikovanih slojeva izgrađenih od tvrdih i mekih stena; b. zbog nailaska na tektonski kontakt između dve različite geološke formacije.

Podzemni (jamski) istražni radovi

Podzemnim ili jamskim radovima nazivaju se podzemne rudarske prostorije koje, bilo direktno ili indirektno, omogućavaju pristup sa površine terena do dubljeležećih delova rudnih tela. Ove prostorije se odlikuju neuporedivo većom dužinom u poređenju sa poprečnim presekom. Podzemne rudarske prostorije izvode se, generalno posmatrano, u sledeće dve glavne svrhe:

- a) U cilju istraživanja rudnih tela na različitim dubinskim nivoima — to su *podzemni istražni radovi*.
- b) U cilju eksploatacije rudnih tela na odgovarajućim dubinskim nivoima — to su *podzemni eksploatacioni radovi*.

Podzemni istražni radovi omogućavaju da se sa najvećom mogućom tačnošću utvrde geološke odlike ležišta (oblik, dimenzije i zaleganje rudnih tela, njihova grada, mineralni i hemijski sastav rudne supstance itd.) i njegove rudarsko-tehničke karakteristike. S obzirom da su to najskuplji istražni radovi, uvek se teži da se oni tako postave da se mogu korisno upotrebiti pri eventualnoj budućoj eksploataciji ležišta.

S obzirom na položaj prema horizontu, svi podzemni istražni radovi se dele na *horizontalne*, *kose* i *vertikalne*. Na slici 13 date su oznake za horizontalne podzemne prostorije na kartama i profilima različitih razmera, na slici 14 — za kose podzemne prostorije, a na slici 15 — za vertikalne podzemne prostorije (sve po JUS B.A3.013/1967).

U zavisnosti od konfiguracije terena, kao i oblika i položaja rudnih tela u odnosu na površinu terena, ležištima čvrstih mineralnih sirovina može se sa površine pristupiti (odnosno, ležišta se mogu otvoriti) na jedan od sledeća tri načina:

1. Potkopom;
2. Niskopom;
3. Oknom.

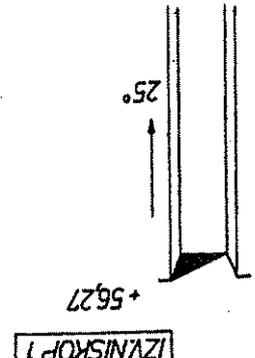
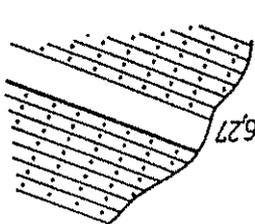
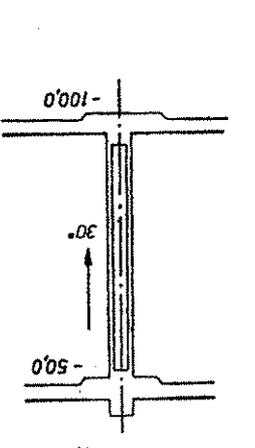
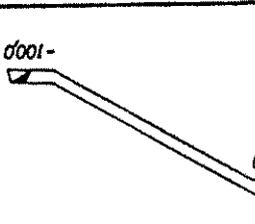
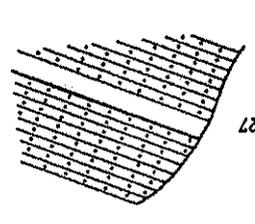
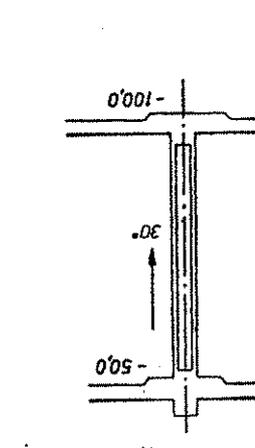
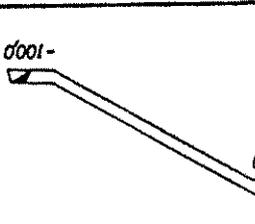
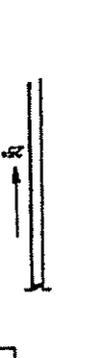
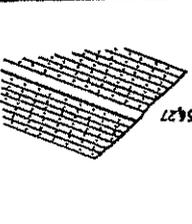
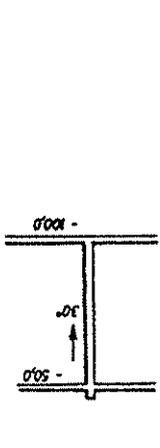
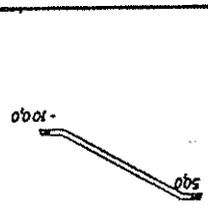
Potkop je prikazan na slici 16 (a i b), niskop — na slici 17, a okno na slici 18.

Oznake za horizontalne podzemne prostorije

Naziv oznake		Razmera		
a)	POTKOP, osnova	1:200 do 1:1000	1:2000 do 1:2500	1:5000 do 1:25000
b)	POTKOP, potkopa	1:200 do 1:1000	1:2000 do 1:2500	1:5000 do 1:25000
Vertikalni presjek potkopa				
Osnovni hodnik, trans-potni ili ventilacioni		1:200 do 1:1000	1:2000 do 1:2500	1:5000 do 1:25000

Slika 13. — Oznake za horizontalne podzemne prostorije.

Oznake za kose podzemne prostorije

Naziv oznake	NISKOP sa površine (osnova)	Vertikalni presek niskopa sa površine	NISKOP u jami (osnova)	Vertikalni presek niskopa u jami
1:200 do 1:1000				
1:2000 do 1:2500				
1:5000 do 1:25000				

Razmera

Slika 14. — Oznake za kose podzemne prostorije.

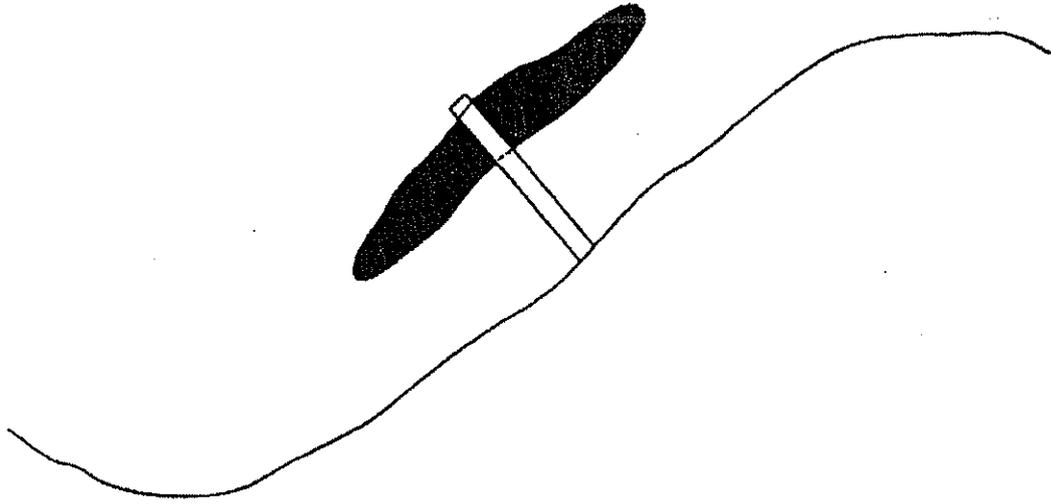
Oznake za vertikalne podzemne prostorije

Naziv oznake		Razmera	
Izvožno okno kružnog preseka		1:200 do 1:1000	1:2000 do 1:2500 1:5000 do 1:25000
Izvožno okno pravouglonog preseka		1:200 do 1:1000	1:2000 do 1:2500 1:5000 do 1:25000
Vertikalni presjek okna		1:200 do 1:1000	1:2000 do 1:2500 1:5000 do 1:25000

Slika 15. — Oznake za vertikalne podzemne prostorije.

Slika 17. — Šematski prikaz niskopa.

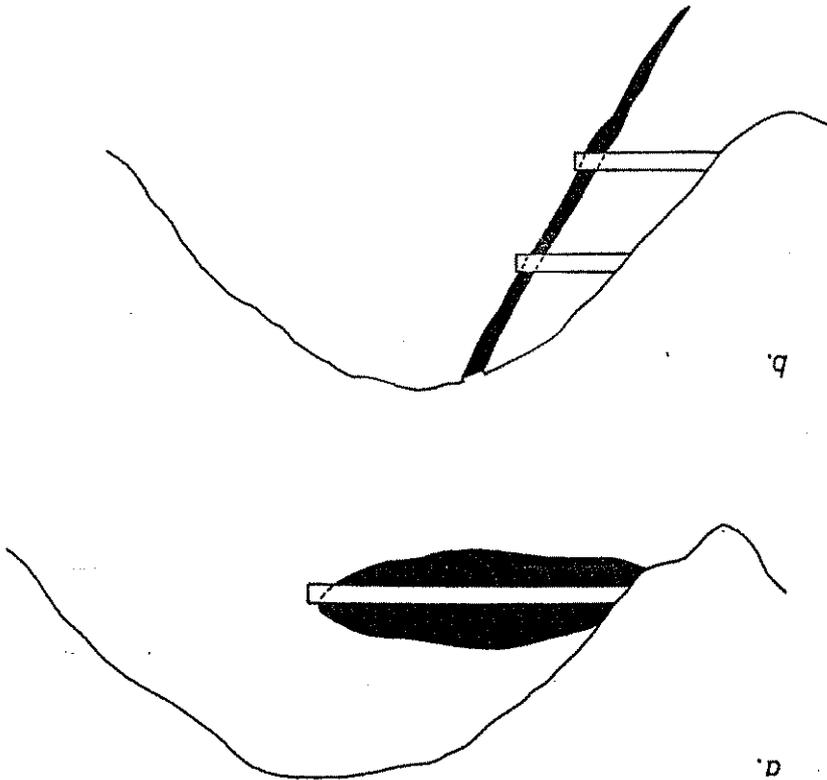
Ruda Okolne stene



som rudnom telu.

Slika 16. — Šematski prikaz potkopa: a. u horizontalnom rudnom telu; b. u ko-

Ruda Okolne stene



Geološka dokumentacija istražnih radova

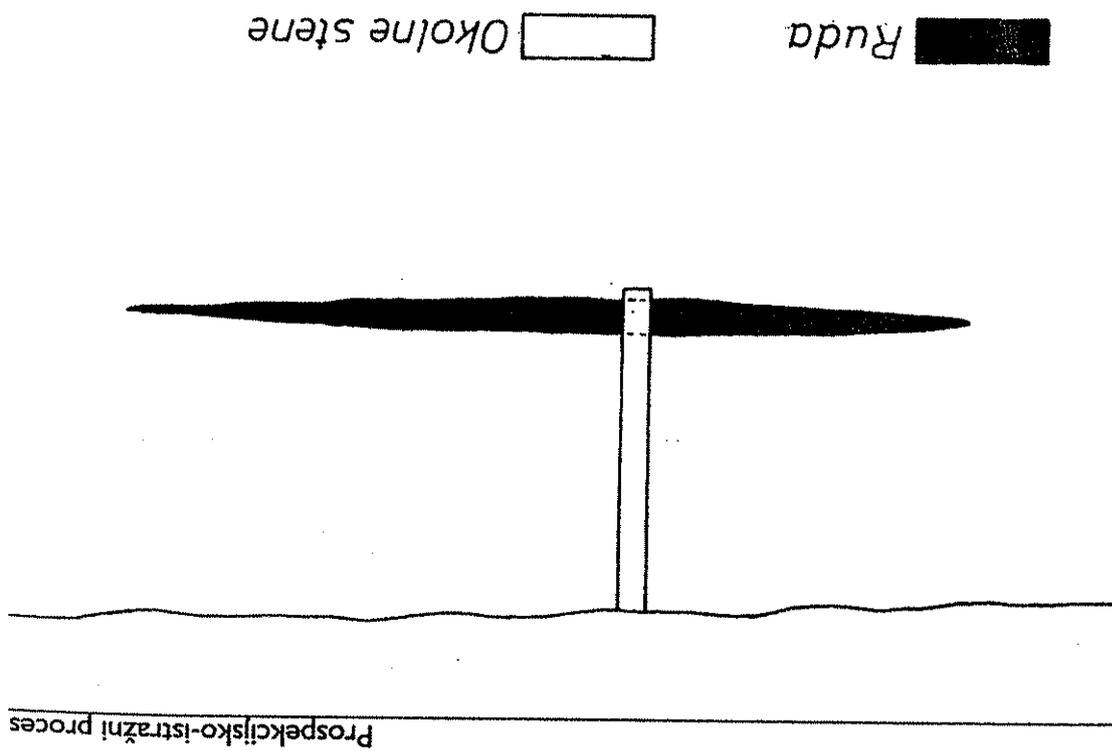
Geološki podaci dobijeni prilikom izvođenja istražnih radova na ležištima mineralnih sirovina sistematski se prikupljaju, obrađuju, prikazuju i čuvaju u vidu odgovarajuće geološke dokumentacije koja je za datu vrstu radova propisana ili uobičajena. Postoje tri vrste geološke dokumentacije istražnih radova, i to: tekstualna, grafička i materijalna.

Ležište koje je otvoreno na bilo koji od ova tri prikazana načina, dalje se istražuje po horizontima — uzdužnim (smernim ili pružnim) i poprečnim (prečnim) hodnicima.

Posto su podzemni istražni radovi najskuplji radovi koji se primenjuju u prospekcijsko-istražnom procesu, oni se projektuju tek nakon detaljne analize rezultata dobijenih na osnovu površinskih istražnih radova i bušenja, tako da se njihovim izvođenjem postignu optimalni rezultati. Jamski radovi se u principu postavljaju onda kada su površinski istražni radovi i bušotine dali pozitivne rezultate u pogledu ekonomskog značaja ležišta, ali ovi rezultati nisu dovoljno tačni da bi se na osnovu njih mogla izvršiti vrednosna ocena ležišta, odnosno započeti njegovu eksploataciju.

Izrada 1 m³ podzemnih prostorija je 2–10 puta (u proseku 6 puta) skuplja nego izrada 1 m³ bušotine.

Slika 18. — Sematski prikaz okna.



Prospekcijsko-istražni proces

Profilu se izraduju za pojedine geološki značajne ili karakteristične pravce u ležištu i za pojedine nizove istražnih radova (obično za istražne linije ili za različite pravce u istražnoj mreži). Najviše se koriste poprečni i uzdužni profili. Na karti (odnosno planu) moraju biti označeni pravci priloženih profila. Poželjno je da se profili izraduju u istoj razmeri kao i odgovarajuće karte (planovi). Česta je, naime, praksa da se na profilima višestruko povećava vertikalna razmera u odnosu na horizontalnu, u cilju većeg isticanja debijine tela. No, treba imati u vidu da ovakvo, neproporcionalno povećavanje vertikalne razmere izaziva deformacije topografije i geoloških odnosa, te ga stoga treba izbegavati.

Na specijalnim kartama nanose se: tektonske odlike ležišta, hidrogeološke i inženjersko-geološke karakteristike ležišta, hemijske odlike ležišta (hemijske karte), klasifikacija rezervi, rezultati geohemijskih i geofizičkih ispitivanja itd.

Razni važni geološki detalji prikazuju se na skicama koje se crtaju u razmeri 1:10 — 1:50, ređe i 1:100.

Pri istraživanju se koriste topografske osnove razmere 1:10.000 — 1:500. Na ovim osnovama većinom mogu da se pregledno prikazu svi istražni radovi i dobijeni geološki podaci. Ukoliko je pak neophodna osnova krupnije razmere, onda se ista dobija instrumentalnim geodetskim snimanjem.

Prospekcija se obavlja na topografskim osnovama razmere 1:200.000 — 1:5.000. Kod nas se vrši na topografskim osnovama razmere 1:25.000. Istražni radovi, i na osnovu njihovih dobijeni geološki podaci, prikazuju se na topografskoj osnovi koja se koristi pri izvođenju prospekcije, ili, ukoliko je ona suviše sitna, prikazuju se na posebnim planovima dobijenim krokanjem ili nekom drugom metodom snimanja terena u krupnoj razmeri.

Grafička dokumentacija se sastoji od: skica, fotografija, geoloških stubova (lokalnih i sintetičkih), karata i planova različite razmere i namene (pregledne karte šireg područja ležišta, karte užeg područja ležišta, plana površine ležišta, planova pojedinih horizonata i raznih drugih, specijalnih karata), profila različite razmere i namene (uz odgovarajuće karte i planove), blok dijagrama, raznih tabela (oprobavanja, proračuna rezervi itd.), raznih grafikonaa, kao i drugih priloga.

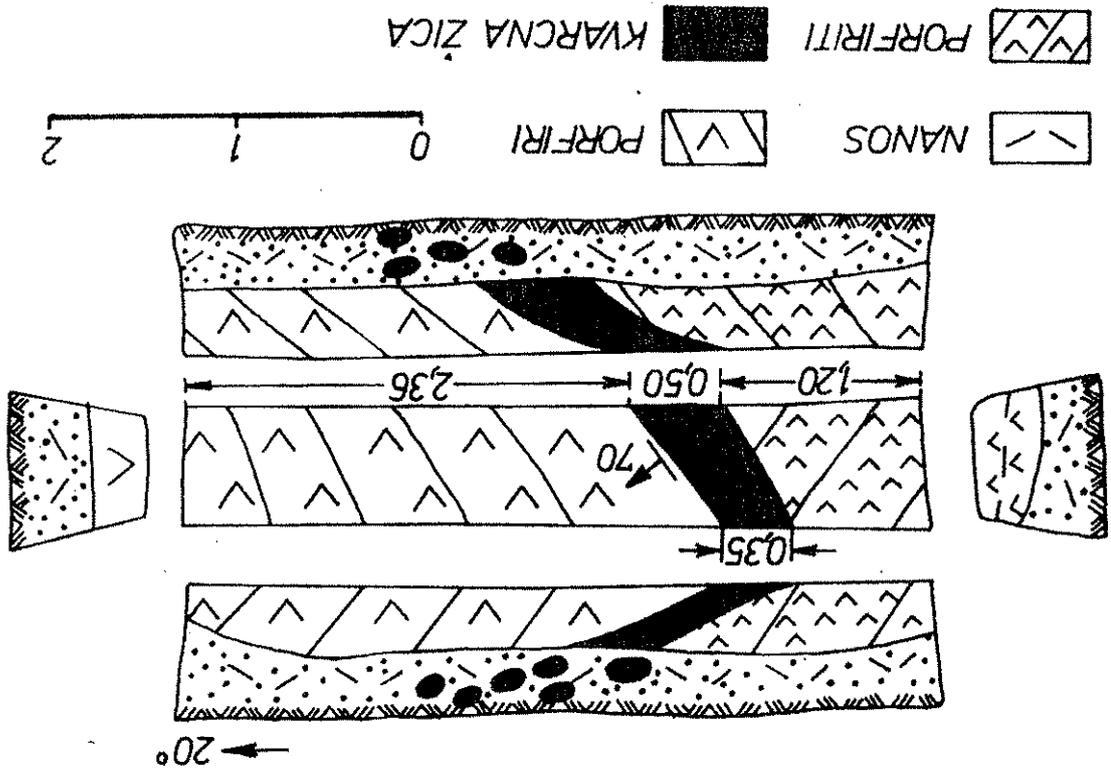
U tekstu alnu dokumentaciju spadaju različitii geološki opisi koji služe za detaljniju analizu i dopunsko objašnjavanje podataka grafičke dokumentacije dobijene geološkim kartiranjem i proučavanjem istražnih radova.

Razni specijalni profili se daju uz odgovarajuće specijalne karte. Profili bušotina se izrađuju u razmeri 1:100 — 1:1.000, u zavisnosti od dubine bušenja.

Geološki stubovi se crtaju u razmeri 1:200 — 1:1.000, rede i 1:1.000. Lokalni stubovi se obično crtaju u krupnijoj, a sintetički stubovi u sitnijoj razmeri.

Na geološkim fotografijama neophodna je razmera. Za približnu razmeru, u zavisnosti od veličine geološkog objekta, koriste se: drveće, ljudi, geološki čekić, olovka, kutija šibica itd., koji se fotografisu zajedno sa geološkim objektom. Za preciznu razmeru upotrebljavaju se grafički razmernici, koji se naknadno iscrtavaju na fotografiji na osnovu tačnih merenja izvršenih na dotičnom geološkom objektu. Na aerofotografijama ma daje se brojana razmera (npr. 1:12.500), a na mikrofotografijama se daje smanjenje (npr. smanjenje 25x).

Na slikama 19-23 dati su primeri grafičke dokumentacije kod prospekcijskih i istražnih radova.



Slika 19. — Razvijeni dijagram jednog kanala (po G. D. Azgireju).

PROFIL BUŠOTINE B-7

Koordinate bušotine: Y=7 396 342,3 ; X=4 851 683,7 ; Z=428,50
 Azimut bušotine : 237° Ugao nagiba bušotine : 50°

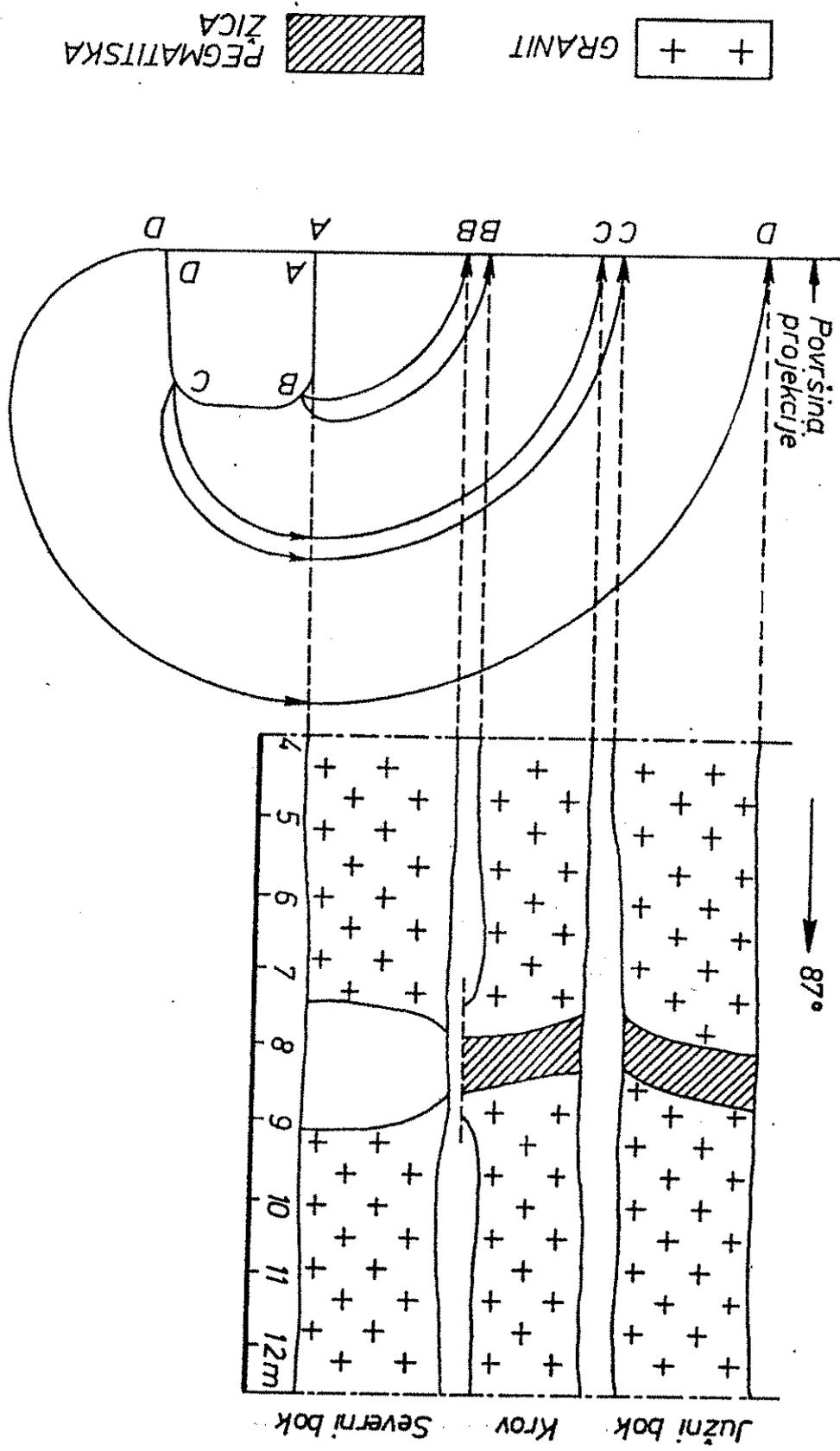
Prečnik bušotine u mm	Dubina bušotine u m	Debljina stojeva u m	Grafički prikaz jezgra	Opis materijala	Procenat dobijenog jezgra
	0,00		↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓		02 08 06 001
Ø 170	1,65	1,65		Rudina	
	3,55	1,90		Sijunak i pesak	
Ø 220	4,20	0,65		Sivobela posna gлина	
	6,20	2,00		Svjetlosivi kvarcni pesak, srednjezrn, vrlo usjednata krupnoća	
Ø 220	7,20	2,05		Tamnosiva vatrostalna gлина	
	8,25	2,05		Zutomrki pesak, sitnozrn, slabo vezan glinovitom supstancom, pigmentiran je limonitom	
Ø 170	15,25	2,85		Sivomrka vatrostalna gлина	
	18,25	3,00		Sivobeli pločasti laporci, vrlo jedri	

Bušenje započeto: 20. V. 2000

Bušenje završeno: 21. V. 2000

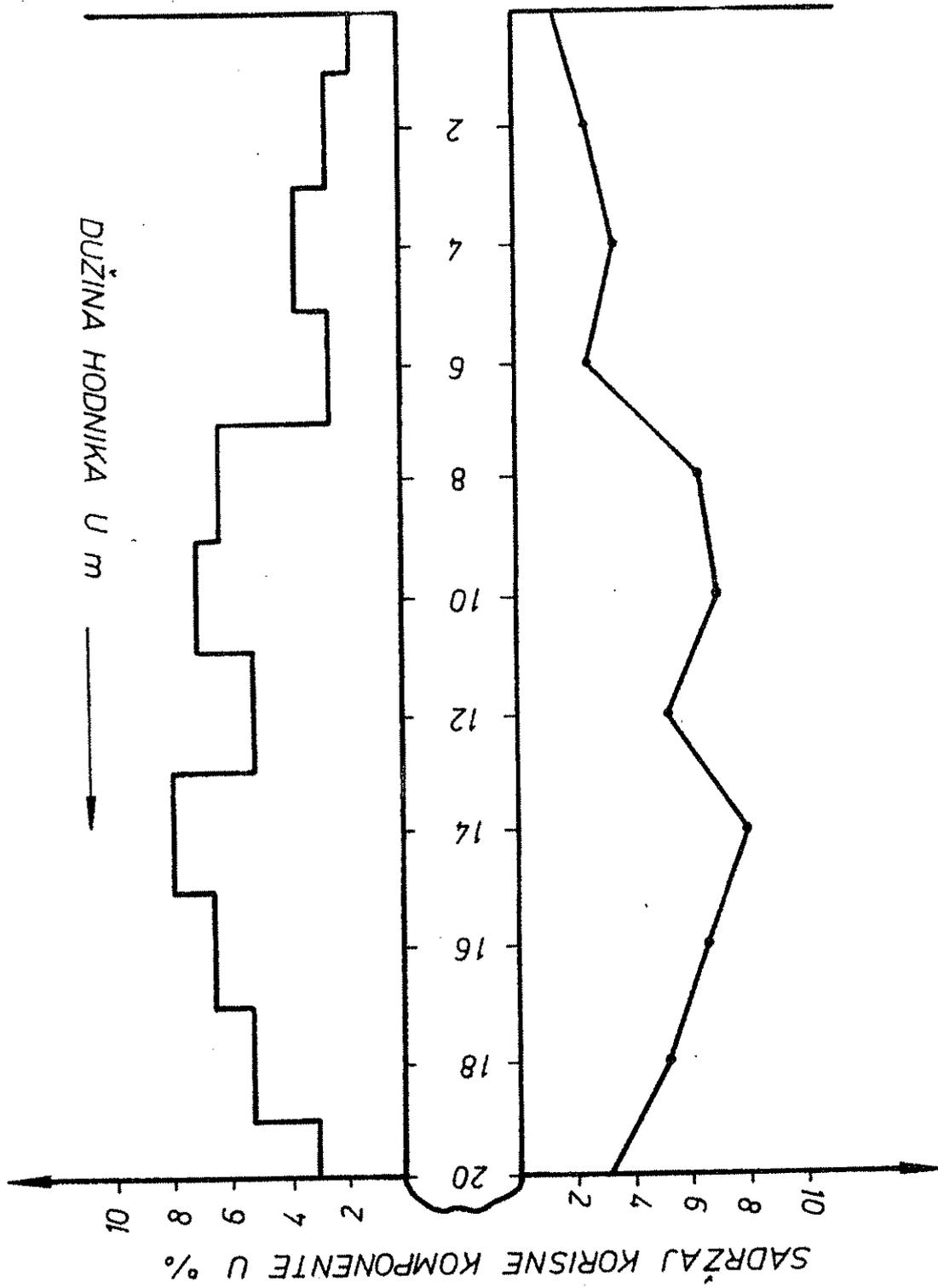
Rukovodilac bušenja: Ing. F. Petrović

Slika 20. — Profil bušotine B-7.

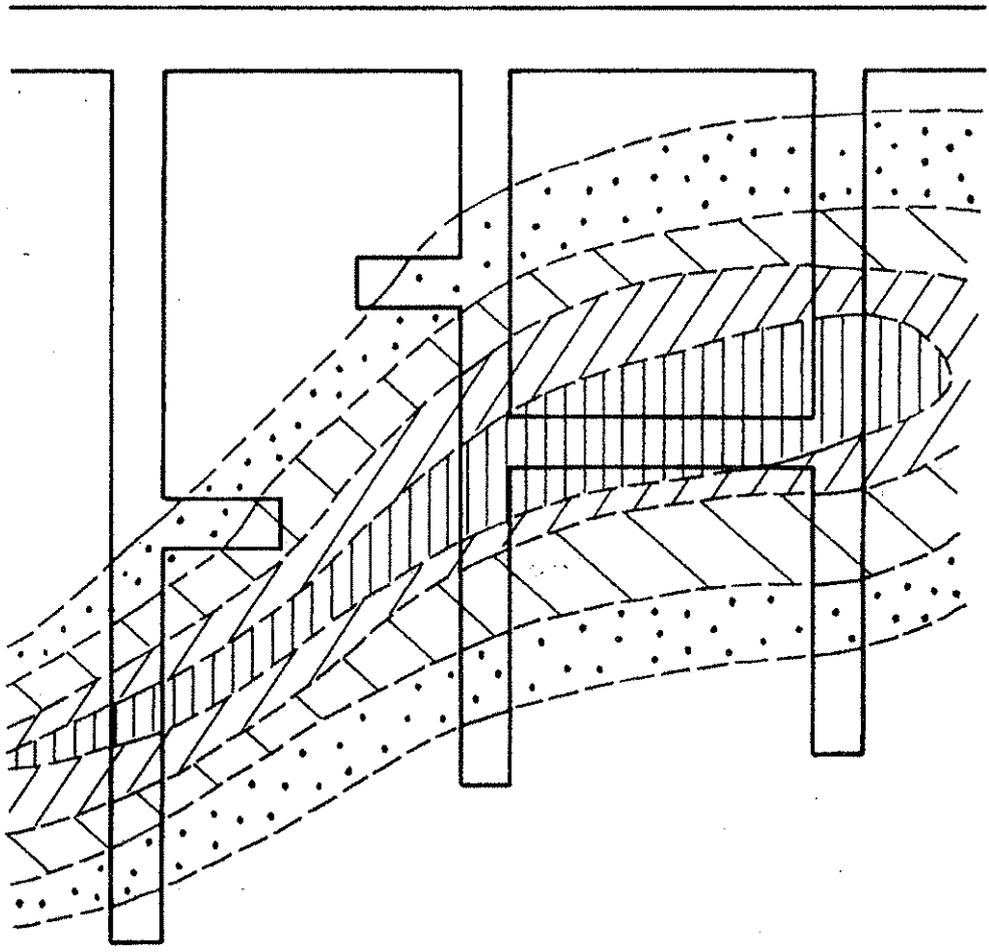
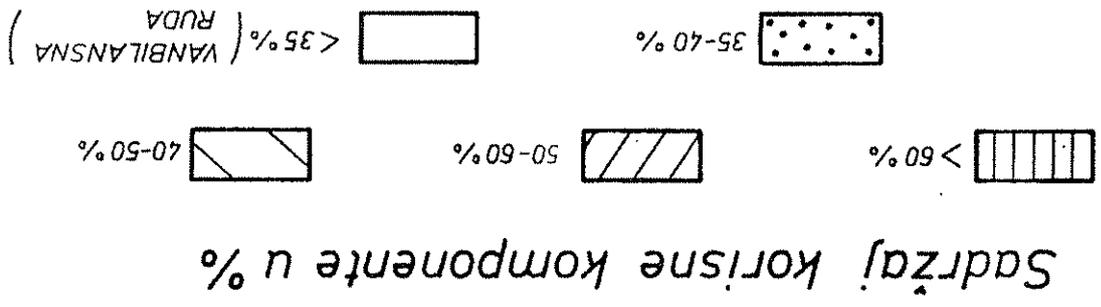


Slika 21. — Razvijeni blok dijagram horizontalne rudarske prostorije i šema njegovog razvijanja.

Slika 22. — Dva najčešća načina grafičkog prikazivanja hemijskog sastava rudne supstance u podzemnim rudarskim prostorijama.



Slika 23. — Hemijska karta dela jednog ležišta.



U materijalnu dokumentaciju spadaju uzorci rude i okolnih stijena dobijeni iz istraženih radova, kao i mikroskopski preparati nati-njeni od tih uzoraka. Od materijalne dokumentacije naročito su važni duplikati proba rudne supstance, uzeti u cilju ispitivanja njenog kvaliteta. Ovi duplikati obično sadrže polovinu materijala probe i služe kao rezerva u slučaju da se odgovarajuća proba izgubi, ili da ispitivanja moraju da se iz nekih razloga ponove.

S obzirom na način na koji je dobijena, geološka dokumentacija, nupšte uzetv, može biti dvojaka: *primarna*, koja se dobija neposredno iz istraženih radova i *sinetička*, koja se posredno sačinjava, kombinovanjem i nupštavanjem većeg broja priloga primarne dokumentacije, uglavnom putem interpolacije i ekstrapolacije. U odnosu na primarnu dokumentaciju, sinetička dokumentacija je mnogo manje egzaktna, jer kod nje u daleko većoj mjeri igra ulogu subjektivni faktor (tj. shvatanje geologa koji vrši interpretaciju).

PROSPEKCIJA

DEFINICIJA I PODELA

Prospekcija predstavlja skup operacija koje se izvode u cilju pronalazanja ležišta mineralnih sirovina, kao i radi dobijanja preliminarnih podataka o najvažnijim geološkim osobinama i tehničko-ekonomskim karakteristikama tih novopronađenih ležišta.

Iako je etapa prospekcije naučno jasno definisana i odvojena od etape istraživanja, u praksi se ona često obuhvata terminom „istraživanje“ koji se u tom slučaju koristi u širem smislu.

Etapa prospekcije ležišta nemetala, kao i kod drugih čvrstih mineralnih sirovina, po pravilu se obavlja u tri stadijuma, koji nose sledeće nazive: 1. rekognosciranje, 2. prethodna prospekcija i 3. detaljna prospekcija (ili prospekcijsko-istražni stadijum).

Rekognosciranje odnosno **mineragenetska proučavanja sa rekognosciranjem** (kako glasi puni naziv ovog stadijuma) ima za cilj identifikovanje potencijalnih područja sa povišenim sadržajem mineralnih sirovina i to u regionalnim razmerama. Ono se bazira na rezultatima regionalnih geoloških (posebno mineragenetskih) proučavanja i kartiranja, daljinske detekcije (proučavanja avionskih i satelitskih fotografija, aerogeofizičkih ispitivanja), preliminarnih terenskih pregleda, kao i na geološkoj dedukciji i ekstrapolaciji.

Prethodna prospekcija ima za cilj identifikovanje novih ležišta mineralnih sirovina u okviru rekognosciranjem izdvojenih potencijalnih područja, otkrivanjem izdanaka takvih ležišta ili utvrđivanjem indicija — znaka (neposrednih ili posrednih) o njihovom postojanju.

Detaljna prospekcija (ili **prospekcijsko-istražni stadijum**) se izvodi na novopronađenim ležištima ili pak na onim delovima terena gde su ustanovljene povoljne indicije (znaci) za pronalazenje još neot-

Prospekcija ležišta mineralnih sirovina, kako nemetalčnih, tako i svih ostalih, tesno je povezana sa geološkim kartiranjem: rekognosciranje i prethodna prospekcija sa regionalnim kartiranjem u razmeri 1:200.000 do 1:25.000, a detaljna prospekcija sa kartiranjem u razmeri 1:25.000 do 1:5.000. Prospekcija može da se izvodi ili uporedo sa geološkim kartiranjem ili, što je još povoljnije, posle okončanja istog (uz obavezno dopunjavanje i korigovanje geološke karte).

PROSPEKCIJA I GEOLOŠKO KARTIRANJE

Prilikom prospekcije ležišta nemetala, osim primene onih opštih principa koji su svojstveni svim vrstama mineralnim sirovinama, mora se strogo voditi računa i o svim specifičnostima ovih mineralnih sirovin, na koje smo se u odgovarajućem poglavlju već osvrnuli. U jednom od narednih odeljaka ovog poglavlja, prikazaćemo osobenosti prospekcije nemetalčnih mineralnih sirovina, a posebno nemetala — građevinskih materijala.

Prilikom prospekcije ležišta nemetala, osim primene onih opštih principa koji su svojstveni svim vrstama mineralnim sirovinama, mora se strogo voditi računa i o svim specifičnostima ovih mineralnih sirovin, na koje smo se u odgovarajućem poglavlju već osvrnuli. U jednom od narednih odeljaka ovog poglavlja, prikazaćemo osobenosti prospekcije nemetalčnih mineralnih sirovina, a posebno nemetala — građevinskih materijala.

Prilikom prospekcije ležišta nemetala, osim primene onih opštih principa koji su svojstveni svim vrstama mineralnim sirovinama, mora se strogo voditi računa i o svim specifičnostima ovih mineralnih sirovin, na koje smo se u odgovarajućem poglavlju već osvrnuli. U jednom od narednih odeljaka ovog poglavlja, prikazaćemo osobenosti prospekcije nemetalčnih mineralnih sirovina, a posebno nemetala — građevinskih materijala.

Opšta prospekcija se vrši na sve mineralne sirovine koje su zasitljene u određenom terenskom području.

Posebna prospekcija se vrši na jednu određenu mineralnu sirovinu, na više mineralnih sirovina koje se upotrebljavaju za istu svrhu (npr. lapori kao osnovna sirovina za proizvodnju portland-cementa, krečnjaci ili glinci kao korigujuće supstance, tufovi ili opalske stene kao aktivni hidraulički dodaci) ili pak na više sirovina koje su genetski ili paragenetski povezane (npr. ležišta Pb-Zn, barija i pijezokvarca u pomagaju razvoja mladog vulkanizma; ležišta hromita, azbesta, talka i magnezita u peridotitsko-serpentinitskim masivima).

Prema svom karakteru i nameni, prospekcija ležišta mineralnih sirovina može biti *opšta* i *posebna*.

Opšta prospekcija se vrši na sve mineralne sirovine koje su zasitljene u određenom terenskom području.

Posebna prospekcija se vrši na jednu određenu mineralnu sirovinu, na više mineralnih sirovina koje se upotrebljavaju za istu svrhu (npr. lapori kao osnovna sirovina za proizvodnju portland-cementa, krečnjaci ili glinci kao korigujuće supstance, tufovi ili opalske stene kao aktivni hidraulički dodaci) ili pak na više sirovina koje su genetski ili paragenetski povezane (npr. ležišta Pb-Zn, barija i pijezokvarca u pomagaju razvoja mladog vulkanizma; ležišta hromita, azbesta, talka i magnezita u peridotitsko-serpentinitskim masivima).

U našoj zemlji prospekcija ležišta mineralnih sirovina vezana je za geološko kartiranje u razmeri 1:25.000 (za izradu Osnovne geološke karte).

Prethodna prospekcija se izvodi ili uporedo sa izradom Osnovne geološke karte (poglavito regionalna opšta prospekcija) ili pak na bazi već izradene Osnovne geološke karte (obično posebna prospekcija).

Detaljna prospekcija se planira i izvodi takođe na bazi Osnovne geološke karte (na koju su unete neophodne dopune i korekcije), mada se u nekim slučajevima još u toku ovog stadijuma prospekcije pristupa izradi detaljnih mineralogenetskih karata razmere 1:10.000-1:5.000.

PROSPEKCIJSKI KRITERIJUMI I INDICIJE (ZNACI)

Prvi korak u izvodenju prospekcije u nekoj oblasti predstavlja izdvanje onih delova terena gde, s obzirom na njegovu geotektonsku prirodu, istoriju razvoja, kao i na delovanje različitih geoloških procesa (tektonike, magmatizma, sedimentacije, metamorfizma, površinskog raspadanja itd.) postoje izgleđi za pojavu ležišta određenih mineralnih sirovina, od onih delova terena gde takvi izgleđi ne postoje, ili su pak neznatni. Ovakva proučavanja najvećim delom spadaju u delokrug geološke discipline *mineralogenije*, a prvi korak u izvodenju prospekcije čini *stadium rekognosciranja* (odnosno *mineralogenetskih proučavanja sa rekognosciranjem*).

Mineralogenija (*metalogenija* ili *mineralogenija*), kako je neki još nazivaju) je geološka disciplina koja se bavi proučavanjem zakonomernosti raspodele ležišta mineralnih sirovina u prostoru i vremenu, a u vezi sa geološkom evolucijom pojedinih delova Zemljine kore. Ova geološka disciplina ulazi u sastav nauke o *ležištima mineralnih sirovina* i predstavlja jedan od njenih najvažnijih delova.

Međutim, za pravilno usmeravanje prospekcije, neophodno je korišćenje činjeničnog materijala i empirijskih podataka o uslovima postanka i načinu pojavljivanja ležišta pojedinih mineralnih sirovina, koje nam pružaju razne druge geološke nauke i discipline, kao što su: nauka o ležištima mineralnih sirovina (u celini), prospekcija i istorijska znanje ležišta mineralnih sirovina, ekonomska geologija, istorijska geologija, stratigrafija, geotektonika, mineralogija, petrografija, geomorfologija, fizika, geofizika, geomorfologija.

Prema tome, prospekcijska ležišta mineralnih sirovina zasniva se na izvesnim naučnim postavkama koje nam govore o tome gde postoje povoljni uslovi za pojavljivanje ležišta neke mineralne sirovine. Ove postavke nazivaju se **prospekcijskim kriterijumima**. Od prospekcijskih kriterijuma najvažniji su i najviše se koriste sledeći: 1. geotektonski; 2. strukturni; 3. stratigrafski; 4. faćijalno-litološki; 5. magmatski i 6. geomorfološki.

Geotektonski kriterijum. — Najšire geotektonski posmatrano, postoje tipovi ležišta mineralnih sirovina koji su vezani za platforme i koji su vezani za geosinklinale. U našoj zemlji su poglavito zastupljena geosinklinala ležišta, te su ona naučno najviše obrađivana.

S obzirom na gradnju i evoluciju geosinklinala, geosinklinala ležišta mineralnih sirovina se dele na ona koja su svojstvena za spoljašnje (miogeosinklinale) zone i ona koja su karakteristična za unutrašnje (eugeosinklinale) zone. Tako su, na primer, za Spoljašnje Dinarike svojstvena mezozojska i paleogena lateritska ležišta boksita i srednjotrijska hidrotermalna polimetalna ležišta Pb-Zn i Hg. Za Unutrašnje Dinarike karakteristična su gornjooligocensko-miocenska hidrotermalna polimetalna ležišta Pb-Zn, Sb i Hg, gornjooligocensko-miocenska hidrotermalna ležišta azbesta, magnezita i kvarca i miocenska hidrotermalna vulkanogeno-sedimentna ležišta gvozdá, sre-

Stratigrafski kriterijum. — Pojavljivanje nekih tipova sedimentnih i vulkanogeno-sedimentnih ležišta vezano je za određene stratigrafske jedinice, odnosno određene vremenske periode u geološkoj istoriji pojedinih geotektonskih jedinica ili čak i Zemlje u celini, kada su postojali naročito povoljni uslovi za stvaranje takvih ležišta. Tako su, na primer, u čitavom svestu, izuzetno povoljni uslovi za stvaranje ležišta Fe-kvarcita (džespilita, itabirita) postojali u prekambrijumu, za postanak ležišta dolomita — u prekambrijumu i paleozoiku, za postanak ležišta uglja — u karbonu, za genezu ležišta evaporita (gipsa, anhidrita, soli) — u permu itd. U Dinariidima se, na primer, stvaranje ležišta boksita u spoljašnjoj (miogeosinklinaloj) zoni obavljalo u trijasu, juru, kredi, paleocenu i eocenu. U unutrašnjoj (eugeosinklinaloj) zoni Dinariidina formirane prostrane ležišta oolitских ruda gvozdá obavilo se u albu i gornjoj kredi, ležišta mrkih ugljeva — u tercijaru, ležišta hidrotermalno-sedimentnih magnezita i dolomita — u miocenu, ležišta tufova i

bentonita — u miocenu, ležišta vatrootalnih i keramičkih gina, kvarc-nih peskova i dijatomita — u neogenu (miocenu i pliocenu).

Strukturalni kriterijum. — Mnoga ležišta mineralnih sirovina, a naročito hidrotermalna, u tesnoj su vezi sa određenim tektonskim strukturama, kako rasednim, tako i nabornim.

S obzirom na ulogu koju su igrali u procesu orudnjavanja neke oblasti, svi razlomi se mogu podeliti u dve osnovne grupe: 1. razlomi koji su posluzili samo za privodenje hidrotermalnih rastvora (dovodne strukture) i 2. razlomi u kojima je deponovana ruda supstanca (rudonosne strukture). Kao dovodne strukture, mahom služe duboki razlomi velikog prostranstva (tzv. dubinski razlomi), a kao rudonosne strukture — sistemi pratećih raseda i pukotina, različitih kategorija i veličine.

Vrlo važne rudonosne strukture, u kojima su lokalizovana mnoga hidrotermalna ležišta mineralnih sirovina, predstavljaju periakcijalni delovi antiklinala (šarniri).

Facijalno-litološki kriterijum. — Ovaj kriterijum se zasniva na prostornoj i geneetskoj povezanosti pojedinih sedimentnih i vulkanogeno-sedimentnih ležišta sa određenim litofacijama. Tako se, na primer, ležišta bentonita poglavito javljaju u tuftnim vulkanogeno-sedimentnim serijama, ležišta špatskog (kristalastog) magnezita u krečnjačko-dolomitiskim serijama, ležišta špatskog (kristalastog) magnezita u krečnjačko-dolomitiskim serijama itd.

Magmatiski kriterijum. — Ovaj kriterijum bazira se na prostornoj i geneetskoj povezanosti pojedinih tipova endogenih ležišta sa određenim tipovima magmatiskih stena.

Za ultrabazične magmatске stene vezana su ležišta hromita, platinine, nikla, talka, azbesta i magnezita.

Sa bazicnim magmatiskim stenama asociirana su titanomagnetitna ležišta, sulfidno-niklena, vulkanogeno-sedimentna ležišta gvozdada (tipa „Lahn-Dill“), bakronosna piritсka ležišta, ležišta islandskog (optičkog) kalcita itd.

Za intermedijarne (srednje kisele) i kisele magmatске stene vezan je daleko najveći broj ležišta mineralnih sirovina, kako metalnih, tako i nemetalnih. Od ležišta metalnih mineralnih sirovina najvažnija su: kalaja, volframa, molibdena, gvozdada, bakra, olova, cinka, zlata, srebra, antimona, žive, a takođe i radioaktivnih elemenata i retkih metala. Od ležišta nemetalnih mineralnih sirovina značajna su:

vanju **prospekcijskih indicija (znakova)**. To su *egzaktna geološka*

U toku izvođenja prospekcije najveća pažnja se posvećuje uočavanju troškove, a povećava efikasnost njenog izvođenja. primena na površini na kojima će se obavljati prospekcija, što umnogome smanjuje primena prospekcijskih kriterijuma omogućava znatno redukovanje *ležišta kojih mineralnih sirovina treba očekivati i tražiti? Adekvatna ma postavljaju geolozima u obrnutom vidu: u datom terenskom području vina*. U praksi se isti ovaj zadatak u vezi sa prospekcijskim kriterijumima svojevrsan putokaz *gde treba tražiti ležišta određenih mineralnih sirovina*. Ovi nam kriterijumi, dakle, služe kao spektivnih delova terena u pogledu mogućnosti pojavljivanja ležišta po-pružaju nam mogućnost da unapred izdvojimo perspektivne od nepro-

Poznavanje i pravilno primenjuvanje prospekcijskih kriterijuma izvođenje prospekcije. ku raznovrsnost njihovog postanka i načina pojavljivanja, svi navedeni prospekcijski kriterijumi imaju veliki značaj za uspešno planiranje i kod ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina, s obzirom na veli-

zovu karakteristična udubljenja specifičnog izgleda. sulfidnih ležišta često dolazi do obrušavanja i sleganja, te su za ovu ljefta (eskarpane, rifove itd.), dok u oksidacionoj zoni polimetalčnih danja veoma otporne kvarcne mase često čine vrlo istaknute delove re-okolnih stena. Tako, na primer, prema agensima površinskog raspapornija, ili pak znatno neotpornija prema površinskom raspadanju od-

Drugi slučaj se odnosi na ležišta kod kojih je rudna supstanca ot-danja ovo se prvenstveno odnosi na ležišta nikla, kaolina i boksita. ka, peska i gлина (rečna, jezerska i marnska). Od ležišta u korama raspaležišta (zlata, platine, kasiterita, plemenitog kamenja itd.) i ležišta sljun-Od recentnih sedimentnih ležišta, ovo se naročito odnosi na nanosna ranja reljefa od suštinskog je značaja za planiranje i izvođenje prospekcije. vremenim korama raspadanja. Kod ovih ležišta poznavaanje procesa formi-

Prvi slučaj se odnosi na recentna sedimentna ležišta i ležišta u sa- ranje reljefa. obrazovanih ležišta u izvesnoj, većoj ili manjoj mjeri utiče na modeli-na povezan sa obrazovanjem reljefa i 2. kada postojanje nekih, ranjeh dva slučaja: 1. kada je proces stvaranja ležišta nekih mineralnih sirovi-

Geomorfološki kriterijum. — Ovaj kriterijum se primenjuje u kalcita itd. feldspata, iskuna, juvelirskog (plemenitog) kamenja, fluorita, kvarca,

činjenice koje, neposredno ili posredno, ukazuju na prisustvo ležišta pojedinih mineralnih sirovina.

Neposredne prospekcijske indicije su: izdanci rudnih tela ili karakterističnih pratećih minerala i mehanički oreoli rasejavanja rudnih tela

ili karakterističnih pratećih minerala.

Posredne prospekcijske indicije su: različite geohemijske i geofizičke anomalije koje daju na površini neispoljena (slepa) rudna tela i rudna tela uočena aerogeološkim i satelitskim geološkim metodama (bez neposredne terenske provere) i alteracije u stenama oko rudnih tela (okolorudne izmene).

Kod prospekcije ležišta nemetalnih mineralnih sirovina glavnu ulogu igraju neposredne indicije. Posredne (preven- (a do skora i jedinu) ulogu igraju neposredne indicije. U današnje vreme primenjuju se sledeće prospekcijske metode:

U saglasnosti sa prospekcijskim kriterijumima i indicijama vrši se izbor adekvatnih metoda prospekcije. U današnje vreme primenjuju se sledeće prospekcijske metode:

METODE PROSPEKCIJE

I — Površinske geološke

1. Otkrivanje izdanaka vizuelnim putem;

2. Praćenje sekundarnih mehaničkih oreola rasejavanja: grubo-detritična i šljunčasta metoda.

II — Aerogeološke i satelitske geološke

1. Aerovizuelne;

2. Aerofotogeološke

3. Satelitske fotogeološke.

III — Geohemijske

1. Metalometrijske;

2. Hidrohemijske;

3. Biogeohemijske;

4. Atmohemijske.

Na slici 24 prikazani su neki od karakterističnih primera sekundarnih oreola rasejavanja.

Metoda pracenja sekundarnih mehanickih oreola i potoka rasejavanja koristi se kod prospekcije lezista raznih stena i minerala, koji su postojani u uslovima površinskog raspadanja. Takve su mnoge magmatske stene (graniti, dioriti, gabri, bazalti i dr.), sedimentne stene (silicijске stene, jedri krečnjaci, kvarcni peščari i dr.) i metamorfne stene (kvarciti, gnaševi, mermerti i dr.), kao i mnogi minerali: kvarc, kalcedon, opal, feldspat, kalcit, magnetit, dolomit, apatit, fluorit, barit, volastonit, granat, beril, korund, dijamant i dr. U zavisnosti od krupnoće odlomaka kod ispitivanja mehanickih oreola rasejavanja primenjuju se grubodetritivna ili šilhovska (mineraloška) metoda.

Metoda pracenja sekundarnih mehanickih oreola i potoka rasejavanja koristi se kod prospekcije lezista raznih stena i minerala, koji su postojani u uslovima površinskog raspadanja. Takve su mnoge magmatske stene (graniti, dioriti, gabri, bazalti i dr.), sedimentne stene (silicijске stene, jedri krečnjaci, kvarcni peščari i dr.) i metamorfne stene (kvarciti, gnaševi, mermerti i dr.), kao i mnogi minerali: kvarc, kalcedon, opal, feldspat, kalcit, magnetit, dolomit, apatit, fluorit, barit, volastonit, granat, beril, korund, dijamant i dr. U zavisnosti od krupnoće odlomaka kod ispitivanja mehanickih oreola rasejavanja primenjuju se grubodetritivna ili šilhovska (mineraloška) metoda.

Metoda pracenja sekundarnih mehanickih oreola i potoka rasejavanja koristi se kod prospekcije lezista raznih stena i minerala, koji su postojani u uslovima površinskog raspadanja. Takve su mnoge magmatske stene (graniti, dioriti, gabri, bazalti i dr.), sedimentne stene (silicijске stene, jedri krečnjaci, kvarcni peščari i dr.) i metamorfne stene (kvarciti, gnaševi, mermerti i dr.), kao i mnogi minerali: kvarc, kalcedon, opal, feldspat, kalcit, magnetit, dolomit, apatit, fluorit, barit, volastonit, granat, beril, korund, dijamant i dr. U zavisnosti od krupnoće odlomaka kod ispitivanja mehanickih oreola rasejavanja primenjuju se grubodetritivna ili šilhovska (mineraloška) metoda.

Metoda pracenja sekundarnih mehanickih oreola i potoka rasejavanja koristi se kod prospekcije lezista raznih stena i minerala, koji su postojani u uslovima površinskog raspadanja. Takve su mnoge magmatske stene (graniti, dioriti, gabri, bazalti i dr.), sedimentne stene (silicijске stene, jedri krečnjaci, kvarcni peščari i dr.) i metamorfne stene (kvarciti, gnaševi, mermerti i dr.), kao i mnogi minerali: kvarc, kalcedon, opal, feldspat, kalcit, magnetit, dolomit, apatit, fluorit, barit, volastonit, granat, beril, korund, dijamant i dr. U zavisnosti od krupnoće odlomaka kod ispitivanja mehanickih oreola rasejavanja primenjuju se grubodetritivna ili šilhovska (mineraloška) metoda.

Metoda pracenja sekundarnih mehanickih oreola i potoka rasejavanja koristi se kod prospekcije lezista raznih stena i minerala, koji su postojani u uslovima površinskog raspadanja. Takve su mnoge magmatske stene (graniti, dioriti, gabri, bazalti i dr.), sedimentne stene (silicijске stene, jedri krečnjaci, kvarcni peščari i dr.) i metamorfne stene (kvarciti, gnaševi, mermerti i dr.), kao i mnogi minerali: kvarc, kalcedon, opal, feldspat, kalcit, magnetit, dolomit, apatit, fluorit, barit, volastonit, granat, beril, korund, dijamant i dr. U zavisnosti od krupnoće odlomaka kod ispitivanja mehanickih oreola rasejavanja primenjuju se grubodetritivna ili šilhovska (mineraloška) metoda.

Metoda pracenja sekundarnih mehanickih oreola i potoka rasejavanja koristi se kod prospekcije lezista raznih stena i minerala, koji su postojani u uslovima površinskog raspadanja. Takve su mnoge magmatske stene (graniti, dioriti, gabri, bazalti i dr.), sedimentne stene (silicijске stene, jedri krečnjaci, kvarcni peščari i dr.) i metamorfne stene (kvarciti, gnaševi, mermerti i dr.), kao i mnogi minerali: kvarc, kalcedon, opal, feldspat, kalcit, magnetit, dolomit, apatit, fluorit, barit, volastonit, granat, beril, korund, dijamant i dr. U zavisnosti od krupnoće odlomaka kod ispitivanja mehanickih oreola rasejavanja primenjuju se grubodetritivna ili šilhovska (mineraloška) metoda.

IV — Geofizike

1. Gravimetrijske;
2. Električne;
3. Magnetne;
4. Seizmické;
5. Radiometrijske.

Na slici 26 dat je primer uspešne primene geohemijske (metalometrijske) metode, koja se zasniva na ispitivanju primarnog oreola rasejavanja, kod prospekcije magnetiziranih ležišta.

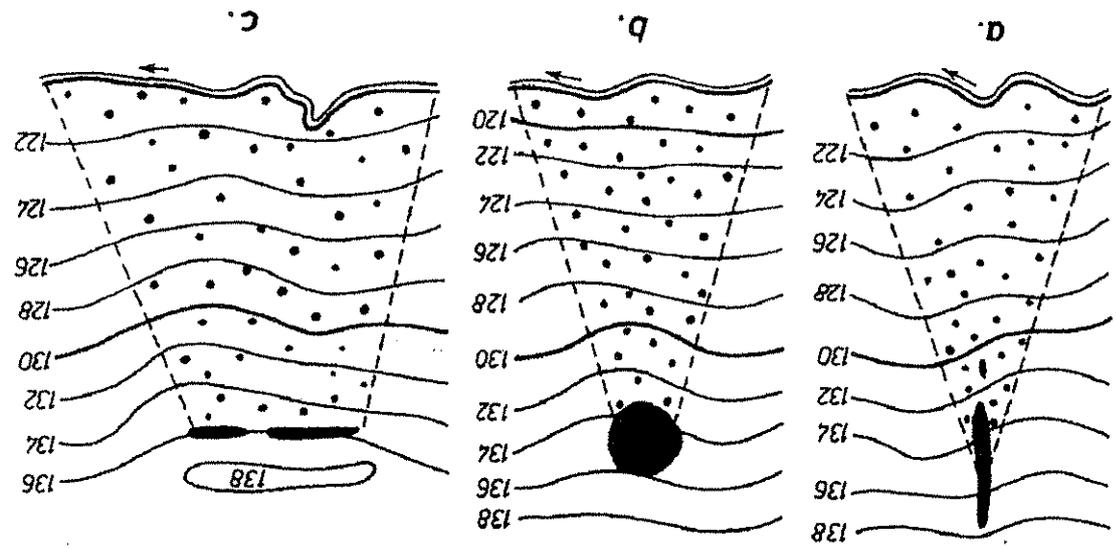
Na slici 25 šematski su prikazani primaran i dva sekundarna oreola rasejavanja oko jednog rudnog tela.

Primarnim oreolima rasejavanja nazivaju se povišene koncentracije ruda i karakterističnih pratećih minerala i elemenata u stenama koje okružuju ležište, nastale u toku istog mineralizacionog procesa kada je obrazovano ležište.

Geohemijske metode se zasnivaju na primarnim i izvesnim sekundarnim (izuzev mehaničkih) oreola rasejavanja ruda i karakterističnih pratećih minerala ili elemenata.

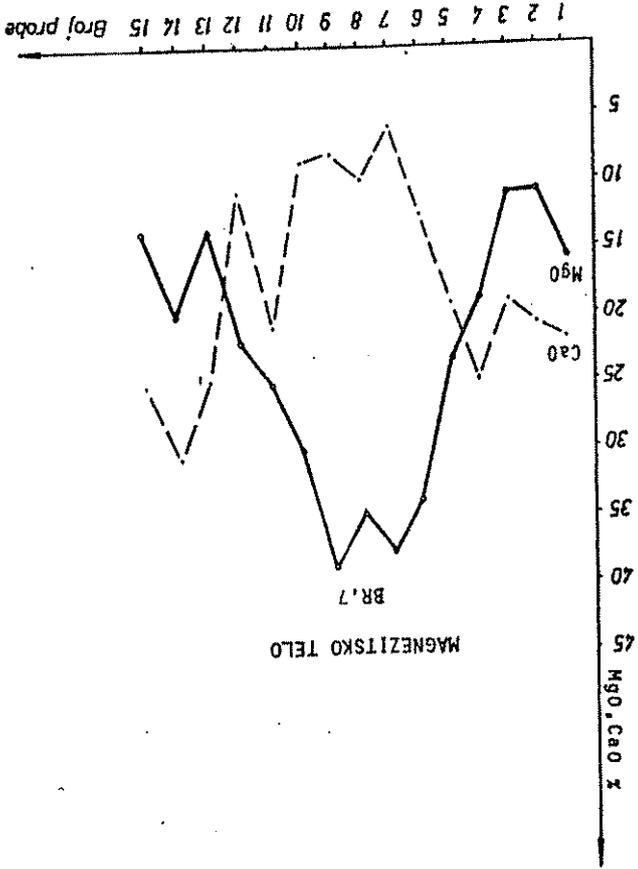
Aerogeološke i satelitske geološke metode se u poslednje vreme sve više primenjuju, naročito u nepristupačnim a dobro otkrivenim oblastima. Ovim metodama otkriven je veći broj perspektivnih rudonosnih područja kao i ležišta nemetala (naročito slojevitog i žičnog oblika).

Slika 24. — Različiti oblici mehaničkih oreola rasejavanja u zavisnosti od oblika ruda tela i njihovog odnosa prema reljefu: a. trouglasti oblik kod ruda tela linearne forme koje se prostiru u pravcu pada terena; b. trouglasti oblik kod ruda tela izometrične forme; c. trapezoidni oblik kod ruda tela linearnog oblika koja se prostiru manje-više paralelno sa izohipsama.

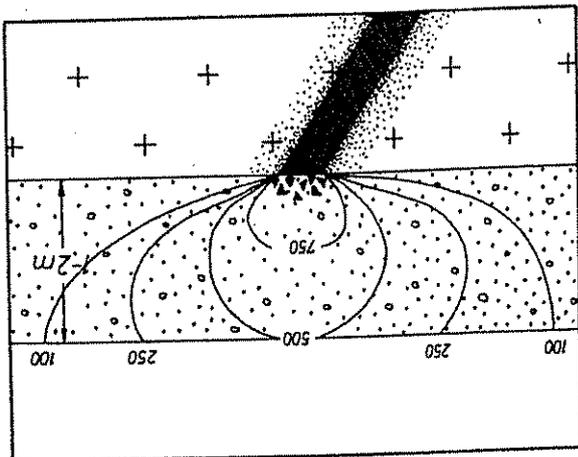


Prospekcija

SIIKA 26. — Metalometrijski (magneziometrijski) profil kroz rudno telo br. 7 u hidro-termalno-sedimentnom magnezitskom ležištu Belli Kamen. Pored sadržaja korisne komponente — MgO , dat je i prikaz glavne prateće (štetne) komponente — CaO .



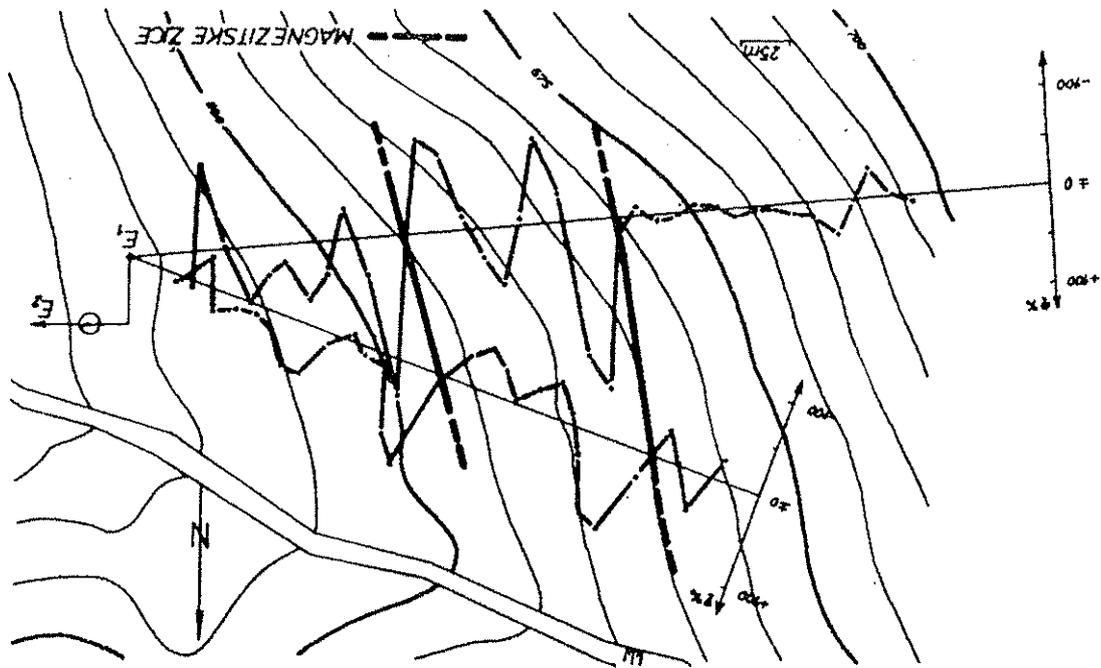
SIIKA 25. — Šematski prikaz primarnog i sekundarnih (mehaničkog i hemijskog) oreola rasejavanja oko rudnog tela. 1. Okolne stene; 2. rudno telo; 3. primarni oreol rasejavanja; 4. eluvijalno-deluvijalni nanos; 5. sekundarni mehanički oreol rasejavanja; 6. sekundarni hemijski oreol rasejavanja (sa izokoncestracijama rudnog elementa u ppm).



Sekundarni oreoli rasejavanja obrazuju se u toku procesa površinskog raspada (fizickog, hemijskog, biološkog) ruda ležišta, kada se vrši dezintegracija primarne mineralizacije i dolazi do manjeg ili većeg prostornog rasejavanja ruda i karakterističnih pratećih minerala i elemenata. S obzirom na fizicko-mehaničke osobine minerala ruda i parageneza, kao i na preovladujući uticaj pojedinih agenasa površinskog raspada, obrazuju se sledeći sekundarni oreoli rasejavanja: mehanički, soni, vodeni, gasni i biohemijski. Geohemijskim metodama ispituju se soni, vodeni, gasni i biohemijski oreoli rasejavanja, dakle svi sekundarni oreoli rasejavanja osim mehaničkih (koji se, kao što je opisano, ispituju površinskim geološkim metodama).

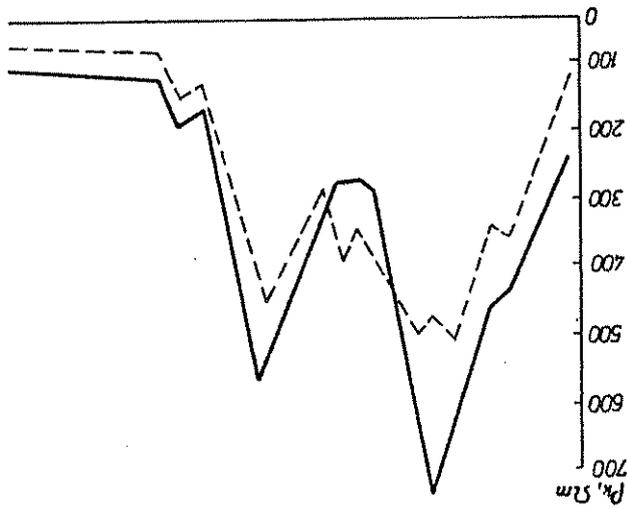
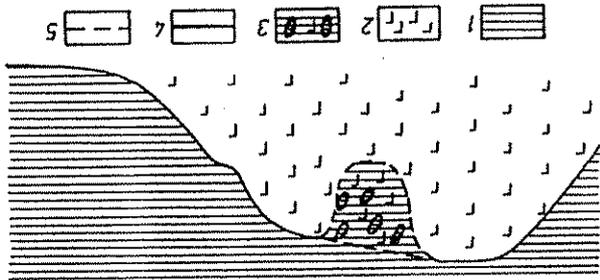
Geofizičke metode se zasnivaju na različitim fizickim osobinama ležišta pojedinih mineralnih sirovina i okolnih stena — na različitoj gustini, električnim i magnetnim osobinama, elastičnosti, radioaktivnosti ili nekim drugim osobinama.

Na slikama 27, 28, 29 i 30 prikazano je nekoliko primera primene geofizičkih metoda kod prospekcije ležišta nemetalnih mineralnih sirovina.

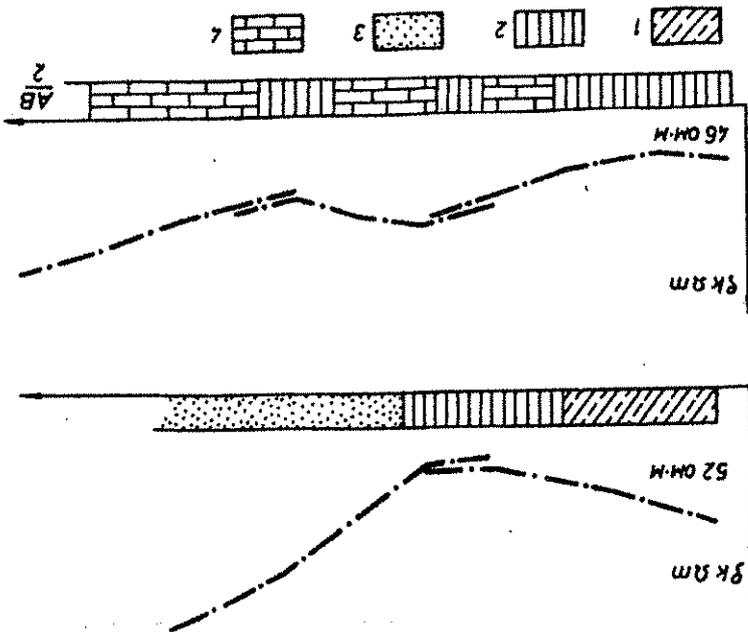


Slika 27. — Primena električnih metoda (metode odnosa pada potencijala — OPP) kod prospekcije magnetitnih žica u peridotitsko-serpentinitskom masivu. Ležište Goleš u goleskom masivu.

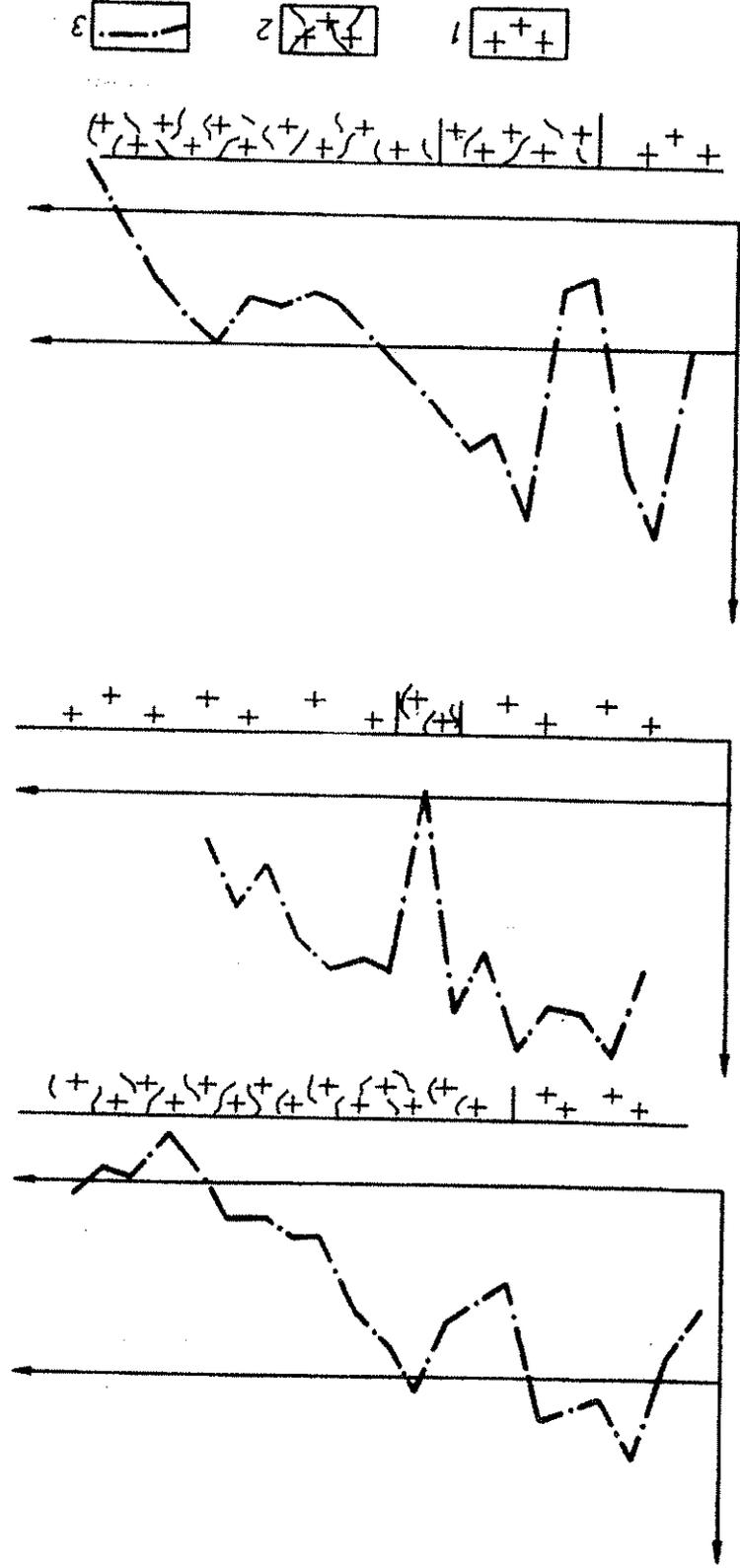
Slika 29. — Šematski prikaz primene električnih metoda (metode električnog kartiranja) kod prospekcije ležišta gipsa.
 Legenda: 1. Peskovito-glinoviti sedimenti; 2. kompaktni gips; 3. jako porozna, karstifikovana gipsno-anhidritska zona; 4. kriva za AB=160 m; 5. kriva za AB=80 m.



Slika 28. — Šematski prikaz primene električnih metoda (metode vertikalnog električnog sondiranja) kod sedimentnih stena.
 1. Gline; 2. peskovite gline; 3. pesak; 4. krečnjaci.



Slika 30. — Šematski prikaz primene gravimetrijskih metoda na jednom granit-
skom masivu.
Legenda: 1. Kompaktni granit; 2. oslabljene zone u granitima (uglavnom tektonski
polomljeni granit); 3. kriva Δg.



MINERALNA SIROVINA	GEOHEMIJSKE METODE	GEOFIZIČKE METODE
Magnetit	1. metalometrija	1. električne
Krečnjaci i dolomiti	1. metalometrija	1. električne 2. magnetske
Barit	1. metalometrija 2. hidrohemijske	1. gravimetrijske 2. električne
Fluorit	1. metalometrija	1. radiometrijske 2. magnetske 3. električne
Fosfati	1. metalometrija 2. hidrohemijske	1. električne
Borati	1. metalometrija 2. hidrohemijske	1. radiometrijske
Soli (kloridi i sulfati Na, K i Mg)	1. hidrohemijske	1. gravimetrijske 2. seizmičke 3. električne 4. magnetske
Gips i anhidrit	1. hidrohemijske	1. električne 2. gravimetrijske
Sumpor samorodni	1. hidrohemijske	1. magnetske 2. električne 3. gravimetrijske
Azbest	—	1. magnetske 2. električne
Grafit	—	1. električne
Laskuni	—	1. magnetske 2. gravimetrijske 3. radiometrijske
Kvarcne i pegmatitske žice	—	1. električne 2. magnetske

Tabela 1
Prikaz geohemijskih i geofizičkih metoda koje se primenjuju kod prospekcije
ležišta nemetalnih mineralnih sirovina

U narednoj tabeli (tabela 1) prikazane su važnije geohemijske i
geofizičke metode koje su primenjivane pri prospekciji ležišta nemeta-
ličnih mineralnih sirovina.

Metode istraživanja ležišta nemetalnih mineralnih sirovina

Na slikama 31 i 32 prikazana su dva instruktivna primera izvođenja prospekcijskih radova u stadijumu detaljne prospekcije ležišta nemetalnih mineralnih sirovina.

U toku etape prospekcije ležišta nemetala, a naročito u stadijumu detaljne prospekcije, izvode se površinski istražni radovi i bušenje. Poželjno je da se ovi istražni radovi, pogotovu u stadijumu detaljne prospekcije kada su brojniji, postavljaju po određenim sistemima (linijama ili mrežama). Rastojanja između istražnih radova obično su velika: u početku sa rastojanjima koja se primenjuju u etapi istraživanja ona su 2-6 puta veća.

ISTRAŽNI RADovi U PROSPEKCIJI

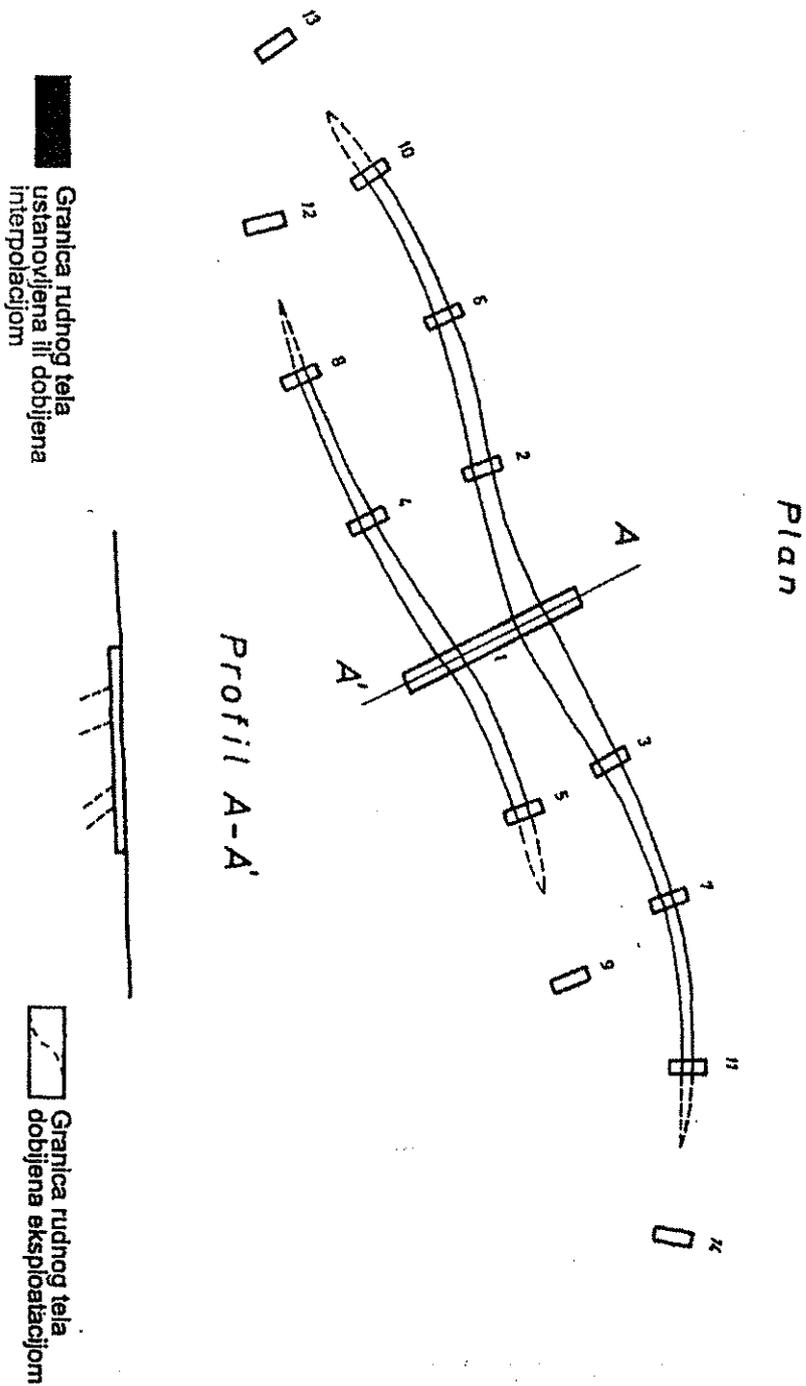
Alteracije u stenama oko rudnih ležišta (okolordne izmene) predstavljaju važnu posrednu prospekcijsku indiciju kod mnogih metalnih i nemetalnih mineralnih sirovina, naročito onih koje su hidrotermalnog postanka. Najznačajnije takve alteracije su: skarnizacija, turmalinizacija, sericitizacija, hloritizacija, listvenitizacija, silifikacija i karbonatizacija. Kod većine ovih alteracija okolne stene postaju svetlije, ali kod skarnizacije, turmalinizacije i hloritizacije, one pak postaju tamnije.

U mnogim slučajevima vrlo dobre rezultate dalo je kombinovanje geohemijskih i geofizičkih metoda prospekcije.

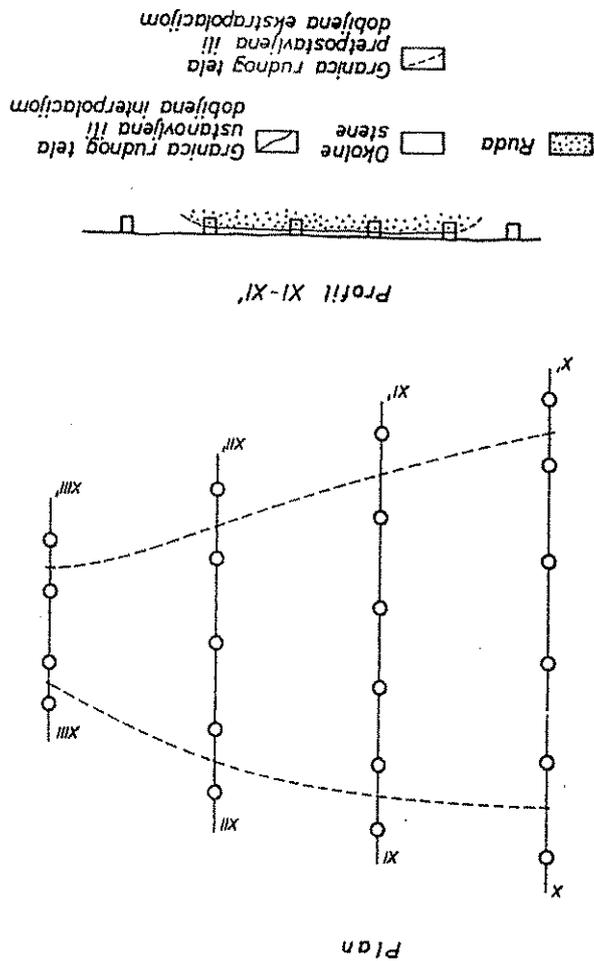
MINERALNA SIROVINA	GEOHEMIJSKE METODE	GEOFIZIČKE METODE
Magnatske stene (mase)	1. električne 2. magnetske 3. gravimetrijske 4. seizmičke	—
Pesak i šljunak	1. električne 2. seizmičke	—
Gline	1. električne	—

Slika 31. — Šematski prikaz sistema površinskih istražnih radova (jednog kanala i većeg broja rovova) izvedenih u stadijumu detaljne prospekcije na jednom hidrotermalnom ležištu, predstavljenom dvema žicama. Brojevima je označen redosled izvođenja radova.

Podzemni istražni radovi (potkopi, niskopi, niskopi, okna) u principu se ne izvode u etapi prospekcije ležišta nemetala. Samo u nekim izuzetnim slučajevima neophodno je i dozvoljeno izvođenje jamskih radova u stadijumu detaljne prospekcije: kod ležišta nekih skupih nemetalnih sirovi-



na, koje se odlikuju izvanredno velikom promjenljivošću koncentracije korisnih minerala (npr. pegmatitska ležišta), promjenljivošću kvaliteta rudne supstance (neka hidrotermalna žična i metasomatska ležišta) ili pak kod ležišta jako složene građe. No, u svim slučajevima kada neko ležište, s obzirom na geološke faktore, iziskuje postavljanje podzemnih radova već u stadijumu detaljne prospekcije, pri donošenju definitivne odluke da li će se oni izvoditi, presudnu ulogu igraju ekonomski faktori.



Slika 32. — Šematski prikaz sistema površinskih istražnih radova (bunara) izvedenih u stadijumu detaljne prospekcije u jednom delu nekog sedimentnog ležišta slojevitog oblika.

Istražni radovi u prospekciji služe za dobijanje prvih, samo grubo orijentacionih podataka o veličini, obliku, zaleganju i kvalitetu novopronađenih ležišta nemetalnih mineralnih sirovina na bazi naturalnih pokazatelja.

Na osnovu detaljne prospekcije dobijaju se samo geološke rezerve C₂ kategorije.

Posle svakog stadijuma prospekcije vrši se ocena novopronađenih ležišta nemetalnih mineralnih sirovina na bazi naturalnih pokazatelja.

Nakon prethodne prospekcije, ukoliko je u ovom stadijumu pronađen veći broj ležišta nemetala (što je naročito čest slučaj kod nemeta-

Prospekcija ležišta mineralnih sirovina, uopšte uzev, mora biti u skladu sa postojećim zakonima, pre svega sa Zakonom o geološkim istraživanjima, Rudarskim zakonom, Zakonom o koncesijama i Zakonom o zaštiti životne sredine, kao i sa odgovarajućim podzakonskim aktima (pravilnicima).

PROSPEKCIJA I ZAKONSKA REGULATIVA

Kao što je u prethodnom odeljku pomenuto, u praksi se često događa da se prethodnom prospekcijom u nekoj oblasti otkrije veći broj ležišta nemetala-građevinskih materijala koja odgovaraju gore nabrojanim uslovima. Tada se kao glavni zadatak pred geologe u detaljnoj prospekciji postavlja utvrđivanje, s obzirom na prirodne pokazatelje, najpovoljnijeg ležišta, u cilju njegovog istraživanja.

Kao što je u prethodnom odeljku pomenuto, u praksi se često događa da se prethodnom prospekcijom u nekoj oblasti otkrije veći broj ležišta nemetala-građevinskih materijala koja odgovaraju gore nabrojanim uslovima. Tada se kao glavni zadatak pred geologe u detaljnoj prospekciji postavlja utvrđivanje, s obzirom na prirodne pokazatelje, najpovoljnijeg ležišta, u cilju njegovog istraživanja.

Kao što je to u poglavlju o osnovnim karakteristikama nemetalnih mineralnih sirovina opisano, u najvažnije osobenosti nemetalnih mineralnih sirovina, dolaze: njihova velika zastupljenost u prirodi i relativno niska cena. U vezi s tim, pri prospekcijskoj ležišta nemetala, ekonomski faktori igraju neuporedivo veću ulogu nego kod drugih mineralnih sirovina. Prospekcija ležišta nemetala, a naročito nemetala-građevinskih materijala, većinom se ograničava na izvesna uza geografska područja, koja moraju da ispunjavaju citav niz uslova: da nisu mnogo udaljena od potrošača, da se nalaze u blizini komunalne i energetske mreže, da se odlikuju povoljnim topografskim i tehničko-eksploatacionim karakteristikama itd.

SPECIFIČNOSTI PROSPEKCIJE LEŽIŠTA NEMETALNIH MINERALNIH SIROVINA

Primena metoda, izvedeni radovi i dobijeni rezultati prospekcijske prikazuju se u geološkom izveštaju (laboratu) o prospekcijskoj ležišta. Rezultati detaljne prospekcijske (ukoliko su pozitivni) služe za planiranje prethodnog istraživanja.

Posle stadijuma detaljne prospekcijske vrši se opsežnija ekonomska (geološko-ekonomska) ocena ispitivanih ležišta (ukoliko je bilo u pitanju više ležišta), na osnovu koje se određuju najperspektivnije.

Iz vodi detaljna prospekcijska (građevinskih materijala), vrši se izbor perspektivnih, na kojima se

ISTRAŽIVANJE

DEFINICIJA I PODELA

Istraživanje predstavlja skup operacija koje se izvode na ležištima mineralnih sirovina da bi se ustanovile njihove geološke osobine i ekonomske karakteristike, a sa ciljem da se privredi obezbedi potrebna sirovinska baza (bilansne rezerve raznih mineralnih sirovina). Glavni zadaci istraživanja su:

- a. Proučavanje geoloških osobina ležišta i njihove promjenljivosti;
- b. Primena takvih metoda i sistema istraživanja koji bi bili, s jedne strane, u skladu sa zakonomernostima uočenim pri proučavanju, a, s druge strane, tehnički najadekvatniji i ekonomski najracionalniji.

S obzirom da su svi geološki, tehnički i ekonomski problemi sa kojima se geolozi susreću prilikom istraživanja ležišta mineralnih sirovina međusobno tesno povezani i uslovljeni, njihovo rešavanje mora biti kompleksno.

Etapa istraživanja ležišta nemetala, kao i kod drugih čvrstih mineralnih sirovina, obično se obavlja u tri stadijuma, koji nose sledeće nazive: 1. prethodno istraživanje, 2. detaljno istraživanje i 3. eksploataciono istraživanje.

Prethodno istraživanje vrši se samo na onim ležištima koja su dobila povoljnu ocenu u stadijumu detaljne prospekcije. Pre otpočinjanja prethodnog istraživanja neophodno je da se izradi detaljna mineralnogeološka karta rudonosnog područja (rudnog polja ili reona) na topografskoj osnovi razmere 1:10.000 do 1:5.000.

U stadijumu prethodnog istraživanja samo se u opštim crtama određuju geološke osobine ležišta (prvenstveno veličina, oblik i zalaganje rudnih tela i kvalitet rudne supstance) i njihova promjenljivost, kao i te-

hnčko-ekonomski uslovi eventualne buduće eksploatacije ležišta. U ovom se stadijumu, dakle, vrši proučavanje geološke, tehničke i ekonomske problematike ležišta u celini, bez upuštanja u detaljnije ispitivanje pojedinih njegovih delova ili dublju analizu pojedinih problema.

Kod ležišta nemetala, a naročito nemetala-građevinskih materijala, u ovom stadijumu istraživanja poglavito se izvode površinski istražni radovi i bušenje.

Istražni radovi se postavljaju i izvode po određenim sistemima; najčešće se vrši poguščavanje sistema izvedenih još u stadijumu detaljne prospekcije (naravno, ukoliko su bili pravilno postavljeni).

Poželjno je da se već pri kraju ovog stadijuma pristupi izradi planova uzeg ležišnog područja u razmeri 1:5.000 do 1:500 (u zavisnosti od veličine i tipa ležišta), najčešće 1:2.500, 1:2.000 i 1:1.000. Na ove planove se mogu tačno uneti i pregledno prikazati svi dobijeni geološki podaci.

Ukoliko postoje povoljni preduslovi za njihovu primenu, izvode se različita geohemijska i geofizička ispitivanja.

Na osnovu prethodnog istraživanja dobijaju se geološke rezerve C_1 i C_2 kategorije.

Na kraju stadijuma prethodnog istraživanja vrši se preliminarna ocena istraživanog ležišta, poglavito na bazi naturalnih pokazatelja.

Primenjena metodika, izvedeni radovi i dobijeni rezultati prikazuju se u *elaboratu (izveštaju) o rezultatima prethodnog istraživanja ležišta*, koji je po sadržini blizak *prethodnoj studiji izvodljivosti (eng. Prefeasibility Study)*. Ocena istraživanog ležišta daje se kao posebno poglavlje u pomenutom elaboratu (izveštaju), a, ukoliko se za tim ukazuje potreba, i kao posebna studija.

Rezultati prethodnog istraživanja (ako su pozitivni) služe za planiranje detaljnog istraživanja. Jedino u nekim izuzetnim slučajevima (kada se radi o ležištima sa izvanredno velikom promenljivošću osnovnih geoloških odlika) dozvoljava se eksploatacija i nakon stadijuma prethodnog istraživanja, na bazi rezervi C_1 kategorije.

Detaljno istraživanje vrši se samo na onim ležištima ili delovima ležišta koji su dobili pozitivnu ocenu u stadijumu prethodnog istraživanja, a postoje svi povoljni uslovi za njihovo industrijsko osvajanje u bliskoj budućnosti.

U stadijumu detaljnog istraživanja sa vrlo visokom tačnošću (zapravo s onom preciznošću koja je potrebna za utvrđivanje mogućnosti industrijskog osvajanja ležišta) moraju se ustanoviti sve bitne geološke osobine i ekonomske karakteristike ležišta. Od geoloških osobina ležišta moraju se, pre svega, pouzdano odrediti: konture rudnih tela, njihov prostorni položaj, njihova grada (sa svim tektonskim deformacijama), količina (rezerve) i kvalitet rudne supstance, prostorni raspored pojedinih tipova i ekonomskih sorti rude, hidrogeološke i inženjersko-geološke osobine ležišta, kao i stepen i karakter promenljivosti geoloških osobina rudnih tela (u prvom redu oblika, zaleganja i kvaliteta). Od tehničkih i ekonomskih karakteristika, najviše se proučavaju sledeće: rudarsko-tehnički uslovi eksploatacije ležišta, tehnološke ili tehničke osobine korisne mine-ralne sirovine (u zavisnosti od njene primene), privredno-geografski uslovi šireg regiona i ekonomski efekti koji bi se postigli proizvodnim aktiviranjem rudarsko-industrijskog preduzeca na bazi istraživanog ležišta.

U ovom stadijumu istraživanja kod ležišta nemetalnih mineralnih sirovina najviše se koristi bušenje; ukoliko se ukaze potreba, izvode se i dopunski površinski istražni radovi. Podzemni istražni radovi primenjuju se samo kod skupljih nemetalnih sirovina, i to jedino onda kada su zaista neophodni (u slučajevima kada drugi istražni radovi ne bi dali dovoljno reprezentativne podatke). Čak i u takvim slučajevima, oni se najčešće kombinuju sa bušenjem. Nasuprot tome, mnoge jevine nemetalne sirovine (u prvom redu one koje se koriste kao građevinski materijali) istražuju se samo površinskim istražnim radovima ili kombinovanim površinskih istražnih radova i bušenja.

Geohemijska i geofizička ispitivanja se obavljaju ako postoje povoljni prirodni preduslovi i ekonomska opravdanost za njihovu primenu. Ukoliko su istražni radovi u stadijumu prethodnog istraživanja bili pravilno postavljani, onda se u stadijumu detaljnog istraživanja samo vrši njihovo pogađavanje po određenom principu. Najveća gustina istražnih radova koncentriše se u onim delovima ležišta čija se eksploatacija najpre planira, kao i u delovima ležišta sa najslabijom geološkom gradom ili najvećom promenljivošću osnovnih geoloških odlika. Pitanja vodonosnosti pojedinih delova ležišta, geotehničkih osobina rudne supstance i okolnih stena i druga hidrogeološka i inženjersko-geološka pitanja, koja su u stadijumu prethodnog istraživanja samo orijentaciono razmatrana, u toku detaljnog istraživanja moraju biti potpuno razjašnjena.

Primenjena metodika, izvedeni radovi i dobijeni rezultati prika-
zaju se u *elaboratu (izveštaju) o rezultatima detaljnog istraživanja*
ležišta odnosno u *elaboratu o rezervama*, koji je po sadržini blizak *studi-*
ji izvodljivosti (eng. *Feasibility Study*). Ocena istraženog ležišta daje se
kao posebno poglavlje u ovom elaboratu (izveštaju), a, ukoliko se ukaze
potreba, i kao posebna studija.

Na kraju stadijuma detaljnog istraživanja vrši se detaljna ocena
istraživanog ležišta, kako na bazi naturalnih, tako i na bazi vrednosnih
pokazatelja.

Na osnovu detaljnog istraživanja dobijaju se geološke rezerve A, B
i C₁ kategorije. U nekim slučajevima, čak i posle okončanja ovog stadiju-
ma, izvesni delovi ležišta ostaju istraženi samo do kategorije C₂ — npr.
kod ležišta koja se odlikuju izvanredno velikim horizontalnim raspros-
tranjenjem, velikim dubinskim prostranjem ili jako složenom gradom.

Geološki podaci dobijeni detaljnim istraživanjem nanose se na
planove razmere od 1:2.500 do 1:500. Uz planove, obavezno se prilazu i
profilu po pojedinih istražnim pravcima, a kao grafička dokumentacija
istraživanja, koriste se još i razne specijalne karte i profili, geološki stu-
bovi, skice, fotografije, dijagrami, blok-dijagrami, grafikoni itd.

Kod ležišta mnogih nemetalčnih sirovina, a pogotovu kada su u pi-
tanju nemetali-gradevinski materijali, vrlo je teško povući preciznu gra-
nicu između rude i „jalovine“, pogotovu u slučajevima kada ona nije
izražena drastičnom promenom mineralnog sastava, već postepenim
promenama hemijskog sastava, tehničkih odlika, debjine ili nekih dru-
gih osobina rudnih tela. Tada se ova granica povlači manje-više veštački:
na osnovu minimalnog srednjeg (minimalnog ekonomskog) sadržaja ko-
risne komponente, graničnog sadržaja korisne komponente (minimalnog
sadržaja otkopavanja), maksimalnog dozvoljenog sadržaja štetnih kom-
ponenta, minimalne produktivne moćnosti rudnih tela, kao i na bazi
raznih drugih naturalnih pokazatelja.

Priradni tipovi rudne supstance izdvajaju se na osnovu mineral-
nog sastava, strukturnih i teksturnih odlika rudnih tela. Ekonomske
sorte rude izdvajaju se na osnovu sistematski uzetih proba za hemijsko
i mineraloško-petrografske ispitivanje. Osim napred pomenutih proba,
u stadijumu detaljnog istraživanja često se uzimaju i probe za razna
specijalna geološka, tehnološka i tehnička ispitivanja. Kod nemeta-
ličnih mineralnih sirovina koje se upotrebljavaju kao građevinski ma-
terijali uzimaju se proba za ispitivanje fizičko-mehaničkih osobina često
ima karakter osnovnog oprobavanja.

Ocenom (tehničko-ekonomskom) utvrđuje se bilansnost rezervi A, B i C₁ kategorije (odnosno, one se razvrstavaju u klase bilansnih i/ili vanbilansnih rezervi).

Dobijene geološke rezerve A, B i C₁ kategorije se verifikuju u državnoj komisiji za rezerve mineralnih sirovina.

Verifikovane rezerve mineralnih sirovina imaju veliki privredno-ekonomski značaj. Isti je prikazan u poglavlju *Klasifikacija, kategorizacija i proračun rezervi mineralnih sirovina*.

Medusobni odnos između rezervi A, B i C₁ kategorije ne treba da bude isti kod različitih vrsta nemetalčnih mineralnih sirovina i kod raznih tipova ležišta. Ovaj odnos se propisuje posebno za svaku vrstu mineralnih sirovina i za svaki tip ležišta, u odgovarajućim propisima.

Iz svega izloženog jasno se vidi da detaljno istraživanje ležišta mineralnih sirovina predstavlja jedan od najznačajnijih i najodgovornijih, ali i najstroženijih zadataka koji se postavljaju pred geološku službu. Posle okončanja ovog stadijuma, naime, nastupa najvažniji, moglo bi se reći presudni momenat u toku izvođenja citavog prospekcijsko-istražnog procesa na nekom ležištu. Tada se, na osnovu dobijenih rezultata (geoloških, tehničkih, ekonomskih) i odgovarajuće ocene, donosi najvažniji zaključak: da je proizvodno aktiviranje istraženog ležišta (odnosno otvaranje rudnika i eventualna izgradnja pratećih industrijskih postrojenja) ekonomski celishodno (profitabilno) ili da isto nije ekonomski celishodno.

Odluku o ulaganju kapitala (investiranju) u proizvodno aktiviranje detaljno istraženog ležišta donosi zainteresovani investitor (ili investitori, ako ih je više) na bazi elaborata o rezervama odnosno studije izvodljivosti. Kada se takva odluka donese, onda se izrađuje glavni rudarski projekat eksploatacije istraženog ležišta.

Eksploataciono istraživanje je tesno povezano sa eksploatacijom ležišta: ono otpočinje sa otvaranjem rudnika i prati njegovo otkopavanje sve do potpunog iscrpljivanja ili njegovog zatvaranja iz bilo kojih drugih razloga.

Eksploataciono istraživanje se od svih prethodnih stadijuma odlikuje najvećom tačnošću: u ovom stadijumu gustina istraženih radova je najveća, te se raspolaže i sa najvećim brojem podataka. Sem istraženih, koriste se i mnogi novi, čisto rudarski radovi: etaže na površinskim kopolovima, različite podzemne prostorije (uzdužni i poprečni hodnici, otkopi, uskopi, niskopi, okna itd.), minske rupe i drugi radovi.

Ukoliko se za tim ukaze potreba, u toku eksploatacionog istraživanja mogu da se izvode i razna specijalna geofizička i geohemijska ispitivanja.

U ovom stadijumu istraživanja svi geološki, rudarsko-tehnički, tehnološki i ekonomski problemi rešavaju se sa maksimalnom mogućom preciznošću pošto dobijeni rezultati direktno utiču na proizvodnju rudarsko-industrijskog preduzeca, a njihova dalja provera nije moguća. Različita geološka i druga ispitivanja, koja se u ovom stadijumu obavljaju, koncentrišu se na pojedine manje delove ležišta — obično na eksploatacione blokove.

Geološko kartiranje istraženih i eksploatacionih radova vrši se na planovima razmere od 1:1.000 do 1:100, što omogućava izdavanje i unošenje čak i sitnijih detalja. Osim toga, koriste se i mnogi drugi vidovi grafičke dokumentacije: profili, razne specijalne karte, detaljni profili, detaljni geološki stubovi, skice, fotografije, dijagrami, blok-dijagrami, grafikoni itd.

U toku eksploatacionog istraživanja vrši se stalna i vrlo brzljiva evidencija rezervi i kvaliteta korisne mineralne sirovine, naročito u onim delovima ležišta koji su u eksploataciji ili u pripremi za eksploataciju. Ukoliko se jave neka znatnija odstupanja od rezultata detaljnog istraživanja, kontrolišu se, i eventualno koriguju ti rezultati.

Prema tome, u toku eksploatacionog istraživanja pred geološku službu se postavljaju sledeća dva osnovna zadatka: 1. korigovanje i preciziranje podataka detaljnog istraživanja i 2. praćenje i kontrola procesa eksploatacije rudne supstance.

Neprekidnim pogašćavanjem sistema istraženih i eksploatacionih radova u ovom stadijumu povećava se udeo rezervi A i B kategorije u ukupnoj sumi rezervi. S obzirom da stalno otkopavanje ležišta nalaze kontinualno prevodenje sve novih i novih rezervi nižih kategorija u više (C₁ u B, B u A), to se kao treći važan zadatak eksploatacionog istraživanja često javlja i problem povećanja ukupnih rezervi mineralne sirovine. Ovaj zadatak obično se rešava na taj način što se, na bazi detaljnog proučavanja geneze i grade ležišta, postavljajanjem novih istražnih radova ispituju mogućnosti pronalazenja još neotkrivenih rudnih tela u okviru samog ležišta ili pak rudnog reona.

Plan eksploatacije ležišta usaglašava se sa podacima hemijskog, mineraloško-petrografskog ili tehničkog ispitivanja rudne supstance. Podaci eksploatacionog istraživanja koriste se za sastavljanje bilansa rezervi i proizvodnje, za evidenciju stepena iskoriscenja rudne

supstance (tj. njenog razblazivanja i gubitaka pri otkopavanju), kao i za pravilnije raznih drugih tehničkih i ekonomskih pokazatelja. Aktivni rudnici dužni su da nadležnom ministarstvu podnose godišnji bilans rezervi i proizvodnje mineralnih sirovina (u godišnjem rudarskom izveštaju), a svake pete godine inovirani elaborat o rezervama, radi njihovog verifikovanja (utvrđivanja i overavanja) kod državnog komisije za rezerve mineralnih sirovina. U ovom elaboratu daje se ocena ležišta u vidu posebnog poglavlja, a, ukoliko se ukaze potreba, ista se daje kao posebna studija. Ako se traži stanje rezervi i ocena ležišta za neki datum u okviru pomenutog petogodišnjeg perioda, onda se oni daju u posebnom rudarskom izveštaju.

OSNOVNI POJMOVI O PROMENLJIVOSTI GEOLOŠKIH OSOBINA LEŽIŠTA ČVRSTIH MINERALNIH SIROVINA I MATEMATIČKA ANALIZA TE PROMENLJIVOSTI

Ležišta čvrstih mineralnih sirovina uvek se odlikuju izvesnom, manjom ili većom, promenljivošću različitih svojih geoloških osobina (svojsstva): oblika i zaleganja rudnih tela, kvaliteta i zapreminske gustine rudne supstance i drugih. Kao što je u prethodnom odeljku već istaknuto, jedan od najvažnijih zadataka istraživanja predstavlja sistematsko proučavanje te promenljivosti.

Iz matematike je poznato da se *promenljivost* izražava pomoću dva pokazatelja: *stepena i karakterna promenljivosti*. Po stepenu se obično razlikuje pet vrsta promenljivosti, i to: 1. vrlo ravnomerna, 2. ravnomerna, 3. neravnomerna, 4. vrlo neravnomerna i 5. krajnje neravnomerna. Prema karakteru većinom se razlikuju dve vrste promenljivosti: 1. zakonomerna i 2. nezakonomerna (slučajna).

Proučavanje stepena promenljivosti svojstava ležišta mineralnih sirovina vrši se pomoću različitih matematičkih metoda, koje spadaju u domen teorije verovatnoće i statistike. No, potrebno je istaći da se ovim metodama mogu analizirati samo *slučajne, međusobno funkcionalno nepovezane veličine*. Stepenu promenljivosti izražava se pomoću *koeficijenta varijacije*.

Koeficijent varijacije (V) predstavlja osnovno matematičko sredstvo kvantitativnog izražavanja promenljivosti. Određuje se kao odnos između srednjeg kvadratnog odstupanja (σ) niza merenja (M) različitih

V. M. Krejter (1969.) odredio je zavisnost rastojanja između proba od karaktera raspodele komponentata kod pojedinih tipova ležišta (tabela III).

$$V_0 = \sqrt{V_m^2 + V_c^2 + V_p^2} \quad (4)$$

Nekada je korisno imati predstavu o nekom opštem koeficijentu varijacije (V_0) koji karakteriše sumarni efekat promjenljivosti više osobina ležišta neke mineralne sirovine — npr. debljine (moćnosti — m), sadržaja korisne komponente (C) i zapreminske gustine (ρ). U tom slučaju opšti koeficijent varijacije se određuje po sledećem obrascu:

$$M_s = \frac{\sum M}{n} \quad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (M - M_s)^2}{n-1}} \quad (3)$$

$\frac{\sum M}{n}$	M	$M - M_s$	$(M - M_s)^2$
M_1	$M_1 - M_s$	$(M_1 - M_s)^2$	
M_2	$M_2 - M_s$	$(M_2 - M_s)^2$	
M_3	$M_3 - M_s$	$(M_3 - M_s)^2$	
...	
M_n	$M_n - M_s$	$(M_n - M_s)^2$	
$\frac{\sum M}{n}$			$\frac{\sum (M - M_s)^2}{n}$

Tabela II

Određivanje vrednosti M_s i σ najčešće se vrši tabelarno, na sledeći način (tabela II):

$$V = \frac{\sigma}{M_s} 100\% \quad (1)$$

izražava se u procentima:
 stine rude itd.) i srednje aritmetičke vrednosti tih merenja (M_s), i ravnih ili štetnih komponentata u rudnoj supstanci, zapreminske gustojstava ležišta (debljine rudnih tela, njihovog zaleganja, sadržaja ko-

Tabela III
Zavisnost rastojanja između proba od karaktera raspodele komponentata (po V. M. Krejteru)

Karakter raspodele komponentata koje se određuju	Koefficient varijacije V u %	Tipovi ležišta	Orientaciona rastojanja između proba po pružanju "dvodimenzionalnih" (slojevitih i žičnih) ležišta u m	Broj proba na blok približnih razmera 40 x 60 m	
				Ukupna količina individualnih proba po otkopima	Količina sjeđinjenih proba
1. Ravnomeran	5-40 (srednje 30)	Ležišta ugljeva, gorućih škriljaca, prirodnih građevinskih materijala, topitelja, cementnih sirovina, sum-pora, Na i K soli, fosforita, nekih Fe i Mn ruda, koje često imaju V=5-10%. Neka složenija ležišta sumpora, glina, kaolina, ruda mangana (čisturskog i nikopoljskog tipa), ruda gvožđa (tipa Krivi Rog, Kursk i sl.) i mnoga druga ležišta sa V=10-40%.	50-6	20-100	10-25
2. Neravnomeran	40-100 (srednje 80)	Velika većina bakarnih i polimetalčnih ležišta, deo ležišta W i Mo i izvesna ležišta Au.	6-4	100-320	25-30
3. Veoma neravnomeran	100-150 (srednje 130)	Neka polimetalčna ležišta, većina ležišta Sn, W i Mo i deo ležišta Au.	4-2,5	320-450	30-40
4. Krajnje neravnomeran	preko 150 (srednje 200)	Mnoga ležišta retnih metala i Au.	2,5-2	450-600	40-50

Primedba: Vrednosti za V, date u gornjoj tabeli, izračunate su na osnovu podataka dobijenih oprobavanjem metodom brazde.

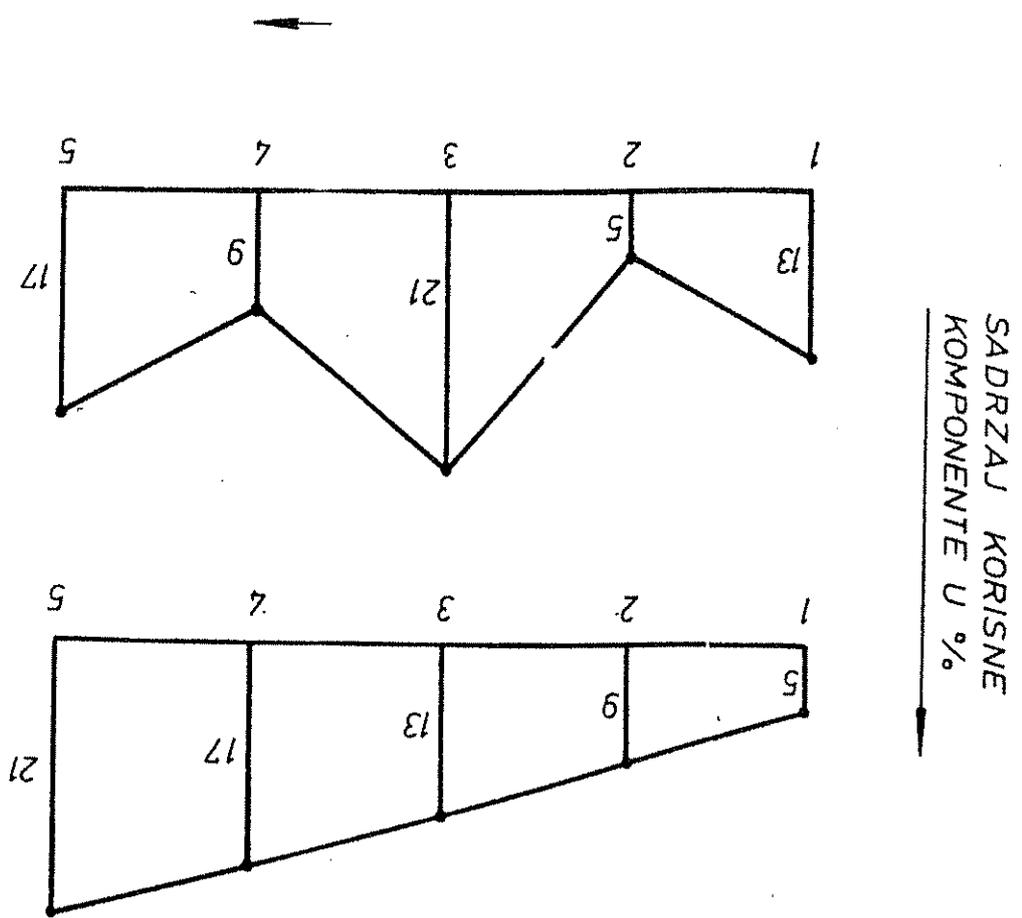
(6)
$$p = \pm \frac{M_s}{m} 100\%$$

Ova greška se često izražava u procentima u odnosu na srednju aritmetičku vrednost:

(5)
$$m = \pm \frac{\sqrt{n}}{\sigma}$$

Pri određivanju srednjeg kvadratnog odstupanja, kao i kod izračunavanja drugih srednjih veličina u matematici, mora se utvrditi greška određivanja te srednje veličine, i to po obrascu:

Slika 33. — Ilustrativni prikaz različitog karaktera promenljivosti pri jednakom stepenu promenljivosti.



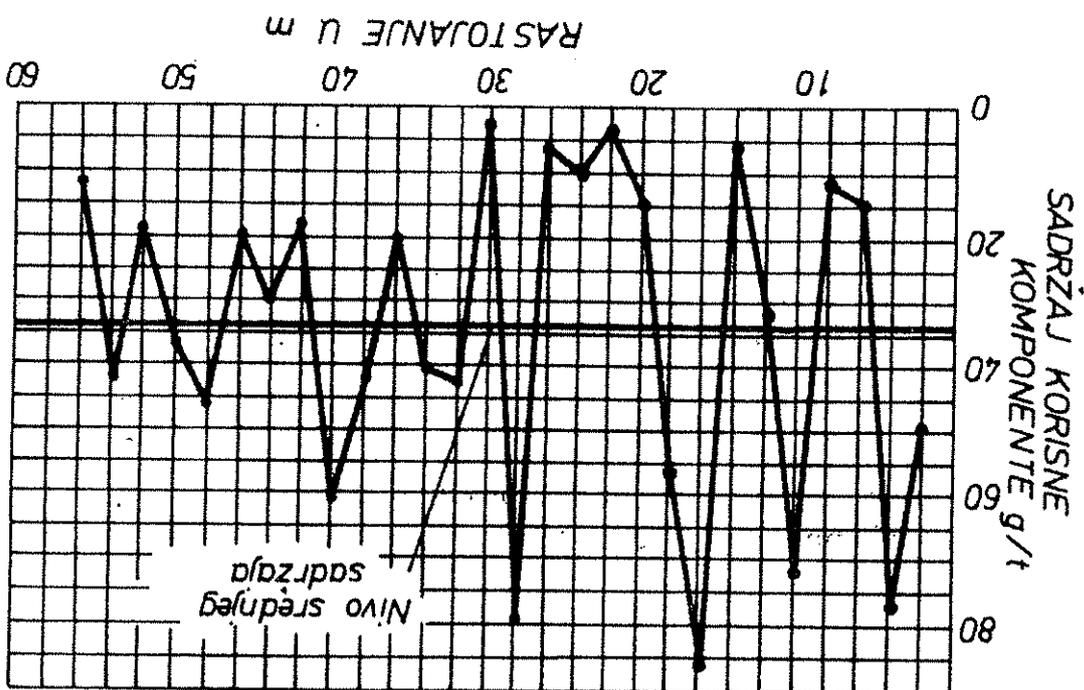
Pošto stepen promenljivosti predstavlja samo jedan od pokazatelja promenljivosti, neophodno je da se odredi karakter promenljivosti. Karakter promenljivosti se obično prikazuje grafički — pomoću odgovarajućih dijagrama (sl. 33 i 34).

Ako se raspodela merenih svojstava pokorava Gausovom zakonu, onda postoji sledeća proporcionalnost između veličine verovatnoće i koeficijenta t:

$$n = \left(\frac{tV}{p}\right)^2 \quad (9)$$

Medutim, u formuli (8) mora da se uvede i korektivni koeficijent koji karakteriše verovatnoću da greška određivanja srednje veličine nekog svojstva ležišta (dobijene kao rezultat niza merenja) neće biti veća od p:

Slika 34. — Nezakonomeno (slučajno) variranje sadržaja korisne komponente u jednom ležištu (po P. L. Kallistovu).



Prema tome, broj neophodnih merenja za određivanje neke srednje veličine upravo je proporcionalan kvadratu koeficijenta varijacije te veličine, a obrnuto proporcionalan kvadratu greške sa kojom je ta srednja veličina određena.

$$p = \frac{V}{\sqrt{n}}, \text{ tj. } n = \left(\frac{p}{V}\right)^2 \quad (8)$$

Ako izraz za m iz formule (7) ubacimo u formulu (6), onda dobijamo:

$$m\sqrt{n} = \frac{VM_s}{100}, \text{ odnosno } m = \frac{100\sqrt{n}}{VM_s} \quad (7)$$

Iz formule (5) proizlazi da je $\sigma = m\sqrt{n}$, a pošto je iz formule (1) $\sigma = \frac{100}{VM_s}$, onda proističe da je:

S obzirom na **geometrijska obeležja oblika**, ležišta (rudna tela) čvrstih mineralnih sirovina mogu se podeliti na tri osnovne grupe:

5. *veoma mala*.

Ležišta čvrstih mineralnih sirovina po **veličini** se obično dele na pet grupa: 1. *jedinstvena ili džinovska*, 2. *velika*, 3. *srednja*, 4. *mala* i oblika, zaleganja i kvaliteta).

Metodika istraživanja ležišta nemetala, kao i kod drugih čvrstih mineralnih sirovina, u najvećoj meri je zavisna od geoloških osobina istraživanih ležišta (veličine, oblika i zaleganja rudnih tela, kvaliteta rudne supstance i drugih) i od njihove promenljivosti (u prvom redu

METODIKA ISTRAŽIVANJA

Na kraju bismo želeli da istaknemo da uvek treba imati na umu da koeficijent varijacije predstavlja vrlo važno i korisno pomoćno sredstvo pri rešavanju mnogih problema u vezi sa istraživanjem ležišta mineralnih sirovina, ali da se ne sme preceniti njegov značaj i vršiti njegovu automatska primena u istraživanju. Dobijene vrednosti koeficijenta varijacije u mnogim slučajevima nisu geološki adekvatne, te se pre njihove praktične primene na nekom ležištu mora vršiti upoređivanje sa rezultatima dobijenim na drugim, sličnim ležištima, ali koja su mnogo bolje istražena. Ove vrednosti takođe moraju da se proveravaju u svakoj novoj fazi napredovanja istražnog procesa u datom ležištu.

Dugogodišnja iskustva u istraživanju ležišta mineralnih sirovina su pokazala da je određivanje veličine n (neophodnog broja proba) u praksi većinom mnogo složenije nego što se to teorijski predstavlja. Kod većine ležišta ispitivana svojstva se ne menjaju po Gausovom zakonu, te su geolozi prinuđeni da se, pri određivanju neophodnog broja proba, služe iskustvenim normama umesto matematičkog obrasca (9), koji u konkretnom slučaju daje neadekvatne ili čak apsurdne vrednosti.

gde L predstavlja ukupnu dužinu na kojoj se vrši oprobavanje.

$$1 = \frac{L}{n}$$

(10)

Rastojanje između proba (l) se izračunava prema obrascu:

Vrednost koeficijenta t	Velicina verovatnoće u %
1,0	68,3
1,2	77,0
1,5	87,0
1,7	91,0
2,0	95,0
2,5	98,8
3,0	99,7

Da bi se geoloziima pomoglo da izaberu adekvatnu metodu is-
trazivanja ležišta različitih čvrstih mineralnih sirovina, koja se odliku-
ju izvanredno velikom raznovrsnošću u pogledu načina postanka i
pojavnosti, razni autori su izvršili svrstavanje ležišta, na bazi njiho-
vih osnovnih geoloških osobina i promjenljivosti tih osobina, u manji ili
veći broj grupa. U svakoj od ovih grupa nalaze se ležišta različite ge-
neze, a često i pojavljivanja, ali kod kojih se, s obzirom na sličnost os-

izvršiti odgovarajuće korekcije i u metodici istraživanja tog ležišta.
Iz ovih podataka i nižem stepenu njihovog poznavanja (onda se moraju
tog ležišta i njihovoj promjenljivosti) bazirano na manjem broju raspo-
znatije razlike u odnosu na ranije shvatanje o geološkim osobinama
ležišta. Ukoliko se u nekoj, višoj fazi istraživanja nekog ležišta pojave
traznog rada ustvari predstavljaju dalji korak na putu upoznavanja
raste i stepen našeg poznavanja istog. Izvodenje svakog novog is-
Po sebi se razume da sa napredovanjem u istraživanju ležišta

novljanje njihove međusobne zavisnosti i njihovog sumarnog uticaja.
osobina ležišta i njene promjenljivosti ponaosob, već je neophodno i usta-
neko ležišta nije, međutim, dovoljno poznavanje svake od geoloških
nosno rastojanja između proba). Prilikom izbora metodike istraživanja
oprobavanja ležišta i kod ustanovljavanja neophodnog broja proba (od-
jentacije itd. Ona takođe igraju glavnu ulogu kod određivanja načina
optimalnog broja radova, njihovog međusobnog udaljenja, njihove ori-
kao osnov za određivanje: najadekvatnijeg sistema istražnih radova,
pravilan izbor metodike njihovog istraživanja. Ova geološka fakta služe
i njihove promjenljivosti predstavljaju, dakle, neophodan preduslov za
Poznavanje geoloških osobina ležišta čvrstih mineralnih sirovina

zatelja: stepen i karakter promjenljivosti.
određuju, kao što je u prethodnom odeljku detaljnije izloženo, dva poka-
Promjenljivost bilo koje od ispitivanih geoloških osobina ležišta

gate, 2. srednjeg kvaliteta i 3. siromašne.
S obzirom na kvalitet, većinom se razlikuju tri vrste ruda: 1. bo-

c. strma i vertikalna (60-90°).
tri grupe: a. horizontalna i sa manjim padom (0-30°); b. kosa (30-60°);
Prema zaleganju, ležišta (rudna tela) se najčešće svrstavaju u

-više izometrična (masivi, stokovi, stokverki, gnezda, džepovi).
jevi, pločasta tela, sočiva, žice); 2. sa jednom jako izraženom i duvna
slabije izraženom dimenzijama (cevašta tela, rudni stubovi); 3. manje-
I. sa duvna jako izraženom i jednom slabije izraženom dimenzijom (slo-

novnih geoloških osobina i njihove promjenljivosti, primenjuje ista metodika istraživanja. Od brojnih pokušaja grupisanja ležišta na bazi gore pomenutih pokazatelja, do sada su najuspješnije i najviše prihvaćene klasifikacije V. M. Krejtera i Državne komisije za rezerve bivišeg SSSR (GKZ).

V. M. Krejter (1969.) je, uzevši u obzir razmere ležišta i promjenljivost izvesnih njihovih geoloških osobina (oblika i kvaliteta), podelio ležišta svih čvrstih mineralnih sirovina na sledećih pet grupa:

Prvoj grupi pripadaju velika ležišta, prostog oblika, sa ravnomernom raspodelom korisnih (odnosno štetnih — prim. M. I.) komponenta. To su uglavnom rudna tela slojevite i pločaste forme.

U ovoj grupi najviše su zastupljena sedimentna ležišta (npr. ugljevi, neki građevinski materijali, sedimentne rude gvožđa), neka prostija lateritska ležišta (boksiti), a od magmatskih ležišta — izvesna krupna, slabo promenljiva ležišta gvožđa i titana.

Ležišta ove grupe mogu biti istražena do A kategorije i samo bušenjem, s tim što rastojanja između bušotina mogu biti znatna. Pri-mena rudarskih radova (podzemnih ili većih površinskih) ograničena je na pojedinačne radove, koji služe za kontrolu bušenja i za uzimanje teh-noloških proba.

Drugoj grupi pripadaju velika ležišta, različitog (pokatkad dosta složenog) oblika, sa neravnomernom raspodelom komponentata (koris-nih i štetnih). To su mahom krupniji štokovi i prostraniji izometrični štokverci.

U ovoj grupi nalaze se mnoga ležišta obojenih i retkih metala, neka ležišta crnih metala, piritiska ležišta, mnoga nanosna ležišta (zla-ta, platine, kalaja itd.) koja se odlikuju većom postojanošću oblika i sadržaja korisnih minerala, dislocirana (tektonski poremećena) i meta-morfisana ležišta uglja i ležišta mermera.

Kod ležišta ove grupe, pri normalnim rastojanjima između istražnih radova, rezerve A kategorije mogu se dobiti samo na osnovu rudarskih ra-dova. Bušenje služi samo za dobijanje rezervi B i C₁ kategorije.

Trećoj grupi pripadaju ležišta srednje veličine, različitog oblika, sa neravnomernom, a ponekad i vrlo neravnomernom raspodelom ko-risnih i štetnih komponentata. To su pretežno značajna rudna tela i rudna tela nepravilnog oblika.

U ovoj grupi su zastupljena hidrotermalna ležišta zlata, kalaja, retkih metala, žive, antimona, volframa, molibdena, mnoga polimeta-

Ihna ležišta, kao i mnoga nanosna ležišta koja se odlikuju neravnomernim sadržajem korisnih minerala i naravnom podlogom (bedrokom).

Složeni oblik ležišta ove grupe i neravnomerna raspodela komponenta (korisnih i štetnih) čine da je metodika njihovog istraživanja dosta složena i skupa. Kod ležišta ove grupe se na osnovu rudarskih radova dobijaju rezerve B kategorije za pojedinačne blokove, a rezerve A kategorije — samo ako postoji veći broj rudnih blokova. Bušenjem se u principu mogu dobiti samo rezerve C₁ kategorije.

Četvortoj grupi pripadaju ležišta koja su morfološki slična ležištima iz prethodne grupe, ali se od njih razlikuju krajnje neravnomernom raspodelom komponentata (korisnih i štetnih) i, mahom, manjim dimenzijama rudnih tela. To su najčešće manje žice, ponekad tektonski jako poremećene, omanja, nepravilna, metasomatska rudna tela i rudna tela cevaste forme.

U ovoj grupi se nalaze neka pegmatitska ležišta (berila i kalaja), neka ležišta retkih i plemenitih metala, izvesna ležišta antimona i žive. Ove spadaju i neka omanja nanosna ležišta složene građe.

Kod ove grupe ležišta rudarskim radovima se u principu dobijaju samo rezerve B kategorije (ukoliko postoji veći broj rudnih blokova) i rezerve C₁ kategorije (za pojedinačne blokove). Bušenje se retko primenjuje i to samo za određivanje perspektivnih rezervi (C₂ kategorije). Samo u nekim izuzetnim slučajevima, bušotine u kombinaciji sa rudarskim radovima mogu da posluže za dobijanje rezervi C₁ kategorije. Rudarski radovi koji se izvode za istražne svrhe gotovo se uvek koriste i za pripremu rudnih blokova za otkopavanje, te se na taj način istraživanje stapa sa eksploatacijom.

Petoj grupi pripadaju mala ležišta, sa veoma neravnomernom raspodelom korisnih i štetnih komponentata. To su većinom sitna gnezda, mala rudna tela žičnog ili cevastog oblika, omanja rudna tela nepravilne forme i sl.

U ovoj grupi su zastupljena magmatska ležišta platine i hromita, neka pegmatitska ležišta (smaragda i drugih plemenitih minerala), skarnovska ležišta volframa i molibdena, hidrotermalna ležišta kvarca, kalcita i fluorita (kristalne druze).

Ležišta ove grupe izvanredno su složena za istraživanje i industrijsko osvajanje. Kod njih se uopšte na vrši sistematsko istraživanje u cilju dobijanja rezervi B kategorije. Najveći deo rezervi pripada C₂ kategoriji, a samo mali deo C₁ kategoriji. Istraživanje ovih ležišta vrši se jednovremeno sa eksploatacijom.

osnovnih sirovina (laporca i krečnjaka) za cementnu industriju, shodno pomenutom "Pravilniku".

Prema genetskim karakteristikama, složenosti oblika i veličini, ležišta sirovina za cementnu industriju (laporca i krečnjaka) svrstavaju se u tri grupe:

U prvu grupu uvršćuju se marnska i jezerska sedimentna ležišta laporca i krečnjaka koja imaju oblik bankova i slojeva, horizontalna su ili blago naguta, srednje debljine veće od 25 m i sa rezervama preko 30.000.000 tona.

U drugu grupu uvršćuju se marnska i jezerska sedimentna ležišta laporca i krečnjaka koja imaju oblik bankova, socija i slojeva ili su nepravilnog oblika, debljine od 10 m do 25 m i sa rezervama od 10.000.000 tona do 30.000.000 tona.

U treću grupu uvršćuju se marnska i jezerska sedimentna i nasna ležišta laporca i krečnjaka slojevitog, socijastog ili nepravilnog oblika, srednje debljine do 10 m i sa rezervama manjim od 10.000.000 tona.

Svaka od ovih grupa ležišta laporca i krečnjaka, zavisno od ravnomernosti raspodele osnovnih korisnih komponentata i od strukturno-tektonskih karakteristika, deli se na dve podgrupe:

U prvu podgrupu uvršćuju se ležišta postojane debljine, ujednačenog kvaliteta, sa niskim sadržajem štetnih komponentata, sa koeficijentom varijacije manjim od 80 i sa koeficijentom ujednačenosti većim od 0,56.

U drugu podgrupu uvršćuju se ležišta nepostojane debljine, ujednačenog kvaliteta, sa povećim sadržajem štetnih komponentata, sa koeficijentom varijacije većim od 80 i koeficijentom ujednačenosti manjim od 0,55.

U narednoj tabeli (tabela IV) data su maksimalna rastojanja između istraženih radova (bušotina i raskopa) koja, saglasno pomenutom "Pravilniku", treba primeniti pri istraživanju ležišta cementnih sirovina (laporca i krečnjaka).

Kao što je u odgovarajućim odeljcima već opisano, istraživanje ležišta čvrstih mineralnih sirovina obično se obavlja na taj način što se u svakom narednom stadijumu vrši poguščavanje sistema istražnih ra-

Istraživanje ležišta nemetala-gradevinskih materijala najčešće se obavlja kombinovanjem površinskih istražnih radova i odgovarajućih vrsta bušenja, podređenije samo površinskim istražnim radovima ili samo bušenjem. Kod nekih skupljih sirovina, ukoliko je to neophodno, istraživanje se vrši kombinovanjem površinskih istražnih radova, bušenja i podzemnih radova ili bušenja i podzemnih radova.

Prilikom izbora vrste, odnosno vrsta istražnih radova (ukoliko se vode se površinski istražni radovi, bušenje i podzemni istražni radovi. U toku etape istraživanja ležišta nemetalnih mineralnih sirovina iz-

ISTRAŽNI RADOVI

Grupa ležišta	Podgrupa ležišta	Maksimalna rastojanja između istražnih radova u m		
		A kategorija rezervi	B kategorija rezervi	C ₁ kategorija rezervi
I	Prva	100	200	400
	Druga	75	150	300
II	Prva	75	150	300
	Druga	50	100	200
III	Prva	40	80	160
	Druga	20	40	80

Tabela IV
Maksimalna rastojanja između istražnih radova kod ležišta cementnih sirovina (Iaporaca i krečnjaka)

dova (linija ili, češće, mreža) izvedenih u prethodnom stadijumu. Ovo pogušćavanje, međutim, ne sme se vršiti šablonski, nego u skladu sa podacima dotadašnjeg ispitivanja geoloških i rudarsko-tehničkih odlika ležišta, kao i u saglasnosti sa osnovnim zahtevom ekonomije za racionalnošću istraživanja. To znači da u svakom stadijumu istraživanja treba postaviti onoliki broj istražnih radova (svakako sa najboljim mogućim rasporedom) i primeniti takvu dinamiku njihovog izvođenja, koji će nam za najkraće vreme obezbediti dobijanje podataka one tačnosti koja se za dotičnu sirovinu i dati stadijum traži.

Pri projektovanju i izvođenju podzemnih istražnih radova treba voditi računa o tome da se oni, po mogućstvu, što bolje iskoriste pri eventualnoj budućoj eksploataciji ležišta.

U etapi istraživanja ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina, u zavisnosti od postojanja povoljnih geoloških preduslova i ekonomske opravdanosti, obavljaju se različita geofizička i geohemijska ispitivanja.

Geofizičke metode u etapi istraživanja ležišta nemetala koriste se u različite svrhe: 1. u cilju pronalazanja novih rudnih tela i, po mogućstvu, dobijanja orijentacione predstave o njihovim dimenzijama, zaleganju i dubinskom prostiranju; 2. radi utvrđivanja nastavačka delimično otkrivenih i istraženih rudnih tela; 3. u cilju ispitivanja strukturnih (narocito tektonskih) odlika ležišta; 4. radi određivanja debljine jalovog pokrivača iznad korisne sirovine. Prilikom istraživanja ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina koriste se iste geofizičke metode koje se primenjuju i u etapi prospekcije.

Od geohemijskih metoda pri istraživanju ležišta nemetala najviše se primenjuju metalometrija i hidrohemijske metode. One se uglavnom koriste za pronalazenje novih rudnih tela, a ponekad i za proučavanje uslova stvaranja ležišta.

OKONTURIVANJE LEŽIŠTA

Kao što je iz ranijih izlaganja poznato, okonturivanje ležišta predstavlja jedan od najvažnijih zadataka istraživanja. Okonturivanjem ležišta naziva se povlačenje granice između rude i jalovine.

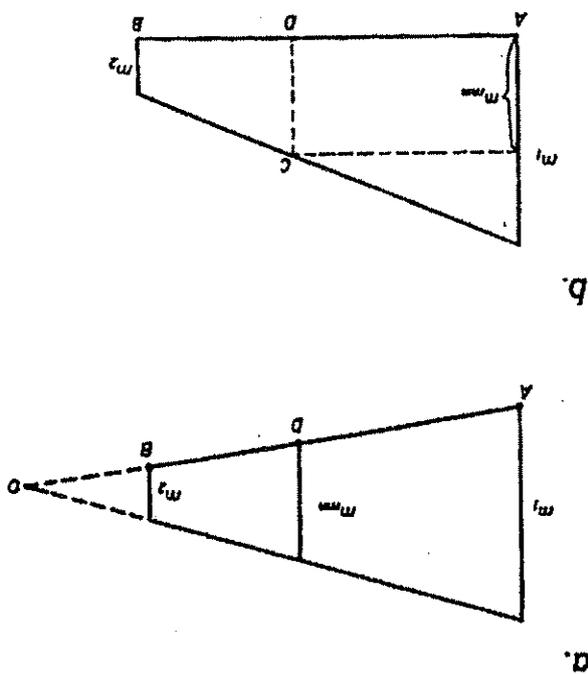
Ukoliko se mineralni sastav rude znatno razlikuje od mineralnog sastava okolnih stena, onda se lako uočava i na odgovarajućim grafičkim prilozima nanosi granica isključivanja ili geološka granica ležišta (rudnih tela), ili, kako se još često naziva, *nulta kontura* (sl. 35).

U mnogim slučajevima je neophodno da se ekonomska kontura rudnih tela izvlači i onda kada su ista oštro odeljena od okolnih stena. Tada se povlače i nulta i ekonomska kontura (sl. 35 i 36).

Kod nekih mineralnih sirovina (narocito kod nemetalicnih), međutim, granica između "rude" i "jalovine" uopšte nije uočljiva, jer nije izražena promenom u mineralnom sastavu. U takvim slučajevima ona se povlači veštacki, na osnovu tehnoloških, tehničkih ili ekonomskih pokazatelja. Ova granica se najčešće povlači na osnovu: promena u hemijskom sastavu materijala (minimalnog srednjeg sadržaja korisne komponente i maksimalnog dozvoljenog sadržaja štetnih komponenti), minimalnog sadržaja otkopavanja itd.), minimalne produktivne debljine (moćnosti) rudnih tela, maksimalne dozvoljene debljine jalovog pokrivača (kod ležišta koja se otkopavaju površinskim načinom), maksimalne dubine rentabilne eksploatacije, kao i drugih pokazatelja, i naziva se granicom rentabilne eksploatacije ili ekonomskom konturom (sl. 35).

a. Šematski prikaz okonturivanja dela nekog rudnog tela: m_1 i m_2 — unutrašnja kontura; m_{min} — minimalna produktivna debljina rudnog tela, na osnovu koje se povlači granica rentabilne eksploatacije; \bigcirc — nulta kontura, dobijena na osnovu prirodnog ugla isklinjavanja rudnog tela, koji je ustanovljen u susjednim proizvodnim istražnim radovima.

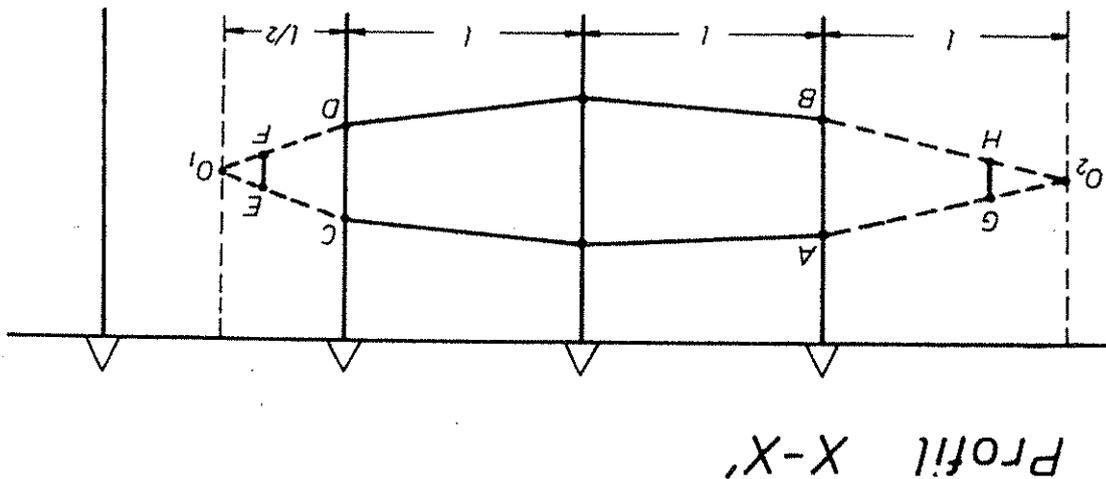
b. Graficka metoda za određivanje granice rentabilne eksploatacije na osnovu minimalne produktivne moćnosti rudnog tela.



Treba, međutim, imati u vidu da neko apsolutno tačno okonturiranje ruda u geološkoj praksi nije moguće, i da, bez obzira na broj izvedenih radova, uvek postoji izvestan udeo aproksimativnosti i subjektivnosti u interpretaciji dobijenih podataka. Stoga se od geologa i ne traži neka izuzetno visoka tačnost u okonturiranju ruda, odnosno ležišta, već se traži *dovoljna tačnost*, koja je za određenu mineralnu sirovinu, za određeni tip ležišta i za određeni stadijum istraživanja pisana ili uobičajena. Dobijanje izuzetno tačnih kontura ruda tela ne traži se ni u jednom stadijumu istraživanja, a iziskivalo bi postavljanje neobičajeno velikog broja istraživih radova, kao i druge, nepotrebne materijalne izdatke, koji se nikakvim objektivnim razlozima ne bi mogli pravdati. Iz tih razloga geolozi prilikom okonturiranja ležišta, kao i

pak u pripremi za eksploataciju. Okonturiranje ležišta se vrši u toku citavog prospekcijsko-istražnog procesa. U toku etape prospekcije, kada se raspolaže manjim brojem radova, konture ležišta (odnosno pojedinih ruda tela) izvlače se sa dosta velikom hipotetičnošću — prilikom povlačenja granica veliku ulogu igra subjektivni faktor, tj. shvatanje geologa koji vrši interpretaciju. U toku etape istraživanja, u svakom od sukcesivnih stadijuma, kao i sa svakim novim izvedenim radom, konture ruda tela i ležišta u celini se povlače sa sve većom tačnošću, a subjektivni faktor sa svodi na sve manju meru. Maksimum tačnosti se postiže u stadijumu eksploatacionog istraživanja, i to kod onih ruda tela koja se otkopavaju ili su

Slika 36. — Okonturivanje jednog ruda tela pomoću istraživih bušotina: A-B-C-D — unutrašnja kontura dobijena interpolacijom; C-D-O₁ — spoljašnja kontura dobijena ograničenom ekstrapolacijom; A-B-O₂ — spoljašnja kontura dobijena neograničenom ekstrapolacijom; E-F i G-H — minimalna produktivna debljina; O₁ i O₂ — nulta kontura; l — rastojanje između bušotina.



kod izvođenja drugih operacija u etapi istraživanja ležišta, teže da, u skladu sa principom „mini-max“, nađu optimalno rešenje problema od-nosa između broja radova i dovoljne (tražene) tačnosti. Drugim rečima, oni se trude da sa najmanjim mogućim brojem radova dobiju podatke dovoljne tačnosti.

Grafička interpretacija okonturivanja ležišta na osnovu izvede-nih istražnih radova obično se daje u dve projekcije: horizontalnoj (na kartama ili planovima površine terena i raznih horizonata) i vertika-lnoj (na profilima).

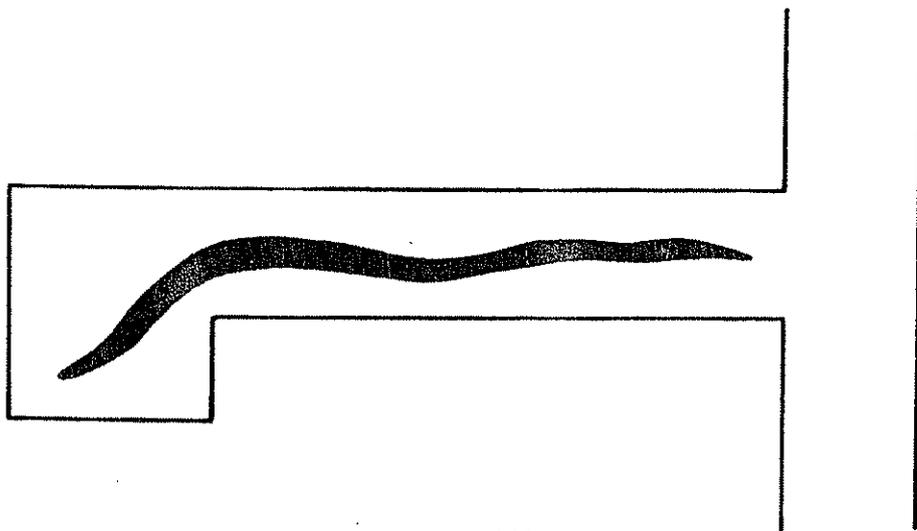
Okonturivanje ležišta (rudnih tela) može se vršiti na tri osnov-na načina:

1. *Neprekidnim praćenjem granica ležišta (rudnih tela) u istra-znim radovima — površinskim i podzemnim (sl. 37).*

2. *Interpolacijom podataka iz susednih pozitivnih istražnih ra-dova (sl. 36 i 38).*

3. *Ekstrapolacijom (ograničenom ili neograničenom) podataka iz krajnjih (obodnih) pozitivnih istražnih radova (sl. 36 i 38).*

Plan



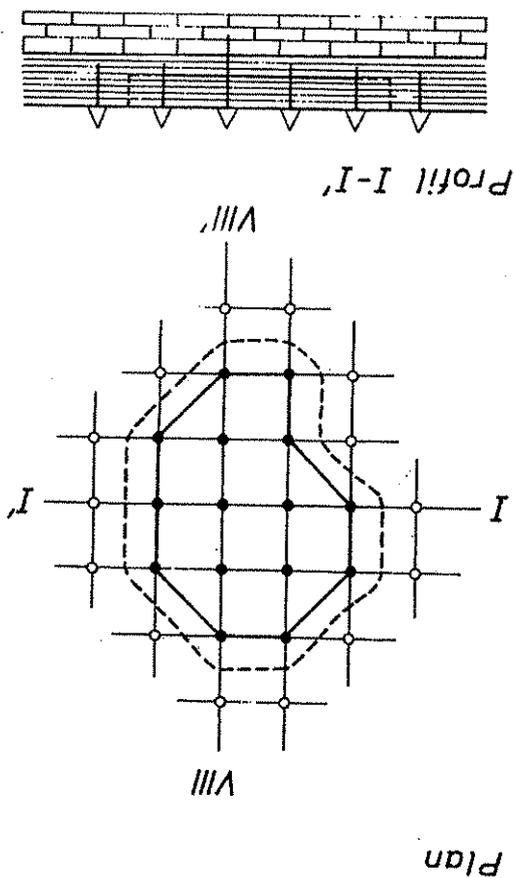
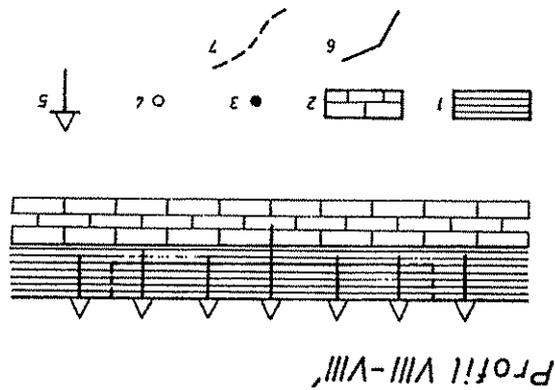
OKOLNE STENE

RUDA

Slika 37. — Okonturivanje rudnog tela neprekidnim praćenjem njegovih granica (u podzemnim radovima).

Kod velike većine ležišta okonturivanje se vrši putem interpolacije i ekstrapolacije. Iako neprekidno praćenje granica rudarskim radovima predstavlja neuporedivo najtačniji način okonturivanja ležišta (rudnih tela), on se u praksi dosta retko koristi zbog toga što je jako skup i spor.

Slika 38. — Okonturivanje jednog ležišta cementnih laporaca pomoću bušotina. 1. Cementni laporci; 2. krečnjaci; 3. pozitivne bušotine (na planu); 4. negativne bušotine (na planu); 5. bušotine (na planu); 6. unutrašnja kontura ležišta; 7. na planu; 8. na profilu; 9. granica rentabilne eksploatacije ležišta prema dubini (za ljašnja kontura ležišta; na profilu); granica rentabilne eksploatacije prema dubini (za ekstrapolisani deo ležišta).



Primenjuje se samo kod nekih vrlo skupih mineralnih sirovina, koje se odlikuju malim dimenzijama i vrlo nepravilnom formom rudnih tela.

Kada se okonturvanje ležišta (rudnih tela) vrši putem interpolacije i ekstrapolacije, onda se obavezno povlače **unutrašnja kontura** (sl. 36 i 38). **Unutrašnja kontura** se dobija međusobnim spajanjem obodnih pozitivnih istražnih radova (pozitivnim radovima se u praksi nazivaju oni radovi u kojima je konstatovano orudnjenje). **Spo-ljašnja kontura** se povlači van obodnih pozitivnih istražnih radova putem ekstrapolacije i predstavlja grafički prikaz shvatanja geologa o isklinjavanju ležišta (rudnih tela).

Interpolacijom se u istraživanju ležišta mineralnih sirovina na ziva grafička predstava geologa o prostiranju ležišta (rudnih tela) u međuprostorima između pozitivnih istražnih radova (sl. 36 i 38).

Ekstrapolacijom se naziva grafička predstava geologa o prostiranju ležišta (rudnih tela) van krajnjih pozitivnih istražnih radova. Ekstrapolacija može biti *ograničena* i *neograničena*.

Ograničena ekstrapolacija se vrši onda kada se ležište (rudno telo) završava između dvaju istražnih radova — jednog pozitivnog i jednog negativnog (negativnim radovima se u praksi nazivaju oni radovi kojima nije konstatovano orudnjenje). U tom slučaju spo-ljašnja kontura se najčešće povlači na sredini rastojanja između pozitivnog i negativnog istražnog rada (ukoliko ovo rastojanje nije veće od propisane gustine istražnih radova za dotični tip ležišta) — vidi sl. 36 i 38. Kod nekih većih ležišta (rudnih tela) slojevitog i socivastog oblika, koja se odlikuju postepenim i regularnim isklinjavanjem, spo-ljašnja kontura može da se izvlači i na osnovu srednjeg prirodnog ugla isklinjavanja.

Neograničena ekstrapolacija se vrši onda kada je ležište (rudno telo) samo delimično obuhvaćeno sistemom istražnih radova, a nastavljeno i izvan tih radova. U takvim slučajevima povlaćenje kontura ležišta (rudnih tela) vrlo je aproksimativno, a većinom i polivarijantno. Postoji mnogo metoda neograničene ekstrapolacije, ali se one, prema svom karakteru, mogu svrstati u dve grupe: *geološke* i *formalne metode*. *Geološke metode neograničene ekstrapolacije* se zasnivaju na poznavanju geoloških karakteristika ležišta. To su najpouzdanije metode, te se teži za tim da se one primenjuju kad god je to moguće. Najvažnije geološke metode neograničene ekstrapolacije su sledeće:

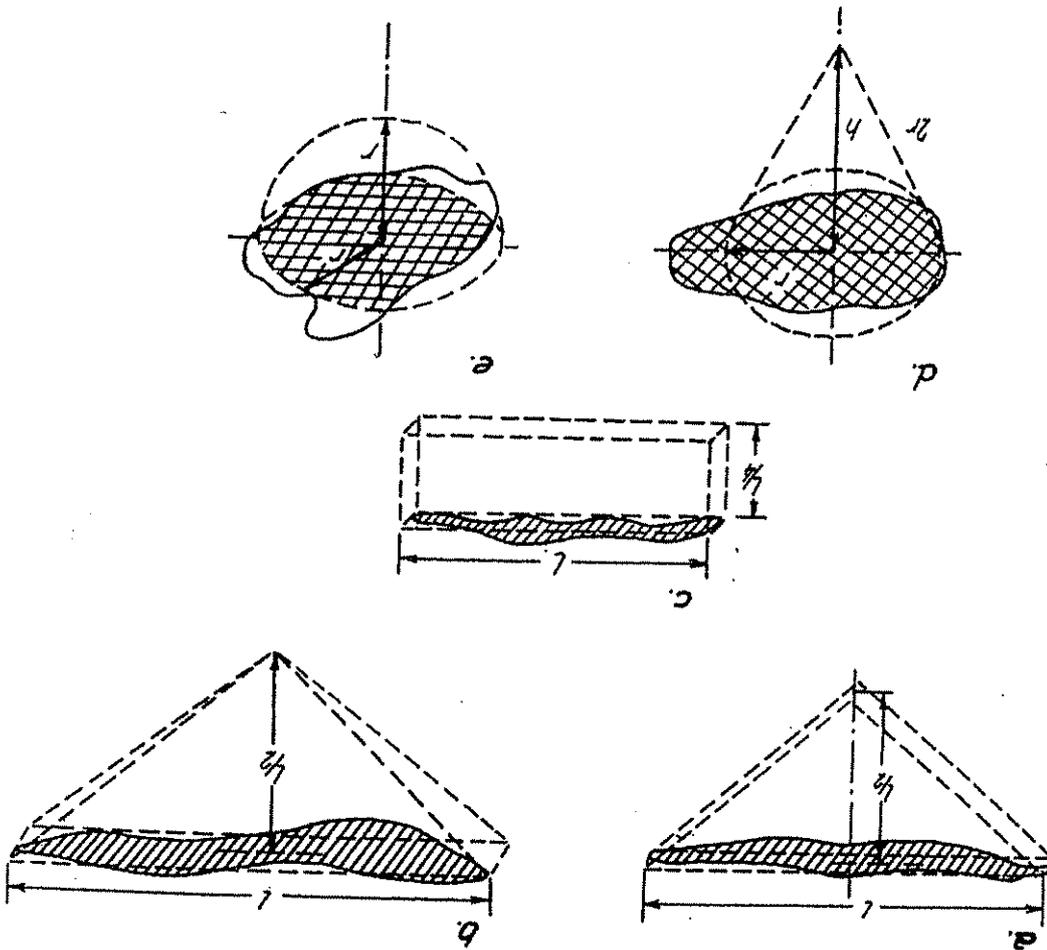
1. Povlaćenje spo-ljašnje konture po granici različitih facija. Ova metoda najuspešnije se primenjuje kod sedimentnih ležišta.

2. Kod izrazito dvodimenzionalnih rudnih tela (npr. kod rudnih zica) često se primenjuje Hooverovo (Huverovo) pravilo. Ovo pravilo govori da se prostiranje rudnog tela van površine u kojoj je istraženo može predstaviti, ukoliko je promenljivost njegove površine oblika mala, trostranom prizmom, kod koje je dužina strana osnovne jednaka dužini rudnog tela (1) na datoj površini, a visina — polovini te vrednosti (1/2): vidi sliku 39a. Ukoliko je promenljivost oblika rudnog tela velika, onda se njegova površina kontura predstavlja četvorostranom piramidom, čija je visina jednaka četvrtini dužine rudnog tela (sl. 39 b). Neki autori u ovom slučaju, umesto četvorostrane piramide, za spolašnju konturu rudnog tela uzimaju paralelopiped, čija je visina jednaka četvrtini dužine rudnog tela (sl. 39 c). Kod metarjih, izometričnih rudnih tela, spolašnja kontura se najčešće povlači u vidu kuje, čije su strane jednake prečniku osnove (sl. 39 d) ili polulopte (sl. 39 e).
1. Povlačenje spolašnje konture paralelno sa unutrašnjom, na udaljenosti koja je jednaka rastojanju između susednih pozitivnih istražnih radova, polovini, trećini, ili čak i četvrtini rastojanja. Pomenuto rastojanje će biti utoliko manje ukoliko su geološke osobine ležišta (rudnog tela) nepostojanje i ukoliko su u pitanju više kategorije rezervi. Primer povlačenja spolašnje konture po ovoj metodi dat je na slici 36.
1. Povlačenje spolašnje konture paralelno sa unutrašnjom, na udaljenosti koja je jednaka rastojanju između susednih pozitivnih istražnih radova, polovini, trećini, ili čak i četvrtini rastojanja. Pomenuto rastojanje će biti utoliko manje ukoliko su geološke osobine ležišta (rudnog tela) nepostojanje i ukoliko su u pitanju više kategorije rezervi. Primer povlačenja spolašnje konture po ovoj metodi dat je na slici 36.
2. Povlačenje spolašnje konture po granici povoljnih stena. Ova metoda se često primenjuje kod epigenetskih ležišta.
3. Povlačenje spolašnje konture po tektonskim deformacijama (narocito po rasedima), koje često ograničavaju rudna tela.
4. Povlačenje spolašnje konture prema srednjem prirodnom uglu isklinjavanja ležišta (rudnog tela). Ova metoda se primenjuje, kao i u odgovarajućem, napred opisanom načinu ograničene ekstrapolacije, kod većih rudnih tela slojevite i sočivaste forme.
- Formalne metode* neograničene ekstrapolacije koriste se samo onda kada se ne raspolaže nekim pouzdanim geološkim podacima o onim delovima ležišta (rudnih tela) koji se nalaze van prostora obuhvaćenog istražnim radovima. Najviše se primenjuju sledeće metode neograničene ekstrapolacije:

PROSTORNI RASPORED I GUSTINA ISTRAŽNIH RADOVA

Prilikom istraživanja ležišta mineralnih sirovina, istražni radovi se postavljaju na jedan od sledeća dva osnovna načina (sistema): a. po istražnim linijama i b. po istražnim mrežama. Koji će se sistem i kakav raspored radova primeniti pri istraživanju nekog ležišta zavisi od niza različitih geoloških, tehničkih i ekonomskih faktora.

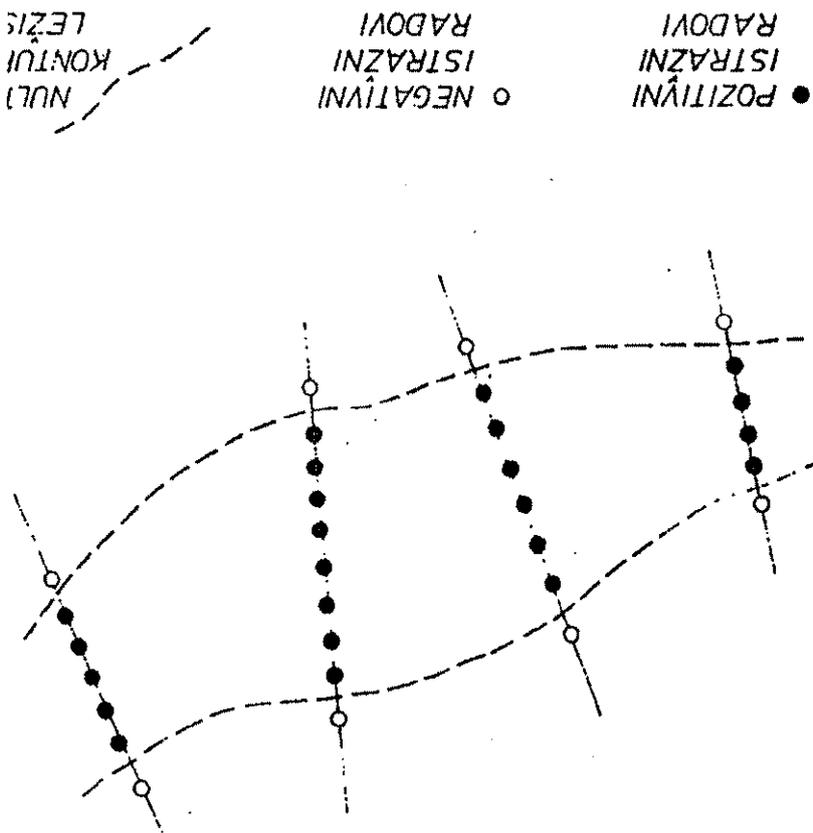
Slika 39. — a. Povlačenje spoljašnje konture rudnog tela u obliku trostrane prizme (po Hooverovom pravilu); b. Povlačenje spoljašnje konture rudnog tela u obliku četvorostrane piramide (po Hooverovom pravilu); c. Povlačenje spoljašnje konture rudnog tela u obliku paraleloipeda; d. Povlačenje spoljašnje konture rudnog tela u obliku kuje; e. Povlačenje spoljašnje konture rudnog tela u obliku polulopte.



nomskih faktora. Od geoloških faktora najvažniji su sledeći: vrsta mineralne sirovine i tip ležišta, veličina, oblik i prostorni položaj (pruzanje i pad) rudnih tela, promenljivost geoloških osobina rudnih tela.

Istražne linije se postavljaju kod rudnih tela koja imaju jednu jako izraženu dimenziju, a istražne mreže — kod rudnih tela sa dve jako izražene dimenzije (mahom kod horizontalnih i blago nagnutih slojevitih i sočivastih rudnih tela) i izometričnih rudnih tela (masiva, štokova, štokverka).

Istražne linije se uvek tako orijentišu da se pruzaju u pravcu najmanje dimenzije rudnog tela u ravni u kojoj se vrši istraživanje (sl. 40). Ovaj pravac se većinom poklapa sa pravcem najveće promenljivosti geoloških osobina rudnog tela.



Slika 40. — Prikaz istražnih linija i njihove orijentacije.

Ukoliko su istražne linije međusobno paralelne, a rastojanja između istražnih radova podjednaka, onda se one lako mogu povezati u istražnu mrežu.

U praksi se primenjuju tri vrste istražnih mreža: kvadratna (sl. 41 a), pravougaona (sl. 41 b) i rombična (sl. 41 c).

U praksi se najviše upotrebljavaju kvadratna mreža (koja se smatra osnovnom) i pravougaona mreža.

manji broj radova po jedinici površine od svih drugih mreža. Ova mreža je najekonomičnija, jer pri jednakim uslovima iziskuje nisu ni izrazito "izotropna" ni izrazito "anizotropna" (prelazni slučajevi) Rombična mreža se primenjuje u slučajevima kada rudna tela

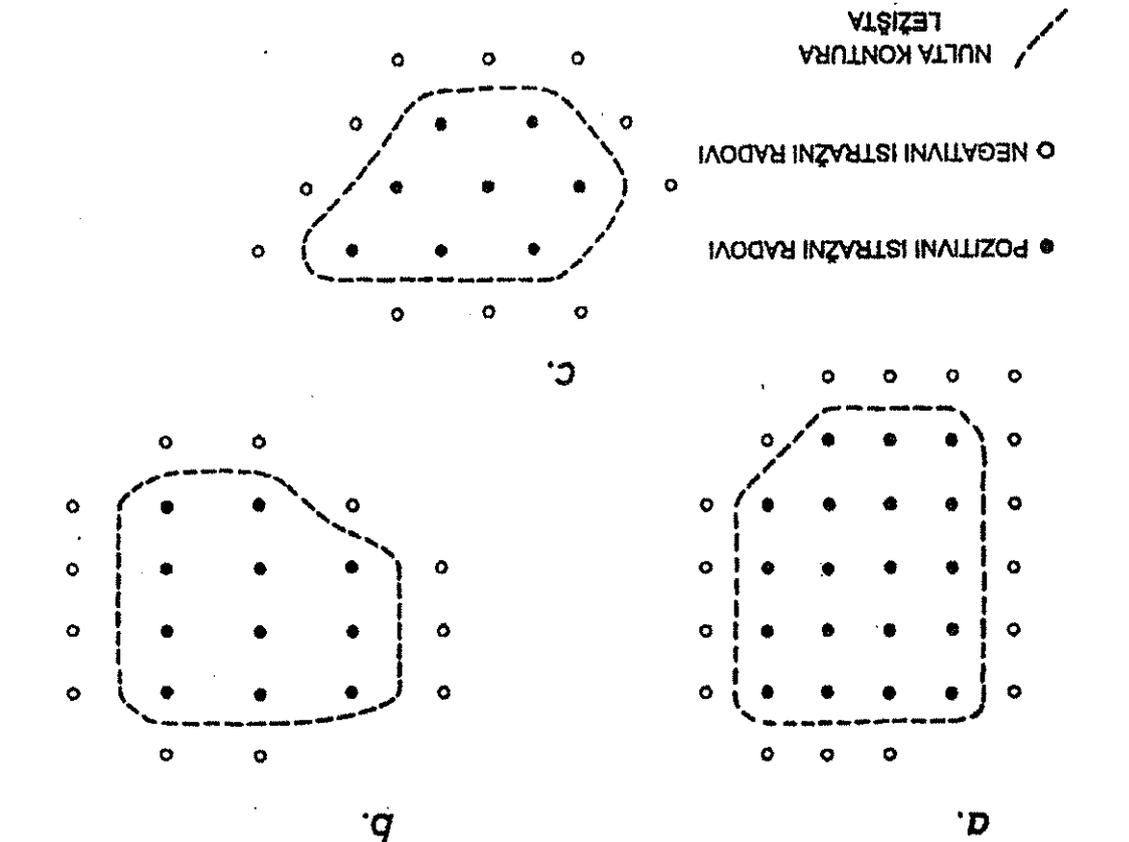
traznu mrežu pravougaonog oblika. Istražne linije se, pri pognuščavanju radova, najčešće prevode u is-

— u pravcu najveće promenljivosti.

pravcu najmanje promenljivosti geoloških osobina rudnog tela, a kraca ti u dva glavna pravca. Tada se duža strana pravougaonika postavlja u koja se odlikuju polarizacijom geoloških osobina i njihove promenljivos- Prvougaona mreža se postavlja kod "anizotropnih" rudnih tela,

njihova promenljivost još nisu u dovoljnoj meri poznati. Kvaadratna mreža se koristi kod istraživanja "izotropnih" rudnih tela (koja se odlikuju približno jednakim geološkim osobinama i njihovom promenljivošću u svim pravcima) i u početnoj fazi istraživanja veći, slojevitih ili sočivastih rudnih tela, čije nam geološke osobine i njihova promenljivost još nisu u dovoljnoj meri poznati.

Kvaadratna mreža se koristi kod istraživanja "izotropnih" rudnih tela (koja se odlikuju približno jednakim geološkim osobinama i njihovom promenljivošću u svim pravcima) i u početnoj fazi istraživanja veći, slojevitih ili sočivastih rudnih tela, čije nam geološke osobine i njihova promenljivost još nisu u dovoljnoj meri poznati.



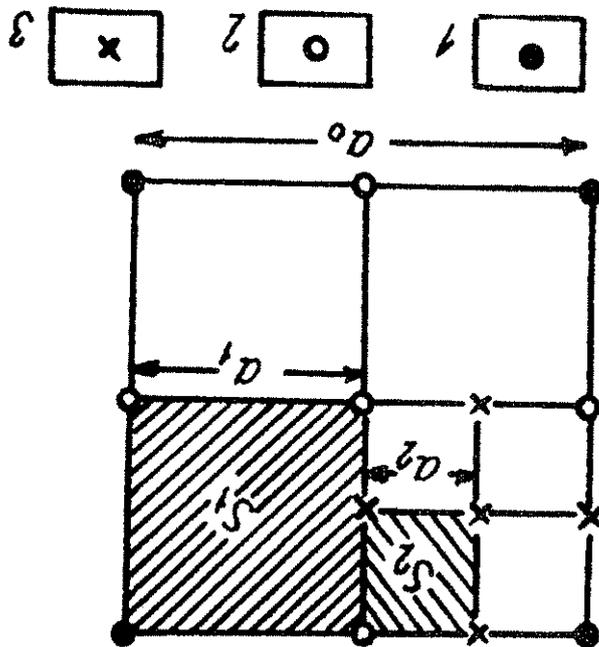
Kao što je u ranijim odeljcima ovog poglavlja opisano, pojedini stadijumi istraživanja se međusobno razlikuju, između ostalog i po gustini mreže. U početku stadijuma prethodnog istraživanja, radovi se postavljaju na većem međusobnom rastojanju, jer se tada teži za tim da se ležište što pre okonturi, pa makar i sa malom tačnošću. Posle toga se mreža istraženih radova sukcesivno pugušćava, tako da se maksimalna gustina postiže u toku eksploatacije ležišta.

Pogušćavanje istražne mreže može se izvršiti na sledeće načine:

1. Postavljanjem novih radova na polovini rastojanja između postojećih (sl. 42);

2. Metodom „koverte“ (sl. 43);

3. Prelaskom sa jedne vrste istražne mreže na drugu (sl. 44).

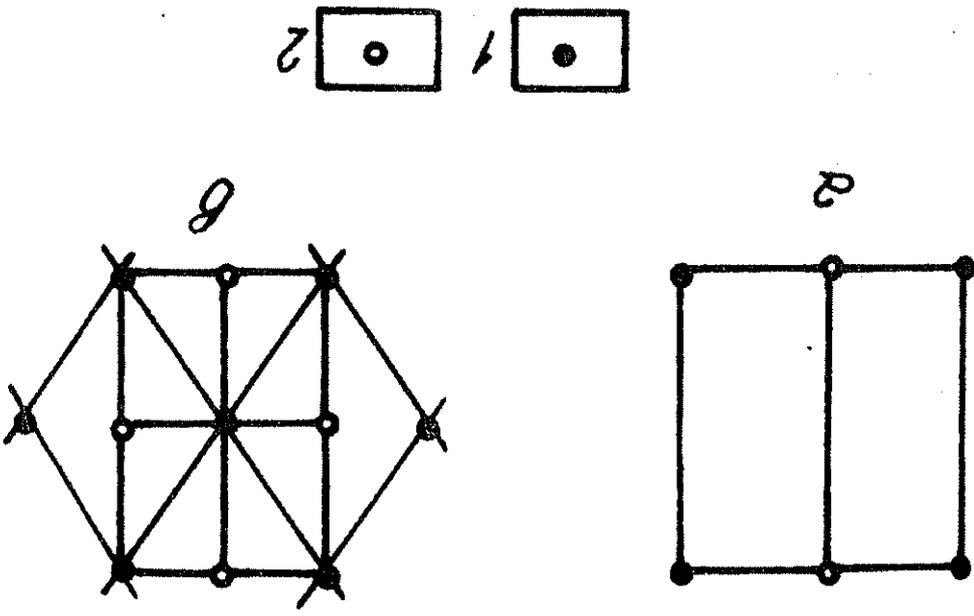


Slika 42. — Šematski prikaz pugušćavanja istražne mreže postavljanjem novih radova na polovini rastojanja između postojećih (po V. M. Krejteru).
1. radovi prvog reda; 2. radovi drugog reda; 3. radovi trećeg reda.

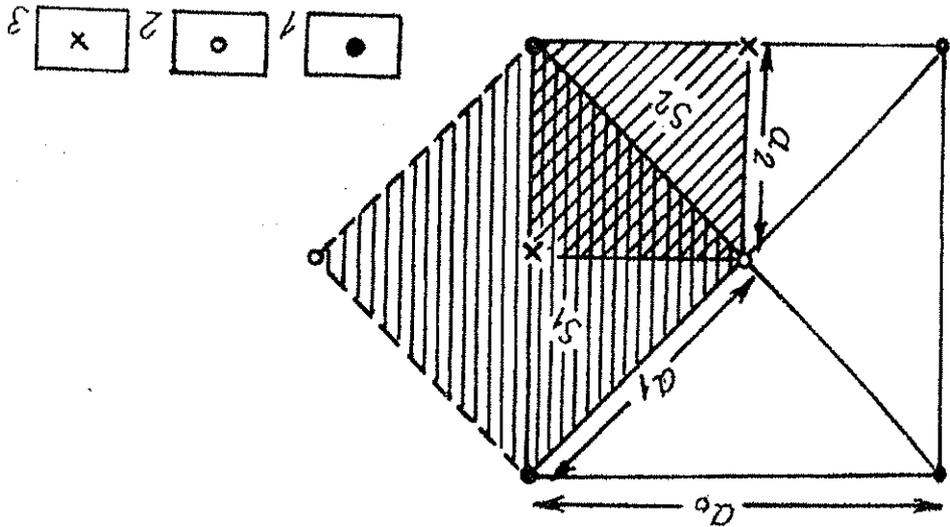
Pogušćavanje istražne mreže može se, prema potrebi, izvršiti jednom ili više puta (dva, tri, četiri puta itd.).

Pod gustinom istražne mreže podrazumeva se broj istraženih radova koji dolazi na jedinicu površine ležišta (odnosno rudnog tela). Gustina istražne mreže (G) matematički se izražava kao odnos između ukupne površine ležišta (S) i ukupnog broja istraženih radova (n):

Slika 44. — Šematski prikaz pogušćavanja istražne mreže postavljanjem novih radova na takav način da se menja vrsta mreže: a. pretvaranje kvadratne mreže u pravougaonu; b. pretvaranje rombične mreže u pravougaonu (po V. M. Krejteru).
1. Radovi prvog reda; 2. radovi drugog reda.



Slika 43. — Šematski prikaz pogušćavanja istražne mreže metodom „koverte“ (po V. M. Krejteru).
1. Radovi prvog reda; 2. radovi drugog reda; 3. radovi trećeg reda.



Najveća gustina istražne mreže primenjuje se u onim delovima ležišta koji se odlikuju najvećom promenljivošću geoloških svojstava, u delovima ležišta koji su najviše tektonski poremećeni, kao i u delovima ležišta koji će se najpre eksploatisati.

$$G = \frac{H}{S} \quad (11)$$

Pri projektovanju istražnih radova u nekom ležištu, kao jedan od najvažnijih problema postavlja se pitanje neophodne gustine istražne mreže, odnosno najvećeg dozvoljenog rastojanja između istražnih radova. Rešavanje ovog problema dosta je složeno i vrši se na više načina, od kojih su najvažniji sledeći: 1. putem analogije; 2. pomoću matematičkih proračuna; 3. eksperimentalnim putem; 4. upoređivanjem podataka dobijenih na osnovu istražnih i eksploatacionih radova.

U praksi se najviše primenjuje određivanje neophodne gustine istražne mreže na osnovu analogije sa drugim, dobro istraženim i proučenim ležištima istog tipa. Istražna mreža koja se koristi u tim ležištima većinom ima optimalnu gustinu, dobijenu kao rezultat višegostojavnog proučavanja i provere. Stoga se ova gustina usvaja kao etalon za druga, slabije proučena ležišta istog tipa i propisuje se geolozima u odgovarajućim instrukcijama ili propisima. Neke instrukcije i propise pomenuli smo u odeljku o metodici istraživanja ležišta, a više govora o njima biće u narednom odeljku.

Matematički način određivanja neophodne gustine istražne mreže zasniiva se na stepenu promenljivosti geoloških osobina ležišta, te se rešava pomoću koeficijenta varijacije.

U odeljku o promenljivosti geoloških osobina ležišta mineralnih sirovina dat je obrazac za izračunavanje broja neophodnih merenja (obrazac 9):

$$n = \left(\frac{tV}{p} \right)^2$$

Ako ovaj izraz uvedemo u obrazac (11), onda dobijamo formulu za određivanje neophodne gustine istražne mreže, odnosno za neophodnu površinu koja treba da dođe na jedan istražni rad:

$$G = S \left(\frac{tV}{p} \right)^2 \quad (12)$$

Matematički način određivanja neophodne gustine istražne mreže ne daje uvek geološki prihvatljiva rešenja (ponekad su matematička rešenja geološki čak i apsurdna), te se isti u praksi nikada ne koristi kao osnovni način, već samo za orijentacione i kontrolne svrhe.

Eksperimentalni način se sastoji u upoređivanju različitih geoloških podataka (debljine rudnih tela, sadržaja korisne komponente ili štetnih komponentata, rudnih rezervi itd.). Ovi podaci se najpre izračunavaju za sve postojeće radove (tj. za najgušću mrežu), a potom za je-

U narednim izlaganjima detaljnije ćemo razmotriti specifičnosti istraživanja svake od gore nabrojanih vrsta ležišta korisnih stena.

Od nemetala-građevinskih materijala, čvrstim stenama pripada-ju različite vrste građevinskog kamena, plastičnim stenama — razne vrste gлина, a nevezanim — peskovi i šljunkovi.

c. ležišta nevezanih (rastresitih) stena.

b. ležišta plastičnih (poluvezanih) stena;

a. ležišta čvrstih stena;

njih stena:

nama. S obzirom na sve ove faktore, razlikuju se tri vrste ležišta koris- nemetala-građevinskih materijala koji su predstavljani korisnim ste- ta. Ovi faktori imaju najveći uticaj na metodiku istraživanja ležišta- agregatu, sa kojima su u tesnoj vezi fizičko-mehaničke osobine agrega- no su značajni karakter i stepen povezanosti minerala u mineralnom- cificnosti istraživanja ležišta nemetalnih mineralnih sirovina, poseb- eksploatacije. Od mnogobrojnih geoloških faktora koji uslovljavaju spe- dozvoljene vrednosti koeficijenta otkrivke), kao i granicu rentabilne- supstance koji se mora skidati (ista se izražava preko maksimalne- mskim), određuje maksimalnu debljinu jalovog pokrivača preko rudne- zajedno sa drugim faktorima (geološkim, rudarsko-tehničkim, ekono- kim načinom, cena sirovine i na osnovu nje dobijenih različitih proizvoda, kim načinom, cena sirovine i na osnovu nje dobijenih različitih proizvoda, Kod ležišta koja će se otkopavati (ili se već otkopavaju) površins- kuje površinski način otkopavanja.

mogućnost njihove eksploatacije podzemnim načinom i bezuslovno izis- like većine ležišta ovih mineralnih sirovina, dotični faktor isključuje kod određivanja načina i metode buduće eksploatacije ležišta. Kod ve- Niska cena nemetala takode igra važnu, često i presudnu ulogu

radovi se kod ležišta nemetala izvode mnogo rede nego prethodno opisa- ni radovi, i to samo kada su u pitanju relativno skuplje sirovine, i kada se njihova ležišta odlikuju velikom složenošću (npr. složenom gradom- radovi ne postavljaju nepotrebno van ove granice. Podzemni istražni ploatacije ležišta (kako prema dubini, tako i lateralnoj), te da se istražni dova i bušenja), kao i da se strogo vodi računa o granici rentabilne eks- jektivni istražni radovi (najčešće kombinacije površinskih istražnih ra- likom istraživanja ležišta pomenutih mineralnih sirovina, primenjuju da i finalnih proizvoda. Ovaj ekonomski faktor, naime, diktira da se, pri-

Čvrste stene

Ležišta građevinskog kamena istražuju se površinskim istražnim radovima i bušenjem (najviše se primenjuje kombinacija ovih dveju vrsta istražnih radova), a retko i podzemnim istražnim radovima.

Površinski istražni radovi moraju proseći jalovi pokrivač koji leži preko korisne stene (humusni sloj, zona površinskog raspadanja stene) i moraju se najmanje 0,5 m useti u "zdravu" (procesima površinskog raspadanja nezahvaćen) stenu u cilju njenog detaljnog geološkog proučavanja, kao i uzimanja odgovarajućih proba za laboratorijska ispitivanja (u prvom redu proba za ispitivanje njenog kvaliteta).

Bušenje se izvodi u cilju kontinualnog dobijanja materijala iz prolektovanih bušotina u korisnoj steni, koji se detaljno geološki proučava i od kojeg se uzimaju odgovarajuće probe za laboratorijska ispitivanja (u prvom redu probe za ispitivanje kvaliteta korisne stene). Najviše se primenjuje rotaciono bušenje sa jezgrovanjem; tada se koristi prečnik bušenja preko 131 mm, a procenat dobijenog jezgra mora iznositi preko 80 %.

Podzemni istražni radovi se uglavnom ne izvode pri istraživanju (kao ni pri eksploataciji) ležišta građevinskog kamena. Međutim, za istraživanje nekih kvalitetnijih vrsta ukrasnog kamena (narocito u Italiji), koriste se i podzemni istražni radovi, a isto tako i za njihovu eksploataciju (podzemne galerije).

Da bi se dobio procenat iskorisćenja blokova (komercijalnih dimenzija — vidi tabelu V) u ležištima ukrasnog kamena izvode se probni eksploatacioni radovi (probne etaže). Iz probnih etaža treba da se izvadi najmanje 250 m³ blokova sveže stene, od kojih oko 10% treba da se podvrgne probnom rezanju u ploče.

Prostranija ležišta, koja su izgrađena od manje-više jednorodnih stena, obično se istražuju kvadratnom mrežom (sl. 45). Ležišta koja su predstavljena serijom sedimentnih stena, manje ili više iskošenom, istražuju se pravougaonom mrežom (sl. 46) ili istraženim linijama, orijentisanim upravno na pružanje serije.

Ukoliko se izvesni delovi ležišta odlikuju većom složenošću od ostalih delova (npr. većom promenljivošću različitih geoloških osobina, intenzivnijim tektonskim deformacijama itd.), onda se istražni radovi postavljaju na manjim međusobnim rastojanjima nego u normalnoj mreži.

Tabela V

Razmere blokova ukrasnog kamena za oblaganje (po GOST 9479-76)

Stene	Zapremine blokova (u m ³) - grupe			
	I	II	III	IV
Graniti, dioriti, sijeniti, labradoriti, gabri, bazalti, dijabazi, andeziti, kvarciti	5,8-8,0	2,5-5,0	1,0-2,5	0,4-1,0
Mermeri beli	4,5-8,0	2,0-4,5	1,0-2,0	0,4-1,0
Mermeri obojeni	4,5-6,0	2,0-4,5	0,7-2,0	0,4-0,7
Krečnjaci, dolomiti, gips, travertin, pešćari, vulkanski tufovi, školjčani krečnjaci	4,5-6,0	2,5-4,5	1,0-2,5	0,4-1,0

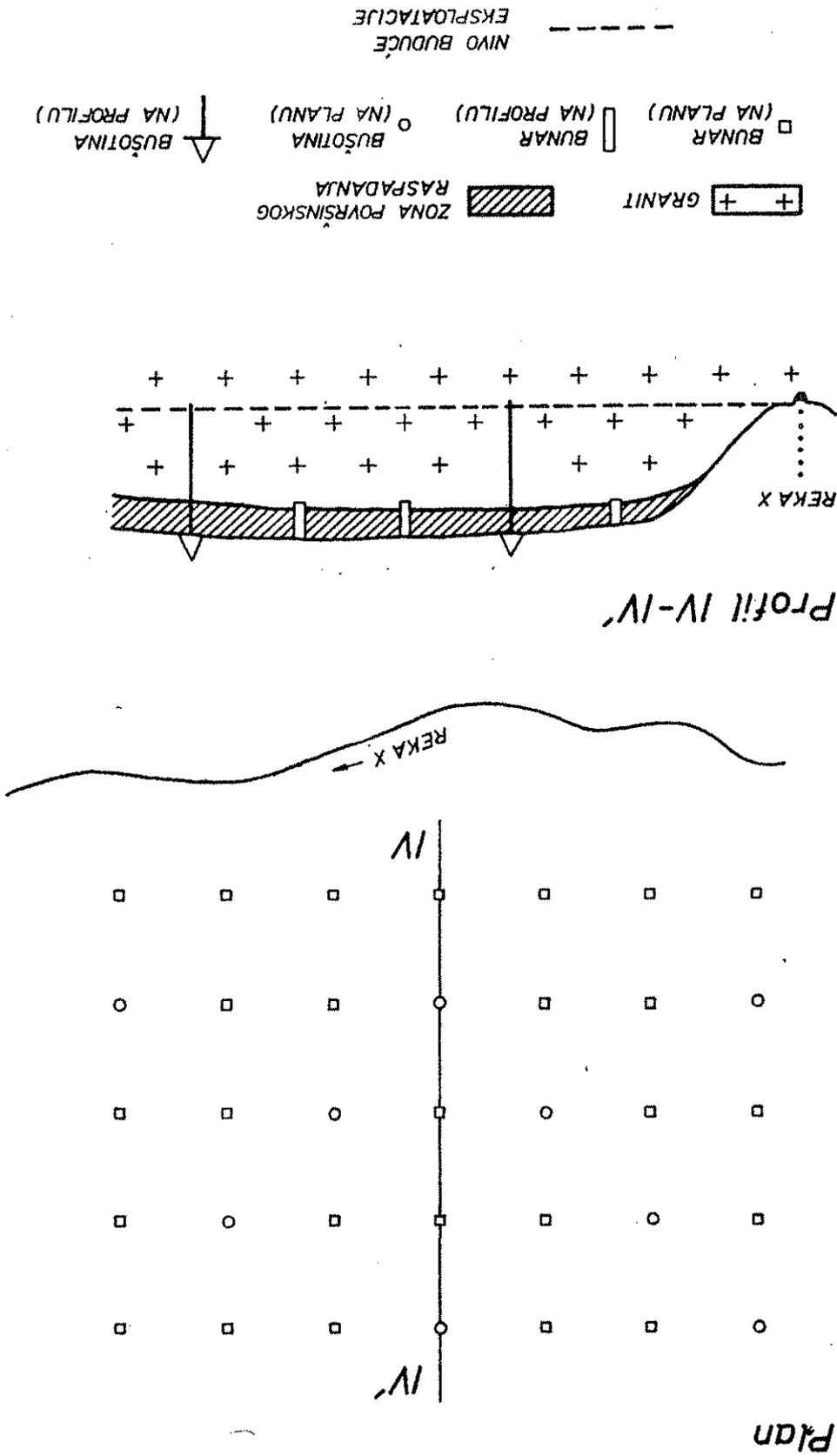
U sledeće dve tabele su data maksimalna rastojanja između istražnih radova kod ležišta tehničkog građevinskog kamena (tabela VI) i arhitektonsko-građevinskog (ukrasnog građevinskog) kamena (tabela VII), saglasno „Pravilniku o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina...“ (1979).

Tabela VI

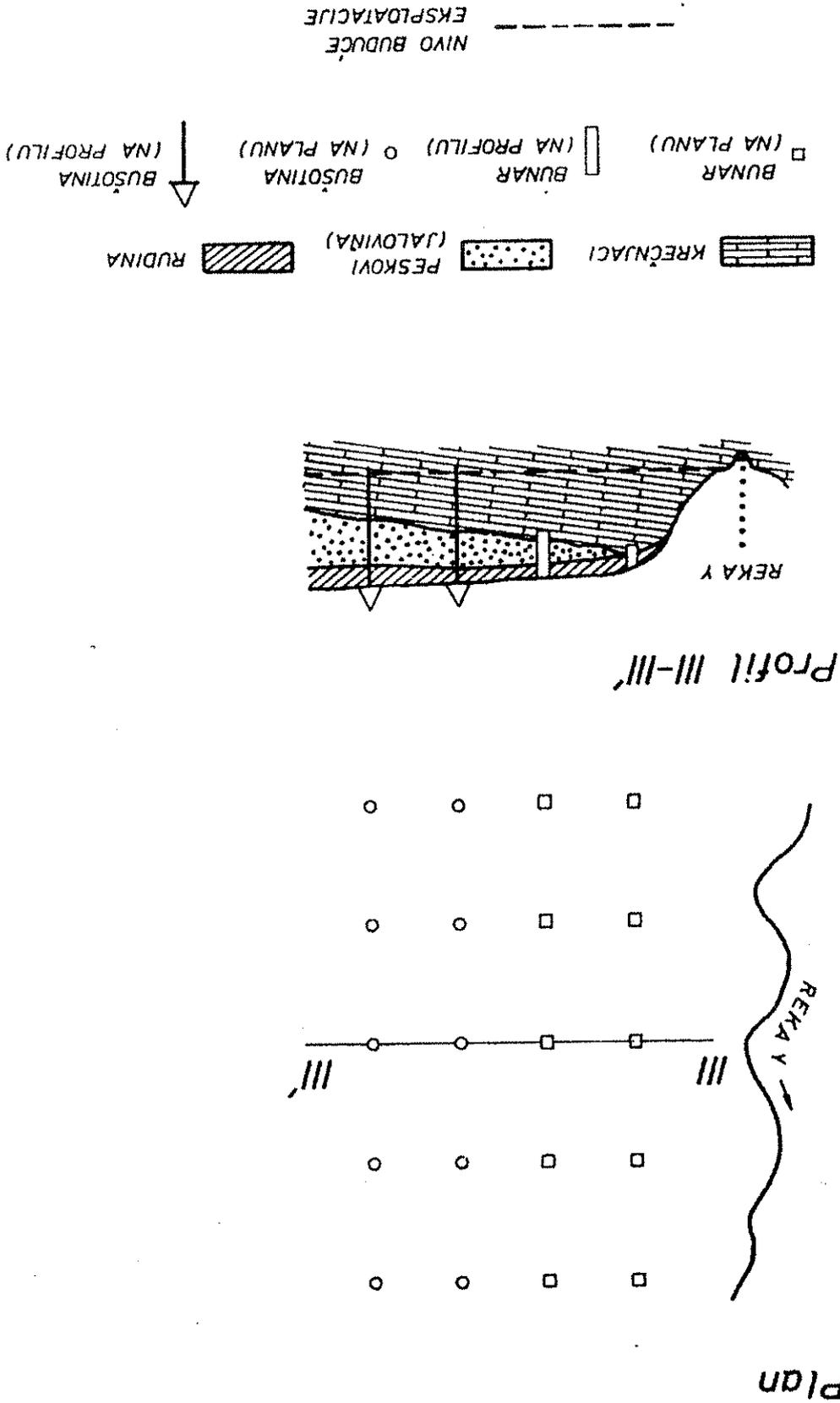
Maksimalna rastojanja između istražnih radova kod ležišta tehničkog građevinskog kamena

Grupa ležišta	Podgrupa ležišta	Maksimalna rastojanja između istražnih radova u m			
		A kategorija rezervi	B kategorija rezervi	C ₁ kategorija rezervi	
I	Prva	100	200	300	240
I	Druga	80	160	240	300
II	Prva	60	120	180	150
II	Druga	50	100	150	180

SIJKA 45. — Primena kvadratne mreže pri detaljnom istraživanju jednog ležišta
gradevinskog kamena (granita).



Slika 46. — Primena pravougone mreže pri detaljnom istraživanju jednog ležišta gradevinskog kamena predstavljenoj setijom krečnjaka sa iskošenim slojevima.



javljaju se u vidu slojeva ili socijva. Velikih su dimenzija i sadrže preko

U *prvu grupu* uvršćuju se ležišta koja čine sedimentne stene. **kamena razvrstavaju se u šest grupa:**

uticaja, ležišta arhitektonsko-gradevinskog (ukrasnog gradevinskog) mase usled tektonskih pokreta, hidrotermalne akcije i drugih

Prema vrsti stena, obliku pojavljivanja, veličini i oštećenosti mornfa ležišta koja imaju kvarcno-silikatni sastav.

U *drugu podgrupu* uvršćuju se magmatska, sedimentna i metaknja koja imaju karbonatni sastav.

U *prvu podgrupu* uvršćuju se sedimentna i metamornfa ležišta gradevinskog kamena dele se na dve podgrupe:

Prema sastavu i genetskim karakteristikama, ležišta tehničkog pnoj masi varira do 25%), koja su tektonski znatnije poremećena.

U *drugu grupu* uvršćuju se ležišta složene grade, promenljive moćnosti i ujednačenog kvaliteta (promena kvaliteta sirovine u ukup-

noj masi varira do 10%), koja su najčešće tektonski neporemećena.

U *prvu grupu* uvršćuju se ležišta jednostavne grade, postojane moćnosti i ujednačenog kvaliteta (promena kvaliteta sirovine u ukup-

se u dve grupe: Prema složenosti grade, postojanosti moćnosti i karakteristika-

Grupa ležišta	Maksimalna rastojanja između istražnih radova u m		
	A kategorija rezervi	B kategorija rezervi	C ₁ kategorija rezervi
I	100	200	300
II	80	160	240
III	70	150	220
IV	60	120	180
V	60	120	190
VI	50	100	150

Tabela VII Maksimalna rastojanja između istražnih radova kod ležišta arhitektonsko-gradevinskog (ukrasnog) kamena

600.000 m³ rezervi stenske mase. Neznatno su zahvaćena tektonskim pokretima, te tektonske deformacije nisu od bitnog uticaja na isko-

rišćenje stenske mase.

U *drugu grupu* uvršćuju se ležišta koja čine sedimentne stene. Javlaju se u vidu slojeva ili sočiva, malih su dimenzija i sadrže do 500.000 m³ rezervi stenske mase. Tektonskim pokretima su neznatno zahvaćena, te tektonske deformacije nisu od bitnog uticaja na isko-

rišćenje stenske mase.

U *treću grupu* uvršćuju se ležišta koja čine metamorfne stene. Javlaju se u vidu sočiva, velikih su dimenzija i sadrže preko 500.000 m³ rezervi stenske mase, a mogu imati i manje dimenzije, sa rezervama ispod 500.000 m³ stenske mase. Tektonskim pokretima slabije su zahvaćena i stenska masa sadrži preko 15% sirovih blokova (komercijalnih dimenzija — prim. M. I.).

U *četvrtu grupu* uvršćuju se ležišta koja imaju oblik i veličinu kao ležišta treće grupe. Tektonskim pokretima stenska masa je jače zahvaćena i sadrži do 15% sirovih blokova (komercijalnih dimenzija).

U *petu grupu* uvršćuju se ležišta koja čine magmatske stene. Javlaju se u vidu sočivastih masa, štokova i u drugim nepravilnim oblicima. Velikih su dimenzija i sadrže preko 400.000 m³ rezervi stenske mase, a mogu biti i manja, sa rezervama ispod 400.000 m³ stenske mase. Tektonskim pokretima, hidrotermalnim procesima i drugim uticajima, stenska masa je slabije zahvaćena i sadrži više od 10% sirovih blokova (komercijalnih dimenzija).

U *šestu grupu* uvršćuju se ležišta koja imaju oblik i veličinu kao ležišta pete grupe. Tektonskim poremećajima, kao i dejstvom hidrotermalnih procesa i drugih štetnih uticaja, stenska masa je znatno zahvaćena i sadrži manje od 10% sirovih blokova (komercijalnih dimenzija).

Sva ispitivanja građevinskog kamena i zahtevi u pogledu kvaliteta ove sirovine propisana su u odgovarajućim državnim standardima i pravilnicima.

Plastične (poluvezane) stene

Istraživanje ležišta raznih vrsta gлина (koje se upotrebljavaju kao sirovine za proizvodnju različitih građevinskih materijala ili kao prirodni građevinski materijali), obično se vrši pomoću površinskih-istražnih radova i bušenja.

Od površinskih istražnih radova najviše se koriste rovovi, kanali i bunari.

S obzirom na fizičko-mehaničke osobine gлина, bušenje se u njima izvodi vrlo lako i efikasno. Primjenjuju se različite vrste bušenja, dosta često i ručno bušenje. Mnogo se koristi bušenje sa jezgrovanjem i procent dobijenog jezgra u ovim stenama je po pravilu veoma visok. Upotrebljavaju se različiti prečnici bušenja — u zavisnosti od toga na kojoj se dubini nalazi ležište, kolika je njegova debljina i koje će se vrste proba uzimati.

Podzemni istražni radovi se u ležištima gлина izvode samo izuzetno: kada geološki i rudarsko-tehnički faktori to iziskuju, a ekonomski faktori to dozvoljavaju.

Istražni radovi treba da preseku čitavo ležište gлина (to su mahom slojevi i socija) i da uđu i okolne stene 0,5–1 m.

S obzirom da su gline izrazito vodonepropusne stene, to prostraniji slojevi ovih stena, koji se javljaju u različitim sedimentnim serijama (peskovito-sljunkovitim, karbonatnim itd.) ili vulkanogeno-sedimentnim serijama, redovno čine glavne hidrogeološke izolatore, koji prouzrokuju akumulaciju podzemne vode. Zbog toga se, prilikom istraživanja ležišta gлина, posebna pažnja mora posvetiti hidrogeološkim ispitivanjima.

Osim napred opisane osobine, gline se odlikuju i sposobnošću upijanja znatnih količina vode. Prilikom upijanja vode, drastično se smanjuje njihova čvrstoća, one bubre i sklone su gravitacionom klizenju. Ove negativne osobine gлина stvaraju velike teškoće u površinskim kopovima: prilikom dugotrajnijih kišnih perioda može da dođe do klizenja kosa etaza i do razaranja postojećih postrojenja. Veliku štetu takode može da izazove i bubrenje gлина. Iz tih razloga, pri istraživanju ležišta gлина, obavezno se obavljaju i detaljna inženjersko-geološka proučavanja.

Istraživanje većih ležišta gлина, koja u planu imaju manje-više izometričan oblik, vrši se pomoću kvadratne mreže (sl. 47). Kod manjih ležišta izrazito linearne forme primenjuje se pravougaona mreža ili niz istražnih linija.

U narednoj tabeli (tabela VIII) data su maksimalna rastojanja između istražnih radova kod ležišta opekarskih gлина, prema „Pravilniku o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi...“ (1979).

Slika 47. — Primer istraživanja ležišta gline kvadratnom mrežom.

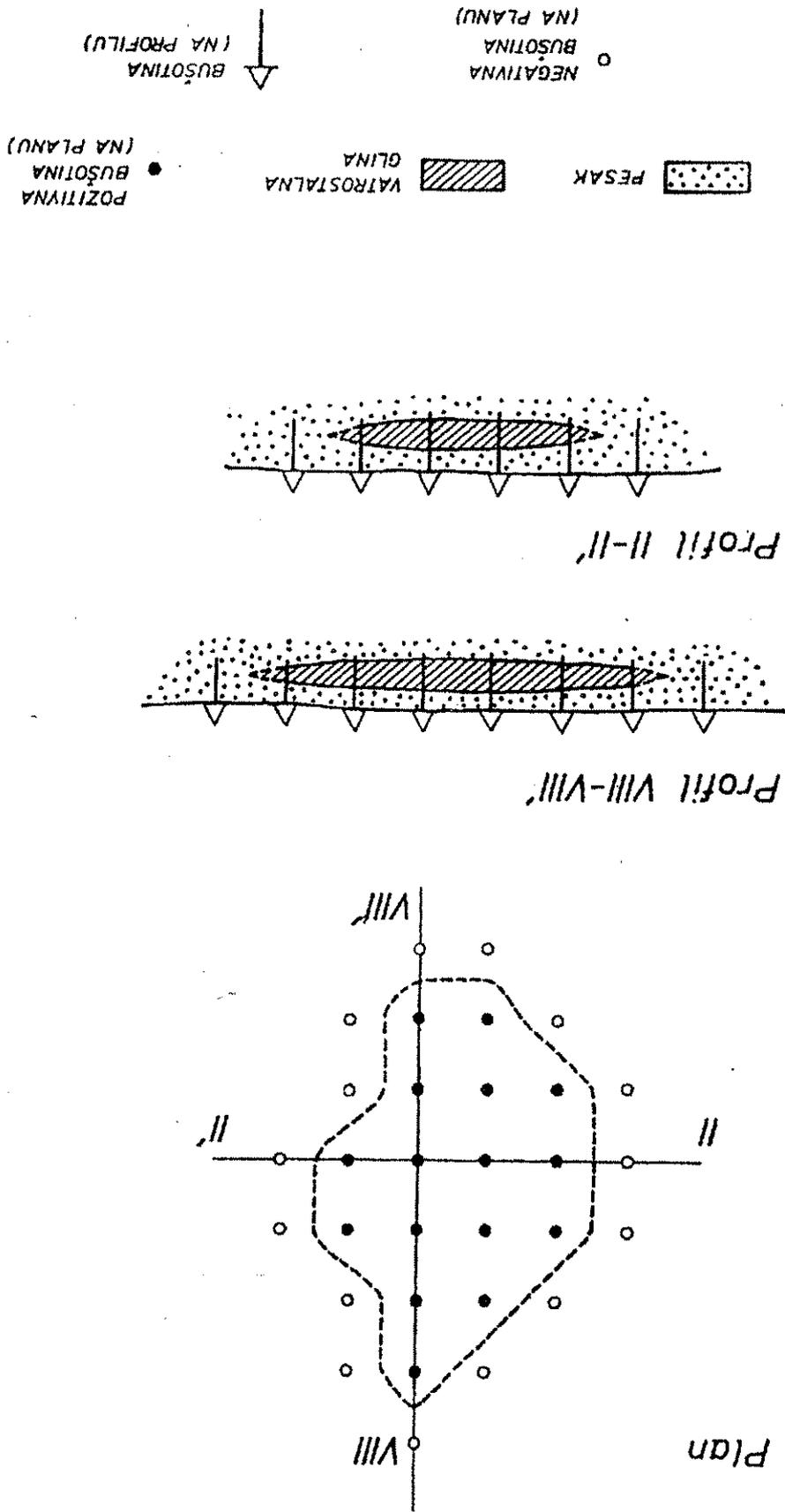


Tabela VIII

Maksimalna rastojanja između istraženih radova kod ležišta opekarskih gлина

Grupa ležišta	Maksimalna rastojanja između istraženih radova u m		
	A kategorija rezervi	B kategorija rezervi	C ₁ kategorija rezervi
I	100	200	400
II	50	100	200
III	25	50	100

Prema obliku, veličini, složenosti grada, ujednačenosti sastava i tektonskoj poremećenosti, ležišta opekarskih gлина razvrstavaju se u tri grupe:

U *prvu grupu* uvršćuju se slojevita i socijavasta ležišta konstantne debljine, ujednačenog sastava, sa rezervama preko 5.000.000 tona, koja postrođnom tektonikom nisu razbijena na blokove.

U *drugu grupu* uvršćuju se slojevita i socijavasta ležišta konstantne debljine, ujednačenog sastava, sa rezervama od 2.000.000 tona do 5.000.000 tona, koja su postrođnom tektonikom razbijena na blokove, što bitno utiče na uslove eksploatacije.

U *treću grupu* uvršćuju se slojevita i socijavasta ležišta sa rezervama ispod 2.000.000 tona i ležišta sa rezervama većim od 2.000.000 tona, čiji sastav i kvalitet variraju po vertikalni i horizontalni, i kod kojih je izražena postrođna tektonika, koja bitno utiče na uslove eksploatacije.

Sva ispitivanja gлина i zahtevi u pogledu njihovog kvaliteta propisana su u odgovarajućim državnim standardima i pravilnicima.

Nevezane (rastresite) stene

Ležišta peska i sljunka istražuju se površinskim istraženim radovima i bušenjem.

Od površinskih istraženih radova najviše se koriste rovovi, kanali i bunari.

Bušenje se po pravilu vrši sa obloženim cevima (kolonama). Upotrebljavaju se različiti prečnici bušenja u zavisnosti od granulometrijskog sastava klasičnih sedimenata. Pri bušenju peskova minimalni

prečnik bušotina može biti 127 mm, a maksimalni prečnik bušotina pri-
menjuje se kod krupnog šljunka — 173 mm. Najviše se koristi bušenje
sa jezgrovanjem i tada procenat dobijenog jezgra mora iznositi preko
70 %.

Podzemni istražni radovi se u principu ne izvode kod istraživanja
ležišta ovih mineralnih sirovina.

Istražni radovi treba da preseku čitavo ležište (to su većinom slo-
jevi, socija i naslage nepravilnog oblika) i da oko 1 m udu u okolne
stene.

S obzirom da peskovi i šljunkovi predstavljaju izrazite hidrogeo-
loške kolektore, to se prilikom istraživanja ležišta ovih stena vrše obimna
hidrogeološka proučavanja. Tom prilikom posebno se ispituje mogućnost
hidromehaničke eksploatacije ležišta.

Pri istraživanju ležišta rastresitih stena takode se obavljaju i de-
taljna inženjersko-geološka ispitivanja, jer su ove stene u suvom, i,
narocito, u vodom zasićenom stanju, sklone tečenju i klizenju, te su ko-
sine etaža na površinskim kopovima tih stena (peskarama, šljunkara-
ma) nestabilne.

U zavisnosti od geoloških osobina ležišta i njihove promenljivosti,
istraživanje ležišta nevezanih stena vrši se pomoću različitih vrsta is-
tražnih mreža (kvadratnih, pravougaonih) ili istražnih linija (sl. 48).

U narednoj tabeli (tabela IX) data su maksimalna rastojanja
između istražnih radova kod ležišta šljunka i peska (koji će se koristiti
kao građevinski materijali), prema „Pravilniku o klasifikaciji i katego-
rizaciji rezervi...” (1979).

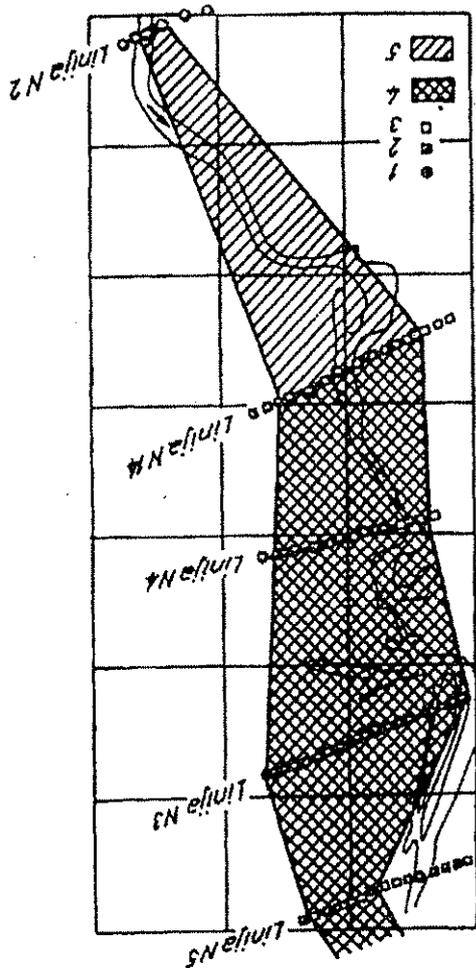
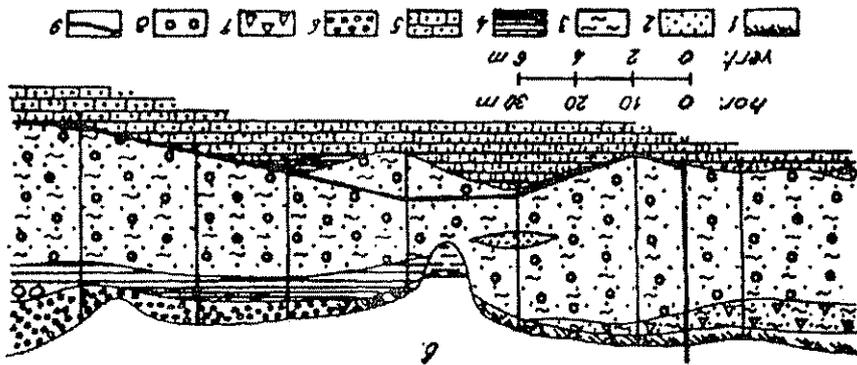
Prema načinu deponovanja, vremenu stvaranja i veličini, ležišta
(rudna tela) **šljunka i peska** razvrstavaju se u pet grupa:

U *prvu grupu* uvršćuju se ležišta koja se, u obliku slojevitih ili
socijastih naslaga nevezanog stenskog materijala, nalaze na mestima
gde je sedimentacija završena ili je u završnoj fazi, a veličine su preko
5.000.000 m³.

U *drugu grupu* uvršćuju se ležišta koja se, u obliku slojevitih ili
socijastih naslaga nevezanog stenskog materijala, nalaze na mestima
gde je sedimentacija završena ili je u završnoj fazi, a veličine su od
1.000.000 m³ do 5.000.000 m³.

U *treću grupu* uvršćuju se ležišta koja se, u obliku slojevitih ili
socijastih naslaga nevezanog stenskog materijala, nalaze na mestima
gde je sedimentacija završena ili je u završnoj fazi, a veličine su do
1.000.000 m³.

Slika 48. — Sistem istražnih linija na jednom nanosnom ležištu (po V. I. Smirnovu).
 a. — plan: 1. bušotina; 2. bunar; 3. bunar-bušotina; 4. rezerva B kategorije; 5. rezerva C₁ kategorije.
 b. — profil dela istražne linije: 1. humusni sloj; 2. peskovi; 3. gline; 4. sugline; 5. peščari; 6. šljunkovi; 7. drošina; 8. krupice; 9. ekonomska granica nanosa.



U četvrtu grupu uvršćuju se ležišta šljunka i peska deponovana u re-
 kama i jezertima, u kojima se taloženje ovih sedimentata i sada vrši (ona
 pripadaju ležištima koja se obnavljaju), a veličine su preko 1.000.000 m³.

U prvom fazama istraživanja nekog novog ležišta, kada se raspolaže sa malo podataka o njegovim geološkim osobinama i promjenljivosti tih osobina, geolozi se obično striktno pridržavaju u standardima propisanih rastojanja između istražnih radova. U kasnijim fazama istra-

Na kraju bismo želeli da istaknemo da prikazani standardi za gustinu istražnih mreža kod pojedinih tipova ležišta nemetala predstavljaju generalizaciju rezultata i iskustava dobijenih dugogodišnjim istraživanjem velikog broja ležišta. Pri istraživanju nekog novog ležišta, geolozi moraju voditi računa o tome da se ležišta istog tipa odlikuju izvanredno velikom raznovrsnošću u pogledu svog pojavljivanja i različitih geoloških osobina; u prirodi se zapravo ne mogu naći dva jednaka ležišta. Prema tome, sva upostavljanja i standardizacije istraživanja ležišta vrlo su relativna: neki sistem istraživanja, koji je dao dobre rezultate na jednom ili na većem broju ležišta izvesnog tipa, može na nekom ležištu istog tipa da da neočekivano rđave rezultate.

Sva ispitivanja peska i šljunka i zahtevi u pogledu njihovog kvaliteta propisana su u odgovarajućim državnim standardima i pravilnicima.

Grupa ležišta	Vrsta istražnih radova	Maksimalna rastojanja između istražnih radova u m		
		A kategorija rezervi	B kategorija rezervi	C ₁ kategorija rezervi
I	Bušenje ili okna (bumari)	80	160	240
II	Bušenje ili okna	60	120	180
III	Bušenje ili okna	40	80	120
IV	Bušenje	60	120	180
V	Bušenje	40	80	120

Maksimalna rastojanja između istražnih radova kod ležišta šljunka i peska.

Tabela IX

U petu grupu uvršćuju se ležišta šljunka i peska deponovana u rekama i jezerima, u kojima se taloženje ovih sedimentata i sada vrši (ona pri padaju ležištima koja se obnavljaju), a veličine su ispod 1.000.000 m³.

živanja, kada stepen poznavanja geoloških osobina ležišta i njihove promjenljivosti postane dovoljno visok, vrše se korekcije i prilagodavanje istražne mreže, prema uočenim osobenostima dotičnog ležišta.

Istrazivanje i zakonska regulativa

Istrazivanje ležišta mineralnih sirovina, isto kao i prospekcija, mora biti u skladu sa postojećim državnim (republičkim) zakonima, pre svega sa Zakonom o geološkim istraživanjima, Zakonom o rudarstvu, Zakonom o koncesijama i Zakonom o zaštiti životne sredine, kao i sa pravilnicima donetim na osnovu ovih zakona.

No, treba imati u vidu činjenicu da zakonska regulativa iz oblasti geoloških istraživanja nije pratila velike političke i društveno-ekonomske promene koje su se u našoj zemlji dogodile 2000. godine. Zbog toga danas imamo apsurdnu situaciju da se kod nas još uvek primenjuju zakoni i prateći pravilnici iz bivših SFRJ Jugoslavije (npr. Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenju evidencije o njima: Službeni list SFRJ, br. 53/1979) i SR Jugoslavlje (Zakon o utvrđivanju i razvrstavanju rezervi mineralnih sirovina i prikazivanju podataka geoloških istraživanja: Službeni list SRJ, br. 12/1998), kao i stari republički zakoni i pravilnici (npr. Zakon o geološkim istraživanjima Republike Srbije: Službeni glasnik Republike Srbije, br. 44/1995 i Pravilnik o sadržini projekata geoloških istraživanja i rezultatima geoloških istraživanja: Službeni glasnik Republike Srbije, br. 51/1996), koji su umnogome zastareli i prevaziđeni.

Zbog toga je neophodno da se što pre pristupi donošenju novih zakona i pratećih pravilnika koji bi bili usklađeni sa savremenim zakonima i propisima Ujedinjenih Nacija i industrijski visokorazvijenih zemalja.

OPROBAVANJE

OPŠTI OSVRT

Probavanjem se naziva skup operacija koje se izvode radi utvrđivanja kvaliteta mineralne sirovine, bilo u ležištu (*in situ*), ili pak oborene, natovarene ili skladirene.

Oprobavanje mineralnih sirovina sastoji se iz sledeće tri osnovne operacije:

I Uzimanja proba;

II Obrade proba;

III Ispitivanja proba (hemijskih, mineraloško-petrografskih, tehnoloških, tehničkih).

Oprobavanje ležišta mineralnih sirovina u toku njihove prospekcije i istraživanja vrši se u cilju određivanja kvaliteta sirovine u skladu sa propisanim tehničkim uslovima. U etapi prospekcije, probe se uzimaju manje-više orijentaciono, dok se u sukcesivnim stadijumima etapno istraživanja probe uzimaju sistematski, po sistemima sve veće gustine (odnosno na sve kraćim međusobnim rastojanjima). Podaci oprobavanja u stadijumu detaljnog istraživanja služe kao jedan od osnovnih parametara za klasifikaciju, kategorizaciju i proračun rezervi, za ocenu ležišta, za planiranje daljeg istraživanja i eksploatacije ležišta, pa čak i za donošenje investicionih odluka. Na osnovu oprobavanja koje se vrši u stadijumu eksploatacionog istraživanja, vrši se operativno planiranje i realizacija otkopavanja mineralne sirovine po pojedinim eksploatacionim blokovima i planiranje njenog oplemenjivanja (pripreme) i prerađe (odnosno obrade) po pojedinim prirodnim tipovima i ekonomskim sortama.

Proba predstavlja deo rudnog tela (ili bilo kog ispitivanog materijala), zanemarljivo mali u odnosu na njegovu ukupnu masu, koji je uzet

po određenim pravilima, tako da sa adekvatnom tačnošću reprezentuje rudno telo (odnosno masu) iz koje je uzeta.

S obzirom na mesto odakle su uzete, probe se dele na sledeće dve

grupe:

a. Probe uzete iz rudnog tela *in situ*;

b. Probe uzete iz oborene, natovarene ili skladirane rudne mase.

Probe koje su sastavljene od materijala uzetog samo sa jednog me-

sta nazivaju se **pojedinacnim ili individualnim probama**. Spajanjem

više pojedinačnih proba, dobijaju se **kolektivne probe (kompoziti)**. Ko-

lektivne probe mogu biti **zbirne** — kada se spoji više individualnih proba

uzetih u neposrednoj blizini, i **grupne** — kada se spoje probe iz raznih,

često i međusobno znatno udaljenih delova ležišta.

Individualne probe se, prema geometrijskim karakteristikama i

nacinu uzimanja, mogu podeliti na četiri grupe, i to: **a. tačkaste**, **b. li-**

njske, **c. površinske** i **d. zapreminske**.

Kod nekih nemetala koji se koriste u građevinarstvu (građevinski

kamen) oprobavanje se vrši jednom posebnom metodom: metodom blo-

kova (monolita).

UZIMANJE PROBA

Tačkaste probe

Tačkaste probe uzimaju se **tačkastom metodom** i sastoje se od ko-
mada rude odbijenih (najčešće čekićem i špicom) sa oprobavanog dela
rudnog tela ili uzetih sa oborene, natovarene ili skladirane rudne mase.

U zavisnosti od sistema po kome se uzimaju, tačkaste probe mogu

imati sledeće rasporede: **mrežaste**, **pravolinijske (gruba brazda)**,

kružne i **spiralne**.

Kod **mrežastog sistema** komadi rude se odbijaju sa čela (sl. 49)

ili bokova hodnika, sa etaža i prirodnih izdanaka, ili se pak uzimaju sa

oborene (sl. 50), natovarene i skladirane rudne mase po izabranoj

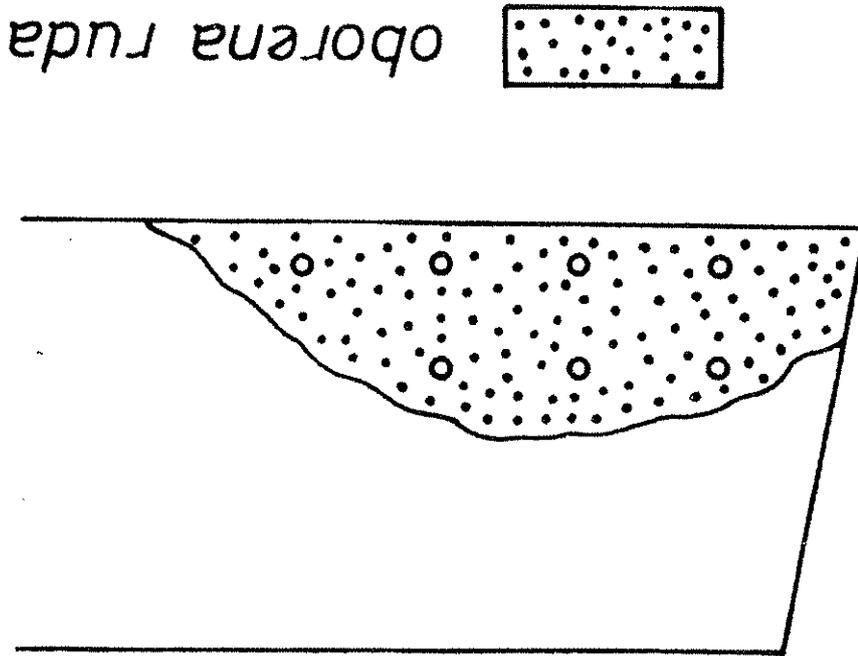
mreži. U praksi se koriste kvadratne, pravougaone i rombične mreže

(sl. 49 i 50).

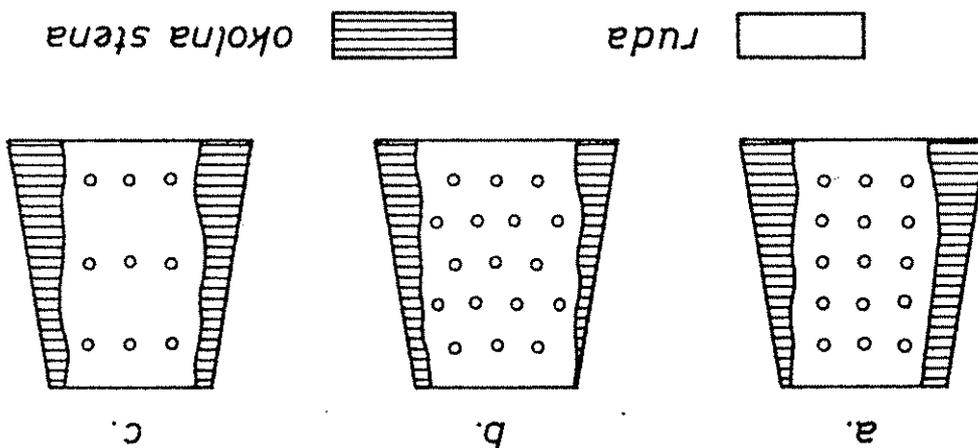
Prilikom odbijanja tačkastih proba iz rudnog tela koriste se mreže različitih gustina, u zavisnosti od promenljivosti osnovnih geoloških osobina rudnog tela: najčešće se primenjuju kvadratne mreže gustine 10 x 10 cm, 20 x 20 cm, 50 x 50 cm i pravougaone mreže gustine 10 x 20 cm i 20 x 40 cm. I prostorna orijentacija mreža je u saglasnosti sa promenljivošću osnovnih geoloških osobina rudnog tela: kraća rasto-

Kod tačkasto-mrežastih proba obično se uzimaju komadi rude koji imaju u prečniku 2 — 5 cm i masu od nekoliko desetina grama do par stotina grama.

Slika 50. — Tačkasto-mrežasto uzimanje proba sa oborene rudne mase.



Slika 49. — Tačkasto-mrežasto uzimanje proba na čelu hodnika: a. kvadratna; b. rombina; c. pravougaona mreža.



Linijske probe se dobijaju izbijanjem materijala iz rudnog tela duž određenog pravca ili duž određenih pravaca. Prema mestu i načinu (me-

Linijske probe

veličine (odnosno mase).

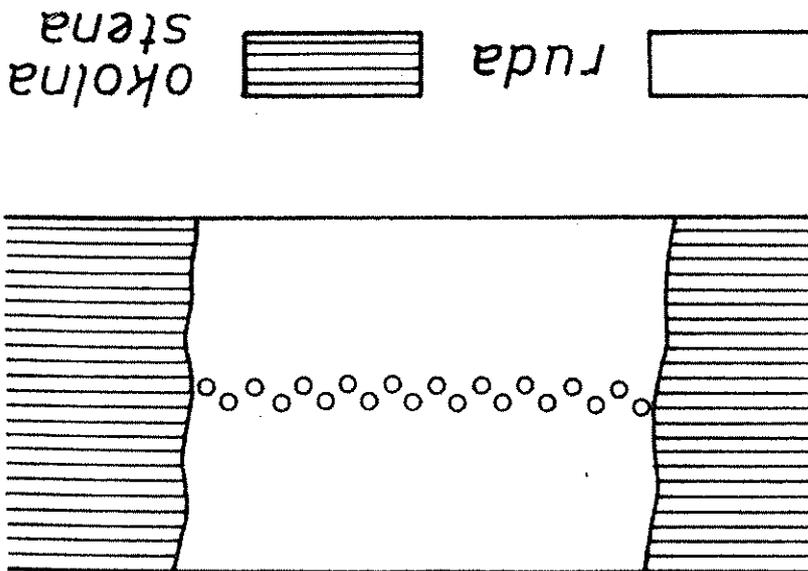
Za tačnost određivanja kvaliteta kod svih vrsta tačkastih proba veoma je važno da svi odbijeni ili uzeti komadi rude budu približno iste

korišćen kod ležišta nekih obojenih metala.

Od svih nabrojanih sistema uzimanja tačkastih proba, najviše se primenjuje tačkasto-mrežasti sistem. Glavne odlike ovog sistema oprobavanja su niska cena i velika operativnost, a glavna slabost mu je tačnost zadovoljavajuća — u granicama tolerancije. Do sada je najviše mala tačnost. On se stoga primenjuje samo u slučajevima kada mu je bavanja su niska cena i velika operativnost, a glavna slabost mu je

U nekim retkim slučajevima tačkaste probe se mogu izbijati po kružnoj ili spiralnoj liniji.

Slika 51. — Gruba brazda izbijena na etazi.

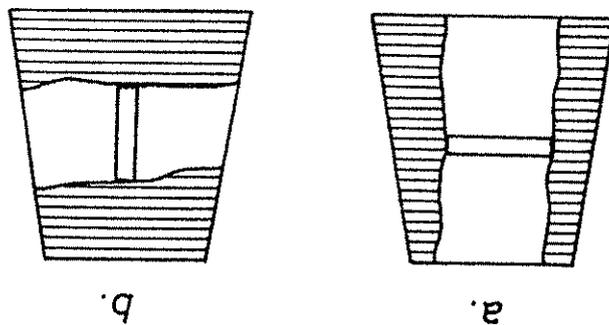


Gruba brazda se dobija izbijanjem pojedinih komada rude duž jednog pravca (sl. 51). Na taj način gruba brazda, mada pripada tačkastoj metodi, čini izvestan prelaz ka linijskim probama (ka brazdi).

ovog pravila često vrše manja odstupanja. Medutim, radi lakšeg i bržeg uzimanja proba, u praksi se od nutih osobina i obrnuto (ovo se odnosi na pravougaonu i rombičnu janja između proba postavljaju se u pravcu veće promerljivosti pome-

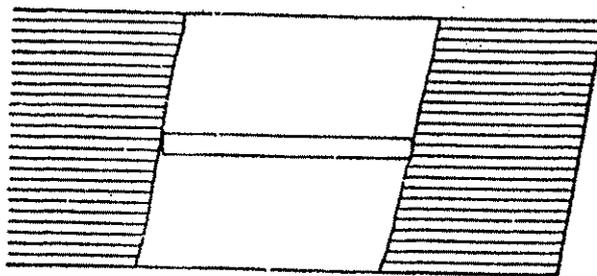
todi) uzimanja, linijske probe se dele na: brazdu, probe iz minskih rupa i probe iz istražnih bušotina.

Brazda se dobija izbijanjem celokupnog rudnog materijala duž jednog kanala, postavljenog na određenom preseku rudnog tela (sl. 52-54).



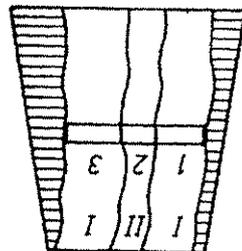
ruda
 okolna
 stena

Sl. 52. — Oprobavanje metodom brazde na čelu hodnika: a. horizontalna brazda; b. vertikalna brazda.



ruda
 okolna
 stena

Sl. 53. — Oprobavanje metodom brazde na boku hodnika.



ruda
 okolna
 stena

Sl. 54. — Sekcijsko oprobavanje: I III — različiti tipovi rude; I, 2 i 3 — sekcije.

Metoda brazde se jedino ne može primeniti kod onih ležišta koja se odlikuju izvanredno velikom promenljivošću kvaliteta (tj. sadržaja korisnih ili štetnih komponentata), kod jako malih rudnih tela i kod rud-

uzimanja proba, posebno kod nemetalčnih mineralnih sirovina. Glavne pozitivne karakteristike brazde su: relativno visoka tačnost, ekonomičnost i operativnost. Zbog tih svojih odlika brazda predstavlja najuniverzalniju i u praksi najviše rasprostranjenu metodu

vnom eksploatacijom ležišta. Posebnu varijantu metode brazde čini *sekcijsko oprobavanje*. Sekcijske probe se najčešće uzimaju onda kada rudno telo sadrži više tipova ruda, koji se međusobno razlikuju po mineralnom sastavu, teksturi, fizičkim osobinama ili po nekim drugim odlikama. Tada se brazda, postavljena preko čitavog rudnog tela, deli na onoliko delova (sekcija) koliko ima zona sa različitim tipovima orudnjenja (sl. 55). Sekcijsko oprobavanje se u praksi dosta upotrebljava, poglavito u vezi sa selektivnom eksploatacijom ležišta.

Važno je istaći da probu brazdom čini sav rudni materijal — izbijen po čitavoj njenoj dužini i po čitavom njenom profilu. Brazda, dakle, mora biti neprekidna po pružanju, i mora imati stalan profil.

Uzimanje proba metodom brazde može se vršiti na dva načina: ručno (pomoću čekića, dleta i špica) i mehanički (pomoću posebnog pribora za sečenje). No, u oba ova slučaja, pre izbijanja brazde, površina sa koje će se ona uzeti, mora se dobro izravnati i očistiti.

Dužina brazde nema ustajljenu vrednost, nego varira u zavisnosti od debljine rudnog tela.

Pravac brazde treba da se poklapa sa pravcem najveće promenljivosti geoloških osobina rudnog tela (prvenstveno kvaliteta). Taj pravac se po pravilu poklapa sa najmanjom dimenzijom rudnog tela — njegovom debljinom. U zavisnosti od zaleganja rudnog tela, brazde se postavljaju horizontalno, koso ili vertikalno. Međutim, u praksi su dozvoljena, i često se vrše, manja odstupanja od principa da se brazda postavlja u pravcu debljine rudnog tela, radi njenog lakšeg izbijanja (ona se većinom postavlja horizontalno ili vertikalno).

Pravac brazde treba da se poklapa sa pravcem najveće promenljivosti geoloških osobina (u prvom redu kvaliteta). Dužina brazde može biti pravougaon i trouglast. U praksi se više koristi pravougaoni profil, sa sledećim dimenzijama: 4 x 2 cm, 5 x 3 cm, 10 x 5 cm i 15 x 10 cm. Dimenzije profila zavise od vrste orudnjenja i promenljivosti njegovih osnovnih geoloških osobina (u prvom redu materijala).

Osnovni elementi brazde su: profil, dužina i količina izbijenog

nih tela brečaste teksture, sa velikim razlikama u tvrdini između pojedinih minerala.

U izvesnim, retkim, slučajevima koriste se **kružne** i **spiralne** brazde.

Probe iz minskih rupa dobijaju se prikupljanjem praha (kod suvog bušenja) ili mulja (kod vlažnog bušenja) pri izradi minskih rupa, koje se izrađuju radi napredovanja rudarskih radova (putem miniranja). S obzirom da je položaj minskih rupa unapred određen i da se ne može menjati, to nije moguće vršiti njihovu orijentaciju u pravcu maksimalne promjenljivosti kvaliteta rudnog tela. Stoga je ova metoda, mada veoma operativna i ekonomična, toliko male tačnosti da se može koristiti samo u slučajevima kada se ruda odlikuje malom promjenljivošću kvaliteta.

Probe iz istraženih bušotina obrazuju se prikupljanjem materijala dobijenog pri izradi bušotina. U zavisnosti od sistema i načina bušenja, dobija se različit materijal: suvi komadici i prah (pri suvom bušenju), komadici i mulj u isplaci (pri bušenju sa isplakom) i jezgro (pri bušenju sa jezgrovanjem).

Uслед велике примене бушења у истраживању лежишта, овај начин опробавања веома је значајан. Пошто се бушотине већином постављају у правцу дебелине рудног тела, то материјал добијен из рудног тела обично представља репрезентативну пробу (нарочито онда када се врши бушење са језгроvanjem).

Код бушења са језгроvanjem, проба се образује тако што се онај део језгра који садржи руду сеће на два једнака дела, од којих се један узима као проба, пакује и шаље у лабораторију на одговарајућа испитивања, а други се чува као дупликат (тј. као материјална документација).

Površinske probe

Površinske probe uzimaju se slojnom metodom. Slojna metoda sastoji se u skidanju materijala sa onog dela rudnog tela koji je otkriven rudarskim radom (podzemnim ili površinskim) u vidu sloja debljine 5, 10, 15 ili 20 cm, rede i debljeg. Debljina sloja, koji će se uzeti kao proba, zavisi od vrste rude i promjenljivosti geoloških osobina rudnog tela (u prvom redu kvaliteta).

Površinske (slojne) probe sadrže znatnu količinu materijala: od 0,05 m³ do preko 1 m³, čija masa može da iznosi od stotinak kilograma do nekoliko tona.

Kao osnovna metoda oprobavanja masovna metoda se koristi samo izuzetno — u slučajevima kada druge metode ne daju zadovoljavajuće rezultate (npr. kod rudnih tela male debljine, koja se odlikuju ekstremno velikom promjenljivošću sadržaja korisnih ili štetnih komponenta, a sama ruda je veoma skupa). Nešto veću primenu ova metoda ima kao kontrolna; najviše se koristi za tehnološka poluindustrijska i industrijska ispitivanja, koja imaju za cilj iznalaznje najracionalnijih načina pripreme i prerade pojedinih mineralnih sirovina.

Od svih postojećih metoda oprobavanja, masovna metoda se odlikuje najvećom tačnošću, ali je i najskuplja i najsporije se uzima. deo materijala se odbacuje.

Posto se masovne probe sastoje od tako velike količine materijala, to se često pre njihovog slanja na ispitivanje mora vršiti skratičavanje — npr. od celokupne mase odvaja se svaka n-ta lopata (druga, treća, peta, deseta...) i obrazuje skratičena proba koja se šalje na ispitivanje, a ostali

veće količine rude. Masovne probe se po pravilu sastoje od velike količine materijala: od jednog do nekoliko kubika, čija masa može da iznosi od par tona do nekoliko desetina tona. U nekim slučajevima one se sastoje i od mnogo

natovarene i skladirene rude, kao i sa starih jalovišta. Kupnog materijala koji je dobijen u toku jednog ciklusa napredovanja rudarskih radova. Osim iz ležišta, ove probe mogu da se uzimaju i sa Masovne probe uzimaju se masovnom metodom i sastoje se od celo-

Masovne probe

Zbog niske ekonomičnosti i operativnosti, slojna metoda se retko primenjuje kao osnovni vid oprobavanja — samo kod rudnih tela male debljine koja se karakterišu jako neravnomernom raspodelom korisnih (ili štetnih) komponentata, a sadrže skupu rudu. Češću primenu ova metoda ima kao kontrolna: u ležištima gde se oprobavanje vrši nekom drugom, manje tačnom metodom (npr. brazdom, tačkastom), slojne probe se povremeno uzimaju radi provere tačnosti tih osnovnih proba.

Za tačnost slojne metode veoma je značajno da se površina sa koje se uzeti proba prethodno dobro izravna i očisti, a da se prilikom uzimanja probe stalno održava dubina profila.

Slojna metoda se odlikuje visokom tačnošću, ali niskom ekonomičnošću i operativnošću.

Oprobavanje metodom blokova (monolita)

Oprobavanje metodom blokova (monolita) vrši se kod onih neme-taličnih mineralnih sirovina koje se koriste kao građevinski kamen. Oprobavanje se sastoji u dobijanju blokova u vidu kocki dimenzija od 10 x 10 x 10 cm do 30 x 30 x 30 cm (kod nas 18 x 18 x 18 cm). Ovi blokovi se dobijaju sečenjem kamena, njegovim bušenjem (pomoću specijalnih bušilica) ili pak odbijanjem pomoću špičeva, dleta i čekića.

Pomenuti blokovi služe za ispitivanje fizicko-mehaničkih osobina i postojanosti kamena, ali se vrše i druga potrebna ispitivanja: mineraloško-petrografska i hemijska.

Izbor metode oprobavanja

Poseban problem u oprobavanju predstavlja izbor najadekvatnije metode oprobavanja kod datog ležišta, odnosno mineralne sirovine. Na ovaj izbor utiče citav niz faktora koji se prema svom karakteru mogu podeliti na dve grupe, i to: a) *opšte faktore* (cilj oprobavanja, vrsta i obim radova, stepen istraženosti ležišta, ekonomičnost, operativnost i tačnost oprobavanja) i b) *geološke faktore* (vrsta mineralne sirovine, tip ležišta, veličina rudnog tela, njegova debljina, stepen i karakter probavljivosti osnovnih geoloških osobina rudnog tela, tekstura i fizicke osobine rude — posebno njena tvrdoca).

Pri izboru metode oprobavanja razmatra se svaki od ovih faktora, a takode i njihov sumirani efekat. Veliku pomoć kod izbora metode oprobavanja u novootkrivenim ležištima pružaju iskustva stečena u drugim ležištima istog ili sličnog tipa, no koja su bolje istražena.

Rastojanje između proba

Pored izbora metode oprobavanja, veoma važan problem predstavlja i izbor gustine oprobavanja, odnosno rastojanja između proba.

Gustinom oprobavanja naziva se broj proba uzetih na jedinicu zapremine (ili mase) neke mineralne sirovine. U praksi se, međutim, radi jednostavnijeg operisanja, mahom odступа od ove formulacije gustine oprobavanja, već se ista uprošćava i izražava linearno — kao *linijsko rastojanje između proba*.

Rastojanje između proba zavisi od niza faktora: dimenzija rudnog tela, stepena i karaktera promenljivosti osnovnih geoloških osobina

$$I = \frac{Lp}{V^2}$$

(11):

Alko u ovom obrascu zamenimo vrednost za n iz prethodnog obrasca, onda dobijamo formulu za izračunavanje rastojanja između proba

$$I = \frac{n}{L}$$

na njoj moraju uzeti (n):

Rastojanje između proba (I) izražava se kao odnos između ukupne dužine na kojoj se vrši opobavanje (L) i broja neophodnih proba koje se

$$n = \left(\frac{V}{p}\right)^2$$

merenja (obrazac 8):

U odeljku o koeficijentu varijacije (poglavlje o istraživanju ležišta mineralnih sirovina) dat je obrazac za izračunavanje broja neophodnih

sledeći način:

Matematičko određivanje rastojanja između proba vrši se na

vu analogije sa drugim ležištima) i eksperimentalno.

Optimalno rastojanje između proba može se odrediti na tri načina: matematički (pomoću koeficijenta varijacije), empirijski (na osno-

tačnost po cenu neopravdano visokih troškova opobavanja.

Čore opisani problem se pred geologe u praksi obično postavlja u vidu zahteva za iznalaženjem optimalne gustine opobavanja, odnosno optimalnog rastojanja između proba. Optimalnim rastojanjem naziva se najveće rastojanje između proba koje omogućava dobijanje podataka dovoljne tačnosti. Prema tome, optimalno rastojanje između proba predstavlja najbolje rešenje između dva suprotna zahteva: zahteva za tačnošću i zahteva za ekonomičnošću. Probe se ne smeju uzimati na većim rastojanjima od optimalnog zbog nedovoljne tačnosti; na manjim rastojanjima one se mogu uzimati, ali se tada dobija nepotrebno visoka tačnost po cenu neopravdano visokih troškova opobavanja.

nim rastojanjima.

dnjenje neravnomernije, probe se moraju uzimati na manjim međusobnim rastojanjima, i obrnuto, ukoliko je oru-uzimati na većim međusobnim rastojanjima, i obrnuto, ukoliko je oru-vost kvaliteta: ukoliko je orudnjenje ravnomernije, probe se mogu no uzimanje. Od svih nabrojanih faktora najveći uticaj ima promenljivost tačnosti opobavanja, cene koštanja probe i vremena potrebnog za nje-rudnog tela (u prvom redu kvaliteta), izabrane metode opobavanja,

Kao što je u prethodnim izlaganjima opisano, razne vrste proba sastoje se od različitih količina rudnog materijala, no gotovo uvek mnogo većih od onih količina koje su potrebne za odgovarajuća laboratorijska ispitivanja. U zavisnosti od primenjene metode oprobavanja i veličine uzetih proba, probe (individualne ili kolektivne) većinom sadrže od nekoliko do desetina kilograma (nekoliko tona materijala. Za uobičajena laboratorijska ispitivanja (hemijsko, mineraloško-petrografsko) dovoljne su,

Opšti osvrt

OPROBA PROBA

Orijentacione vrednosti za rastojanja između proba kod različitih tipova ležišta date su u ranijim izlaganjima — u poglavlju o istraživanju ležišta mineralnih sirovina (tabela III).

proba, onda se lako uočava koja je gustina proba optimalna. ređe rezultati dobijeni oprobavanjima sa različitim rastojanjima između oprobavanja sa uobičajenim rastojanjem između proba, a potom se vrše, jednom karakterističnom profilu u istraživanom ležištu prvo se izvrši traživanom ležištu. Osim toga, vrše se i eksperimentalna ispitivanja: na novu analogije sa tim ležištima određuje se rastojanje između proba u is- proba kod njih primenjivana i kakvi su rezultati pri tome dobijani. Na os- ležištima istog ili sličnog tipa: razmatra se kolika su rastojanja između. Zbog toga se obavezno vrše upoređivanja sa drugim, bolje istraženim. čki rezultati mogu biti geološki neadekvatni, a ponekad čak i apsurdni. ba, osim promjenljivosti kvaliteta, utiče i niz drugih faktora, te matemati- vrednosti za rastojanje između proba ne smeju bezrezervno prihvatiti i Treba, međutim, imati u vidu da se čisto matematički dobijene

$$S_o = \frac{S_p^2}{V^2} \quad (12)$$

Površina uticaja neke probe (S_o) izražava se u odnosu na celokup- nu površinu na kojoj se vrši oprobavanje (S):

Dakle, rastojanje između proba upravo je proporcionalno ukup- noj dužini na kojoj se vrši oprobavanje i kvadratu greške određivanja koeficijenta varijacije, a obrnuto je proporcionalno kvadratu koeficije- nta varijacije.

Princip i formula Ricards-Cecota. — Analizirajući veliki broj podataka dobijenih pri skrćivanju proba u ležištima različitih mineralnih sirovina, Ricards ja došao do empirijskog zaključka da je optimalna masa probe približno proporcionalna kvadratu prečnika maksimalnih zrna. Ovaj Ricardsov princip Cecot je izrazio matematički, sledećom jed-

nacinom:

Više autora pokušalo je da egzaktno formuliše faktore koji određuju optimalnu masu probe u pojedinim fazama skrćivanja (to su: krupnoća materijala, stepen nejednorodnosti materijala i dozvoljena greška skrćivanja probe), ali su šire prihvaćene samo formule Ricards-Cecota i Demond-Halferdala.

Greškom skrćivanja naziva se razlika između sadržaja korisne komponente u početnoj i skrćenoj probi. Greška skrćivanja je utoliko manja ukoliko je broj komadica (čestica) rude veći i ukoliko je ruda jednorodnija (homogenija). Iz tih razloga se pre skrćivanja probe vrši usitnjavanje rudnog materijala, njegovo prosejavanje i mešanje.

Optimalnom masom probe naziva se ona masa do koje može biti skrćena proba neke rude, usitnjena do određene krupnoće, a da pritom greška skrćivanja bude u dozvoljenim granicama. Ukoliko je zadana masa koju treba da ima skrćena proba, onda se može odrediti krupnoća do koje treba usitniti početnu probu da bi se izvršilo skrćivanje u okviru dozvoljene greške do zadane mase.

Jedan od najznačajnijih problema kod obrade proba predstavlja pitanje: kolika treba da bude optimalna masa probe u pojedinim fazama njene obrade?

Osnovni teorijski problemi

Iz gore izloženog proizlazi da se prvobitna (početna) proba mora smanjiti do one mase koja je pogodna za laboratorijska ispitivanja — to je konačna ili laboratorijska proba. Postupak kojim se od početne dobija konačna proba naziva se **obradom proba**. Isti se sastoji iz sledećih operacija: 1. usitnjavanja materijala probe, 2. prosejavanja (rešetanja) usitnjelog materijala, 3. njegovog mešanja i 4. skrćivanja probe.

medutim, mnogo manje količine: od nekoliko grama do nekoliko desetina grama. Ako se uzme u obzir da se pojedine analize mogu vršiti na dva ili više uzoraka paralelno, kao i da se u laboratoriji čuvaju duplikati proba, onda probe koje se šalju u laboratoriju treba da sadrže od par stotina grama do jednog kilograma rudnog materijala.

$$Q = Kd^2$$

gde su:

Q — optimalna masa skraćene probe u kg;

d — prečnik najvećih zrna u mm;

K — koeficijent koji zavisi od karaktera mineralne sirovine.

N. Barishev je na osnovu eksperimentalnih ispitivanja odredio sledeće vrednosti za koeficijent K: pri ravnomernoj raspodeli ispitivanih komponentata $K=0,1$; pri veoma neravnomernoj raspodeli $K=0,2-0,3$ i pri krajnje neravnomernoj raspodeli $K=0,4-0,5$.

Formula Ricards-Cecota ima najširu primenu u praksi oprobavanja ležišta mineralnih sirovina.

Princip i formula Demond-Halferdala. — Demond i Halfer-

dal su uočili da je većina odlomaka krupnokomadaste rude predstavljena sraslacima rudnih i jalovih minerala i da se njenim usitnjavanjem dobija sve više zrna (čestica) koje su izgrađene samo od jednog minerala. U vezi s tim, u skraćenoj probi može da dođe do povećanja koncentracije jednog (ili drugih) minerala, a do smanjenja koncentracije drugog (ili drugih) minerala u odnosu na početnu, neusitnjeniu probu.

Da bi se izbegle napred opisane anomalije, Demond i Halferdal su predložili da se u formulu za određivanje optimalne mase probe umesto stalnog eksponenta uvede promenljivi eksponent:

$$Q = Kd^a$$

gde a predstavlja koeficijent koji u zavisnosti od vrste rude i njenih fizičkih osobina varira od 1,5 do 2,7 (odražavajući na taj način različite promene nejednorodnosti pri usitnjavanju raznih vrsta ruda).

Formula Demond-Halferdala se u praksi mnogo manje koristi nego formula Ricards-Cecota i to uglavnom u slučajevima kada se obraduju probe velike mase i velike krupnoće materijala (npr. masovne i složne probe, tehnološke probe).

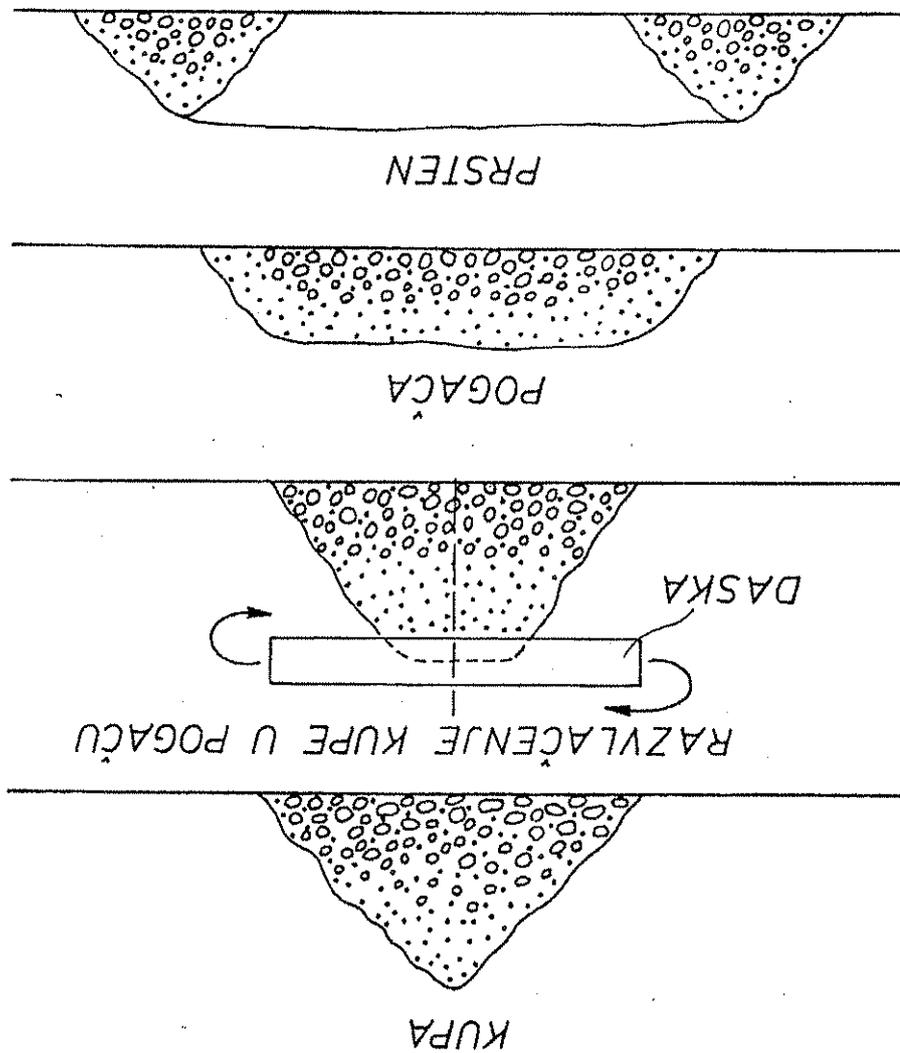
Tehnika obrade proba

Kao što je u ranijim izlaganjima istaknuto, pre skratičavanja proba obavezno se vrši usitnjavanje materijala i njegovo prosejavanje i mešanje. Usitnjavanje materijala se vrši zbog toga što je greška skratičavanja proba obrnuto proporcionalna broju komadica materijala, a prosejavanje i

proba, sa sitno izmlevenom rudom. Presipanje treba više puta ponoviti.

Mešanje na platnu se primenjuje kod manjih proba — od nekoliko kilograma. Materijal se stavlja na specijalno platno sa gustim tkanjem, dimenzija obično 2,0 x 1,5 m. Radnici uhvate čoškove platna i tresu ga, te na taj način mešaju materijal. Ova metoda daje dobre rezultate samo kod ravnomerno ustiženog materijala, kod kojeg su čestice iste ili bliske gustine. U protivnom dolazi do segregacije.

Slika 55. — Mešanje proba metodom kuje i prstena. Objašnjenje u tekstu.



njene ose, razvlači u disk ("pogaču"). Daljom rotacijom daske ili pomoću lopate, materijal se prebacuje oko pogače, u vidu prstena. Posle zatvorenja, radnici prebacuju celokupan materijal iz prstena u vršetka ove radnje, radnici prebacuju celokupan materijal u prstena u kupu, krećući se pritom u jednom smeru. Opisana operacija ponavlja se više puta, sve dok se ne postigne dovoljna homogenost materijala.

Mješanje prosegavanja takođe se koristi kod manjih proba (do 5 kg). Materijal se propušta kroz sito čiji je prečnik otvora 2-3 puta veći od prečnika zrna probe. I ova operacija se više puta ponavlja. Ovim načinom prosegavanja postiže se vrlo visoka homogenost izmješanog materijala.

Skraćivanje. — Skraćivanju proba može se pristupiti tek onda kada su izvedene sve prethodno opisane operacije. Ono se takođe može vršiti mehanički i ručno.

Mehaničko skraćivanje se obavlja pomoću posebnih uređaja — skraćivača proba.

Ručno skraćivanje se može vršiti na više načina: prelopatavanjem, pomoću krsta za deljenje proba (kvartiranje) i pomoću raznih tipova razdeljivaca i razdeljivackih kutija.

Metoda prelopatavanja se koristi kod većih proba (preko 2-3 tone). Od probe koja treba da se skrati načini se gomila, pa se iz nje lopatom zahvata materijal i naizmenično baca na dve nove gomile, od kojih se jedna uzima kao skraćena proba, a druga se odbacuje.

Metoda kvartiranja (četrtanja). — sl. 56. Ima najveću primenu. Uglavnom se koristi kod manjih proba (do 2-3 tone). Slično kao kod metode "kupe i prstena", dobro izmješani materijal probe se nabaca u vidu kuje. Kupa se daskom razvlači u "pogaču" koja se potom, krstom od daska (sl. 56 a) ili krstom od pleha deli na četiri jednaka dela, od kojih se dva suprotna uzimaju kao skraćena proba i sjedinjuju, a druga dva se odbacuju (sl. 56 b). Isti postupak se ponavlja sve dok se ne dobije potrebna masa probe. Pri poslednjem skrćivanju zadržavaju se oba dela probe: jedan deo se šalje na ispitivanje, a drugi se čuva kao duplikat.

Razdeljivaci se sastoje od većeg broja pregrada (kanala) jednakih dimenzija koji polaze iz zajedničkog prihvatilišta materijala. Materijal probe se sipa u prihvatilište i klizi kroz pregrade koje su postavljene pod određenim nagibom. Pregrade su usmerene u dva suprotna pravca (svaka druga u istom pravcu), te se sipana proba automatski deli u dve jednake gomile, od kojih se jedna uzima kao skraćena proba, a druga odbacuje.

Razdeljivacke kutije se sastoje od većeg broja kutija, paralelno povezanih svojim dužim stranama. U njih se baca materijal probe sve dok se ne napune, pa se onda materijal iz svake druge, treće ili n-te kutije sjedinjuje i uzima kao skraćena proba, a materijal iz ostalih kutija se odbacuje.

Hemijske analize se po pravilu odlikuju visokom tačnošću. Najveća tačnost se obično traži kod siromašnih ruda, kod kojih je srednji sadržaj korisne komponente blizak minimalnom ekonomskom sadržaju. Kod takvih ruda, naime, čak i manje greške pri hemijskim ispitivanjima mogu dovesti do netačne ocene ležišta.

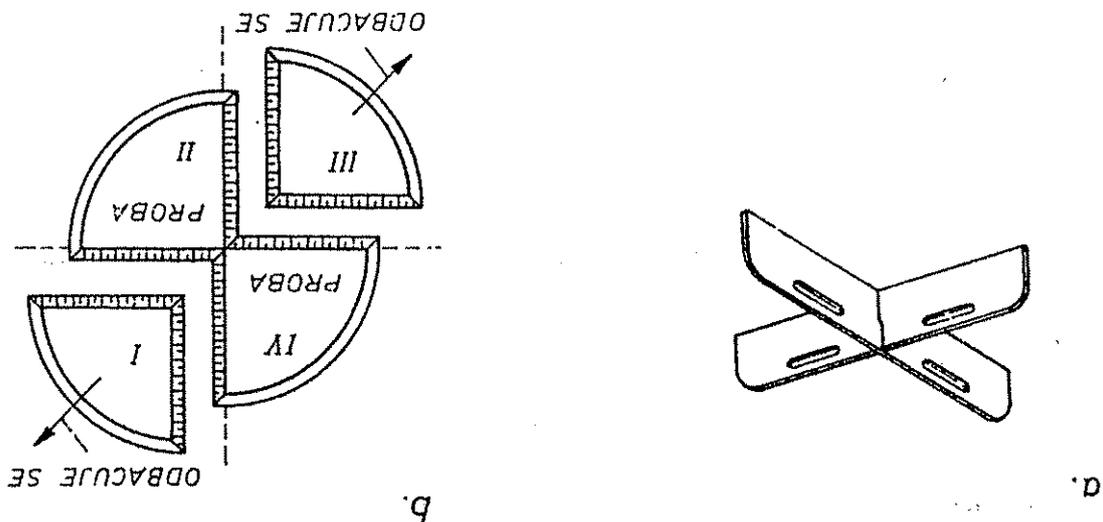
Hemijske analize služe kao osnovna metoda za određivanje kvaliteta mineralne sirovine (rudne supstance) kod velike većine ležišta. Hemijskim ispitivanjima određuje se sadržaj korisnih i štetnih komponentata u rudi. Rezultati ovih ispitivanja koriste se i kao jedan od osnovnih parametara pri proračunu rezervi u ležištu.

U zavisnosti od vrste mineralne sirovine i potreba industrijskih grana i ispitivanjima: hemijskim, spektrohemijskim, mineraloškim (odnosno mineraloško-petrografskim), tehnološkim i tehničkim (fiziko-mehaničkim).

ISPITIVANJA PROBA

Za svaku obradu proba, a naročito kada je u pitanju sistematsko oprobavanje, izrađuje se šema. Pri izradi šeme obrade proba teži se za najboljim i najracionalnijim rešenjima — da se sa što manjim troškovima i za najkraće vreme dobiju zadovoljavajući rezultati (tj. da greška obrade bude u granicama dozvoljenog odstupanja).

Slika 56. — Kvariranje probe: a. krst za deljenje probe; b. uzimanje dva suprotna dela kao skraćene probe.



Mineraloška i hemijska ispitivanja se izvanredno međusobno dopunjavaju i stoga se redovno kombinuju. Mineraloška ispitivanja mogu najpravičnije da usmere hemijska ispitivanja, a takode služe i za proveru verodostojnosti rezultata hemijskih ispitivanja. Iz tih razloga se određivanje kvaliteta neke mineralne sirovine ne može vršiti samo na osnovu hemijskih analiza, već se određeni broj proba mora podvrgnuti i mineraloškim ispitivanjima.

- Sadržaj korisnih i štetnih minerala u rudi i njihov međusobni odnos;
- Promenljivost mineralnog sastava u ležištu (odnosno rudnom telu) i eventualna zakonomernost kojoj ona podleže;
- Prirodni tipovi i ekonomske sorte rude.

sledeći:
Najvažniji podaci koje nam pružaju mineraloška ispitivanja su

Mineraloška ispitivanja (odnosno mineraloško-petrograf-ska kod ležišta stena) se vrše u cilju određivanja mineralnog sastava i sklopa (strukture i teksture) mineralnih sirovina, kao i fizičkih osobina minerala koji ih sačinjavaju. Najčešće se primenjuju sledeća ispitivanja: makroskopska (uključujući i korišćenje lupе), mikroskopska (pomoću binokulara, pomoću rudnog mikroskopa — u odbijenoj svetlosti — na ugljčanim neprovidnim preparatima i pomoću polarizacionog mikroskopa — u propuštenoj svetlosti — na prozračnim preparatima), rendgen-ska i diferencijalno-termička.

Spektrohemijska ispitivanja imaju sve veću primenu, naročito semikvantitativne analize. Glavne odlike spektrohemijskih ispitivanja su: visoka tačnost, mogućnost jednovremenog određivanja velikog broja elemenata, brzina izvođenja, niska cena i mala količina materijala neophodnog za analizu (ispod 1 g). Ova ispitivanja se najviše primenjuju u etapi prospekcije i u stadijumu prethodnog istraživanja. Spektrohemijske analize (kako kvantitativne tako i semikvantitativne) su se pokazale kao veoma korisne za određivanje sastava kompleksnih ruda.

Masa materijala koji je neophodan za jednu hemijsku analizu kod boratoriji često vrše ispitivanja na dva paralelna uzorka, da se ponovno vrše kontrolna ispitivanja, da se ponekad analize moraju ponoviti, kao i da se obavezno čuvaju duplikati svake izvršene analize, to se u hemijsku laboratoriju obično šalju probe mase 30–50 g, a ponekad i do 100 g.

Tehnološka ispitivanja se obavljaju radi određivanja tehnoloških svojstava mineralnih sirovina (njihovog ponašanja u procesu pripreme i prerade, odnosno obrade), s posebnim obzirom na mogućnost od parametara za ocenu ležišta i koriste se za izradu tehničkih projekata za izgradnju novih i rekonstrukciju postojećih postrojenja za pripremu i preradu (ili obradu) odgovarajućih mineralnih sirovina. Na osnovu podataka tehnoloških ispitivanja izrađuju se najracionalnije šeme pripreme i prerade (obrade) odgovarajuće mineralne sirovine.

Tehnološke probe se karakterišu velikom količinom materijala (od nekoliko stotina kilograma do nekoliko stotina tona). Manje probe mogu se ispitivati u laboratoriji, dok se veće ispituju u industrijskim postrojenjima.

Tehnička ispitivanja sastoje se u utvrđivanju različitih fizičko-mehaničkih osobina mineralnih sirovina (uključujući i raznovrsne njihove postojanosti). Rezultati ovih ispitivanja koriste se za sledeće svrhe:

- za proračun rezervi mineralnih sirovina;
- za utvrđivanje kvaliteta nekih mineralnih sirovina;
- za ustanovljavanje rudarsko-tehničkih uslova eksploatacije mineralnih sirovina.

Za proračun rezervi mineralnih sirovina potrebno je odrediti njihovu zapreminsku gustinu i prirodnu vlažnost, a ponekad i poroznost. Za utvrđivanje kvaliteta nekih mineralnih sirovina, a naročito nemetala — građevinskih materijala, potrebno je odrediti niz tehničkih osobina (specifičnih u odgovarajućim standardima i pravilnicima).

Za ustanovljavanje rudarsko-tehničkih uslova eksploatacije u ležištu obavljaju se ispitivanja sledećih tehničkih osobina mineralnih sirovina (a, po potrebi, i okolnih stena): gustine, zapreminske gustine, nasipne gustine, poroznosti, ispuicalosti, rastresitosti, elastičnosti, plastičnosti, reoloških svojstava, čvrstoća (na pritisak, savijanje, smicanje, zatezanje), tvrdoće, abrazivnosti, bušivosti, razorivosti eksplozivom, rezivosti, drobljivosti, hidrofizičkih osobina (prirodne vlažnosti, upijanja vode, vodonepropustljivosti), propustljivosti gasova itd.

GREŠKE OPROBANJA

Pri oprobavanju ležišta mineralnih sirovina neizbežno se javljaju greške i to u svim fazama ovog procesa: počev od uzimanja proba, pa preko njihove obrade, sve do njihovog ispitivanja. Prema tome, ukupna gre-

ška oprobavanja dobija se sabiranjem svih parcijalnih grešaka u pojedinih fazama procesa oprobavanja:

$$G = g_u + g_o + g_i$$

U gornjem obrascu, pojedini simboli označavaju:

G — ukupna greška oprobavanja;

g_u — greška uzimanja proba;

g_o — sumarna greška obrade proba koja se dobija sabiranjem

greške usitnjavanja, greške prosejavanja, greške mešanja i greške skraćivanja proba;

g_i — greška ispitivanja proba.

Sve greške koje se javljaju u pojedinim fazama oprobavanja mogu se, prema karakteru, podeliti na dve grupe: 1. *slučajne* i 2. *sistematske*.

Slučajne greške nastaju usled nesavršenosti ljudskog oka i rada, kao i nesavršenosti uređaja i aparatura koje se koriste u procesu oprobavanja. Ove greške su neizbežne, ali većinom nisu opasne zbog toga što su promenljivog znaka, te se uglavnom međusobno potiru. Izuzetak čine grube omaške i propusti, koji se odražavaju u vidu anomalno visokih ili niskih rezultata. Kod proba koje su dale takve rezultate, odgovorajuće operacije i ispitivanja se moraju ponoviti ili, ukoliko to nije moguće, one se moraju isključiti iz razmatranja.

Sistematske greške se javljaju usled pogrešnog izbora metode oprobavanja ili njenog pogrešnog izvođenja, kao i usled nekih neispravnosti na uređajima i aparatima koji se koriste u toku oprobavanja. Ove greške su jednoznačne i zato jako opasne, jer prouzrokuju stalna nekompenzirana odstupanja, bilo pozitivna ili negativna, od stvarnih vrednosti. Zbog toga uočavanje i blagovremeno otklanjanje sistematskih grešaka predstavlja jedan od važnih činilaca uspešnog izvođenja procesa oprobavanja.

Prilikom oprobavanja obično je poznato kolika je dozvoljena greška u pojedinim operacijama (g_d). Parcijalne greške u tim operacijama moraju biti manje, ili, u krajnjoj meri, jednake odgovarajućim dozvoljenim greškama:

$$g \leq g_d$$

Iz ovog proizlazi da ukupna greška oprobavanja (G) mora biti manja ili jednaka sumi dozvoljenih grešaka u pojedinim operacijama (G_d):

Ukoliko navedeni uslovi nisu ispunjeni, onda se dobijeni rezultati ne mogu prihvatiti kao verodostojni, te se moraju ponoviti one operacije u kojima su se javile nedozvoljene veličine parcijalnih grešaka pojedinih operacija ili, ako to nije dovoljno, onda mora da se ponovi citav proces oprobavanja (uzimanje, obrada i ispitivanje proba).

KONTROLA OPROBAVANJA

Kontrola oprobavanja se vrši stalno — u određenim intervalima i vrlo strogo. Ona ima za cilj proveravanje podobnosti i tačnosti metoda koje se primenjuju u pojedinim fazama procesa oprobavanja, ispravnosti i preciznosti uređaja i aparatura koje se primenjuju, proveravanje stručnosti i saveznosti lica koja učestvuju u pojedinim operacijama, kao i otkrivanje grešaka (prevenstveno sistematskih, koje se u pojedinim operacijama javljaju).

Kontrola oprobavanja se može vršiti kompletno (ponovnim uzimanjem, obradom i analiziranjem proba) ili parcijalno (ponavljanjem samo jedne od operacija oprobavanja). U oba slučaja, ona se sastoji u određivanju razlike između rezultata dobijenih izvođenjem istih operacija kod osnovnih i kontrolnih proba. Ukoliko su ove razlike veće od dozvoljenih (što znači da su i greške odgovarajućih operacija van granica tolerancije), onda se dotične operacije ili i citav proces oprobavanja moraju ponoviti.

SPECIFIČNOSTI OPROBAVANJA LEZIŠTA NEMETALICNIH MINERALNIH SIROVINA

U ovom odeljku prikazaćemo specifičnosti oprobavanja nemetalicnih mineralnih sirovina i to prevenstveno onih koje su predstavljene korisnim stenama (kao što je većina nemetala-građevinskih materijala). Izbor metodike oprobavanja zavisi od konzistencije samih mineralnih sirovina (da li su u pitanju čvrste, poluvezane ili nevezane stene, odnosno mineralne mase), od njihovog mineralnog sastava i sklopa, kao i od njihove namene.

Čvrste stene

Tehnički građevinski kamen

Kao što je u ranijim izlaganjima opisano, kvalitet čvrstih stena name-njenih korišćenju kao tehničkog građevinskog kamena utvrđuje se na osnovu fizičko-mehaničkih (tehničkih) ispitivanja proba.

Saglasno Pravilniku o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vodenju evidencije o njima (Službeni list SFRJ br. 53/1979) iz ležišta tehničkog građevinskog kamena probe za fizičko-mehanička ispitivanja uzimaju se iz istražnih rudarskih radova metodom blokova (kocke dimenzija 18 x 18 x 18 cm), a iz istražnih bušotina uzima se jezgro na dužini od najmanje 5 m (u jednom ili više komada).

Za delimična (skraćena) fizičko-mehanička ispitivanja iz istražnih rudarskih radova uzimaju se probe metodom blokova, a iz istražnih bušotina uzima se jezgro na dužini od najmanje 2 m (u jednom ili više komada).

Probe za fizičko-mehanička ispitivanja (kako kompletna, tako i delimična) treba da reprezentuju najveći deo istraživane stenske mase. Ukupan broj proba za kompletna i delimična fizičko-mehanička ispitivanja koji će se uzeti iz nekog ležišta tehničkog kamena zavisi od vrste stene, tipa ležišta, njegove veličine i kategorije istražnih rezervi i propisan je pomenutim Pravilnikom.

Uzete probe šalju se u specijalizovane laboratorije gde se podvrgavaju standardnim ispitivanjima.

Arhitektonski (ukrasni) građevinski kamen

Iz ležišta arhitektonskog (ukrasnog) građevinskog kamena, prema pomenutom Pravilniku o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi..., probe za kompletna fizičko-mehanička ispitivanja uzimaju se najmanje na dva mesta u istraživanom delu stenske mase. Ako istraživani deo stenske mase sadrži više od 1.000.000 m³ korisne stene, onda se uzimaju tri probe (metodom blokova — kocke dimenzija 18 x 18 x 18 cm). Ako istraživani deo stenske mase sadrži dve ili više vrsta ukrasnog kamena, onda se broj proba povećava saglasno broju vrsta.

Probe za delimična fizičko-mehanička ispitivanja iz istražnih bušotina uzimaju se radi upoređivanja sa rezultatima kompletnih analiza. Od jedne vrste kamena uzima se najmanje jedna proba za delimična ispitivanja.

Uzete probe šalju se u specijalizovane laboratorije gde se podvrgavaju standardnim ispitivanjima.

Probe za tehnološka ispitivanja sastoje se od najmanje dva bloka (koji treba da čine srednji uzorak istraživane stenske mase), minimalnih dimenzija od 0,4 m³ i paralelopipednog oblika.

Tehnološka ispitivanja vrše se po režimu redovne proizvodnje: probe-blokovi se režu pod gaterom na ploče debljine 2,5 cm, koje se potom glačaju, poliraju i seku u ploče standardnih dimenzija.

Karbonatne sirovine (krečnjaci, dolomiti, kreda)

Kao što je u ranijim izlaganjima opisano, kvalitet karbonatnih stena (krečnjaka, dolomita, krede i dr.), koja se koriste kao hemijske sirovine, topitelji, punila, za proizvodnju kreča i u mnoge druge svrhe, utvrđuje se na osnovu hemijskih ispitivanja proba.

U skladu sa napred pomenutim Pravilnikom o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi..., probe iz ležišta karbonatnih stena uzimaju se iz istraživih radova metodom brazde (izuzetno i tačkastom metodom), a iz istraživih bušotina — od jezgra.

Pojedinačne probe iz istraživih radova uzimaju se u sekcijama dužine od 2 m, a oprobavanje se vrši kontinuirano — probe se nastavljaju jedna na drugu bez ikakvih međuraslojanja.

Pojedinačne probe iz istraživih bušotina uzimaju se u sekcijama dužine 1–2 m (dužina sekcije zavisi od toga kojoj grupi dato ležište pripada).

Kolektivne probe (kompoziti) obrazuju se spajanjem 5 susednih pojedinačnih proba, tako da obuhvataju dužinski interval od 10 m kod rudarskih istraživih radova, odnosno 5–10 m kod istražnog bušenja.

Uzete probe šalju se u hemijske laboratorije gde se podvrgavaju standardnim ispitivanjima.

Pojedinačne probe podvrgavaju se delimičnim hemijskim ispitivanjima, a kompoziti — kompletnim.

Za tehnološka ispitivanja koriste se kompoziti ili se pak uzimaju posebne masovne probe (ukoliko je potrebna veća količina sirovine).

Na sličan način kao kod napred opisanih karbonatnih sirovina uzimaju se i probe za ispitivanje kvaliteta (tj. za hemijska ispitivanja) iz ležišta cementnih sirovina (aporaca i krečnjaka), magnezita, gipsa i anhidrita i kvarcnih sirovina (kvarca, kvarcita, kvarcnih peščara i roznaca).

Poluvezane (plastične) stene

Keramičke i vatrostalne gline

Kao što je u ranijim izlaganjima opisano, kvalitet keramičkih i vatrostalnih gline utvrđuje se na osnovu hemijskih i fizičko-mehaničkih ispitivanja proba.

Prema napred pomenutom Pravilniku o klasifikaciji i kategorizaciji razerivi..., probe iz ležišta keramičkih i vatrostalnih gline uzimaju se iz istraženih rudarskih radova metodom brazde, a iz istraženih bušotina — od jezgra. U oba slučaja pojedinačne probe se uzimaju u sekcijama dužine od 2 m.

Kompoziti se obrazuju spajanjem više susednih pojedinačnih proba ili se pak uzima po jedna kompozitna proba na svakih 50.000 tona rezervi.

Tehnološka ispitivanja vrše se na kompozitnim probama ili se uzimaju posebne masovne probe (ukoliko je potrebna veća količina sirovine).

Na sličan način kao kod keramičkih i vatrostalnih gline uzimaju se i probe za ispitivanje kvaliteta (tj. za hemijska i fizičko-mehanička ispitivanja) iz ležišta **opekarskih gline i kaolina**.

Nevezane (rastresite) stene

Šljunak i pesak

Kao što je u ranijim izlaganjima opisano, kvalitet šljunka i peska kao prirodnog građevinskog materijala utvrđuje se na osnovu fizičko-mehaničkih ispitivanja proba.

U skladu sa pomenutim Pravilnikom o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi..., probe iz ležišta ovih sirovina uzimaju se iz istraženih okana metodom brazde, a iz bušotina — od jezgra.

Pojedinačne probe uzimaju se, kako iz okana, tako i iz bušotina, u intervalima od 5 m.

Kompoziti se obrazuju spajanjem do 4 pojedinačne probe iz jedne ili najviše četiri susedne bušotine (odnosno okna).

Uzete probe šalju se u specijalizovane laboratorije gde se podvrgavaju standardnim ispitivanjima.

Ispitivanje kvaliteta šljunka i peska vrši se delimičnim ili kompletnim fizičko-mehaničkim analizama.

Za tehnološka ispitivanja koriste se kompoziti ili se pak posebno uzimaju masovne probe (ako je potrebna veća količina mineralne sirovine).

Kvarcni pesak i šljunak

Kvalitet kvarcnog peska i šljunka kao sirovina za staklarsku industriju određuje se na osnovu hemijskih ispitivanja proba.

Prema pomenutom Pravilniku, probe iz ležišta ovih sirovina uzimaju se iz istraženih rudarskih radova metodom brazde, a iz istraženih bušotina — od jezgra.

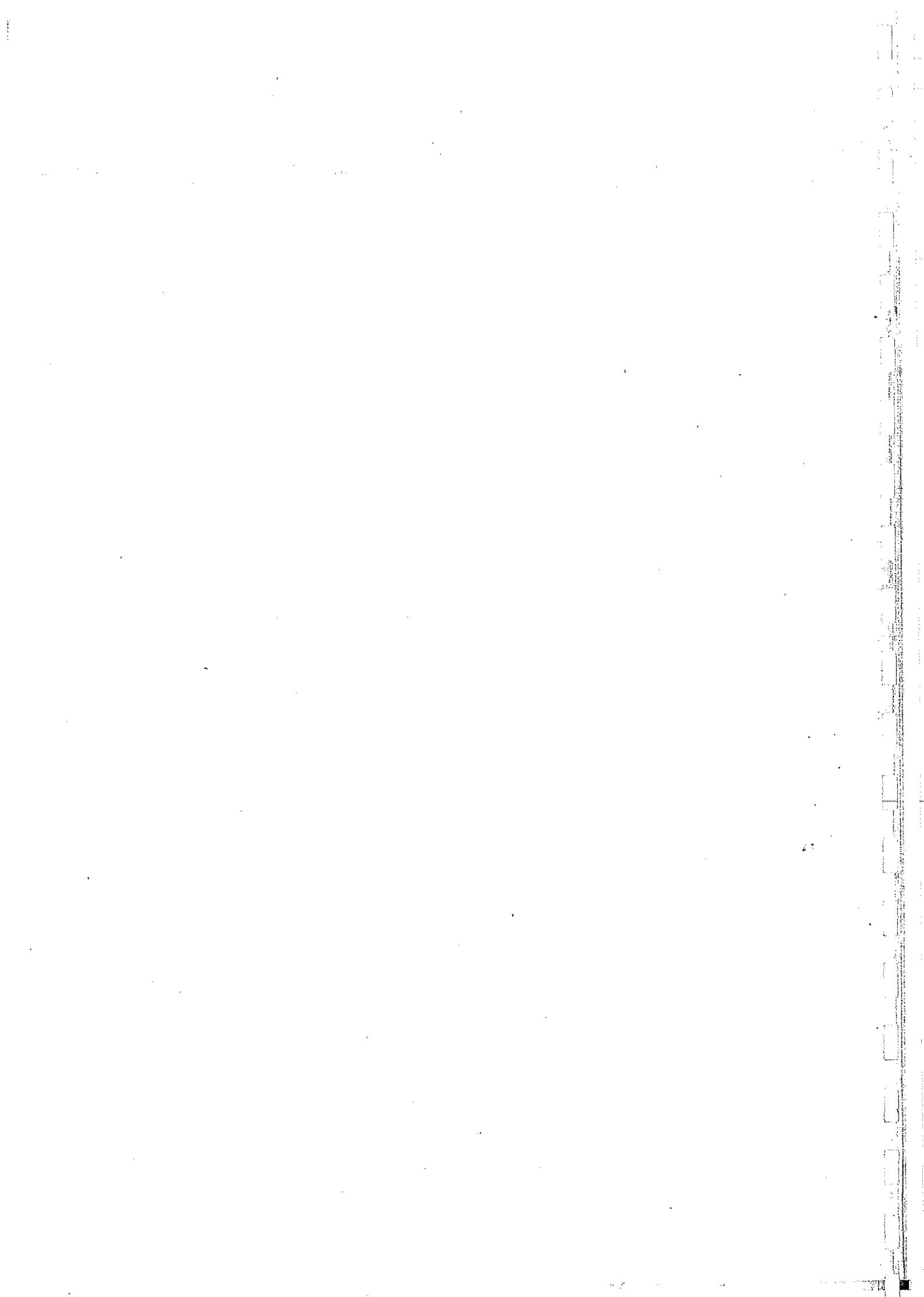
Rastojanje između pojedinačnih proba iznosi 2-5 m (u zavisnosti od koeficijenta varijacije komponentata Al_2O_3 i Fe_2O_3 i od stepena sortiranosti kvarcnih zrna).

Kompoziti se obrazuju spajanjem 10 pojedinačnih proba za svaki prirodni tip ili ekonomsku sortu sirovine.

Uzete probe šalju se u hemijske laboratorije gde se podvrgavaju standardnim ispitivanjima.

Pojedinačne probe se podvrgavaju delimičnim hemijskim ispitivanjima, a kompoziti — kompletnim.

Za tehnološka ispitivanja koriste se kompozitne probe ili se pak uzimaju masovne probe (kada je potrebna veća količina sirovine).



KLASIFIKACIJA, KATEGORIZACIJA I PRORAČUN REZERVNI MINERALNIH SIROVINA

OPŠTI OSVRT

Kao što je poznato, ležišta mineralnih sirovina se u prirodi odlikuju velikom raznovrstošću u pogledu geneze, pojavljivanja, geoloških osobina i promjenljivosti tih osobina. Pritikom istraživanja ležišta primjenjuju se razne vrste istraživih radova u vidu sistema sa različitim rasporedima i međusobnim rastojanjima između radova. Kada se ovi nabrojani faktori sumiraju, proizlazi da ni rezerve mineralnih sirovina, dobijene kao rezultat istraživanja različitih ležišta, pa čak i raznih delova istog ležišta, nemaju istu verodostojnost (tačnost). Po sebi je razumljivo da će veću tačnost imati rezerve iz onih ležišta ili iz onih delova jednog ležišta koji se, s jedne strane, odlikuju manjom promjenljivošću geoloških osobina, a s, druge strane, koji su istraženi gušćom mrežom istraživih radova. Poznavanje tačnosti sa kojom su određene rezerve mineralnih sirovina je od velike naučne i praktične važnosti, pošto ono igra odlučujuću ulogu prilikom utvrđivanja mogućnosti primene tih rezervi u privredi.

Da bi se moglo vršiti upoređivanje rezervi iz različitih ležišta i iz raznih delova jednog ležišta, kao i da bi iste mogle služiti kao potpuno određene veličine pri raznovrsnim geološkim, rudarskim, tehnološkim, ekonomskim i drugim razmatranjima, javila se potreba njihovog razvrstavanja (odnosno standardizovanja) u određeni broj klasa i kategorija. Razvrstavanje rezervi mineralnih sirovina u raznim zemljama se vrši na različite načine, ali se uglavnom bazira na istim osnovnim kriterijumima.

Prihkom svrstavanja rezervi u klase (klasifikaciji) uglavnom se uzima u obzir mogućnost njihovog korišćenja u privredi u današnjim uslovima.

KLASIFIKACIJA I KATEGORIZACIJA REZERVI

Industrijske rezerve čini ona količina mineralne sirovine (ili korisne komponente) koja će se moći iskoristiti u procesima pripreme i prerade (ili obrade). Ove rezerve se dobijaju kada se od eksploatacionih rezervi odbiju tehnološkim projektom predviđeni gubici u pripremi i preradi (odnosno obradi) mineralne sirovine.

Eksploatacione rezerve čini ona količina mineralne sirovine koja će se moći dobiti iz ležišta prihkom njegovog eksploatacije. Ove rezerve se dobijaju kada se od geoloških rezervi odbiju rudarskim projektom predviđeni gubici pri eksploataciji ležišta.

Geološke rezerve čini sveukupna količina mineralne sirovine u ležistu ustanovljena geološkim proučavanjima, istražnim i eksploatacionim radovima. Kod geoloških rezervi se ne uzimaju u obzir gubici koji nastaju pri eksploataciji ležišta.

dele na: geološke, eksploatacione i industrijske.

Prema načinu dobijanja i nameni, rezerve mineralnih sirovina se (kubni metar) ili jedinica mase (kilogram, tona, karat — ct = 0,2 g).

Rezerve čvrstih mineralnih sirovina izražavaju se, u zavisnosti od vrste sirovine, njenih svojstava i namene, u zapremninskim jedinicama. Rezerve tečnih mineralnih sirovina izražavaju se, u zavisnosti od vrste sirovine, njenih svojstava i namene, u zapremninskim jedinicama (kubni metar) ili jedinica mase (kilogram, tona, karat — ct = 0,2 g).

Rezerve čvrstih mineralnih sirovina izražavaju se, u zavisnosti od vrste sirovine, njenih svojstava i namene, u zapremninskim jedinicama. Rezerve tečnih mineralnih sirovina izražavaju se, u zavisnosti od vrste sirovine, njenih svojstava i namene, u zapremninskim jedinicama (kubni metar) ili jedinica mase (kilogram, tona, karat — ct = 0,2 g).

Ukoliko se pojedini delovi ležišta odlikuju znatnijim razlikama u pogledu mineralnog sastava, oblika, zaleganja, grude, tehnoloških karakteristika mineralne sirovine, rudarsko-tehničkih uslova eksploatacije, stepena istraženosti ili nekih drugih značajnih karakteristika, onda se za njih posebno izračunavaju i prikazuju rezerve.

Rezervama se naziva ona količina mineralne sirovine u ležistu ili delu ležišta, koja je na propisan način istražena i ispitana (sa geološkog, rudarsko-tehničkog, tehnološkog, ekonomskog aspekta). Kao što je u odgovarajućim poglavljima istaknuto, glavni zadatak prospekcijsko-istražnog procesa predstavlja obezbeđivanje privredi kako potrebne sirovinske baze — bilansnih rezervi mineralnih sirovina: kako nemetalnih (koje se tretiraju u ovoj knjizi), tako i svih ostalih.

Prilikom svrstavanja rezervi u kategorije (kategorizaciji) najviše se uzimaju u obzir sledeći kriterijumi: tačnost njihovog određivanja, njihova namena (da li služe za eksploataciju, za projektovanje i izgradnju rudarsko-industrijskih preduzeća, za planiranje i izvođenje istraživanja ili za perspektivno planiranje istraživanja) i stepen pro-učenosti ležišta (sa geološkog, rudarsko-tehničkog, tehnološkog, ekonomskeg i svih drugih relevantnih aspekata). Ukoliko je to moguće, poželjno je da se kategorizacija rezervi izvrši po pojedinim mineralnim sirovinama i po tipovima (odnosno grupama) ležišta.

S obzirom na mogućnost njihovog korišćenja u privredi, rezerve mineralnih sirovina se dele na dve klase: **bilansne i vanbilansne rezerve.**

Bilansne rezerve se, pri današnjem stanju tehnike eksploatacije ležišta, tehnologije prerade sirovine i ekonomike, mogu rentabilno koristiti.

Vanbilansne rezerve se, naprotiv, u današnjim uslovima ne mogu rentabilno koristiti.

U okviru vanbilansnih rezervi izdvaja se jedna posebna podgrupa: **uslovno-bilansne rezerve.** To su takve vanbilansne rezerve koje su po svojim osnovnim pokazateljima bliske bilansnim, te postoje realni izgledi da će one, sa napretkom tehnike eksploatacije, tehnologije prerade i ekonomike, u dogledno vreme postati bilansne.

Kategorizacija rezervi je gotovo u svakoj zemlji izvršena na drugi način. U nekim zemljama, na primer, ona je sasvim uopštena (često postoji jedinstvena kategorizacija za sve sirovine), dok je u drugim zemljama vrlo detaljna (data je posebno za svaku mineralnu sirovinu i za sve važnije tipove, odnosno grupe ležišta).

Prve kategorizacije rezervi mineralnih sirovina pojavile su se početkom XX veka u SAD. Najpoznatiju od njih dao je H. Hoover (1909), koji je sve rezerve podelio na tri kategorije: I dokazane (proved), II verovatne (probable) i III pretpostavljene (prospective). Hooverova kategorizacija poslužila je kao osnov za kategorizaciju rezervi mineralnih sirovina u mnogim zemljama.

U SAD se danas primenjuje klasifikacija i kategorizacija resursa (a u njihovom okviru i rezervi) koje su dali Geološka služba SAD (U.S. Geological Survey) i Rudarski biro SAD (U.S. Bureau of Mines) 1980. godine: Principles of a Resource/Reserve Classification for Minerals, USGS Circ. 831, Washington, D.C. (tabela X).

Tabela X
Razvrstavanje mineralnih resursa u SAD

KUMULATIVAN PRIKAZ	IDENTIFIKOVANI RESURSI		NEOTKRIVENI RESURSI	
	IZMEREANI	INDICIRANI	PRETPOSTAVLJENI	HIPOTETIČNI SPEKULATIVNI
	DOKAZANI			
EKONOMSKI	REZERVE		PRETPOSTAVLJENE REZERVE	
MARGINALNO EKONOMSKI	MARGINALNE REZERVE		PRETPOSTAVLJENE MARGINALNE REZERVE	
SUBEKONOMSKI	SUBEKONOMSKI RESURSI		PRETPOSTAVLJENI SUBEKONOMSKI RESURSI	

Rastući stepen ekonomske izvodljivosti

Rastući stepen geološke pouzdanosti

Spekulativni resursi su oni koji se mogu javiti u vidu poznatih tipova ležišta ali u geološkom okruženju u kojem do sada nisu bili pronađeni, ili u vidu nepoznatih tipova ležišta koji tek treba da budu otkriveni.

Hipotetični resursi su oni čije se postojanje može osnovano pretpostaviti u poznatim rudarskim oblastima i u poznatim geološkim uslovima.

Neotkrivene resurse čine još nepronađena tela mineralnih sirovina, ali čije je postojanje pretpostavljeno na osnovu poznavanja šireg regiona, kao i na osnovu teorijskih postavki. Neotkriveni resursi dele se na hipotetične i spekulativne.

Pretpostavljene rezerve su identifikovane ali neistražene, a njihov kvalitet i količina su procenjeni na osnovu geoloških projekcija (ekstrapolacija — prim. M. I.).

Indicirane rezerve su one kod kojih su kvalitet i količina mineralne sirovine procenjeni i to delom na osnovu analiza i merenja, a delom na osnovu razlozih geoloških pretpostavki.

Izmerene rezerve su one kod kojih su kvalitet i količina mineralne sirovine određeni na osnovu kvantitativnih podataka (uključujući odgovarajuće analize), koji su dobijeni oprobavanjem po gustoj mreži, sa greškom manjom od 20%.

Rezerve (eng. reserves) predstavljaju onaj deo identifikovanih resursa koji se može profitabilno eksploatisati u vreme kada je utvrđen. **Izmerene rezerve** su one kod kojih su kvalitet i količina mineralne sirovine određeni na osnovu kvantitativnih podataka (uključujući odgovarajuće analize), koji su dobijeni oprobavanjem po gustoj mreži, sa greškom manjom od 20%.

Identifikovane resurse čine tela mineralnih sirovina (ležišta i pojave — prim. M. I.) čija su lokacija, sadržaj, kvalitet i količina poznati ili pak mogu biti procenjeni na osnovu specifičnih geoloških indicija. Identifikovani resursi se, prema mogućnosti njihovog ekonomskog ko-risćenja, dele na **rezerve, marginalne rezerve i dokazane subekonomske resurse**, a prema pouzdanosti (stepenu istraženosti — prim. M. I.), na **izmerene (eng. measured), indicirane (eng. indicated) i pretpostavljene (eng. inferred)**.

Resursi (eng. resources) su prirodne koncentracije čvrstih, tečnih i gasovitih materija (mineralnih sirovina — prim. M. I.) u Zemljinom kori ili na njoj, koje se javljaju u takvom obliku i u takvim količinama da je njihovo korišćenje (u celini ili samo određene komponente) u današnjim uslovima ekonomski opravdano ili potencijalno moguće. Resursi se, najšire posmatrano, dele na **identifikovane i neotkrivene**.

Rezerve čvrstih mineralnih sirovina se po stepenu proučenosti dele na istražene — kategorije A, B i C₁ i prethodno ocenjene — kategorija C₂.

Kod kompleksnih ležišta obavezno se proračunavaju i utvrđuju rezerve osnovnih i pratećih mineralnih sirovina, a takođe i korisnih komponenata (metala, minerala, elemenata ili njihovih jedinjenja), ukoliko ih ove sirovine sadrže. Proračun i utvrđivanje rezervi mineralnih sirovina i u njima sadržanih korisnih komponenata vrši se za stanje u kojem se one nalaze u Zemljinim nedrima, dakle bez uzimanja u obzir gubitaka i razblaženja koji se javljaju pri eksploataciji, obogaćivanju i preradi; rezerve usputnih komponenata, koje se dobijaju pri obogaćivanju (u koncentratima ili produktima metalurške prerade) proračunavaju se i utvrđuju, kako u Zemljinim nedrima, tako i u mineralima iz kojih se dobijaju.

Rezerve se proračunavaju i utvrđuju, a prognozni resursi procenjuju posebno za svaku vrstu čvrstih mineralnih sirovina s obzirom na mogućnost njihovog korišćenja u privredi.

Rezerve se proračunavaju i utvrđuju, a prognozni resursi procenjuju posebno za svaku vrstu čvrstih mineralnih sirovina s obzirom na mogućnost njihovog korišćenja u privredi.

Rezerve čvrstih mineralnih sirovina se proračunavaju i utvrđuju na osnovu rezultata geoloških istraživanja i svih vrsta rudarskih radova i bušenja, koji se izvode u procesu industrijskog osvajanja ležišta. Podaci o rezervama koriste se pri pravljenju šema razvoja za privredne grane koje proizvode i troše mineralne sirovine, za sastavljanje godišnjih, petogodišnjih i dugoročnih planova ekonomskog i socijalnog razvoja, za planiranje geoloških istraživanja, a kod ležišta pripremljenih za industrijsko osvajanje — za projektovanje postrojenja za proizvodnju i preradu mineralne sirovine, za planiranje razvoja rudarskih radova i eksploatacionog istraživanja.

U bivšem SSSR jedna od najboljih klasifikacija rezervi ležišta i prognoznih resursa čvrstih mineralnih sirovina propisana je od strane Državne komisije za rezerve (Gosudarstvennoj komisii) po zapasam prihvaćena i od strane Državne Komisije za rezerve mineralnih sirovina na Ruske Federacije (1997).

A kategorija rezervi mora da zadovoljava sledeće zahteve:

- ustanovljeni su veličina, oblik i uslovi zaleganja rudnih tela, proučeni su karakter i zakonitosti promenljivosti njihove morfologije i unutrašnje građe, izdvojeni su i okontureni bezrudni i vanbilansni delovi unutar rudnih tela, u slučaju postojanja razlomnih struktura utvrđen je njihov položaj i amplitude pomeranja;

- određene su prirodne vrste, izdvojeni su i okontureni industrijski (tehnoški) tipovi i sorte mineralne sirovine, ustanovljeni su njihov sastav, svojstva i raspodela korisnih i štetnih komponenta po mineralnim vidovima; kvalitet izdvojenih industrijskih (tehnoških) tipova i sorti mineralne sirovine utvrđuju se prema propisanim kondicijama;

- tehnološka svojstva mineralne sirovine proučena su sa detaljnošću koja obezbeđuje dobijanje polaznih podataka koji su dovoljni za projektovanje tehnološke šeme prerade date sirovine, uključujući i kompleksno iskorišćavanje korisnih komponenta ta koje ona sadrži;

- hidrogeološki, inženjersko-geološki, geokriološki, rudarsko-geološki i drugi prirodni uslovi proučeni su sa detaljnošću koja obezbeđuje dobijanje polaznih podataka neophodnih za saznanje projekta eksploatacije ležišta;

- kontura rezervi mineralne sirovine određena je u skladu sa zahtevima kondicija za bušotine ili rudarske radove.

B kategorija rezervi mora da zadovoljava sledeće zahteve:

- ustanovljeni su veličina, osnovne karakteristike i promenljivost oblika, unutrašnje građe i uslova zaleganja rudnih tela, prostorni raspored unutrašnjih bezrudnih i vanbilansnih delova; u slučaju postojanja krupnih razlomnih struktura utvrđen je njihov položaj i amplitude pomeranja, okarakterisan je mogući stepen razvoja razlomnih struktura malih amplituda;

- određene su prirodne vrste, izdvojeni su i po mogućnosti okontureni industrijski (tehnoški) tipovi mineralne sirovine; pri nepostojanju zakonitosti prostornog rasporeda i količinskog odnosa industrijskih (tehnoških) tipova i sorti mineralne sirovine — određeni su mineralni vidovi pojavljivanja korisnih i štetnih komponenta; kvalitet izdvojenih industrijskih (tehnoških) tipova i sorti mineralne sirovine određen je prema pokazateljima koji su predviđeni kondicijama;

- tehnološka svojstva mineralne sirovine proučena su u onom stepenu koji je neophodan za izbor principijelne tehnološke šeme prerade, koja obezbeđuje racionalno i kompleksno korišćenje date sirovine sa iskorisćavanjem korisnih komponenata koje ona sadrži;
 - hidrogeološki, inženjersko-geološki, geokriološki, rudarsko-geološki i drugi prirodni uslovi proučeni su sa detaljnošću koja omogućava da se ustanove kvalitativne i kvantitativne karakteristike njihovih osnovnih pokazatelja i njihov uticaj na otvaranje i eksploataciju ležišta;
 - kontura rezervi mineralne sirovine određena je u skladu sa zahtevima kondicija za bušotine ili rudarske radove sa uključivanjem (pri postojanoj debljini i postojanom kvalitetu mineralne sirovine) ograničene zone ekstrapolacije, zasnovane na geološkim kriterijumima i podacima geoloških i geofizičkih ispitivanja.
- C₁ kategorija rezervi mora da zadovoljava sledeće zahteve:**
- ustanovljeni su veličina i karakteristike oblika rudnih tela, osnove karakteristike uslova njihovog zaleganja i unutrašnje grade, ocenjena je promenljivost i eventualna isprekidanost rudnih tela, a kod slojevitih ležišta i ležišta građevinskog (tehničkog i arhitektonskog) kamena — prisustvo zona intenzivnih tektonskih poremećaja malih amplituda;
 - određene su prirodne vrste i industrijski (tehnološki) tipovi mineralne sirovine, ustanovljene su opšte zakonitosti njihovog prostornog razmeštaja i kvantitativni odnosi industrijskih (tehnoloških) tipova i sorti mineralnih sirovina, mineralni vidovi u kojima se javljaju korisne i štetne komponente; kvalitet izdvojenih industrijskih (tehnoloških) tipova i sorti određen je prema pokazateljima koji su predviđeni kondicijama;
 - tehnološka svojstva mineralne sirovine ustanovljena su u onom stepenu koji je dovoljan za utvrđivanje industrijske vrednosti istraženih rezervi;
 - hidrogeološki, inženjersko-geološki, geokriološki, rudarsko-geološki i drugi prirodni uslovi proučeni su u onom obimu koji omogućava preliminarnu karakterizaciju njihovih osnovnih pokazatelja;
 - kontura rezervi mineralne sirovine određena je u skladu sa zahtevima kondicija za bušotine ili rudarske radove, sa uzi-

manjem u obzir podataka geofizičkih i geohemijskih ispitivanja i geološki osnovanom ekstrapolacijom.

C₂ kategorija rezervi mora da zadovoljava sledeće zahteve:

- veličina, oblik, unutrašnja grada rudnih tela i uslovi njihovog zaleganja ocenjeni su prema podacima geoloških i geofizičkih ispitivanja i potvrđeni su prosecanjem ovih tela pojedinačnim bušotinama ili rudarskim radovima;
- kvalitet i tehnološka svojstva mineralne sirovine utvrđeni su na osnovu rezultata ispitivanja pojedinačnih laboratorijskih proba ili su pak ocenjeni po analogiji sa bolje proučenim delovima istog ili nekog drugog, sličnog ležišta;
- hidrogeološki, inženjersko-geološki, geokriološki, rudarsko-geološki i drugi prirodni uslovi ocenjeni su prema raspoloživim podacima za druge delove datog ležišta, dobijenim iz istražnih radova i po analogiji sa poznatim ležištima u istom regionu;

- kontura rezervi mineralne sirovine određena je u skladu sa zahtevima kondicija na osnovu pojedinačnih bušotina, rudarskih radova, prirodnih izdanaka, sa uzimanjem u obzir podataka geofizičkih i geohemijskih ispitivanja i geoloških postavki, a takođe i na geološki zasnovanoj ekstrapolaciji parametara koji su korišćeni kod proračuna rezervi viših kategorija.

Ocena prognoznih resursa zasniva se na rezultatima geoloških, geofizičkih i geohemijskih ispitivanja površina mogućeg rasprostranjenja mineralne sirovine, a takođe na geološkoj ekstrapolaciji raspoloživih podataka iz bolje proučenog dela ležišta: o obliku i gradi rudnog tela, o njegovom mineralnom sastavu i kvalitetu (koncentraciji korisnih komponentata), o strukturnim karakteristikama, o litološkim i stratigrafskim predpostavkama, koje određuju površinu i dubinu prostiranja mineralne sirovine.

Prognozni resursi se dele na kategorije **P₁**, **P₂** i **P₃**.

P₁ kategorija. — Prognozni resursi ove kategorije uzimaju u obzir mogućnost priraštaja rezervi na račun proširenja površina prostiranja rudnih tela izvan konture proračuna rezervi kategorije C₂ ili usled pronalazenja novih rudnih tela u okviru istraženih ležišta, ležišta koja se istražuju, a takođe i ležišta otkrivenih prospekcijsko-ocenskim radovima. Za kvalitativnu ocenu resursa ove kategorije koriste se postavke o industrijskom tipu ležišta.

P₂ kategorija. — Prognozni resursi ove kategorije uzimaju u obzir mogućnost pronalazenja novih ležišta mineralnih sirovina u base-

Prvu grupu čine ležišta (delovi) proste geološke građe, kod kojih se preovladujući deo rezerve nalazi u tektonski neporemćenim ili slabo poremećenim rudnim telima, koja se odlikuju postojanom debjlinom,

grupe:

ploataciji od strane specijalizovanih preduzeca, dele se na sledeće četiri radova. S tim u vezi, ležišta ili delovi krupnih ležišta, namenjena eks-utroška sredstava i vremena, potrebnih za izvođenje geoloških istražnih loške građe i mineralnog sastava, a takođe i ekonomskih faktora — **Stepen proučenosti ležišta (delova), pripremljenih za in-**

Vanbilansne rezerve, čije je korišćenje, u skladu sa utvrđenim kondicijama, u sadašnje vreme ekonomski necelishodno i tehnološki ne- moguće, ali koje u budućnosti mogu biti prevedene u bilansne rezerve.

Bilansne rezerve, čije je korišćenje, u skladu sa utvrđenim kon- dicionama, ekonomski celishodno pri postojećoj tehnici i tehnologiji eks- ploatacije i prerade sirovine ili onoj tehnici i tehnologiji koja se upravo osvaja, i saobraženo zahtevima za racionalnim korišćenjem ležišta i zashitom njegove okoline.

Bilansne rezerve, čije je korišćenje, u skladu sa utvrđenim kon- dicionama, ekonomski celishodno pri postojećoj tehnici i tehnologiji eks- ploatacije i prerade sirovine ili onoj tehnici i tehnologiji koja se upravo osvaja, i saobraženo zahtevima za racionalnim korišćenjem ležišta i zashitom njegove okoline.

Rezerve čvrstih mineralnih sirovina i korisnih-komponentata u njima dele se, po značaju koji imaju za privredu, na dve grupe koje se posebno proračunavaju i utvrđuju:

P₃ kategorija. — Prognozni resursi ove kategorije uzimaju u ob- zir samo potencijalnu mogućnost obradovanja i ekonomski značajne lo- kalizacije ležišta određenih mineralnih sirovina na osnovu povoljnih stratigrafskih, litoloških, tektonskih i paleogeografskih prepostavki, utvrđenih pri izvođenju, u regionu koji se ocenjuje, geološkog kartiranja na kartama srednjih i sitnih razmera, dešifrovanju kosmičkih snima- ka, a takođe analizom rezultata geofizičkih i geohemijskih ispitivanja. Kvantitativna ocena resursa ove kategorije vrši se na osnovu predpos- tavljenih parametara, po analogiji sa bolje proučenim regionima, po- dručjima, basenima, gde postoje istražena ležišta istog genetskog tipa.

na analogiji sa poznatim ležištima istog formacionog (genetskog) tipa. čini rudnih tela, njihovom mineralnom sastavu i kvalitetu, baziraju se na analizi ocena resursa predpostavljenih ležišta, predstave o obliku, veli- perspektivnost su utvrđeni na osnovu pojedinačnih radova. Kvantita- takode geofizičkim i geohemijskim anomalijama, čija priroda i moguća loškog kartiranja u krupnoj razmeri i pri prospekcijskim radovima, a pozitivnoj oceni pojave mineralnih sirovina otkrivenih prilikom geo- nu, regionu, rudnom polju, čije predpostavljeni prisustvo se zasniva na

postojanom unutrašnjom gradom i kvalitetom mineralne sirovine i ravnomernom raspodelom korisnih komponenta, što omogućava da se u procesu detaljnog istraživanja dobiju rezerve A i B kategorije.

Drugu grupu čine ležišta (delovi) složene geološke grade, koja se karakterišu promerljivom debljinom i unutrašnjom gradom rudnih tela ili znatnim tektonskim deformacijama istih, nepostojanim kvalitetom mineralne sirovine ili neravnomernom raspodelom osnovnih korisnih komponenta, a takođe i ležišta uglja i mineralnih soli proste geološke grade, ali sa vrlo složenim rudarsko-geološkim uslovima eksploatacije. Kod ležišta ove grupe dobijanje rezervi A kategorije pri detaljnom istraživanju nije celishodno zbog nedovoljne efektivnosti i visokih troškova izvođenja geoloških istraživanja (de-lovima) ove grupe celishodno je samo dobijanje rezervi B i C₁ kategorije.

Treću grupu čine ležišta (delovi) veoma složene geološke grade, koja se karakterišu velikom promerljivošću debljine i unutrašnje grade ili intenzivnim tektonskim deformacijama rudnih tela ili pak nepostojanim kvalitetom mineralne sirovine i veoma neravnomernom raspodelom osnovnih korisnih komponenta. Kod ležišta ove grupe nije celishodno dobijanje rezervi A i B kategorije pri detaljnom istraživanju zbog visokih troškova a niske efektivnosti njihovog istraživanja. Ležišta (delovi) ove grupe pretežno se istražuju do rezervi C₁ kategorije, a delimično i do rezervi C₂ kategorije.

Četvrtu grupu čine ležišta (delovi) metaličnih i nemetaličnih mineralnih sirovina veoma složene geološke grade, koja se karakterišu velikom promerljivošću debljine i unutrašnje grade ili intenzivnim tektonskim deformacijama rudnih tela, a takođe nepostojanim kvalitetom i veoma neravnomernom raspodelom osnovnih korisnih komponenta. Istraživanje ovih ležišta iziskuje izvođenje podzemnih rudarskih radova i to u većem obimu. Ležišta (delovi) ove grupe istražuju se do rezervi C₁ i C₂ kategorije. Dalje istraživanje ovih ležišta (delova) uskladauje se sa njihovim otvaranjem i pripremom za eksploataciju.

Utvrdene rezerve mineralnih sirovina (osnovnih komponenta kod kompleksnih ruda), koje se koriste za projektovanje pre-određeni odnos različitih kategorija (u %), prikazan u tabeli XI.

Za ležišta (delove) mineralnih sirovina četvrtе grupe sa gnezdatim orudnjem (žive, pijezooptičkih sirovina i nekih vrsta juvelirskih mineralnih sirovina) utvrdene bilansne rezerve C₁ kategorije moraju iznositi najmanje 20% ukupnih bilansnih rezervi C₁ i C₂ kategorije.

neravnomernom raspodelom korisnih komponentata: $B > 20\%$. Nije celis-
hodno dobijanje rezervi A kategorije zbog visokih troškova istraživanja.

Grupa 2. — Ležišta složene građe a postojeane debljine ili ležišta sa
raspodele korisnih komponentata: $A+B=30\%$; $A > 10\%$.

Grupa 1. — Ležišta proste građe, postojeane debljine i ravnomerne
la sledeće učešće kategorija rezervi:
debljine i karakteru raspodele korisnih komponentata) i za njih propisa-
(GKZ) izdvojila je tri grupe ležišta (po složenosti građe, postojanosti
no. Tako, na primer, u bivšem SSSR-u Državna komisija za rezerve
bude različito kod različitih tipova ležišta i obično je taksativno propisa-
centualno učešće pojedinih kategorija u ukupnim rezervama treba da
kao i za planiranje i izvođenje eksploatacije kod aktivnih rudnika. Pro-
konstrukciju postojećih rudnika i pratećih industrijskih postrojenja, i re-
za izradu projekata, za investiciona ulaganja za izgradnju novih i re-

U socijalističkim zemljama rezerve A, B i C₁ kategorije služe
administrativno-planskom (socijalističkom) privredom.
skim sistemima: sa slobodnom tržišnom privredom (kapitalističkom) i sa
Isti je, međutim, različit u zemljama sa različitim društveno-ekonom-

PRIVREDNO-EKONOMSKI ZNAČAJ POJEDINIH KATEGORIJA REZERVNI

Vrlo sličnu napred navedenoj klasifikaciji Državne komisije za
rezerve SSSR (1982) propisala je Državna komisija za rezerve Minis-
tarstva za prirodne resurse Ruske Federacije (1997).

Kategorije rezervi	Metalne i nemetalne mineralne sirovine			Ugljevi i bituminozni škrljci		
	1. grupa	2. grupa	3. grupa	1. grupa	2. grupa	3. grupa
A+B	30	20	—	50	50	—
od toga min. A	10	—	—	—	20	—
C ₁	70	80	80	50	50	100
C ₂	—	—	—	50	—	—

Tabela XI
Odnos pojedinih kategorija rezervi (u %) kod različitih mineralnih sirovina (po
grupama ležišta) — po klasifikaciji Državne komisije za rezerve SSSR, 1982

Grupa 3. — Ležišta jako složene građe sa jako promjenljivoj deb-
ljinom i sa izuzetno neravnomernom raspodelom korisnih komponenta-
ta: samo C_1 . Nije celishodno dobijanje rezervi B kategorije zbog visokih
troškova istraživanja.

Rezerve C_2 kategorije služe za planiranje daljih istraživanja ležišta.
U zemljama sa slobodnom tržišnom privredom za izradu
projekata, za investiciona ulaganja za izgradnju novih i rekonstrukciju
postojećih rudnika i pratećih industrijskih postrojenja, kao i za plani-
ranje i izvođenje eksploatacije kod aktivnih rudnika, služe samo one re-
zerve koje odgovaraju rezervama A i B kategorije u socijalističkim
zemljama. Na taj način se smanjuje rizik i umanjuju sredstva za geo-
loška istraživanja u periodu pre proizvodnog aktiviranja ležišta (ali
će se zato opsežnija geološka istraživanja morati finansirati nakon
proizvodnog aktiviranja ležišta).

One pak rezerve koje odgovaraju rezervama C_1 i C_2 kategorije u
socijalističkim zemljama služe samo za planiranje narednih i perspek-
tivnih istraživanja ležišta.

Neotkriveni resursi u SAD (odnosno prognozni u bivšem SSSR i
kod nas) služe za planiranje osnovnih geoloških istraživanja, rekogno-
siranja i prospekcije.

STEPEN ISTRAŽENOSTI LEŽIŠTA

Kao što je u poglavlju o istraživanju ležišta opširnije izloženo, is-
traživanje ležišta se obično obavlja sa različitom detaljnošću u raznim
njihovim delovima. Čak i po okončanju detaljnog istraživanja ležišta,
narocito velikih i složenih, izvestan deo rezervi na obodima ležišta ili u
dubini, ostaje istražen samo do nižih kategorija — C_1 i C_2 .

Ležišta jednostavnijeg oblika i ravnomerne raspodele korisnih i
stetnih komponenta, nakon stadijuma detaljnog istraživanja, obično
sadrže relativno manje količine rezervi C_1 kategorije, dok rezerve C_2
kategorije ili uopšte nisu zastupljene ili su zastupljene u sasvim malim
količinama. Složena ležišta, nasuprot prethodnim, većinom se istražuju
do rezervi C_1 i C_2 kategorije, a sadrže samo manji udeo rezervi A i B
kategorije. Neka, veoma složena ležišta, pre eksploatacije uopšte ne
mogu biti istražena do rezervi viših kategorija (A i B). Kod raznih
ležišta eksploatacija se, dakle, otpočinje pri različitom stepenu njihovog
istraženosti i različitoj verodostojnosti utvrđenih rezervi. U vezi s tim,
u kategorizacijama rezervi obično se daju i racionalni odnosi između po-

Budući da u Republici Srbiji do sada nije donet novi zakon o geološkim istraživanjima (ili geologiji), pa ni prateći pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi i vodenu evidenciju o njima, još uvek se primenjuje stari Pravilnik iz nekadašnje SFRJ Jugoslavije (Službeni list SFRJ, br. 53/1979). Zbog toga u sledećem tekstu dajemo izvod iz pomenutog Pravilnika (prilog I) ali sa napomenom da je neophodno donosenje novog, savremenijeg pravilnika (na osnovu novog zakona).

KLASIFIKACIJA I KATEGORIZACIJA REZERVNI ČVRSTIH MINERALNIH SIROVINA U SRBIJI

Detaljna prospekcijska Prethodno istraživanje Detaljno istraživanje Eksploataciono istraživanje	C_2 C_1 i C_2 (ponekad i malo B) A, B, C_1 i, eventualno, C_2 A i B
STADIJUM PROSPEKCIJSKO- ISTRAŽNOG PROCESA	KATEGORIJE REZERVNI

Tabela XII
Kategorije rezervi u pojedinim stadijuma prospekcijsko-istražnog procesa

Kod većine ležišta čvrstih mineralnih sirovina se u pojedinim stadijuma prospekcijsko-istražnog procesa dobijaju sledeće kategorije rezervi (tabela XII).

Rede, i to uglavnom kada su u pitanju slabije istražena ležišta, stepen istraženosti ležišta se izražava odnosom:

$$SI = \frac{A+B+C_1}{A+B+C_1+C_2}$$

Stepen istraženosti ležišta (SI) u praksi se najčešće izražava sledećim odnosom kategorija rezervi:

$$SI = \frac{A+B}{A+B+C_1}$$

jedinih kategorija rezervi, koji predstavljaju uslov za otvaranje ležišta. Ovi odnosi za ležišta nekih nemetala-građevinskih materijala prikazani su u prethodnom odeljku.

PRILOG I

Zajednički kriterijumi za utvrđivanje i razvrstavanje rezervi
čvrstih mineralnih sirovina u kategorije i klase i način evidentiranja
rezervi (prema Pravilniku o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi
čvrstih mineralnih sirovina i vodenju evidencije o njima: Službeni
list SFRJ, br. 53/1979).

1. Podela ležišta čvrstih mineralnih sirovina na grupe i podgrupe

Član 4.

Ležišta, odnosno ruda tela čvrstih mineralnih sirovina dele se
na grupe i podgrupe na osnovu sledećih elemenata:

- 1) veličine i složenosti oblika (morfoloških karakteristika);
- 2) pripadnosti određenim genetskim tipovima, odnosno rudo-
nim formacijama;

3) mineralnog sastava i njegovih karakteristika;

4) karaktera raspodele korisnih komponenta;

5) strukturno-tektonskih obeležja;

6) zahvaćenosti postrudnim tektonskim pokretima;

Pripadnost ležišta, odnosno rudnog tela određenoj grupi i podgrupi
opredeljuje optimalnu vrstu i gustinu (međusobno rastojanje) istražnih
radova, kojim se utvrđuje određeni stepen istraženosti i poznavanja
ležišta, odnosno rudnog tela.

Stepen istraženosti i poznavanja ležišta, odnosno rudnog tela
određuje njihovu podelu na grupe i podgrupe i omogućava primenji-
vanje odgovarajućih kriterijuma pri kategorizaciji rezervi čvrstih mine-
ralnih sirovina.

Ako za ležište, odnosno rudno telo nije utvrđen stepen poznavan-
ja jednog od elemenata iz stava 1. ovog člana, ono se razvrstava u nared-
nu nižu grupu, odnosno podgrupu, iako na osnovu ostalih elemenata
ispunjava uslove za razvrstavanje u višu grupu, odnosno podgrupu.

2. Stepen istraženosti i stepen poznavanja ležišta čvrstih mineralnih sirovina

Član 5.

Stepen istraženosti ležišta, odnosno rudnih tela i mineralne siro-
vine utvrđuje se na osnovu stepena poznavanja njihovih obeležja (ka-
rakteristika), i to:

Za svaku čvrstu mineralnu sirovinu utvrđene su po grupama, odnosno podgrupama ležišta, odnosno rudnih tela (čl. 31. do 203), vrste istražnih radova i maksimalna rastojanja između njih, kojim se obezbeđuje utvrđivanje dimenzija ležišta, odnosno rudnog tela i dokazivanje rezervi kategorija A, B i C₁.

Član 7.

Utvrdjivanje istraženosti ležišta, odnosno rudnog tela vrši se: svim metodama geoloških, geofizičkih, geohemijskih, hidrogeoloških i inženjersko-geoloških istraživanja; svim vrstama površinskih i podzemnih istražnih rudarskih radova, kao i površinskim i jamskim istražnim bušenjem.

Član 6.

3. Istraživanje ležišta čvrstih mineralnih sirovina i određivanje gustine istražnih radova

- 1) elementa prostiranja, veličine, oblika i grade ležišta, odnosno rudnog tela i njihove veze sa određenim stratigrafskim horizontima, tektonskim strukturama i postrudnom tektonikom;
- 2) pripadnost ležišta, odnosno rudnog tela određenim genetskim tipovima, odnosno rudonosnim formacijama;
- 3) mineralnog i hemijskog sastava mineralne sirovine;
- 4) srednjeg sadržaja korisnih i štetnih komponenti mineralne sirovine;
- 5) strukturno-tekturnih karakteristika mineralne sirovine (granulometrijskog sastava, načina srastanja korisnih minerala, odnosno korisnih minerala i minerala jalovine i dr.);
- 6) karakterna promjenljivosti korisnih i štetnih komponenti mineralne sirovine;
- 7) prostornog rasporeda različitih tipova mineralne sirovine;
- 8) fizičko-hemijskih i fizičko-mehaničkih karakteristika mineralne sirovine i okolnih stenskih masa;
- 9) prirodnih faktora (strukturno-geoloških, hidrogeoloških, inženjersko-geoloških) i drugih parametara (gasonosnost, geomorfološke karakteristike i dr.), koji određuju uslove izvođenja eksploatacionih radova;
- 10) tehnoloških osobina, odnosno mogućnosti i uslova pripreme i prerade mineralne sirovine.

Izuzetno od odredbe stava 1. ovog člana, odstupanja od utvrđenih vrsta istražnih radova ili maksimalnih rastojanja između istražnih radova dozvoljena su:

- 1) kad se utvrdi da bi primjenjivanje propisanih vrsta istražnih radova ili maksimalnih rastojanja između istražnih radova dovelo do neracionalnog trošenja sredstava ili znatnog produženja procesa istraživanja;
- 2) kad različita primena iste mineralne sirovine iziskuje različite stepen istraženosti ležišta, odnosno poznavanja osobina mineralne sirovine;
- 3) kad se ležišta, odnosno rudna tela zbog svojih specifičnosti ne mogu uvrstiti ni u jednu grupu ili podgrupu ležišta, odnosno rudnih tela.

Odstupanja iz stava 2. ovog člana moraju biti u granicama najveće dozvoljene greške, odnosno verovatnoće utvrđivanja rezervi kategorija A, B i C₁, navedene u članu 28. ovog pravilnika.

Član 8.

Prilikom utvrđivanja istraženosti mineralne sirovine istražnim bušenjem, linijski procenat izvađenog jezgra mora da iznosi:

- 1) najmanje 75% jezgra od svakog dužinskog intervala do 6 m bušenja kroz mineralnu sirovinu, odnosno rudnu masu;
- 2) najmanje 75% jezgra zajedno sa talogom, ako je izvršen karotaz bušotine;
- 3) najmanje 65% jezgra zajedno sa talogom iz stenskog (talovog) materijala;

Eventualno izostavljanje jezgra iz stenskog materijala utvrđeno je posebnim kriterijumima za pojedine čvrste mineralne sirovine (čl. 31. do 203).

Merjenje iskrvljenja (devijacije) istražne bušotine vrši se:

- 1) kod vertikalnih bušotina dubine preko 100 m na svakih narednih 100 m dubine;
- 2) kod kosih i horizontalnih bušotina na svakih 50 m dubine.

4. Određivanje kvaliteta, fizičko-hemijskih i tehnoloških karakteristika mineralne sirovine

Član 9.

Kvalitet mineralne sirovine u ležištu, odnosno rudnom telu određuje se oprobavanjem.

Ako je u ležištu, odnosno rudnom telu zastupljeno više prirodnih tipova i vrsta mineralnih sirovina, tehnološka ispitivanja vrše se, po pravilu, za svaki tip posebno.

Za rezerve kategorije C₁ tehnološke osobine mineralne sirovine utvrđuju se u laboratorijskom obimu ispitivanja. Ako u ležištu postoje rezerve viših kategorija koje su tehnološki ispitane, za rezerve kategorije C₁ ne treba vršiti posebna tehnološka ispitivanja mineralne sirovine.

Za rezerve kategorije A i B tehnološke osobine mineralne sirovine utvrđuju se u laboratorijskom ili poluindustrijskom obimu ispitivanja. Slučajevi u kojima se tehnološka ispitivanja mineralne sirovine vrše u industrijskom obimu, utvrđeni su posebnim kriterijumima za pojedine vrste mineralne sirovine (čl. 31. do 203). Ako je za jedno rudno telo izvršeno tehnološko ispitivanje mineralne sirovine u industrijskom ili poluindustrijskom obimu i u praksi potvrđeno da između njega i ostalih rudnih tela nema bitnih razlika u mineraloškim i hemijskim karakteristikama mineralne sirovine, za ostala rudna tela u istom ležištu dovoljno je izvršiti tehnološka ispitivanja u laboratorijskom obimu.

Tehnološka ispitivanja mineralne sirovine vrše se na reprezentativnim uzorcima.

Član 11.

Rezultati ispitivanja mineralne sirovine iskazuju se za korisnu supstancu u prirodnom stanju. Zapreminska težina određuje se u prirodnom stanju za svaku vrstu — tip mineralne sirovine za koju se posebno proračunavaju rezerve.

Određivanje hemijskog sastava, fizičko-hemijskih, fizičko-mehaničkih i drugih osobina mineralne sirovine (korisne supstance), vrši se u skladu sa odredbama Zakona o standardizaciji ("Službeni list SFRJ", br. 38/77).

Član 10.

Za svako ležište, rudno telo ili njihov deo određuje se eksperimentalno optimalna metoda oprobavanja koja odgovara određenim prirodnim uslovima. Zavisno od prirodnih uslova, primenjuje se i kontrolno oprobavanje.

5. Kategorizacija rezervi čvrstih mineralnih sirovina

Član 12.

Prema stepenu istraženosti i stepenu poznavanja kvaliteta sirovina, utvrđene mase rezervi čvrstih mineralnih sirovina razvrstavaju se, po pravilu, u kategorije A, B, C₁, C₂, D₁ i D₂.

Kategorija A

Član 13.

U A kategoriju rezervi uvršćuju se mase čvrstih mineralnih sirovina kod kojih su:

1) na osnovu neposrednih opazanja, izvedenih istražnih rudarskih radova ili istražnih bušenja, potpuno upoznati i utvrđeni: ležišni uslovi, zaleganje i prostiranje, veličina, oblik i grada ležišta, odnosno rudnog tela, sve korisne mineralne supstance i njihov međusobni odnos i prostorna razmještenost;

2) potpuno utvrđeni kvalitet i tehnološka svojstva za pripremu i preradu mineralne sirovine;

3) potpuno utvrđeni prirodni tipovi i industrijske vrste mineralnih sirovina, njihov međusobni odnos i prostorna razmještenost;

4) detaljno okontureni i izdvojeni jalovi i vanbilansni delovi u okviru rudnih tela;

5) utvrđeni (razjašnjeni) tektonski, hidrogeološki, inženjersko-geološki i drugi prirodni uslovi u obimu koji omogućava utvrđivanje metode eksploatacije mineralne sirovine.

Kod rezervi kategorije A, po pravilu, nije dozvoljena ekstrapolacija.

Kategorija B

Član 14.

U B kategoriju rezervi uvršćuju se mase čvrstih mineralnih sirovina kod kojih su:

1) na osnovu neposrednih opazanja, izvedenih istražnih rudarskih radova ili istražnih bušenja, upoznati i utvrđeni: ležišni uslovi, zaleganje i prostiranje, veličina, oblik i grada ležišta, odnosno rudnog tela, korisne mineralne supstance i njihov međusobni odnos i prostorna razmještenost;

2) utvrđene kvalitativne karakteristike i osnovna tehnološka svojstva za pripremu i preradu mineralne sirovine;

U C₂ kategoriju rezervi uvršćuju se potencijalne rezerve mineralnih sirovina čiji su uslovi zaleganja, veličina, oblik i položaj određeni na osnovu geoloških i geofizičkih podataka i delimično provereni istražnim

Kategorija C₂ Član 17.

Razvrstavanje rezervi čvrstih mineralnih sirovina u kategorije A, B i C₁ vrši se prema zajedničkim kriterijumima i uslovima (čl. 13. do 15) i prema posebnim kriterijumima i uslovima za pojedine čvrste mineralne sirovine navedenim u čl. 31. do 203. ovog pravilnika.

Član 16.

Kod rezervi kategorije C₁ dozvoljena je ekstrapolacija. Stepen dozvoljene ekstrapolacije utvrđen je posebnim kriterijumima za pojedine čvrste mineralne sirovine (čl. 31. do 203).

- Kod rezervi kategorije C₁ dozvoljena je ekstrapolacija. Stepen dozvoljene ekstrapolacije utvrđen je posebnim kriterijumima za pojedine čvrste mineralne sirovine.
- 1) upoznati ležišni uslovi, zaleganje i prostiranje, oblik i grada ležišta, korisna mineralna supstanca i njen prostorni razmestaj;
 - 2) utvrđene kvalitativne karakteristike i tehnološka svojstva za pripremu i preradu mineralne sirovine;
 - 3) utvrđeni tipovi i industrijske vrste mineralne sirovine;
 - 4) utvrđeni (razjašnjeni) tektonski, hidrogeološki, inženjersko-geološki i drugi prirodni uslovi za eksploataciju mineralne sirovine.

U C₁ kategoriju rezervi uvršćuju se mase čvrstih mineralnih sirovina kod kojih su delimično:

Kategorija C₁ Član 15.

Kod rezervi B kategorije dozvoljena je ekstrapolacija. Stepen dozvoljene ekstrapolacije utvrđen je u posebnim kriterijumima za pojedine čvrste mineralne sirovine (čl. 31. do 203).

- Kod rezervi B kategorije dozvoljena je ekstrapolacija. Stepen dozvoljene ekstrapolacije utvrđen je u posebnim kriterijumima za pojedine čvrste mineralne sirovine.
- 1) upoznati ležišni uslovi, zaleganje i prostiranje, oblik i grada ležišta, korisna mineralna supstanca i njen prostorni razmestaj;
 - 2) utvrđene kvalitativne karakteristike i tehnološka svojstva za pripremu i preradu mineralne sirovine;
 - 3) utvrđeni prirodni tipovi i industrijske vrste mineralnih sirovina i zakonitosti njihovog razmestaja, bez detaljno utvrđenog prostornog rasporeda za svaki tip mineralne sirovine;
 - 4) utvrđeni (razjašnjeni) odnosi i karakteri nerudnih i vanbilansnih delova u okviru rudnog tela, bez detaljno utvrđenih njihovih granica;
 - 5) utvrđeni (razjašnjeni) tektonski, hidrogeološki, inženjersko-geološki i drugi prirodni uslovi u obimu koji omogućava dobijanje osnovnih elemenata za utvrđivanje metode eksploatacije mineralne sirovine.

Rezerve kategorije D₁ i D₂ razlikuju se od rezervi kategorije C₂ po tome što su za rezerve kategorije D₁ i D₂ parametri za ocenu (pružanja i

Član 20.

Utvrđivanje rezervi mineralnih sirovina kategorije D₂ vrši se korišćenjem analize formacije i primenom statističke metode (na osnovu teorije verovatnoće) i analitičko-sintetičke metode. Pored toga, postojanje rezervi kategorije D₂ na neistraženim područjima može se prepostaviti i metodom proste analogije, na osnovu parametara utvrđenih na istraženim područjima istih ili sličnih genetskih karakteristika.

U D₂ kategoriju potencijalnih rezervi uvršćuju se mase mineralnih sirovina koje su prepostavljene na osnovu podataka o geološkom razvoju i specifičnosti geološke građe određene teritorije, koji su dobijeni kompleksnim geološkim, geofizičkim i geoheumijskim istraživanjima i ispitivanjima, kao i analizom litološko-stratigrafskih, mineraloško-petroloških, strukturno-tektonskih, paleogeografskih i drugih faktora koji određuju uslove lokalizacije orudnjavanja mineralne sirovine. Kategoriji D₂ pripadaju potencijalne rezerve područja (oblasti, rejon, formacije, bazena, magmatskog masiva ili kompleksa) na kojima su otkrivena ležišta ili pojave određene mineralne sirovine, kao i područja na kojima nisu otkrivena ni ležišta ni pojave mineralne sirovine, ali se njihovo postojanje može prepostaviti.

Član 19.

Kategorija D₂

Rezerve kategorije D₁ određuju se ekstrapolacijom.

U D₁ kategoriju potencijalnih rezervi uvršćuju se mase mineralnih sirovina koje su prepostavljene na osnovu analize opštih geoloških uslova i upoređivanja podataka detaljne prospekcije, istražnih i eksploracionih radova u određenom području. Rezerve kategorije D₁ nalaze se u neistraženim delovima poznatih rudnih polja (u pretpostavljenim novim rudnim telima, horizontalnim, delovima rudnih polja i dr.), odnosno u delovima koji predstavljaju produženja dobro izučeni (pripremljeni za eksploataciju ili u stadijumu istraživanja) objekata ili površina.

Član 18.

Kategorija D₁

Kvalitet mineralne sirovine je određen prema pojedinačnim probama uzoraka ili prema podacima najbližih istraženih rudnih tela, odnosno istraženih delova rudnih tela. Obim rezervi kategorije C₂ procenjuje se u okviru geološki povoljnih struktura i stenskih kompleksa u kojima je koncentrisana mineralna sirovina.

Pri utvrđivanju bilansnih rezervi osnovne mineralne sirovine utvrđuju se i sve prateće mineralne komponente u ležištu, odnosno rudnom telu, koje se na savremenom nivou nauke i tehnike mogu rentabilno koristiti, a eventualno i određene mineralne sirovine koje se pojavljuju u podini, povlati ili bokovima rudnih tela, a mogu se ekonomično koristiti (pesak, šljunak, kvarciti, gline i dr.).

Član 23.

Udeo bilansnih rezervi kategorija A, B i C₁, a izuzetno i rezervi kategorije C₂ koji je potrebno utvrditi da bi se moglo pristupiti otvaranju ležišta, zavisi od vrste mineralne sirovine, odnosno od grupe ili podgrupe kojoj ležište (rudno telo) pripada.

Prilikom ocenjivanja stepena rentabilnosti eksploatacije i prerade bilansnih rezervi, mogu se u određenim slučajevima koristiti i metode analogije.

Stepen rentabilnosti eksploatacije i prerade bilansnih rezervi mora biti u skladu sa opšteusvojenim ekonomskim i društvenim kriterijumima, a može biti različit za različite vrste mineralnih sirovina, kao i za različite genetske i industrijske tipove ležišta istih mineralnih sirovina, zavisno od tržišnih, društveno-ekonomskih, prirodnih, tehničko-eksploatacionih, regionalnih i drugih faktora.

U bilansne rezerve čvrstih mineralnih sirovina uvršćuju se utvrđene mase mineralnih sirovina u ležištu koje se postojećom tehnologijom eksploatacije i prerade mogu rentabilno koristiti.

Član 22.

a) Bilansne rezerve

Rezerve čvrstih mineralnih sirovina kategorija C₂, D₁ i D₂ smatraju se kao potencijalne i ne razvrstavaju se u klase (bilansne i vanbilansne) bilansne rezerve.

Rezerve čvrstih mineralnih sirovina kategorija A, B i C₁, zavisno od mogućnosti njihove eksploatacije, razvrstavaju se u bilansne i vanbilansne rezerve.

Član 21.

6. Klasifikacija rezervi čvrstih mineralnih sirovina

Rezerve kategorija D₁ i D₂ služe za planiranje osnovnih geoloških istraživanja. moćnosti, veličine, tipa, srednjeg sadržaja korisne komponente i dr.) pretpostavljeni i određeni posredno.

Na osnovu proračunatih bilansnih rezervi mineralnih sirovina, ustanjenih za gubitke pri eksploataciji, utvrđuju se eksploatacione rezerve.

b) Vanbilansne rezerve

Član 24.

U vanbilansne rezerve čvrstih mineralnih sirovina uvršćuju se mase mineralnih sirovina u ležištu koje se postojećom tehnikom i tehnologijom eksploatacije i prerade ne mogu rentabilno koristiti.

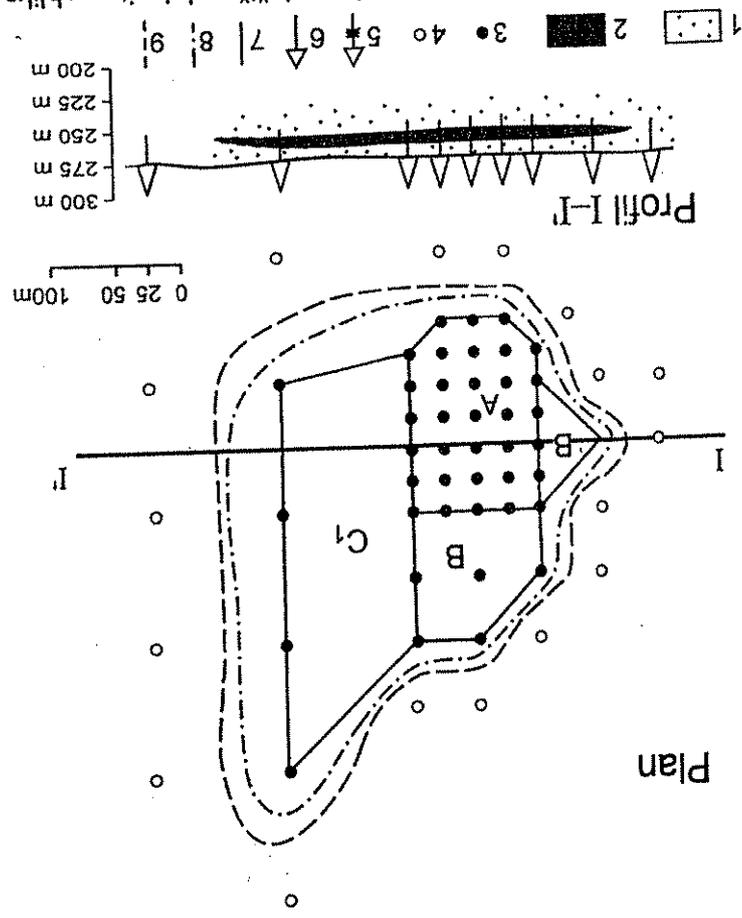
Korišćenje vanbilansnih rezervi nije ekonomski celishodno najčešće zbog male količine, male moćnosti, velike dubine zalaganja, niskog sadržaja korisnih komponentata, povišenog sadržaja štetnih i nepoželjnih komponentata, složene tehnologije pripreme i metalurške prerade, otežanih rudarsko-tehničkih i hidrogeoloških uslova eksploatacije i nepovoljnih društveno-ekonomskih i tržišnih faktora.

Naučno-tehnički progres, promene na tržištu određene mineralne sirovine, kao i drugi tehničko-ekonomski faktori mogu uticati na prevodenje vanbilansnih u bilansne, odnosno bilansnih u vanbilansne rezerve.

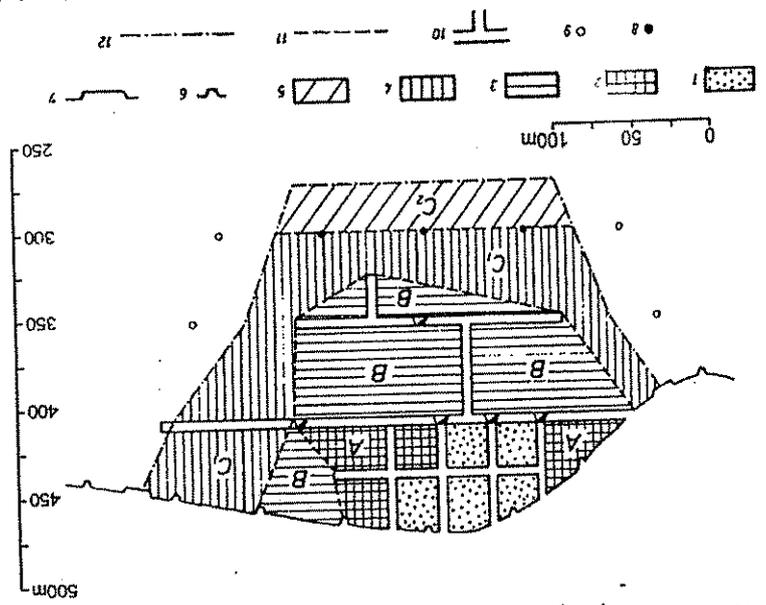
Bilansnost rezervi u nekom ležištu (rudnom telu ili proračunskom bloku) utvrđuje se tehničko-ekonomskom (geološko-ekonomskom) ocenom. Za utvrđivanje bilansnosti rezervi potrebno je da se prethodno ustanove marginalne vrednosti nekih relevantnih naturalnih pokazatelja (kondicije) koji se odnose na kvalitet mineralne sirovine i rudarsko-tehničke uslove eksploatacije, kao što su:

- minimalni srednji sadržaj korisne komponente u ležištu;
- granični sadržaj korisne komponente (minimalni sadržaj otkopavanja) u ležištu;
- maksimalan dozvoljeni srednji sadržaj štetnih komponentata u ležištu;
- minimalna debljina ležišta;
- maksimalna debljina proslojakata jalovih stena ili vanbilansne mineralne sirovine;
- maksimalna dubina eksploatacije ležišta;
- maksimalna dozvoljena veličina koeficijenta otkrivke.

Na slikama 57 i 58 dati su primeri izvršene kategorizacije rezervi u jednom ležištu slojevitog i jednom ležištu žičnog oblika.



Slika 57. — Prikaz kategorizacije rezervi u jednom ležištu slojevitog oblika — 1. Peskovi; 2. keramička glina; 3. pozitivna i 4. negativna bušotina (na planu); 5. pozitivna i 6. negativna bušotina (na profilu); 7. unutrašnja kontura ležišta; 8. ekonomska kontura ležišta (granica minimalne produktivne debljine); 9. nulta kontura (granica ležišta).



Slika 58. — Prikaz kategorizacije rezervi u jednom ležištu žičnog oblika (uzdužni profil kroz ležište — 1. Otkopana ruda; 2. rezerve A kategorije; 3. rezerve B kategorije; 4. rezerve C1 kategorije; 5. rezerve C2 kategorije; 6. rovovi; 7. kanali; 8. pozitivne bušotine; 9. negativne bušotine; 10. podzemni radovi; 11. granice pojedinih kategorija rezervi; 12. granica ležišta.

Glavne sukcesivne etape geološke istraženosti i ocene prikazane su na horizontalnoj osi. One određuju kategorije rezervi/resursa prema stepenu geološke pouzdanosti. Na vertikalnoj osi date su glavne etape ocene tehnološke osnovanosti eksploatacije kao merilo za razvrstavanje rezervi/resursa prema detaljnosti sa kojom su one izvođene. Ove etape odražavaju stepen pouzdanosti proračunatih rezervi/resursa u odnosu na ekonomsku efektivnost. Rezultat ocene tehnološke osnovanosti eksploatacije, tj. ekonomska efektivnost ležišta, prikazuje se korišćenjem treće dimenzije (sl. 58, a i b). Glavni elementi okvirne klasifikacije UN i njihova kodifikacija prikazani su u tabeli XII.

Principi na kojima se zasniva metodologija klasifikovanja rezervi i resursa čvrstih mineralnih sirovina u Internacionalnoj klasifikaciji UN prikazani su u matricnoj formi, trodimenzionalno (sl. 59, a i b).

1. o dostignutom stepenu geološke ocene (eng. *geological assessment*); 2. o dostignutom stepenu ocene izvodljivosti (eng. *feasibility assessment*); 3. o dostignutom stepenu ekonomske efektivnosti (*delovornosti*) (eng. *economic viability*).

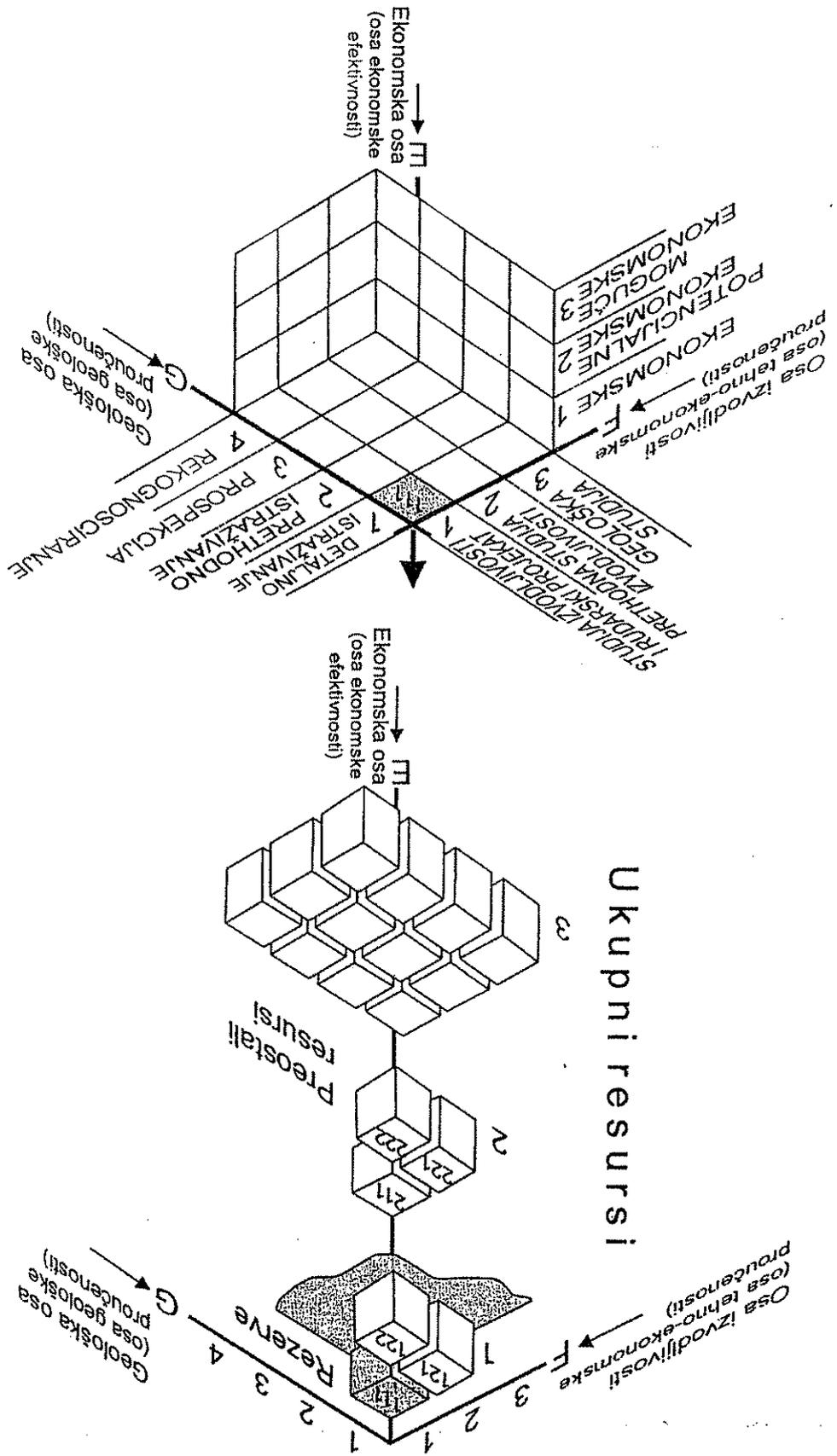
Okvirna Internacionalna klasifikacija rezervi/resursa čvrstih mineralnih sirovina Ujedinjenih Nacija (1996) sadrži informacije:

INTERNACIONALNA KLASIFIKACIJA REZERV/RESURSA ČVRSTIH MINERALNIH SIROVINA UJEDINJENIH NACIJA (1996)

Dobru osnovu za to mogla bi predstavljati okvirna Internacionalna klasifikacija rezervi/resursa čvrstih mineralnih sirovina Ujedinjenih Nacija (1996), na koju ćemo se ukratko osvrnuti u narednom tekstu.

Valja, na kraju, istaći da je važeći Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vodenju evidencije o njima, koji je donet još 1979. godine u bivšoj SFRJ (u sasvim drugačijim društvenim, političkim i ekonomskim uslovima od današnjih), umnogome zastareo i prevaziđen. Stoga bi bilo potrebno da se sačini novi, savremeni Pravilnik.

Slika 59. — Šematski prikaz okvirne internacionalne klasifikacije rezervi/resursa čvrstih mineralnih sirovina Ujedinjenih Nacija (1996).



Ukupni resursi

Termini i definicije u Internacionalnoj Klasifikaciji UN

U okvirnoj *Internacionalnoj klasifikaciji rezervi/resursa čvrstih mineralnih sirovina Ujedinjenih Nacija (1996)* primenjeni su anglosaksonski termini i definicije (slika 58, tabela XII) koji se unekoliko razlikuju od naših termina i definicija, pa smo ih, radi njihovog bolje sagledavanja i upoređivanja, preveli na srpski jezik i naveli u narednom tekstu.

Ukupni resursi mineralnih sirovina (eng. *total mineral resources*) pretstavljaju celokupan sadržaj mineralnih sirovina u nekoj oblasti.

Rezerve mineralnih sirovina (eng. *mineral reserves*) su ekonomski eksploatibilan deo resursa dokazan studijom izvodljivosti (*Feasibility Study*).

Preostali resursi mineralnih sirovina (eng. *remaining mineral resources*) se dobijaju kada se od ukupnih resursa odbiju rezerve mineralnih sirovina.

Dokazane rezerve mineralnih sirovina (eng. *proved mineral reserves*: III) dobijaju se detaljnim istraživanjem, a njihova ekonomska eksploatibilnost dokazuje se studijom izvodljivosti (*Feasibility Study*) ili sadašnjom uspešnom rudarskom aktivnošću.

Verovatne rezerve mineralnih sirovina (eng. *probable mineral reserves*: I21+I22) dobijaju se detaljnim ili prethodnim istraživanjem, a njihova ekonomska eksploatibilnost dokazuje se prethodnom studijom izvodljivosti (*Prefeasibility Study*).

Izmereni mineralni resursi (eng. *measured mineral resources*: 331) dobijaju se detaljnim istraživanjem kojim se ustanovljavaju sve relevantne karakteristike ležišta, na osnovu kojih se sa visokim stepenom tačnosti procenjuje da su ovi resursi ekonomski interesantni.

Indicirani mineralni resursi (eng. *indicated mineral resources*: 332) dobijaju se prethodnim istraživanjem kojim se inicijalno ustanovljavaju glavne karakteristike ležišta (veličina, oblik, grada, kvalitet mineralne sirovine) na osnovu kojih se sa srednjim stepenom tačnosti procenjuje da su ovi resursi ekonomski interesantni.

Prepostavljeni mineralni resursi (eng. *inferred mineral resources*: 333) dobijaju se kao rezultat prospekcije koja ima za cilj identifikaciju ležišta i procenu količine mineralne sirovine na bazi prouca-

vanja izdanaka, geološkog kartiranja, indirektnih metoda i oprobavanja ograničenog obima, na osnovu kojih se sa niskim stepenom tačnosti procenjuje da su ovi resursi ekonomski interesantni.

Rekognoscirani resursi mineralnih sirovina (eng. reconnaissance mineral resources: 334) dobijaju se rekognosciranjem koje ima za cilj identifikovanje potencijalnih područja u pogledu sadržaja mineralnih sirovina. Procena o količini mineralne sirovine se daje ako se može dobiti dovoljno odgovarajućih podataka, ili ako je moguća analogija sa poznatim ležištima sličnih geoloških karakteristika, i to samo aproksimativno (u okviru reda veličine).

Prefizibiliti resursi mineralnih sirovina (eng. prefeasibility mineral resources: 221+222) dobijaju se detaljnim ili prethodnim istraživanjem, a prethodnom studijom izvodljivosti je ustanovljeno da su potencijalno ekonomski (ali u današnje vreme nisu ekonomski eksploatabilni).

Fizibiliti resursi mineralnih sirovina (eng. feasibility mineral resources) dobijaju se detaljnim istraživanjem, a studijom izvodljivosti (Feasibility Study) ili ranijom rudarskom aktivnošću je ustanovljeno da su potencijalno ekonomski (ali u današnje vreme nisu ekonomski eksploatabilni).

Rudarski izveštaj (eng. Mining Report) sadrži aktuelni dokumentaciju o stanju razrade i eksploatacije ležišta u toku njegovog proizvodnog veka, uključujući i aktuelne rudarske planove. Obično ga priprema rukovodilac (upravnik) rudnika. Ovi izveštaji prikazuju količinu i kvalitet mineralne sirovine otkopane u izveštajnom periodu, promene u kategorijama ekonomske efektivnosti (delotvornosti) proizvodkovane promenama cena i troškova, razvoj primenjene tehnologije, nove propise o zaštiti životne sredine i druge propise, kao i podatke eksploatacionog istraživanja.

Rudarski izveštaj prikazuje aktuelno stanje ležišta, sa tačnim i ažurnim podacima o rezervama.

Studija izvodljivosti (eng. Feasibility Study) daje detaljnu ocenu tehničke validnosti i ekonomske efektivnosti rudarskog projekta (eksploatacije ležišta – prim. M I i služi kao osnova za donošenje odluke o investiranju i kao neophodan dokument za banku koja finansira projekat. Ova studija sadrži sve geološke, tehničko-tehnološke, ekološke, zakonsko-pravne i ekonomske informacije prikupljene pri izradi projekta. Podaci o troškovima moraju imati racionalnu tačnost (obično u granicama $\pm 10\%$), tako da za donošenje odluke o investiranju nisu po-

trebna nikakva dalja istraživanja. Informaciona baza za ovaj nivo tačnosti uključuje rezerve dobijene detaljnim istraživanjem, rezultate tehnoloških probnih (pilot) ispitivanja i proračun kapitalnih i proizvodnih troškova, kao što je, na primer, navođenje cena datih od strane isporučioća opreme.

Sadržina studije izvodljivosti data je u Prilogu IV.

Prethodna studija izvodljivosti (eng. Prefeasibility Study) daje preliminarnu ocenu ekonomske efektivnosti eksploatacije ležišta i čini osnovu za utvrđivanje opravdanosti daljih istraživanja (detaljnog istraživanja i izradu studije izvodljivosti). Ova studija obično sledi posle uspešnog prethodnog istraživanja i sumira sve geološke, tehničko-tehnološke, ekološke, zakonsko-pravne i ekonomske informacije prikupljene pri izradi projekta.

Kod projekata čija je realizacija značajnije odmakla, prethodna studija izvodljivosti treba da ima dopuštenu grešku u granicama $\pm 25\%$. Kod projekata čija je realizacija manje odmakla, očekuje se veća greška. Za studiju izvodljivosti se internacionalno upotrebljavaju različiti termini za različite nivoje tačnosti. Za postizanje odgovarajućeg nivoa tačnosti, potrebni su podaci o rezervama dobijenim detaljnim i prethodnim istraživanjem, rezultati laboratorijskih tehnoloških ispitivanja i procena troškova — npr. iz kataloga ili na osnovu upoređivanja (analogije) sa aktivnim rudnicima u sličnim ležištima.

Prethodna studija izvodljivosti uzima u obzir iste elemente kao studija izvodljivosti, ali su oni obrađeni sa manjom detaljnošću i tačnošću.

Geološka studija (eng. Geological Study) daje inicijalnu ocenu ekonomske efektivnosti koja se dobija primenom racionalnih granicnih vrednosti (kondicija) za kvalitet mineralne sirovine, debjinu i dubinu ležišta, i za troškove procenjene na osnovu upoređivanja (analogije) sa aktivnim rudnicima u sličnim ležištima.

Kategorije ekonomske efektivnosti se, međutim, ne mogu odrediti na osnovu geološke studije, jer joj nedostaju mnogi detalji neophodni za ocenu te efektivnosti. Procenjene količine resursa mogu ukazivati na to da je ležište moguće ekonomski interesantno, tj. da je u dijapazonu od ekonomskog do potencijalno ekonomskog.

Geološka studija se, generalno uzev, izvodi u sledeće četiri etape: rekognosciranje, prospekcija, prethodno istraživanje i detaljno istraživanje. Cilj geološke studije je da identifikuje mineralizaciju, da utvrdi kontinuitet, količinu i kvalitet mineralne sirovine u ležištu i da na osnovu toga utvrdi opravdanost investiranja.

PRORAČUN REZERVNI

O dobijanju rezervi mineralnih sirovina bilo je govora u poglavlju o istraživanju ležišta, a klasifikacija i kategorizacija rezervi, kao i njihov privredno-ekonomski značaj, prikazani su u zasebnom odeljku, koji je u potpunosti posvećen toj problematici.

U ovom poglavlju glavna pažnja je posvećena metodama proračuna rezervi i tehnicima njihovog izvođenja.

U ranim fazama prospekcijsko-istražnog procesa (etapa prospekcijske, stadijum prethodnog istraživanja), proračun rezervi se uglavnom vrši u orijentacione svrhe i stoga je dosta aproksimativan.

Kao što je u poglavlju o istraživanju ležišta opisano, definitivan proračun rezervi se vrši posle okončanja stadijuma detaljnog istraživanja i prikazuje se u završnom elaboratu o istraživanju ležišta (u vidu zasebnog poglavlja). U mnogim slučajevima, proračun rezervi se prikazuje u vidu posebnog elaborata.

Za proračun rezervi koristi se grafička i tekstualna dokumentacija istraživanja.

Određivanje osnovnih parametara za proračun rezervi

Da bi se izvršio proračun rezervi mineralne sirovine u nekom delu ležišta ili u ležištu u celini, neophodno je da se prethodno odrede svi parametri na kojima se proračun rezervi po primenjenoj metodi (ili metodama) zasniva. Najvažniji parametri, koji figuriraju kod proračuna rezervi različitim metodama su: površina rudnog tela (ležišta), srednja debljina (moćnost) rudnog tela, srednja zapreminska gustina rude, srednji sadržaj korisne komponente u rudi i, eventualno, vlažnost rudne supstance.

Određivanje površine rudnog tela

Površina rudnog tela ili ležišta (S) na planu ili profilu okonturuje se, kao što je poznato, na osnovu i istražnih radova.

Merenje površine rudnog tela (ležišta) vrši se u praksi na više načina: pomoću planimetra, posredstvom milimetarskog pauza, njenim razbijanjem i modifikovanjem na manje, pravilne geometrijske figure i dr.

Određivanje srednje debljine rudnog tela

Određivanje debljine (moćnosti) rudnog tela (m) u istražnim radovima može se izvršiti direktno i indirektno.

Na izdancima i u površinskim i podzemnim istražnim radovima

debljina rudnog tela većinom može direktno (neposredno) da se méri, jedino u slučajevima kada granica između rude i jalovine nije oštra nego postupna, onda se ista povlači indirektno (posredno), na bazi podataka ispitivanja proba (hemijskih, mineraloško-petrografskih i dr.).

Pri bušenju se takođe može vršiti direktno merenje debljine rudnog

tela, ali se retko kada mogu dobiti tako precizni podaci kao prilikom me-

renja na izdancima i u površinskim i podzemnim radovima. Da bi se na

osnovu bušenja dobile vrednosti za debljinu rudnog tela koje bi bile zado-

voljavajuće tačnosti, potrebno je da linearni procenat dobijanja jezgra

bude vrlo visok (što bliži 100%), da se pri bušenju sačuva prirodni sklop

rude i da ne bude poremećen kontakt rude sa okolnim stenama. Ukoliko

ovi uslovi nisu ispunjeni, onda se debljina rudnog tela u bušotini određuje

indirektno. Postoji više metoda indirektnog određivanja debljine, ali naj-

veću primenu ima metoda karotiranja (narocito elektrokarotiranje).

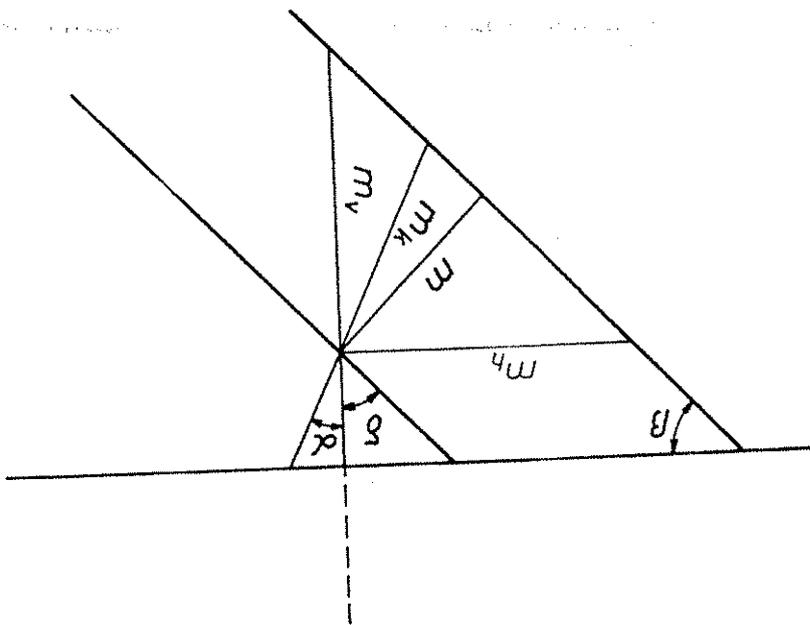
U praksi izvođenja prospekcijsko-istražnih radova meri se debljina rudnih tela u različitim pravcima (sl. 59), i to:

1. u pravcu normale — to je prava debljina (m);

2. u horizontalnom pravcu — to je horizontalna debljina (m_h);

3. u vertikalnom pravcu — to je vertikalna debljina (m_v);

4. u bilo kom kosom pravcu — to je kosa debljina (m_k).



Slika 59. — Merenje debljine (moćnosti) rudnog tela u različitim pravcima.

Koja će se od ovih debljina meriti zavisi od međusobnog prostora-
nog odnosa između prospekcijsko-istražnih radova i rudnog tela.
No, za proračun rezervi koristi se samo *prava debljina*, te se os-
tale moćnosti moraju prevesti u pravu. Ova prevodenja vrše se na
sledeće načine (vidi sl. 58):

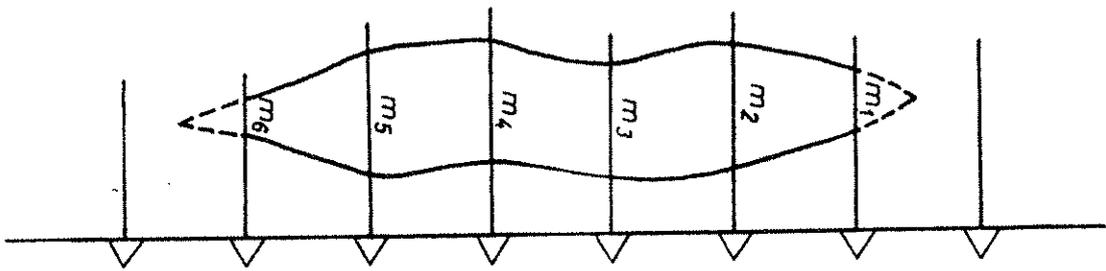
$$m = m_h \cdot \sin \beta$$

$$m = m_v \cdot \cos \beta$$

$$m = m_k \cdot \cos(\beta - \alpha) = m_k \cdot \sin \delta$$

Određivanje *srednje debljine rudnog tela* iz većeg broja merenja
može se izvršiti na dva načina: *metodom srednje aritmetičke vrednosti* i
metodom srednje ponderisane vrednosti.

Metoda srednje aritmetičke vrednosti primenjuje se onda kada su
istražni radovi (odnosno mesta merenja debljine) ravnomerno raspo-
ređeni, a promene moćnosti nisu zakonomerne. Izračunavanje srednje
aritmetičke moćnosti vrši se na sledeći način (vidi sl. 60):



Slika 60. — Raspored istražnih radova pri kojem se određivanje srednje debljine
rudnog tela vrši metodom srednje aritmetičke vrednosti.

$$m_s = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{n}$$

gde su:

m_s — srednja aritmetička debljina;

m_1, m_2, \dots, m_n — debljine rudnog tela u pojedinim radovima;

n — broj radova u kojima je presečeno rudno telo.

Metoda srednje ponderisane vrednosti primenjuje se u slučajevima kada su istražni radovi (odnosno mesta merenja debljine) neravnomerno raspoređeni, a promene debljine su zakonomerne. Ponderisanje može da se vrši po dužini, površini ili zapremini.

Kod proračuna rezervi mineralnih sirovina ne koristi se, međutim, gustina sirovina, nego njihova zapreminska gustina. *Zapreminska gustina ili zapreminska masa* (ρ) predstavlja masu jedinice zapremine materijala u prirodnom stanju (sa svim šupljina-ma). Zapreminska gustina mineralnih sirovina određuje se merenjem mase uzorka u suvom stanju (m) i njegove zapremine (V_2) potapanjem u

$$\rho_0 = \frac{m}{V_1}$$

Gustina ili specifična masa (ρ_0) predstavlja masu jedinice zapremine materijala bez pora i šupljina. Gustina mineralnih sirovina (ruda) određuje se merenjem mase ispitivanog uzorka u suvom stanju (m) i njegove zapremine bez pora i šupljina (V_1), po obrascu:

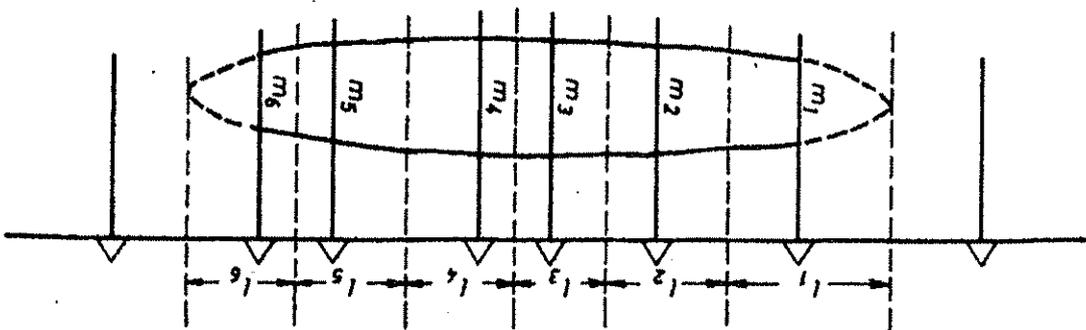
Određivanje gustine i zapreminske gustine mineralnih sirovina

gde su:

$$m_s = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2 + \dots + m_n l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}$$

m_1, m_2, \dots, m_n — debljine rudnog tela u pojedinim radovima;
 l_1, l_2, \dots, l_n — dužine rasprostranjenja uticaja pojedinih merenih močnosti.

Slika 61. — Raspored istražnih radova pri kojem se određivanje srednje debljine rudnog tela vrši metodom srednje ponderisane vrednosti.



Izračunavanje srednje ponderisane vrednosti po dužini vrši se na sledeći način (vidi sl. 61):

vodu (tom prilikom uzorak se oblaže tankim slojem parafina radi zatvaranja šupljina), po obrascu:

$$p = \frac{m}{V_2}$$

Najčešće vrednosti zapreminske gustine nekih stena, koje se koriste kao građevinski materijali, iznose (u t/m³): graniti = 2,60-2,70; dioriti = 2,80-3,00; gabrovi = 2,90-3,30; trahiti = 2,20; andeziti i daciti = 2,20-2,72; bazalti = 2,90-3,30; kvarcni peščari = 2,70; jedri krečnjaci = 1,70-2,60; šupljikavi i školjčani krečnjaci = 0,60-1,20; sljunač = 1,40-1,70; pesak = 1,45-1,65; gline = 1,80-2,50; mermeri = 2,60-2,80.

Zapreminska gustina mora se posebno odrediti za svaku vrstu (sortu) mineralne sirovine koja je izdvojena u ležištu, a po potrebi, i za svaki blok izdvojen istraznim radovima u okviru jednog ležišta.

Određivanje *srednje zapreminske gustine mineralnih sirovina* (p_s) vrši se metodom *srednje aritmetičke ili srednje ponderisane vrednosti*. Kod jednorodnih ruda zapreminska gustina se određuje na osnovu merenja 20-30 reprezentativnih proba, a kod kompleksnih ruda — na osnovu merenja 20-30 reprezentativnih proba od svake vrste rude.

Poroznost mineralnih sirovina (p) predstavlja stepen njihove prozornosti porama i šupljinama. Poroznost se može izračunati na dva načina — dopunjavanjem do jedinice ili do 100%:

$$p = 1 - \frac{p_0}{p} \quad \text{ili} \quad p = \frac{p_0 - p}{p_0} 100\%$$

Zapreminska gustina i poroznost imaju veliki značaj za primenu nemetala-građevinskih materijala, jer je za njih vezan čitav niz važnih osobina pomenuatih materijala, kao što su: mehaničke čvrstoće, upijanje vode, propuštanje vode, otpornost na delovanje mraza, provodljivost toplote, provodljivost zvuka i mnoge druge.

Određivanje srednjeg sadržaja korisne komponente u mineralnoj sirovini

Određivanje *srednjeg sadržaja korisne komponente u mineralnoj sirovini* (C_s) takođe se vrši metodom *srednje aritmetičke i srednje ponderisane vrednosti*.

Metoda srednje aritmetičke vrednosti primenjuje se onda kada su probe uzimane na jednaki, manjim rastojanjima, a kada ležište (rudno telo) pokazuje malu promenljivost debljine, zapreminske gu-

stine i sadržaja korisne komponente. Izračunavanje srednjeg aritmetičkog sadržaja korisne komponente u rudi vrši se po sledećem obrascu:

$$C_s = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_n}{n}$$

gde su:

C_s — srednji aritmetički sadržaj korisne komponente;
 C_1, C_2, \dots, C_n — sadržaji korisne komponente u pojedinim probama;

n — broj proba.

Metoda srednje ponderisane urednosti primenjuje se u slučajevima kada su probe uzimane na nejednakim rastojanjima, a kada ležište (rudno telo) pokazuje veliku promenljivost debljine, zapreminske gustine i sadržaja korisne komponente.

Ponderisanje može da se vrši na dužinu uticaja probe (l), na debljinu rudnog tela (m), na površinu uticaja probe (S), na zapreminu uticaja probe (V), na zapreminsku gustinu rude (p) u probi ili pak na proizvode ovih veličina, npr.:

$$C_s = \frac{C_1 m_1 + C_2 m_2 + \dots + C_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

$$C_s = \frac{C_1 S_1 + C_2 S_2 + \dots + C_n S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}$$

$$C_s = \frac{C_1 l_{p1} + C_2 l_{p2} + \dots + C_n l_{pn}}{l_{p1} + l_{p2} + \dots + l_{pn}}$$

gde su:

C_1, C_2, \dots, C_n — srednji ponderisani sadržaji korisne komponente
 m_1, m_2, \dots, m_n — debljine rudnog tela na mestima gde su uzete pojedine probe
 S_1, S_2, \dots, S_n — površine uticaja pojedinih proba
 $l_{p1}, l_{p2}, \dots, l_{pn}$ — zapreminske gustine rude na mestima gde su uzete pojedine probe.

Određivanje vlažnosti mineralnih sirovina

Poznato je da svaka mineralna sirovina u ležištu sadrži izvesnu, manju ili veću količinu vlage. Ukoliko je sadržaj vlage u rudi znatan (preko 30%), pri proračunu rezervi mora se izvršiti popravka za vlažnost. *Vlažnost mineralnih sirovina (W)* izračunava se po obrascu:

Pored prikazanih osnovnih parametara za proračun rezervi, kod ležišta nemetala-građevinskih materijala, određuju se i izvesni specifični za te mineralne sirovine parametri. Tako se, na primer, kod ležišta građevinskog kamena određuju još i srednje fizičko-mehaničke osobine stena, kod ležišta gлина (vatrostalnih i keramičkih) — srednja vatrostalnost, a kod ležišta peskova i šljunkova — srednji granulometrijski sastav, srednji petrografski sastav, srednji koeficijent rastresitosti i dr.

Metode proračuna rezervi

Proračun rezervi čvrstih mineralnih sirovina u ležištima ili delovima ležišta, okonturenim istražnim radovima, može da se vrši različitim analitičkim i grafičkim metodama.

U prikazu okonturivanja ležišta istakli smo da se konture ležišta (unutrašnja i spoljašnja) najviše povlače na osnovu interpolacije i ekstrapolacije, te su stoga aproksimativne. Step en aproksimativnosti povučeni kontura zavisi, s jedne strane od vrste i gustine istražnih radova, a s druge strane od geoloških osobina ležišta i njihove promenljivosti. U većini slučajeva on je dosta visok, te se prilikom određivanja površina, zapremina i rezervi ležišta (rudnih tela) neizbežno javljaju znatne greške.

Iz tih razloga, primena nekih složenih matematičkih metoda, koje daju visoku tačnost, za proračun rezervi u okviru okonturenih ležišta ili delova ležišta, ne bi imala nikakvog smisla, jer su greške interpolacije daleko veće nego razlike u tačnosti između različitih matematičkih metoda. Proračun rezervi mineralnih sirovina je, dakle, mnogo više geološki nego matematički problem, te se stoga uvek teži za tim da se izvrši posredstvom najprostijih matematičkih operacija.

U geološkoj literaturi opisano je preko 20 metoda proračuna rezervi čvrstih mineralnih sirovina, od kojih je, međutim, poznatije samo sledećih 9 metoda:

1. srednjearitmetička metoda;
2. metoda geoloških blokova;
3. metoda eksploatacionih blokova;
4. metoda profila;
5. metoda trouglova;
6. metoda poligona;
7. metoda izolinija;
8. metoda izohipsi i
9. statistička metoda.

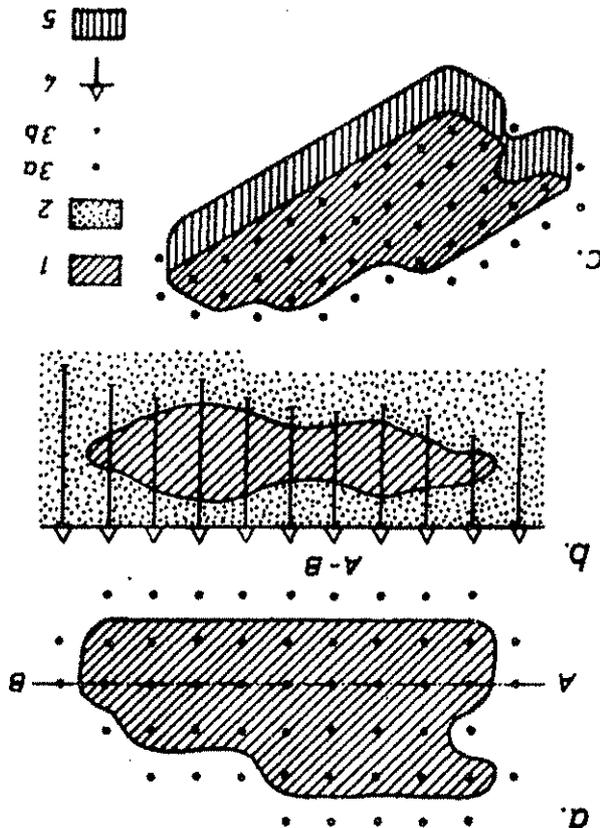
$$W = \frac{m_1}{m_1 - m_2} 100\%$$

gde su: m_1 — masa uzorka u vlažnom stanju
 m_2 — masa uzorka posle sušenja.

Osnovni princip svih navedenih metoda jeste transformacija ležišta (rudnih tela) složenog oblika u jednostavnije geometrijske forme, čije se površine i zapremine lako mogu izračunati (primenom najjednostavnijih matematičkih operacija). Koja (ili koje) će se metoda proračuna rezervi na nekom ležištu primeniti, zavisi od niza geoloških, tehničkih i ekonomskih faktora, od kojih su najvažniji sledeći: veličina ležišta, geološke osobine ležišta i njihova promenljivost, raspored i gustina istražnih radova, prostorni položaj istražnih radova prema ležištu, cilj proračuna rezervi i dr.

1. Srednjaritmetička metoda

Srednjaritmetička metoda predstavlja najprostiju metodu proračuna rezervi čvrstih mineralnih sirovina. Njena suština se sastoji u transformaciji oblika rudnih tela na profilu (odnosno njihove debljine), dok njihova površina ostaje nepromenjena: rudna tela promerljive debljine zamenuju se pločama, čija je debljina jednaka srednjoj aritmetičkoj moćnosti rudnih tela, izračunatoj na osnovu podataka prospekcijsko-istražnih radova (sl. 62).



Slika 62. — Preobrazavanje oblika rudnog tela na profilu pri proračunu rezervi srednjaritmetičkom metodom: a. plan rudnog tela; b. profil po liniji A—B; c. aksonometrijska projekcija transformisanog rudnog tela. 1. Rudno telo; 2. okolne stene; 3. bušotine na planu (a — pozitivne, b — negativne); 4. bušotine na profilu; 5. transformisana debljina rudnog tela.

Za proračun rezervi ovom metodom potrebno je odrediti sledeće parametre: površinu rudnog tela (S), srednju aritmetičku debljinu rudnog tela (ms), srednju zapreminsku gustinu (ps) i srednji sadržaj korisne komponente (Cs).

Zapremina na opisani način transformisanog rudnog tela (V) izračunava se po sledećem obrascu:

$$V = S \cdot ms \quad (16)$$

i izražava se u kubnim metrima.

Rezerve rude (Q) u okviru određene zapremine izračunavaju se po obrascu:

$$Q = V \cdot ps \quad (17)$$

i izražavaju u tonama.

Rezerve korisne komponente (P) u okviru određenih rezervi izračunavaju se po obrascu:

$$P = Q \cdot Cs \quad (18)$$

i izražavaju u procentima.

Glavne pozitivne osobine srednjearitmetičke metode proračuna rezervi su njena jednostavnost i brzina izvođenja.

Njene glavne negativne osobine su:

1. Ona se ne može primeniti u slučajevima kada se rudna tela odlikuju većom promenljivošću geoloških osobina (u prvom redu debljine i sadržaja korisne komponente) i kada su istražena neravnomerno postavljena radovima.
2. Ona ne pruža mogućnost izdvajanja pojedinih delova rudnih tela (ležišta) koji sadrže različite vrste rude i posebnog proračunavanja rezervi za ove delove.

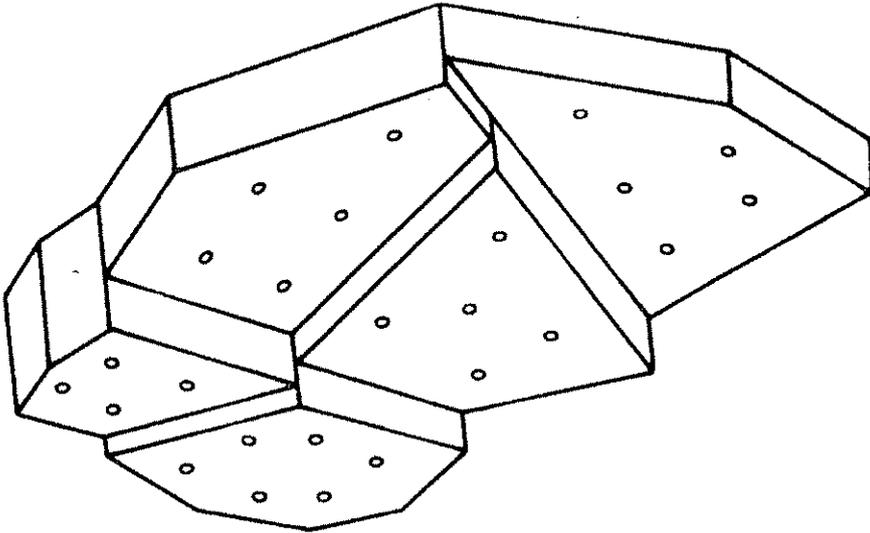
U skladu sa njenim pozitivnim i negativnim osobinama, srednjearitmetička metoda se najviše primenjuje za orijentacioni proračun rezervi i za grubu kontrolu proračuna rezervi koji je izvršen nekom drugom, tačnijom metodom. U početnim fazama izvođenja prospekcijsko-istražnog procesa na ležištima, kada se raspolaže malim brojem podataka o njihovim geološkim osobinama i tehničko-ekonomskim karakteristikama, za orijentacioni proračun rezervi jedino se može primeniti srednjearitmetička metoda. Kod ležišta koja se odlikuju malom promenljivošću geoloških osobina, a istražena su ravnomerno postav-

1. Jednostavnost i brzina proračuna;
2. Dovoljna tačnost u većini slučajeva;
3. Mogućnost izdvajanja delova rudnih tela (ležišta) koja sadrže različite vrste rude.

Glavne odlike metode geoloških blokova su:

Proračun rezervi se vrši srednjearitmetičkom metodom, posebno za svaki blok. Ukoliko se podaci iz istraženih radova u okviru jednog bloka znatno razlikuju, ili ako su radovi neravnomerno postavljeni, onda se proračun rezervi vrši metodom srednje ponderisane vrednosti. Ukupne rezerve u rudnom telu dobijaju se sabiranjem rezervi iz pojedinih geoloških blokova.

Slika 63. — Transformisanje rudnog tela u niz blokova pri proračunu rezervi metodom geoloških blokova.



Debljina svakog izdvojenog bloka jednaka je srednjoj debljini rudnog tela u okviru izdvojenog bloka (sl 63).

Metoda geoloških blokova predstavlja poboljšanu varijantu srednjearitmetičke metode i sastoji se u tome da se površina rudnog tela izdela na više delova — blokova, koji se odlikuju različitim mineralnim sastavom, različitim debljinom, različitim uslovima zaleganja, različitim stepenom istraženosti, ili različitim rudarsko-tehničkim uslovima eksploatacije.

2. Metoda geoloških blokova

Ijnim radovima, ova metoda daje dovoljno tačne rezultate, te se može primeniti kao osnovna metoda proračuna rezervi. No, takvi slučajevi su retki.

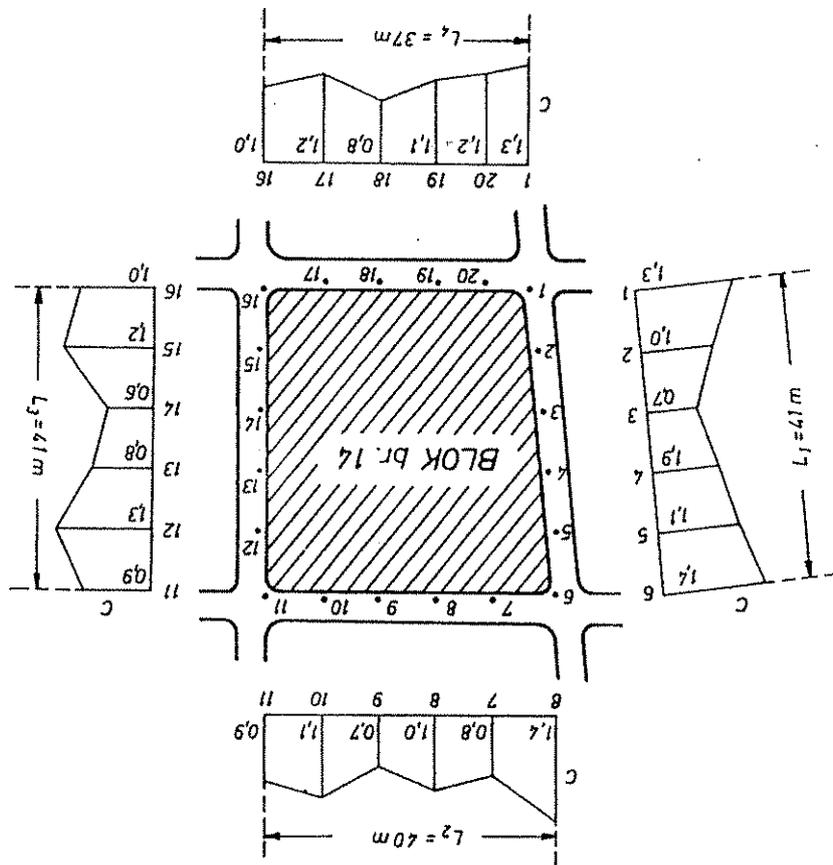
Glavni nedostaci ove metode su:

1. Kod blokova koji su izdvojeni na osnovu malog broja istraţnih radova, mogu se u proračunu rezervi javiti veće greške;
2. Prilikom pripreme leţišta za eksploataciju, izvodi se niz novih, eksploatacionih radova, te se podela na blokove mora saobraziti sa tim novim radovima, a u vezi s tim, moraju se ponovo obračunavati rezerve.

Metoda geoloških blokova se zbog pomenutih značajnih odlika široko primenjuje i kao osnovna i kao kontrolna metoda proračuna rezervi.

3. Metoda eksploatacionih blokova

Metoda eksploatacionih blokova primenjuje se u završnim fazama eta- pe istraţivanja: u stadijumima detaljnog, i, narocito, eksploatacionog istraţivanja. Ova metoda proračuna rezervi vezana je za izdvajanje eksploatacionih blokova, koji se sa tri ili četiri strane (sl. 64) okonturuju istraţnim radovima.



Slika 64. — Eksploatacioni blok koji je na jednom horizontu sa četiri strane okonturiran rudarskim radovima.

4. Metoda profila

Od svih metoda proračuna rezervi čvrstih mineralnih sirovina, metoda profila je u najvećoj mjeri saobrazena sa geološkim osobinama ležišta

Metoda eksploatacionih blokova se odlikuje najvećom tačnošću, broju radova i podataka.

Kao što se iz izloženog vidi, metoda eksploatacionih blokova ima dosta sličnosti sa metodom geoloških blokova, s tom razlikom što se proračun rezervi kod metode eksploatacionih blokova zasniva na većem broju radova i podataka.

Ukupne rezerve u rudnom telu (ležištu) dobijaju se sabiranjem rezervi iz pojedinih eksploatacionih blokova.

Ukoliko je eksploatacioni blok okonturen sa tri strane, onda će gornje jednacine (19-21) imati tri člana.

ma koji okonturiju blok.

C_1, C_2, C_3, C_4 — srednji sadržaji korisne komponente u radovi-
gde su:

$$P = Q \frac{C_1 p_1 m_1 L_1 + C_2 p_2 m_2 L_2 + C_3 p_3 m_3 L_3 + C_4 p_4 m_4 L_4}{p_1 m_1 L_1 + p_2 m_2 L_2 + p_3 m_3 L_3 + p_4 m_4 L_4} \quad (21)$$

ju se po obrascu:

Rezerve korisne komponente (P) u eksploatacionom bloku dobija-

je ista za čitav blok ili čak i za čitavo rudno telo.

p_1, p_2, p_3, p_4 — srednje zapreminske gustine rude u radovima koji okonturiju blok. U većini slučajeva zapreminska gustina je ista za čitav blok ili čak i za čitavo rudno telo.

gde su:

$$Q = V \frac{p_1 m_1 L_1 + p_2 m_2 L_2 + p_3 m_3 L_3 + p_4 m_4 L_4}{m_1 L_1 + m_2 L_2 + m_3 L_3 + m_4 L_4} \quad (20)$$

Rezerve rude (Q) u eksploatacionom bloku se računaju po obrascu:

L_1, L_2, L_3, L_4 — dužine pojedinih radova.

m_1, m_2, m_3, m_4 — srednje debljine rudnog tela u pojedinim radovima koji okonturiju blok;

S — površina eksploatacionog bloka;

gde su:

$$V = S \frac{m_1 L_1 + m_2 L_2 + m_3 L_3 + m_4 L_4}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4} \quad (19)$$

Zapremina okonturenog bloka (V) izračunava se po obrascu:

(rudnih tela). Zbog toga što kod nje geološke osobine ležišta najviše dolaze do izražaja, metoda profila predstavlja daleko najzastupljeniju osnovnu metodu proračuna rezervi.

Ova metoda najviše se koristi u slučajevima kada su ležišta (rudna tela) složenog oblika istražena radovima postavljenim po vertikalnim ili horizontalnim profilima. Prema tome kakav je prostorni položaj istražnih profila, proračun rezervi se može vršiti ili po vertikalnim ili po horizontalnim profilima.

U izvesnim slučajevima istražni radovi u ležištu postavljeni su, međutim, tako da se proračun rezervi može vršiti i po vertikalnim i po horizontalnim profilima. U takvim slučajevima treba izabrati onaj sistem proračuna koji više odgovara uslovima eksploatacije. Ako će se ležište, na primer, otkopavati po horizontalima, onda treba izabrati proračun rezervi po horizontalnim profilima.

Metoda profila se razlikuje od drugih metoda proračuna rezervi još i po tome što se zapremine blokova ne određuju prema površini rudnog tela i njegovoj debljini, već prema površinama preseka (profila) rudnog tela i rastojanjima između tih preseka.

Istražni profili dele rudno telo na niz blokova. Krajnja dva bloka su sa jedne strane ograničena profilskom ravni, a sa ostalih strana — nepravilnom površinom rudnog tela. Za blokove koji su sa dve strane ograničeni istražnim profilima rezervne se računaju posebno, a posebno za one delove rudnog tela koji se nalaze između unutrašnje i spoljašnje konture (ovde spadaju i pomenuta krajnja dva bloka).

U zavisnosti od toga da li su istražni profili međusobno paralelni ili pak nisu paralelni, kod metode profila razlikuju se dva načina proračuna rezervi: a. za paralelne profile i b. za neparalelne profile.

a. Paralelni profili. — U slučaju kada su istražni profili međusobno paralelni, bilo da su vertikalni (sl. 65) ili horizontalni, proračun rezervi se izvodi na sledeći način:

Za svaki profil se određuje: površina rudnog tela na profilu (S), srednja zapreminska gustina rude (ρ_s) i srednji sadržaj korisne komponente (C_s). Površina preseka rudnog tela određuje se nekom od ranije prikazanih metoda, najčešće planimetrom. Srednja zapreminska gustina rude i srednji sadržaj korisne komponente računaju se, prema prilici, kao srednje aritmetičke ili srednje ponderisane vrednosti.

Pošto su određeni ovi osnovni parametri za proračun rezervi, uzme se da rudno telo na svakom profilu predstavlja ploču debljine l_m

Proračun rezervi za onaj deo rudnog tela koji se nalazi između unutrašnje i spoljašnje konture vrši se na sličan način kao za blokove u okviru unutrašnje konture (sl 66).

$$P_{I-II} = \frac{1}{3} I_{I-II} (P_I + P_{II} + \sqrt{P_I P_{II}}) \quad (30)$$

$$Q_{I-II} = \frac{1}{3} I_{I-II} (Q_I + Q_{II} + \sqrt{Q_I Q_{II}}) \quad (29)$$

$$V_{I-II} = \frac{1}{3} I_{I-II} (V_I + V_{II} + \sqrt{V_I V_{II}}) \quad (28)$$

Ako ova razlika prelazi 40%, onda se zapremina, rezerve rude i rezerve korisne komponente u bloku između dva susedna profila računaju po obrascu za zarubljenu piramidu:

Gornje formule (25-27) se, međutim, mogu primeniti samo u slučajevima kada se površine rudnog tela na dva susedna profila ne razlikuju više od 40%.

gde je: I_{I-II} — rastojanje između dva susedna profila (I i II).

$$P_{I-II} = \frac{P_I + P_{II}}{2} I_{I-II} \quad (27)$$

$$Q_{I-II} = \frac{Q_I + Q_{II}}{2} I_{I-II} \quad (26)$$

$$V_{I-II} = \frac{V_I + V_{II}}{2} I_{I-II} \quad (25)$$

Zapremina rudnog tela, rezerve rude i rezerve korisne komponente u blokovima između dva profila (sl 65) računaju se kao proizvod poluzbira odgovarajućih vrednosti između dva susedna profila i međusobnog rastojanja tih profila:

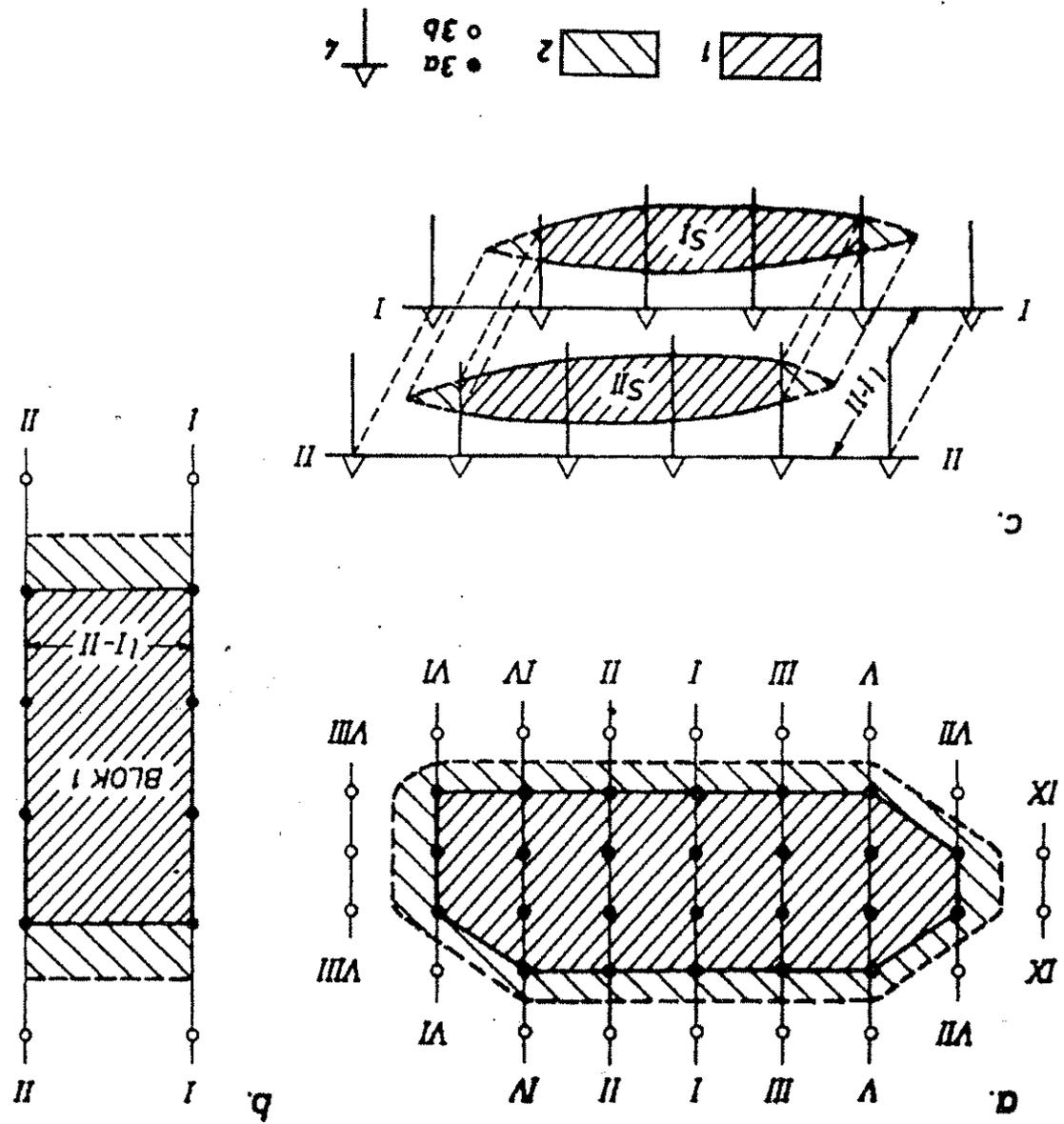
$$P = Q \cdot C_s \quad (24)$$

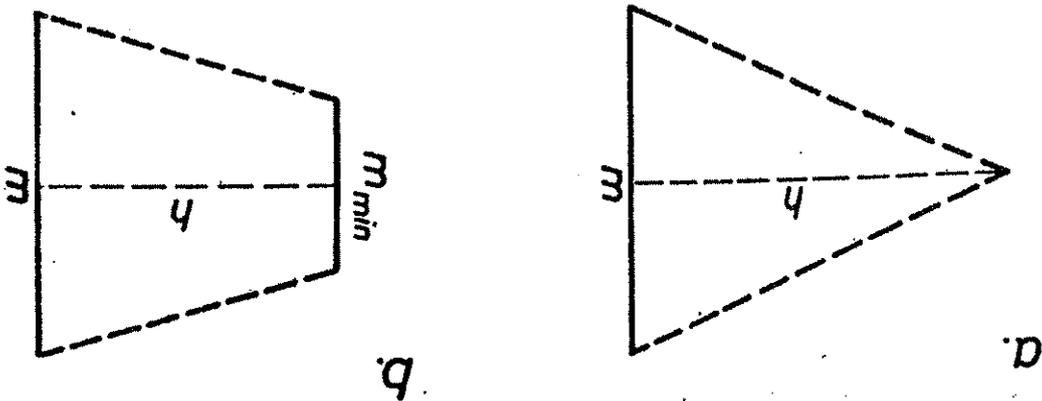
$$Q = V \cdot p_s \quad (23)$$

$$V = S \cdot l_m \quad (22)$$

(jedinične debljine), te se za ovu ploču izračunavaju: zapremina (V), rezerve rude (Q) i rezerve korisne komponente (P) po sledećim obrascima:

Slika 65. — Proračun rezervi metodom profila kada su profili međusobno paralelni: a. plan istražnih radova; b. plan proračunskog bloka I, između profila I-I i II-II; c. površina rudnog tela u okviru unutrašnje konture; 2. površina rudnog tela u međukonturnom pojasu; 3. bušotine na planu (a — pozitivne, b. negativne); 4. bušotine na profilu. Razmera crteža b. i c. je dvostruko veća od razmere crteža a. Profili I-I i II-II (S_I i S_{II} su površine rudnog tela na profilima). Površina rudnog tela u okviru unutrašnje konture; 2. površina rudnog tela u međukonturnom pojasu; 3. bušotine na planu (a — pozitivne, b. negativne); 4. bušotine na profilu.





Slika 66. — Proračun rezervi u medukonturnom pojasu kod metode profila sa paralelnim profilima: a. slučaj kada se površina rudnog tela određuje po obrascu za trougao; b. slučaj kada se površina rudnog tela određuje po obrascu za trapez.

Površina rudnog tela na profilu, u medukonturnom pojasu, izračunava se po formuli za površinu trougla (sl. 66a, obrazac 31). Osnovu trougla čini debljina rudnog tela u krajnjem pozitivnom radu (m), a njegovu visinu (h) — rastojanje između krajnjeg pozitivnog rada i tačke isključavanja rudnog tela:

$$S = \frac{mh}{2} \quad (31)$$

U mnogim slučajevima se rezerve u medukonturnom pojasu ne računaju do linije isključavanja rudnog tela (nulte konture), već do minimalne produktivne debljine (m_{min}), koja predstavlja ekonomsku konturu rudnog tela. U tim slučajevima površina rudnog tela na profilu, u medukonturnom pojasu, računa se po obrascu za trapez (sl. 66b):

$$S = \frac{m + m_{min}}{2} h$$

Kada je površina rudnog tela na profilu određena na jedan od načina pred opisanih načina, onda se, kao i na onim delovima profila koji se nalaze u okviru unutrašnje konture, izračunava zapremina ploče jedinične debljine (1 m) po obrascu 22. Potom se određuju rezerve rude i rezerve korisne komponente za svaku izdvojenu ploču u medukonturnom pojasu po formuli 23 i 24.

Zapremina blokova između dva profila u medukonturnom pojasu, rezerve rude i rezerve korisne komponente u tim blokovima izračunavaju se na isti način kao i kod blokova koji se nalaze u okviru unutrašnje konture (obraci 25–30).

Ukupne rezerve mineralne sirovine u rudnom telu (ležištu) dobijaju se sabiranjem rezervi svih proračunskih blokova, kako u okviru unutrašnje konture, tako i u okviru međukonturnog pojasa.

b. Neparalelni profili. — U mnogim slučajevima istražni profili nisu međusobno paralelni, zbog toga što rudno telo pokazuje znatne promene u zaleganju. Tada se rezerve proračunavaju po metodi A. S. Zolotarjeva.

Na dva susedna profila, koji međusobno zaklapaju ugao α , određuje se težišta za površine preseka rudnog tela na tim profilima. Iz težišta se povuku normale do preseka sa susednim profilom (sl. 67). Zapremina bloka između dva neparalelna profila (I-I i II-II) računa se po sledećim formulama:

1. Ukoliko je ugao između profila veći od 10° :

$$V = \frac{\alpha}{\sin \alpha} \frac{S_I + S_{II}}{2} \frac{H_I + H_{II}}{2} \quad (33)$$

2. Ako je ugao između profila manji od 10° , onda se gornja formula može uproseliti:

$$V = \frac{S_I + S_{II}}{2} \frac{H_I + H_{II}}{2} \quad (34)$$

gde su:

S_I i S_{II} — površine rudnog tela na profilima I-I i II-II;

H_I i H_{II} — normale povučene od težišta površine rudnog tela na jednom profilu do preseka sa drugim profilom.

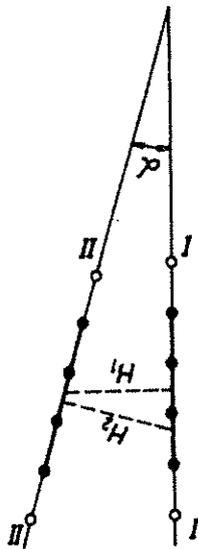
Glavnu teškoću kod primene metode Zolotarjeva predstavlja iznalaženje težišta površine rudnih tela na profilima, naročito kada su u pitanju rudna tela složene forme.

Zbog toga se za proračun rezervi kod onih delova rudnih tela koji se nalaze između neparalelnih profila sve više koristi metoda geoloških blokova, koja mahom daje zadovoljavajuće rezultate.

Metoda profila (prvenstveno paralelnih) se mnogo koristi kao osnovna metoda za proračun rezervi čvrstih mineralnih sirovina (a među njima i nemetalnih).

Ona se u savremenoj praksi upotrebljava približno isto koliko i sve ostale metode proračuna rezervi zajedno.

Glavne odlike metode profila koje su usloville tako velikju njenu primenu su: jednostavnost matematičkih operacija pri proračunu rezervi, dovoljna tačnost u velikoj većini slučajeva, minimalna grafička dokumentacija koja se za proračun rezervi koristi (geološki planovi i profili, koji i inače predstavljaju osnovni način grafičkog prikazivanja ležišta), maksimalna prilagodbenost metodici istraživanja ležišta (istražni radovi se poglavito postavljaju po vertikalnim ili horizontalnim profilima), visok stepen odražavanja geoloških osobina ležišta (rudnog tela) i njena univerzalnost. Kod cevastih i izometričnih rudnih tela, kao i kod rudnih tela nepravilnog oblika, metoda profila se jedina i može primeniti za proračun rezervi.



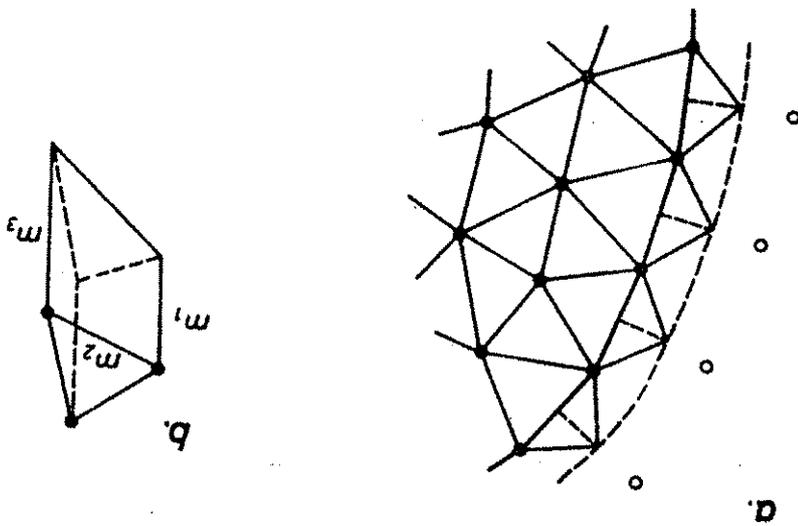
Slika 67. — Proračun rezervi metodom profila kada su profili međusobno neparalelni. Ova metoda se ne može primeniti u slučajevima kada su rastojanja između istražnih profila relativno velika, a rudno telo ima veoma složen oblik, ili je pak tektonski intenzivno poremećeno.

5. Metoda trouglova

Kod metode trouglova površina rudnog tela na planu se razbija na niz trouglova na taj način što se susjedni istražni radovi spajaju pravim linijama. Posmatrano u prostoru, rudno telo se kod ove metode zamjenjuje nizom trostranih kosih prizmi, čije ivice čine odgovarajući istražni radovi (sl. 68). Dužina pojedinih ivica prizmi jednaka je debljina ruda nog tela u odgovarajućim radovima.

Prilikom spajanja istražnih radova u trouglove može biti više varijanata, ali se uvek teži za tim da trouglovi budu približno ravnostrani. U međukonturnom pojasu trouglovi se dobijaju tako što se sa sredina duži koje spajaju susjedne istražne radove na unutrašnjoj konturi

podiznu normale koje se povlače sve do preseka sa spoljašnjom konturom. Tačke u kojima se ove normale seku sa spoljašnjom konturom spajaju se sa susjednim istraznim radovima na unutrašnjoj konturi. Na taj način dobija se niz trouglova i u medukonturnom pojasu (sl. 68).



Slika 68. — Proračun rezervi metodom trouglova: a. povlačenje trouglova na planu; b. izgled jedne trostrane kose prizme. 1. Bušotine na planu (a — pozitivne, b — negativne); 2. unutrašnja kontura rudnog tela; 3. spoljašnja kontura rudnog tela.

Zapremine kosih prizmi, rezerve rude i rezerve korisne komponente u njima izračunavaju se na sledeći način:

Prvo se odrede srednja debljina, srednja zapreminska gustina rude i srednji sadržaj korisne komponente za svaku prizmu, po formuli:

$$m_s = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3} \tag{35}$$

$$p_s = \frac{p_1 m_1 + p_2 m_2 + p_3 m_3}{m_1 + m_2 + m_3} \tag{36}$$

$$C_s = \frac{C_1 m_1 + C_2 m_2 + C_3 m_3}{m_1 + m_2 + m_3} \tag{37}$$

Zapremina prizme (V) bice:

$$V = S \cdot m_s \tag{38}$$

Iako je u prošlosti dosta primenjivana, metoda trouglova se danas, zbog navedenih slabosti retko koristi. Naki autori predlažu da se ova metoda sasvim izbaciti iz upotrebe.

3. Sam proračun rezervi je spor i nepraktičan jer svaki rad više puta učestvuje u proračunu (najmanje tri puta). Posebne teškoće ovo ponavljanje izaziva kod višekomponentnih ruda.

2. Pretvaranjem rudnog tela u niz kosih prizmi gubi se predstava o njegovom stvarnom obliku. Same prizme pri tom nemaju nikakvu drugu svrhu osim što služe za proračun rezervi. One ne predstavljaju ni geološke blokove, koji bi ograničavali delove ležišta sa različitim geološkim, rudarsko-tehničkim ili ekonomskim karakteristikama, niti pak predstavljaju eksploatacione blokove. Zbog toga se, pri projektovanju eksploatacije ležišta, rezerve dobijene metodom trouglova moraju ponovo računati nekom drugom, adekvatnijom metodom;

1. Polivarijantnost. Pri iscrtaavanju trouglova postoji više varijantata, a svaka varijanta daje drugačije rezultate pri proračunu rezervi. Ukoliko su razlike u dobijenim rezervama između dve varijante znatne, onda se mora uzeti njihova aritmetička sredina;

Glavni nedostaci ove metode su:

1. Izvlačenje trouglova i proračun rezervi su vrlo jednostavni;
2. Kod ležišta koja se odlikuju malom promenljivošću geoloških osobina (u prvom redu moćnosti i sadržaja korisne komponente) ova metoda proračuna rezervi daje dobre rezultate.

Glavne odlike metode trouglova su:

Ukupne rezerve rudnog tela dobijaju se sabiranjem rezervi iz pojedinih prizmi.

$$P = Q \cdot C_s \quad (40)$$

Rezerve korisne komponente (P) bice:

$$Q = V \cdot p_s \quad (39)$$

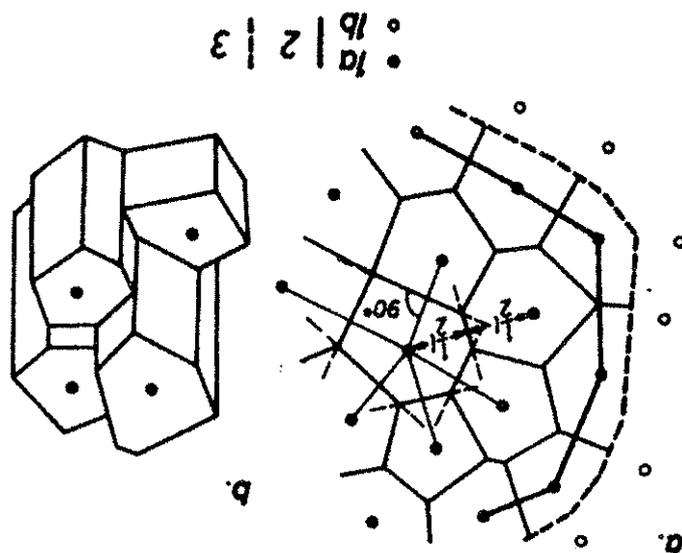
Rezerve rude u prizmi (Q) bice:

gde je: S — površina trougla.

6. Metoda poligona

Metoda poligona, ili kako se još naziva, metoda najbližeg rejonu, dosta je slična metodi trouglova, s tom razlikom što se kod nje površina rudnog tela na planu deli na niz poligona, odnosno rudno telo u prostoru se deli na niz višestranih prizmi.

Poligoni se na planu izvlače samo u okviru unutrašnje konture trazišnih radova koji se nalaze u centrima poligona. Presjeci obrazuju poligone čije površine ograničavaju zone uticaja is-lace normale, sve dok se uzajamno ne preseku (sl. 69). Normale i njihovi pravim linijama sa susjednim radovima, pa se sa sredina tih linija površine dobijaju na taj način što se svaki istraži rad spaja sa sredinom najbližeg rejonu, metoda naziva, metoda najbližeg rejonu, dosta je slična metodi trouglova, s tom razlikom što se kod nje površina rudnog tela na planu izvlače samo u okviru unutrašnje konture trazišnih radova koji se nalaze u centrima poligona.



Slika 69. — Proračun rezervi metodom poligona: a. iscrtavanje poligona na planu; b. izgled višestranih prizmi u aksonometrijskoj projekciji; 1. Bušotine na planu (a — pozitivne, b — negativne); 2. unutrašnja kontura rudnog tela; 3. spoljašnja kontura rudnog tela.

Zapremine višestranih prizmi, rezerve rude i rezerve korisne komponente u njima izračunavaju se na sličan način kao kod metode trouglova (obrasci 38–40), samo što kod metode poligona, umesto srednje debljine iz tri istražna rada, figurira debljina rudnog tela u istraznom radu koji se nalazi u centralnom delu višestranne prizme. U poređenju sa metodom trouglova, metoda poligona ima tu prednost što je monovarijantna, ali zato iscrtavanje poligona oduzima više vremena. Osim izbegavanja polivarijantnosti, primenom metode poligona umesto metode trouglova, suštinski se ništa ne postiže, jer one imaju iste nedostatke. Zbog toga se i metoda poligona danas retko upotrebljava.

7. Metoda izoliranja

Kod metode izoliranja ruda tela nepravilnog oblika transformišu se u geometrijska tela čija je donja površina ravna, a gornja neravna, topografika površina. Prilikom ove transformacije koja se vrši na profilima, menja se samo oblik rudnog tela, a zapremina ostaje nepromenjena. Ovim zamenjivanjem oblika postiže se to da se gornja površina rudnog tela može na planu plastično prikazati izolirajama debjine (sl. 70).

Ova metoda može se primeniti samo kod takvih rudnih tela (ležišta), čije se geološke osobine (u prvom redu oblik i sadržaj korisne komponente) menjaaju ravnomerno, neskokovito.

Izračunavanje rezervi metodom izoliranja može se vršiti na više različitih analitičkih i grafičkih načina. Međutim, najviše se koristi sledeći analitički način:

Izolirane debjine rudnog tela tretiraju se kao horizontalni parastivne izolirane, pa se računaju zapremine blokova između susednih profila, po obrascima:

$$(41) \quad V_1 = \frac{S_0 + S_1}{2} h; \quad V_2 = \frac{S_0 + S_1}{2} h; \quad \text{itd}$$

gde su:

V_1, V_2, \dots — zapremine blokova između susednih izolirana debjine rudnog tela;

S_1, S_2, \dots — površine koje pojedine izolirane debjine zauzimaju na planu;

h — rastojanje između profila (obično 1 m).

Zapremina poslednjeg bloka, koji se završava topografskom površinom, računa se po formuli za kupu:

$$(42) \quad V_n = \frac{S_n}{3} h_n$$

gde su:

V_n — zapremina krajnjeg bloka, koji je sa donje strane ograničen poslednjom (najvišom) izolirajom debjine, a sa gornje strane topografskom površinom rudnog tela;

S_n — površina koju zauzima poslednja (najviša) izolirajama debjine;

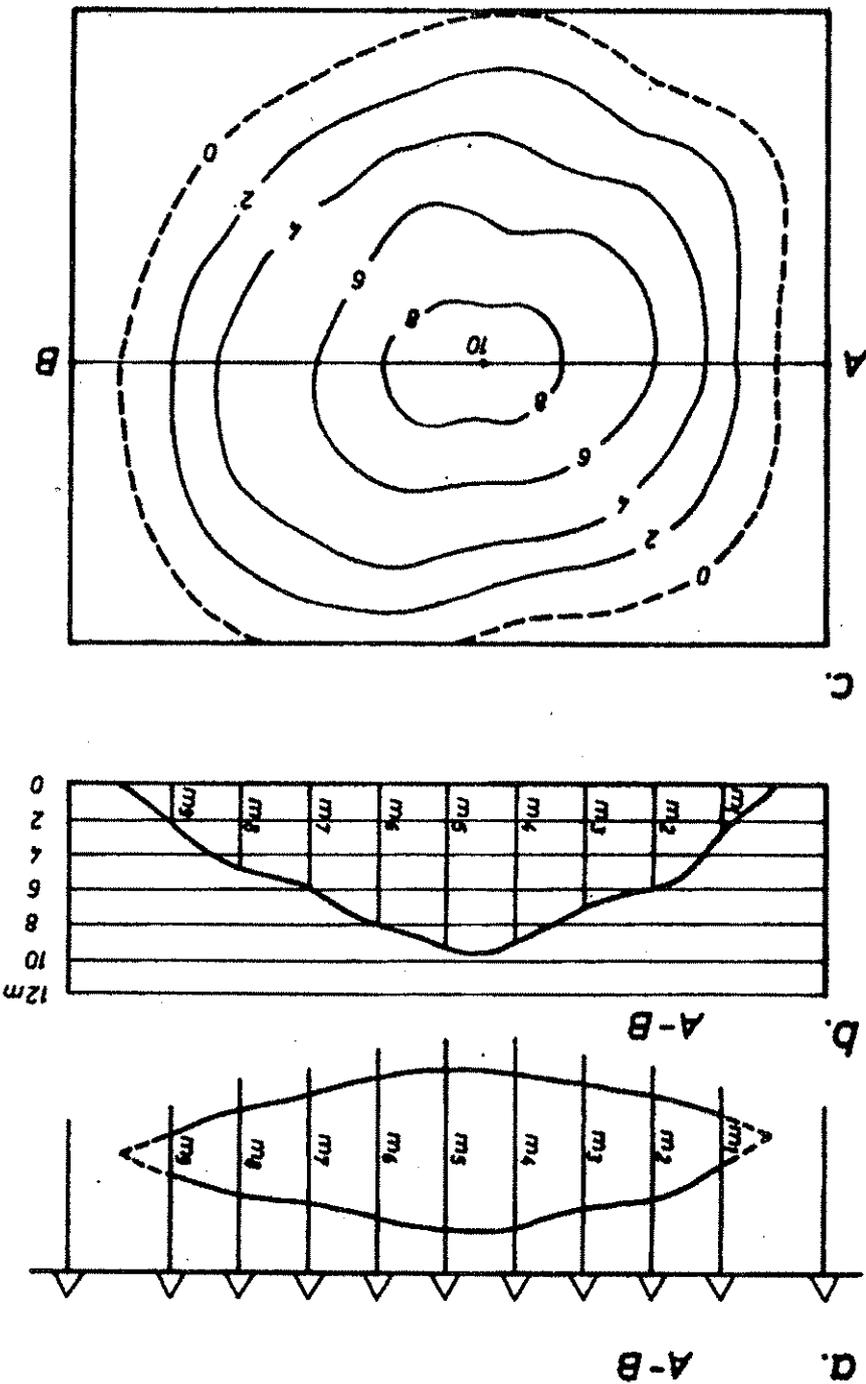
h_n — rastojanje između poslednje izolirane debjine i najviše tačke rudnog tela.

(43)

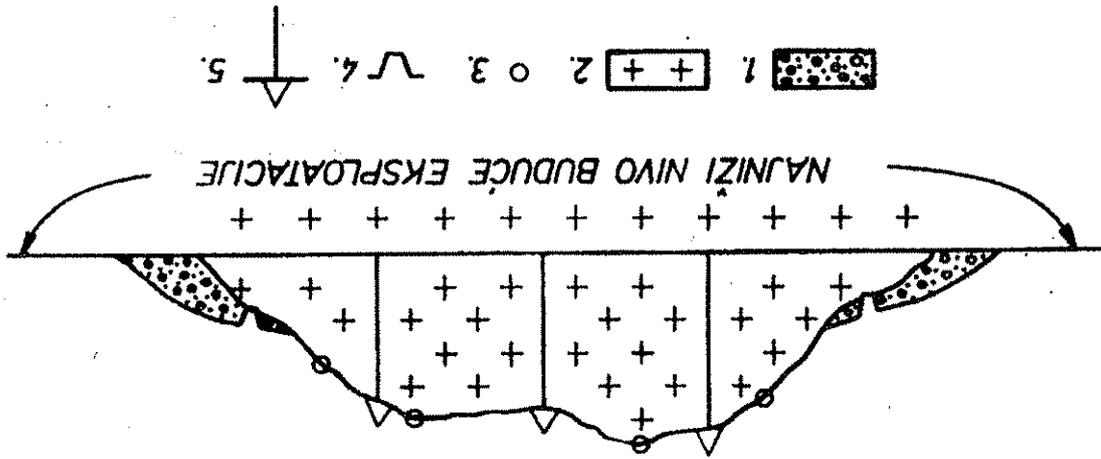
$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

Ukupna zapremina rudnog tela (V) dobija se sabiranjem zapremi-
na svih blokova:

Proračun rezervi metodom izolinija: a. presek rudnog tela na is-
tražnom profilu; b. transformacija rudnog tela na profilu; c. transformisano rudno
telo na planu, prikazano izolinijama debljine.



Slika 71. — Primer ležišta čiji oblik dozvoljava primenu metode izoliranja za proračun rezervi. — 1. Nanos; 2. granit; 3. izdanci granita; 4. kanali; 5. bušotine.



Zbog ovih slabosti, metoda izoliranja se dosta retko primenjuje u savremenoj praksi — samo u izvesnim, povoljnim slučajevima. Takav jedan slučaj prikazan je na sl. 71: ležište građevinskog kamena kod kojeg se metoda izoliranja može uspešno primeniti za proračun rezervi.

Ova metoda ima mnoge slabosti, od kojih su najvažnije sledeće:

1. Ona se ne može primeniti kod ležišta koja se odlikuju većom promenljivošću geoloških osobina;
2. Kod ležišta koja sadrže više korisnih komponentata proračun rezervi je jako složen;
3. Ona ne daje dovoljno pouzdane rezultate kod ležišta koja su istražena retkom mrežom prospekcijsko-istražnih radova i kod tektonski jako poremećenih ležišta.

Glavnu odliku metode izoliranja čine izvanredno povoljne mogućnosti koje ona pruža za grafičko predstavljanje rudnog tela (odnosno njegove debljine) i sadržaja korisne komponente u njemu, što je od ve-
like važnosti za planiranje eksploatacije.

ps — srednja zapreminska gustina rude u rudnom telu;
Cs — srednji sadržaj korisne komponente u rudnom telu.

gde su:

$$P = Q \cdot Cs \quad (45)$$

$$Q = V \cdot ps \quad (44)$$

Rezerve rudnog tela i rezerve korisne komponente u njemu proračunavaju se po obrascima:

8. Metoda izohipsi

Metoda izohipsi primenjuje se za proračun rezervi slojevitih ležišta (rudnih tela) koja zaležu pod izvesnim uglom, a odlikujuju se postojanom ili malo promenljivom debljinom.

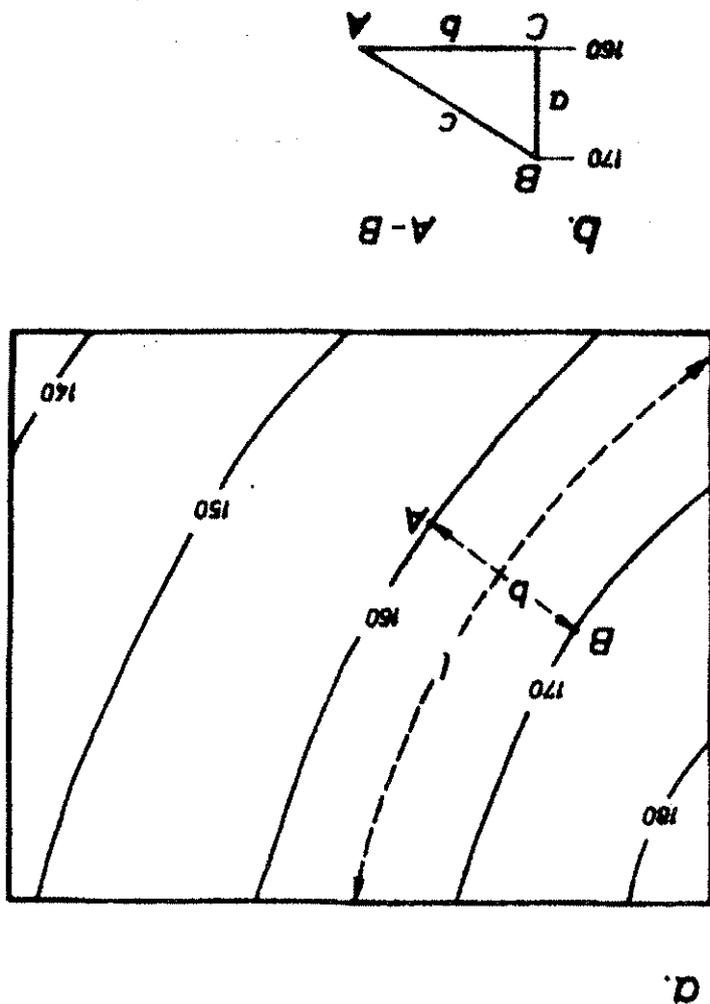
Proračun rezervi ovom metodom (sl. 72) vrši se na sledeći način:

Na planu (sl. 72 a) se nanesu izohipse povlate rudnog sloja (ponekad se umesto izohipsi povlate nanose izohipse podine).

Površina rudnog sloja (S) na planu, između dve susedne izohipse, izračunava se kao proizvod između dužine srednje linije (l) i pravog ras-
tojanja između dotičnih izohipsi (c):

$$S = l \cdot c$$

(46)



Slika 72. — Proračun rezervi metodom izohipsi: a. plan; b. profil A—B.

Pravo rastojanje između izohipsi (c) dobija se na profilu iz pravougloug trougla ABC (sl. 72 b), pomoću Pitagorinog obrasca:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (47)$$

Zapremina (V) dela rudnog sloja koji se nalazi između dveju sednih izohipsi izračunava se po formuli:

$$V = S \cdot m \quad (48)$$

gde je:

m — debljina rudnog tela.

Rezerve rude (Q) u obimu određene zapremine proračunavaju se po poznatoj formuli:

$$Q = V \cdot p \quad (49)$$

gde je:

p — zapreminska gustina rude.

Ukupne rezerve rudnog sloja dobijaju se sabiranjem rezervi blokova između sukcesivnih izohipsi.

Glavne odlike metode izohipsi su:

1. Proračun rezervi se vrši na osnovu pravog oblika rudnog tela (sloja), koji se na planu adekvatno prikazuje pomoću izohipsi sloja;

2. Sam proračun rezervi je jednostavan, brz i tačan.

Glavni nedostaci ove metode su:

1. Ona se može koristiti samo kod slojevitih ležišta (rudnih tela) sa konstantnim padnim uglom;

2. Da bi se ova metoda mogla primeniti, potrebno je još i da je ležište (rudno telo) istraženo relativno gustom mrežom istražnih radova;

3. Pomoću ove metode uopšte se ne mogu računati rezerve korisne komponente.

Zbog navedenih slabosti, primena metode izohipsi ograničena je samo na izvesne, povoljne slučajeve.

9. Statistička metoda

Statistička metoda se primenjuje za aproksimativno određivanje rezervi kod ležišta čiji je mali deo detaljno istražen ili je u eksploataciji, dok je ostatak ležišta nedovoljno istražen ili i neistražen.

Proračun rezervi statističkom metodom vrši se na sledeći način:

Prvo se odredi produktivnost onog dela ležišta koji je detaljno istražen ili je u eksploataciji. Produktivnošću se naziva količina korisne mineralne sirovine na jedinicu površine ili zapremine ležišta. Potom se, polazeći od pretpostavke da su geološke osobine preostalog, nedovoljno istraženog ili neistraženog dela ležišta približno iste kao i kod istraženege dela ležišta, proračunavaju rezerve i za taj ostatak ležišta, pridajući mu istu produktivnost. Prema tome, suština ove metode sastoji se u ekstrapolaciji podataka iz dobro istraženih na slabo istražene i neistražene delove ležišta.

Statistička metoda se primenjuje dosta retko — uglavnom za grubo orijentacioni proračun rezervi: npr. za perspektivnu ocenu potencijalne rudosnosti nekog rudnog polja ili reona. Kao osnovna metoda proračuna rezervi koristi se samo kod nekih ležišta koja se odlikuju izvanredno neravnomernom raspodelom korisne komponente, kao što su na primer pegmatitska ležišta. Kod takvih ležišta, to je i jedina metoda koja se može primeniti za proračun rezervi.

Kombinovanje različitih metoda proračuna rezervi

Proračun rezervi u ležištima čvrstih mineralnih sirovina gotovo nikada se ne vrši samo jednom metodom, nago kombinacijama dveju ili više metoda. Obično se kombinuju dve metode: jedna, tačnija, koja služi kao osnovna metoda proračuna rezervi, i druga, manje tačna, ali zato jednostavnija i brza, koja služi kao kontrolna metoda. Tako se, na primer, kod mnogih ležišta kao osnovna metoda proračuna rezervi koristi metoda profila, a kao kontrolna — srednjearitmetička metoda.

U izvesnim slučajevima, može se primeniti kombinacija dveju ili više metoda kao osnovnih metoda za proračun rezervi u raznim delovima istog ležišta. Ovakve kombinacije se upotrebljavaju onda kada pojedini delovi ležišta pokazuju značajne razlike u pogledu oblika i zaleganja, ili su pak istraženi radovima različite vrste i gustine. Tako se, na primer, rezerve u centralnom delu nekog ležišta, koje je istraženo sistemom podzemnih radova, mogu računati metodom eksploatacionih blokova, a rezerve u obodnim delovima ležišta, koji su istraženi retkom mrežom bušotina, metodom geoloških blokova.

Specificnosti proračuna rezervi kod ležišta nemetalnih mineralnih sirovina

Tačnost proračuna rezervi

Za proračun rezervi kod ležišta nemetalnih mineralnih sirovina najviše se primenjuju sledeće tri metode: metoda profila, srednjearitmetička metoda i metoda geoloških blokova. Ponekad se, ukoliko za to postoje odgovarajući preduslovi, koriste metode eksploatacionih blokova, izoliranja i izohipsi. Sasvim retko, i to samo za orijentacione svrhe primenjuje se statistička metoda.

Pri proračunu rezervi čvrstih mineralnih sirovina u nekom ležištu, bilo kojom metodom, uvek se javlja izvesna greška koja prouzrokuje manji ili veću razliku (bilo pozitivnu ili negativnu) između stvarnih i dobijenih rezervi. Ova greška se naziva *ukupna greška proračuna rezervi* i sastoji se iz dve grupe grešaka, i to: 1. *tehničkih grešaka* i 2. *grešaka analogije*.

Tehničkim greškama se nazivaju one greške koje se javljaju pri kom određivanju osnovnih parametara za proračun rezervi (debljini rudnih tela i raznih drugih dužina, uglova, površina rudnih tela, zapreminskih gustina rude, sadržaja korisnih komponentata i dr.). Tehničke greške mogu biti slučajne i sistematske.

Slučajne greške nastaju usled nesavršenosti ljudskog oka i instrumentata kojima se vrši merenje. Pored nepreciznosti merenja, ovdje spadaju i razne neizbežne omaške. Ove greške nisu tako opasne, jer si različitog znaka, te se, narocito pri velikom broju merenja, međusobno poništavaju.

Sistematske greške se javljaju kao posledica nedostataka pri menjanju metoda ili pogrešnog načina njihovog izvođenja. Ove greške su vrlo opasne, jer su istog znaka, te uvek prouzrokuju izvesno, pozitivno ili negativno odstupanje od stvarne vrednosti merenog parametra. One su, uz to, još i teško uočljive, te se jedino mogu otkriti putem kontrole nekom drugom metodom ili načinom (npr. podaci dobijeni bušenjem se kontrolišu podzemnim radovima, te se za njih određuju popravni koeficijenti).

Greškama analogije nazivaju se greške interpolacije i ekstrapolacije. Prilikom interpolacije podataka između pojedinih istražnih radova, polazi se od pretpostavke da su promene geoloških osobina rud

nog tela (u prvom redu oblika i kvaliteta) zakonomerne: najčešće se uzima da su one ravnomerne i neprekidne. No, u stvarnosti, ove promene gotovo nikada nisu ravnomerne, pa zbog toga nastaju tzv. greške interpolacije.

Iz sličnih razloga se javljaju i greške ekstrapolacije, samo su one još mnogo veće.

Prilikom proračuna rezervi mineralne sirovine u nekom ležištu mora se strogo voditi računa o tome koliko je *dozvoljena greška određivanja rezervi* pojedinih kategorija. Ove greške su date, u raznim zemljama, u odgovarajućim instrukcijama ili propisima za klasifikaciju i kategorizaciju rezervi, i, uopšte uzet, kreću se u sledećim granicama:

Kategorija rezervi Dozvoljena greška u %

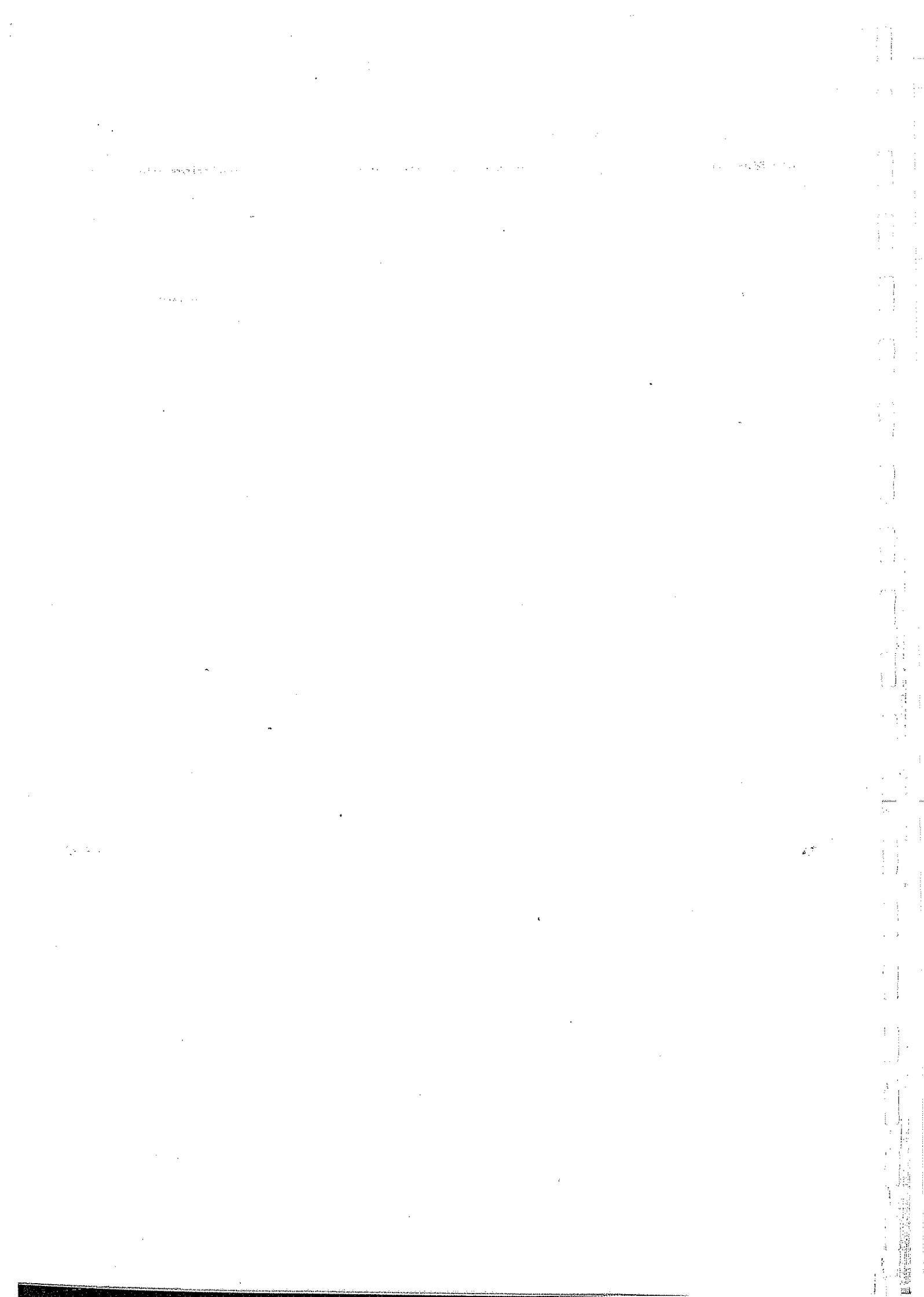
A	± 10-20
B	± 20-30
C ₁	± 30-60
C ₂	± 60-90

Kod nas su ove greške date u "Pravilniku o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vodenju evidencije o njima" (Službeni list SFRJ br. 53/1979) i iznose:

Kategorija rezervi Dozvoljena greška u % Verovatnoća u %

A	± 15	85
B	± 30	70
C ₁	± 50	50

Ukupna greška određivanja rezervi u nekom ležištu biće utoliko manja ukoliko je ležište detaljnije istraženo (sa gušćom mrežom istražnih radova). U praksi se, međutim, ne teži za postizanjem maksimalne tačnosti kod proračuna rezervi, već se teži za tim da se sa najmanjim mogućim brojem istražnih radova postigne dovoljna (propisana) tačnost.



OCENA LEŽIŠTA

OPŠTI OSVRT

Ocena (eng. *evaluation, appraisal*) ležišta (i pojava) nemetalnih, kao i ostalih mineralnih sirovina vrši se u cilju određivanja njihove vrednosti, a na osnovu analize relevantnih faktora i iz njih izvedenih pokazatelja. Iako se ocena vrši i kod nedovoljno istraženih pojava, njena najvažnija primena je kod ležišta (koja se istražuju, koja su istražena ali još nisu u eksploataciji, koja su u eksploataciji — aktivni rudnici i kod kojih je eksploatacija obustavljena iz različitih razloga — zatvoreni rudnici). Ocena ležišta se obavezno obavlja na kraju svakog stadijuma prospekcijsko-istražnog procesa (i to sa rastućom detaljnošću kako se isti razvijaju): rekognosciranja, prethodne prospekcije, detaljne prospekcije, prethodnog istraživanja, detaljnog istraživanja, a periodično i u toku eksploatacionog istraživanja; na osnovu nje se donosi odluka o izvođenju narednog stadijuma prospekcijsko-istražnog procesa (tada ona ima veliki uticaj na programiranje istražnih radova — po vrstama i obimu), ili pak odluka o obustavljanju daljeg izvođenja ovog procesa.

Ova ocena se kod nas daje u vidu posebnog poglavlja u *elaboratu (izveštaju) o rezultatima istraživanja ležišta* u izvedenom stadijumu prospekcijsko-istražnog procesa ili u *elaboratu o rezervama* i to pod nazivom „tehničko-ekonomska ocena” — prilog III. Pod istim nazivom ona se daje kao posebno poglavlje u *rudarskom izveštaju* kod ležišta koja su u eksploataciji (aktivnih rudnika).

U zemljama sa slobodnom tržišnom privredom (narocito onih sa razvijenim rudarstvom i na njemu baziranom industriji) ocena ležišta se daje u vidu posebnog poglavlja u *geološkom izveštaju / studiji* (eng. *Geological Report / Study*), *prethodnoj studiji izvodljivosti* (eng. *Prefeasibility Study*) i *rudarskom izveštaju* (eng. *Mining Report*) — videti poglavlje „Termini i definicije u Internacionalnoj klasifikaciji UN”.

Od tehnoloških faktora najvažniji su sledeći: tehnološki tipovi (sorte) rude u ležištu, metode (postupci) pripreme i prerade (obrade), troškovi pripreme i prerade (obrade) mineralne sirovine i kvalitet dobijenih poluproizvoda i finalnih proizvoda, kapaciteti postrojenja za pri-

Od rudarsko-tehničkih (tehničko-eksploatacionih) faktora najvažniji su sledeći: način (površinski, podzemni, podvodni, kombinovani) i metoda eksploatacije ležišta, troškovi eksploatacije, stepen iskoriscenja rudne supstance (gubici i osiromašenje pri eksploataciji), investiciona ulaganja (ukupna i specifična investiciona ulaganja za izgradnju novih proizvodnih kapaciteta rudnika, odnosno za održavanje, rekonstrukciju ili proširenje postojećih kapaciteta), mogućnost jednovremene (kompleksne) eksploatacije rudne supstance i različitih mineralnih sirovina koje se javljaju u krvini, podini i bokovima ležišta, i kao „jalovi“ umeci u samom ležištu.

Od geoloških faktora najvažniji su sledeći: mineralogenetski (metalogenetski) faktori, ekonomski tip rude, ekonomski tip ležišta, dimenzije, oblik (morfološke karakteristike) i zaleganje ležišta odnosno rudnih tela, kvalitet mineralne sirovine, rezerve mineralne sirovine i stepen njihove koncentrisanosti, hidrogeološke i inženjersko-geološke karakteristike ležišta.

Pri oceni ležišta mineralnih sirovina uzimaju se u obzir i analiziraju sledeći faktori: geološki, rudarsko-tehnički (tehničko-eksploatacionih), tehnološki, regionalni (privredno-geografski), tržišni, strategijski, socijalni, zakonsko-pravni i ekološki.

FAKTORI I POKAZATELJI OCENE

Problematika ocene ležišta mineralnih sirovina ulazi u delokrug posebne geološke discipline — **ekonomske geologije**. Predmet proučavanja ekonomske geologije su pojave i ležišta mineralnih sirovina sa aspekta njihovog ekonomskog značaja.

Sintetički prikaz problematike ocene ležišta u svetskoj i domaćoj praksi dali su V. *Milutinović* (1961, 1970, 1971), S. *Janković* i D. *Milovanović* (1985) i D. *Milovanović* (2003). Poseban prikaz problematike ocene ležišta nemetalnih mineralnih sirovina dali su D. *Milovanović* i B. *Vakanjac* (1971) i D. *Milovanović* (1976).

Specifičnosti ekonomike nemetala prikazane su u poglavlju *Osnovne karakteristike nemetalnih mineralnih sirovina*.

premnu i preradu (obradu) i stepeni iskoriscenja koji se u njima postizu, mogućnosti kompleksnog iskoriscenja mineralne sirovine (dobijanje više korisnih komponentata), mogućnost zamene (supstitucije) mineralnih sirovina: skupljih jeftinijim, redih češćim, uvoznih domaćim itd.

Od regionalnih (privredno-geografskih) faktora najznačajniji su sledeći: komunikacije (transportni uslovi), orografija, hidrografija i uslovi vodosaabdevanja, klimatski uslovi, vegetacija, energetska izvor, naselja i radna snaga.

Od tržišnih faktora najvažniji su sledeći: tržišne prilike (mogućnost plasmana mineralne sirovine ili proizvoda rudarsko-industrijskog preduzeca na domaćem i svetskom tržištu u sadašnjim i predviđenim budućim uslovima ponude i potražnje), sadašnje i prognozne cene mineralne sirovine (i na njoj baziranih proizvoda) na domaćem i svetskom tržištu, sadašnje stanje i budući trendovi ponude i potražnje mineralne sirovine (i na njoj baziranih proizvoda) na domaćem i svetskom tržištu.

Od strategijskih faktora ističu se: izuzetan značaj ležišta nekih mineralnih sirovina za nacionalnu privredu (zato što su deficitarne, neophodne za vojnu ili prehrambenu industriju itd.), kao i za dugoročno nacionalno planiranje korišćenja mineralnih resursa (uključujući i konzervaciju ležišta).

Od socijalnih faktora najvažniji je značaj rudarske proizvodnje za rešavanje socijalnih problema (kroz zapošljavanje) stanovništva, naročito u privredno nerazvijenim područjima.

Od zakonsko-pravnih faktora najznačajniji su: zakonska regulativa u pogledu geoloških istraživanja i rudarske eksploatacije i sa njome povezano izdavanje raznih dozvola i koncesija i određivanja poraza.

Napred navedeni faktori ocene ležišta mineralnih sirovina izražavaju se preko adekvatnih pokazatelja, koji se po svojoj prirodi mogu podeliti na **naturalne** (u užem i širem smislu), **vrednosne** i **sintetičke**.

U naturalne pokazatelje u užem smislu spadaju: u prvom redu geološke rezerve (rude ili korisne komponente) i kvalitet mine-ralne sirovine (najčešće izražen preko srednjeg sadržaja korisne komponente i srednjeg sadržaja štetnih komponentata), a potom, srednja debljina (moćnost) rudnog tela i srednja debljina jalovih proslojaka (umetaka) u rudnom telu.

U naturalne pokazatelje u širem smislu spadaju: minimalne geološke rezerve ležišta (odnosno rudnih tela), maksimalni dozvoljeni sadržaj štetnih komponentata, minimalni ekonomski sadržaj korisne

komponente, minimalni sadržaj otkopavanja (granični sadržaj korisne komponente), minimalna produktivna debljina ležišta (rudnih tela), maksimalna debljina jalovih stena i vanbilansne rude u ležištu, koeficijent otkrivke, razblazenja i gubici mineralne sirovine (korisne komponente) pri eksploataciji, spremi i preradi (obradi), eksploatacione rezerve mineralne sirovine (korisne komponente), kapaciteti (dnevni, godišnji) rudnika, postrojenja za pripremu i preradu (obradu), sadržaj korisnih i štetnih komponenata u koncentratu i u primarnom finalnom proizvodu, stepeni iskorišćenja kod pripreme i prerade (obrade) mineralne sirovine, vek eksploatacije rudnika, rok povraćaja (reakumulacije) uloženi investicija, stope prinosa za rudnik i postrojenja za pripremu i preradu (obradu) mineralne sirovine i drugi pokazatelji.

Naturalni pokazatelji u užem smislu su jednostavniji i lakše se mere ili izračunavaju, a naturalni pokazatelji u širem smislu su složeniji i često se obrazuju kombinovanjem naturalnih pokazatelja u užem smislu i vrednosnih pokazatelja. I jedni i drugi se izražavaju u fizičkim (naturalnim) jedinicama mere (npr. u metrima, tonama, procentima, godinama).

U **vrednosne pokazatelje** spadaju troškovi istraživanja jedne tone mineralne sirovine (po kategorijama rezervi) i ukupni troškovi istraživanja ležišta, ukupne investicije uložene za istraživanje ležišta, izgradnju rudnika i izgradnju postrojenja za pripremu i preradu (obradu) mineralne sirovine, specifične investicije po jednoj toni rude, poluproizvoda i finalnog proizvoda, cene koštanja jedne tone rude, poluproizvoda i finalnog proizvoda i njihova tržišna cena, višak rada (akumulacija) ostvarena po jednoj toni rude, poluproizvoda i finalnog proizvoda, transportni troškovi, rentabilnost i drugi pokazatelji.

Vrednosni pokazatelji se izražavaju u novčanim jedinicama (npr. dinarima, evrima, dolarima i dr.).

U **sinetičke pokazatelje** spadaju: vrednost ležišta i rezervi određena na bazi metoda koje ne uzimaju u obzir vremenski faktor i vrednost ležišta i rezervi određena na bazi metoda koje uzimaju u obzir vremenski faktor.

Sinetički pokazatelji su složeni pokazatelji ocene ležišta koji se obrazuju objedinjavanjem naturalnih i vrednosnih pokazatelja. Ovo objedinjavanje vrši se u cilju ekonomske (vrednosne) ocene ležišta, odnosno proračunavanja njegove uslovene vrednosti izražene u novčanim jedinicama.

U zavisnosti od pokazatelja na kojima se bazira, **ocena ležišta** može biti **naturalna** (ona se bazira samo na naturalnim pokazateljima) ili **vrednosna** (ona se bazira na vrednosnim i sintetičkim pokazateljima, ali uzima u obzir i prirodne pokazatelje).

METODE OCENE LEŽIŠTA

Ocena ležišta mineralnih sirovina, kao što je pomenuto, vrši se na kraju svakog stadijuma prospekcijsko-istražnog procesa. Idući od početnih ka završnim stadijumima, raste stepen istraženosti ležišta, uključujući i stepen poznavanja faktora i pokazatelja ocene, te se u svakom narednom stadijumu može vršiti detaljnija i tačnija ocena ležišta.

U današnje vreme postoji mnogo tipova i metoda ocene ležišta i investicionih rudarskih projekata koji imaju različitu sadržinu i namenu, te se baziraju na različitim faktorima i pokazateljima. Ove ocene mogu se svrstati u sledeće osnovne grupe:

I Prema sadržini i nameni, tipovi:

1. Tehničko-ekonomska (geološko-ekonomska) ocena;
2. Ekonomska (vrednosna, novčana) ocena;
3. Specijalne ocene: geološka (posebno prognozna), rudarsko-tehnička, tehnološka, industrijska, finansijska, investiciona, ekonomska i dr.

II Prema tretmanu vremenskog faktora, metode:

1. Bez uzimanja u obzir vremenskog faktora;
2. Sa uzimanjem u obzir vremenskog faktora.

III Prema isplativosti investicije, metode:

1. Za komercijalnu isplativost:
 - a) Analiza isplativosti investicije (prosta stopa prinosa, period otplate, neto sadašnja vrednost, interna stopa prinosa)
 - b) finansijska analiza (analiza likvidnosti, analiza strukture kapitala);
2. Za nacionalnu isplativost: određivanje društvene vrednosti realizacije projekta (kriterijum dodatne vrednosti), efekti projekta na infrastrukturu, zaposlenost, privredni razvoj, priliv sredstava u budžet (dinarskih, deviznih) itd.

IV Prema efikasnosti ulaganja u projekat, metode:

1. Za rudarska (odnosno rudarsko-industrijska) preduzeća: metoda perioda amortizacije, metoda sadašnje vrednosti, metoda interne stope prinosa, metoda anuiteta;
2. Za državu: analiza šteta-korist (eng. Cost-Benefit Analysis), analiza novčanog toka (eng. Cash Flow Analysis).

S obzirom na veliku važnost vremenskog faktora u oceni ležišta, u narednim izlaganjima glavnu pažnju posvetićemo metodama koje ovaj faktor uzimaju u obzir i stoga imaju mnogo veći naučni i praktični značaj. Metode koje ne uzimaju u obzir vremenski faktor ćemo sažeto prikazati — one se, zbog svoje jednostavnosti koriste za brzu, približnu i većinom samo privremenu ocenu ležišta.

a. Metode kod kojih se ne uzima u obzir vremenski faktor

Jednu od najprostijih metoda ocene ležišta, u početnim stadijumima je izdvojio pet osnovnih parametara ocene ležišta, koji se mogu oceniti sa tri bala (2, 1 i 0) — tabela XIII.

Tabela XIII

Parametri ocene i njihov značaj

Parametri ocene	2	Balovi		
	1	0		
1. Velicina ležišta	veliko	srednje	malo	
2. Kvalitet mineralne sirovine	visok	srednji	nizak	
3. Produktivnost* ležišta	visoka	srednja	niska	
4. Rudarsko-tehnički uslovi eksploatacije	veoma povoljni	obični	nepovoljni	
5. Ekonomika reona	veoma povoljna	obična	nepovoljna	

* Produktivnost predstavlja količinu mineralne sirovine na jedinicu površine ili zapremine ležišta.

Ocena ležišta po ovoj metodi vrši se na osnovu zbirna balova. Po tom osnovu *Krasnikov* je sva ležišta podelio u sledeće grupe:

9-10 balova: ležišta izuzetne ekonomske vrednosti;

7-8 balova: ležišta veće ekonomske vrednosti;

5-6 balova: ležišta obične ekonomske vrednosti;

3-4 balova: ležišta sumnjive ekonomske vrednosti;

> 3 balova: ležišta bez ekonomske vrednosti.

Ova metoda dala je u praksi dobre rezultate za prvu, približnu ocenju ležišta u početnim stadijumima prospekcijsko-istražnog procesa. Glavni nedostaci ove metode su njena velika uprošćenost (brojni pokazatelji ocene svedeni su na samo 5 karakterističnih parametara) i što je ocenjivanje pomoću usvojenih balova nedovoljno egzaktno. Međutim, egzaktnija ocena ležišta, naročito u daljem toku izvođenja prospekcijsko-istražnog procesa, svakako se mora vršiti po nekoj drugoj, kompleksnijoj metodi.

Za preliminarnu ocenju ekonomske vrednosti ležišta, bez uzimanja u obzir vremena trajanja buduće eksploatacije, često se koristi sledeći obrazac:

$$V = (V_1 - T_1) Q \quad (50)$$

gde su:

V — uslovena vrednost ležišta (u novčanim jedinicama);
 V₁ — vrednost korisnih komponentata u mineralnoj sirovini (u novčanim jedinicama po toni);
 T₁ — troškovi dobijanja korisnih komponentata (u novčanim jedinicama po toni);
 Q — rezerve mineralne sirovine, odnosno korisnih komponentata (u tonama).

Ukoliko su poznati gubici mineralne sirovine (odnosno korisnih komponentata) koji nastaju pri otkopavanju, pripremi i preradi (obradi) ili se pak oni mogu realno predvideti, onda se taj podatak unosi u gornji obrazac (50), tako da isti dobija sledeću, modifikovanu formu:

$$V = (V_1 - T_1) (Q - G) \quad (51)$$

gde je:

G — ukupni, stvarni ili projektno predviđeni gubici mineralne sirovine (odnosno korisnih komponentata) (u tonama).

U zemljama sa slobodnom tržišnom privredom, naime, rudnici (sa pratećim industrijskim postrojenjima) i ležišta mineralnih sirovina (do određenog stepena istražena) predstavljaju jedan od oblika imovine (privatne ili državne) — slično kao zemljišni i šumski posedi, zgrade, preduzeca i dr., te mogu biti predmet prometa, tj. kupovine i prodaje. U ležištima se pri tom kupuju ili prodaju istraženim radovima utvrđene bilansne rezerve mineralne sirovine "in situ" (u Zemljinim nedrima). S tim u vezi, pojavila se potreba da se rudnicima i ležištima utvrdi tržišna vrednost i cena u momentu kada se vrši promet. To je tzv. **sadašnja vrednost** (eng. **present value**). Na osnovu ove vrednosti, određuje se državni porez na promet, a u nekim zemljama (npr. SAD) se plaća i porez na imovinu — tzv. "taxation ad valorem". Za realnu ocenu sadašnje vrednosti rudnika i ležišta zainteresovani su, pored kupaca i prodavača, još i država (zbog poreza) i osiguravajuća društva (zbog utvrđivanja visine premije osiguranja i visine obeštećenja).

Iz tih razloga, u daljim izlaganjima prikazaćemo samo vrednosnu ocenu koja se primenjuje u zemljama sa slobodnom tržišnom privredom, jer se ona uspešno potvrdila u dugogodišnjoj praksi tih zemalja.

U socijalističkim zemljama (bez slobodne tržišne privrede) osnovno merilo ekonomske vrednosti ležišta i rudnika je korisnost mineralne sirovine za društvenu zajednicu. Iako ovo merilo, posmatrano sa teorijskog stanovišta izgleda prihvatljivo, njegova višedecenijska primena u socijalističkim zemljama nije dala zadovoljavajuće rezultate, i to pre svega zato što nije rešen problem adekvatnog formulisanja novčanog izraza ove društvene korisnosti.

U zemljama sa slobodnom tržišnom privredom osnovno merilo ekonomske vrednosti ležišta i rudnika predstavlja profit koji se može ostvariti njihovom eksploatacijom.

Vrednosna ocena ležišta i rudnika zasniva se na različitim principima u zemljama sa slobodnom tržišnom (kapitalističkom) privredom i u zemljama bez iste (prevensivno u socijalističkim — sa centralizovanim planskom privredom).

Zbog velikog značaja vremenskog faktora u ekonomskoj (u prvom redu vrednosnoj) oceni ležišta i rudnika, metode koje uzimaju ovaj faktor u obzir mnogo su egzaktnije i adekvatnije od onih koje ga ne uzimaju u obzir.

b. Metode koje uzimaju u obzir vremenski faktor

Izgradnja rudnika i pratećih industrijskih postrojenja iziskuje velika ulaganja kapitala (investicije), koja najčešće prevazilaze finansijske mogućnosti vlasnika. Zbog toga se za veće investicione poduhvate mora tražiti kredit kod banaka i drugih kreditora, a u tom slučaju sadašnja vrednost rudnika i ležišta predstavlja osnovu za utvrđivanje visine zajma, kao i garanciju za sigurnost pozajmljenih sredstava.

Odluka investitora o ulaganju kapitala (investiciona odluka) u proizvodno aktiviranje istraženog ležišta (odnosno izgradnju novog rudnika) ili u rekonstrukciju postojećeg rudnika donosi se na osnovu posebne ekonomske studije — *studije izvodljivosti* (eng. *Feasibility Study*) u kojoj se obavezno daje i vrednosna ocena ležišta/rudnika.

Glavni motiv investitora za ulaganje kapitala u geološka istraživanja, projektovanje i izgradnju novog rudnika ili kupovinu postojećeg rudnika, sa ili bez pratećih industrijskih postrojenja, predstavlja očekivani profit u budućnosti. Uloženi kapital pri tom treba da bude vraćen davaoцу (vlasniku ili kreditoru) posle određenog broja godina, i to u godišnjim ratama. U slučaju kada je uzet investicioni kredit, ovim ratama se mora dati i određeni interes (kamata) kao naknada (cena) za korišćenje pozajmljenog kapitala. S obzirom na činjenicu da je investiranje u rudarstvu mnogo rizičnije nego u drugim privrednim delatnostima, kamata na rudarske investicione kredite je po pravilu veća od uobičajene.

Investiranje u rudarstvu, nopšte uzzev, predstavlja finansijski poduhvat kojim je immanentan visok sveukupni rizik. Ovaj rizik čini skup mnogobrojnih pojedinačnih rizika, koji se po svom karakteru mogu podeliti na *geološke, rudarske, ekonomske i političke*.

Geološki rizici se prvenstveno odnose na geološka istraživanja. Postoje, naime, velike neizvesnosti da li će ona dati pozitivan rezultat u pogledu rentabilne eksploatacije istraživanog ležišta. Osim toga, nije sigurno da će podaci dobijeni u toku istraživanja (pre svega o kvalitetu i rezervama) biti u dovoljnoj meri verodostojni: podaci dobijeni u toku eksploatacije ležišta mogu da se znatno razlikuju od prethodnih.

Rudarski rizici se javljaju u toku eksploatacije ležišta. Može se dogoditi da se ona odvoja u nepovoljnijim uslovima od predviđenih i da se ne postizu očekivani proizvodni efekti. Takođe se mogu dešavati i različite rudarske nesreće: odroni, zarušavanja, eksplozije, poplave itd. *Ekonomski rizici* su brojni i raznovrsni. U periodu izgradnje rudnika i pratećih industrijskih postrojenja može da dođe do prekoračenja planiranih troškova, a kada ovi rudnici i postrojenja otpočnu sa radom, može se dogoditi da proizvodni troškovi budu veći od planiranih, ili pak

Kao što se iz gornjeg obrasca (52) vidi, *Hoskoldova* metoda se sastoji u izračunavanju *sadašnje vrednosti rudnika (i ležišta)* putem diskontovanja očekivanih jednakih godišnjih čistih prihoda sa normalnom i spekulativnom interesnom stopom, uzimajući pritom u obzir i broj godina eksploatacije koji ustanovljene rezerve obezbeđuju.

n — broj godina obezbeđene eksploatacije ležišta.

r_1 — stopa rizika (spekulativna interesna stopa);

r — normalna interesna stopa;

A — godišnji čist prihod (profit) rudnika (u novčanim jedinicama);

n — broj godina (u novčanim jedinicama);

V_p — sadašnja vrednost rudnika (eng. present value) (u novčanim jedinicama);

gde su:

$$V_p = \frac{A}{r} \left(1 + r \right)^{-n} + r_1 \quad (52)$$

se po sledećem obrascu:

Prvu metodu vrednosne ocene ležišta i rudnika dao je *H. D. Hoskold* još 1877. godine. Ekonomaska vrednost ležišta i rudnika određuje

Značajne priloge razradi problematike vrednosne ocene ležišta i rudnika dali su američki i engleski istraživači: *H. D. Hoskold, H. C. Hoover, D. B. Morhill, T. J. Hoover, J. S. Truscott, D. R. Parks* i drugi.

Značajne priloge razradi problematike vrednosne ocene ležišta i rudnika dali su američki i engleski istraživači: *H. D. Hoskold, H. C. Hoover, D. B. Morhill, T. J. Hoover, J. S. Truscott, D. R. Parks* i drugi.

jem ima najviše rizika) što kraći.

Iz prethodnih izlaganja proizlazi da u načelu profit iz rudarske proizvodnje treba da bude što veći, a period eksploatacije ležišta (u kojem ima najviše rizika) što kraći.

stopa. Više govora o tome biće u kasnijim izlaganjima.

U rudarskim projektima gore navedeni rizici se ukalkulišu pri menom posebne interesne stope (stope rizika) koja se dodaje normalnoj interesnoj stopi, ili se pak primenjuje jedinstvena uvećana interesna stopa. Više govora o tome biće u kasnijim izlaganjima.

Postoje, takođe, *politički* (uključujući i *ratne*) rizici.

Proizvodnju, te prouzrokuje dugoročno smanjenje profita, ili čak i gubitke. U rudarskim projektima gore navedeni rizici se ukalkulišu pri menom posebne interesne stope (stope rizika) koja se dodaje normalnoj interesnoj stopi, ili se pak primenjuje jedinstvena uvećana interesna stopa. Više govora o tome biće u kasnijim izlaganjima.

investicija (koje su dugoročne i imobilne): ukoliko dođe do nekih nepovoljnih promena, one se ne mogu brzo prebaciti u neku konjunktorniju proizvodnju, te prouzrokuje dugoročno smanjenje profita, ili čak i gubitke.

tržišne uslove — može doći do promene cena, promene u ponudi i potražnji, pojavi konkurencije. Takođe, postoji i značajan rizik u vezi sa inflacijom. Posebni rizici se javljaju u vezi sa specifičnošću rudarskih investicija (koje su dugoročne i imobilne): ukoliko dođe do nekih nepovoljnih promena, one se ne mogu brzo prebaciti u neku konjunktorniju proizvodnju, te prouzrokuje dugoročno smanjenje profita, ili čak i gubitke.

da cene proizvoda budu niže od planiranih. Mnogi rizici su vezani za tržišne uslove — može doći do promene cena, promene u ponudi i potražnji, pojavi konkurencije. Takođe, postoji i značajan rizik u vezi sa inflacijom. Posebni rizici se javljaju u vezi sa specifičnošću rudarskih investicija (koje su dugoročne i imobilne): ukoliko dođe do nekih nepovoljnih promena, one se ne mogu brzo prebaciti u neku konjunktorniju proizvodnju, te prouzrokuje dugoročno smanjenje profita, ili čak i gubitke.

Normalna interesna stopa (r) se kreće od 3 do 5% (obično se uzima prosek od 4%), a spekulativna interesna stopa se kreće od 5 do 25% (obično se uzima 8–12%).

Hoskoldova metoda se, dakle, zasniva na pretpostavci da će godišnji čisti prihodi biti jednaki u čitavom periodu eksploatacije ležišta, što u praksi nije slučaj. Za rudarsku privrednu su, naprotiv, karakteristične česte promene prirodnih i tržišnih uslova, koje su ponekad veoma nagle i neočekivane. Takođe se mora uzeti u obzir i stalno povećanje produktivnosti u vezi sa neprekidnim napretkom tehnike, tehnologije i ekonomike.

Prhvatajući većinu *Hoskoldovih* postavki, *D. B. Morhill* se nije složio sa pomenutim autorom u pogledu primene stope rizika u toku čitavog eksploatacionog veka ležišta. *Morhill*, naime, smatra da stopu rizika (zajedno sa normalnom interesnom stopom koja se uvek pripisuje), treba primenjivati samo dotle dok se ne povratu uloženi kapital, pošto od tada prestaje rizik. Pod uslovom da su godišnji profiti jednaki, *Morhill* je predložio sledeći obrazac za izračunavanje sadašnje vrednosti rudnika i ležišta:

$$V_p = \frac{A[(1+r)^n - 1]}{r(1+r)^n} \quad (53)$$

gde su svi simboli isti kao u *Hoskoldovoj* formuli (52).

U današnje vreme, u zemljama sa slobodnom tržišnom privredom, za vrednosnu ocenu ležišta, rudnika, i naročito rudarskih projekata, koristi se *analiza novčanog toka* (eng. *Cash Flow Analysis*), a najviše njena varijanta zvana *metoda diskontovanog novčanog toka* (eng. *Discounted Cash Flow*, ili, skraćeno, *DCF*). Sa ovom metodom tesno je povezano određivanje *interne stope prinosa* (eng. *Internal Rate of Return*, ili, skraćeno, *IRR*) i *neto sadašnje vrednosti* (eng. *Net Present Value*, ili, skraćeno, *NPV*). *NPV* se pri tom koristi i samostalno, kao pokazatelj profitabilnosti projekata, a isto tako i *IRR*.

Analiza novčanog toka daje projekciju ukupnih godišnjih prihoda (priliva) i rashoda (odliva) za čitav eksploatacioni vek ležišta (adekvatno istraženog) odnosno rudnika (projektovanog, u izgradnji ili aktivnog). Ova analiza polazi od predviđenog godišnjeg prihoda rudnika (ili rudarsko-industrijskog preduzeća) koji se određuje na osnovu planiranog obima proizvodnje i očekivanih tržišnih cena proizvoda. Kada se od ovog prihoda odbiju svi troškovi poslovanja, dobija se *bruto profit*.

Kada se ovaj potonji umanjuje za ratu za investicioni kredit i za odbitke (otpise) za amortizaciju i za iscrpljivanje ležišta, dobija se profit koji se oporezuje. Nakon oporezivanja ostaje **neto (čist) profit**. Ovaj profit služi kao osnova za izračunavanje sadašnje vrednosti ležišta i rudnika u *Hoskoldovom* i *Morkillovom* obrascu (52, 53).

Rudarska praksa je, međutim, pokazala da čist profit ne predstavlja realnu osnovu za gore pomenuto izračunavanje, nego da istom treba pridati odbitke za amortizaciju i za iscrpljivanje ležišta, kao i poreske olakšice na investicioni kredit — na taj način se dobija **stvarni profit ili novčani tok**. Pomenuti odbici i poreske olakšice se, naime, samo prividno (knjigovodstveno) oduzimaju, a zapravo ostaju na raspolaganju preduzeću.

Kod primene analize novčanog toka na neki projektovani rudnik ili rudarsko-industrijsko preduzeće, izdvajaju se dva perioda: investicioni i proizvodni.

U investicionom periodu vrše se kapitalna ulaganja koja treba da pokriju troškove istraživanja ležišta, pripreme i izgradnje rudnika i pratećih industrijskih postrojenja, kao i pribavljanja koncesija i potrebnih dozvola. U tom periodu novčani tok je negativan.

U proizvodnom periodu, prodajom dobijenih proizvoda (sirove rude, poluproizvoda i/ili finalnih proizvoda) na tržištu, ostvaruju se prihodi. Rashode čine troškovi poslovanja (proizvodni i administrativni), odbici (otpisi) za amortizaciju i za iscrpljivanje ležišta, porezi i, u nekim slučajevima, naknada vlasniku za izvađenu rudu (eng. royalty). Pošto prihodi treba da nadmašuju rashode, novčani tok u ovom periodu je pozitivan.

Ilustrativan primer primene analize novčanog toka na jednom hipotetičnom rudarskom projektu dat je u tabeli XIV. Prvih pet godina realizacije ovog projekta predstavljaju investicioni period u kojem je novčani tok negativan. U proizvodnom periodu (od šeste do desete godine) novčani tok je pozitivan. Pretpostavlja se da će u ovom periodu godišnji prihodi biti konstantni, kao što bi trebalo da budu konstantni i troškovi poslovanja. Neto novčani tok dat je u osmom redu. Ako se primeni diskontna stopa od 15%, onda neto sadašnja vrednost (NPV) ovog projekta iznosi 72 miliona US dolara, a interna stopa prinosa (IRR) je 31%.

Tabela XIV

Hipotetični primer izračunavanja neto sadašnje vrednosti (NPV) i interne stope prinosa (IRR)
(u milionima dolara); () negativni novčani tok

	Godine																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. Troškovi istraživanja	(10)	(10)	(10)																	
2. Investicije za razvoj				(35)	(35)															
3. Dohodak						100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4. Troškovi poslovanja						(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)
5. Dozvoljena amortizacija (20% godišnje)						20	20	20	20	20										
6. Deo dohotka za oporezivanje						60	60	60	60	60	60	80	80	80	80	80	80	80	80	80
7. Porez (50% dela dohotka za oporezivanje)						(30)	(30)	(30)	(30)	(30)	(40)	(40)	(40)	(40)	(40)	(40)	(40)	(40)	(40)	(40)
8. Neto novčani tok	(3)	(4)	(7)			60	60	60	60	60	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
NPV za 15% = 72 miliona US\$																				
IRR = 31%																				

Ref.: Raymond F. Mikesell, Petroleum Company Operations and Agreements in the Developing Countries, Baltimore, Md: Johns Hopkins University press, for Resources for the Future, 1984, p 32.

Interna stopa prinosa (IRR) predstavlja najvišu stopu kojom treba diskontovati godišnje novčane tokove tako da se njihova suma (odnosno NPV) učini ravnom nuli. Ako je IRR veća od interesne stope koja će se plaćati, onda je projekat profitabilan, a u suprotnom slučaju — nije profitabilan.

Neto sadašnja vrednost (NPV) projektovanog rudnika (ili rudarsko-industrijskog preduzeća) predstavlja razliku između uložene investicije i sume budućih diskontovanih novčanih tokova (obično govorajuće investicije, onda je projekat profitabilan (isplativ), a u protivnom — nije profitabilan.

U rudarskoj praksi se u novije vreme poglavito primenjuje diskontna stopa koja se sastoji od tri osnovne komponente: naknade za korišćenje kapitala (investicije), obezbeđenja za rizik i kompenzacije za inflaciju. U zavisnosti od veličine svake od ovih komponenta, pomenu-ta diskontna stopa se kreće od 8 do 32%.

n — broj godina predviđenog trajanja projekta.

i — diskontna stopa;

P — godišnji novčani tok (može biti pozitivan ili negativan);

I — početna investicija;

gde su:

$$I = \frac{P_1}{(1+i)} + \frac{P_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (54)$$

Metoda diskontovanog novčanog toka sastoji se u tome da se na novčane tokove u svakoj godini predviđenog trajanja rudarskog projekta (odnosno eksploatacionog veka ležišta) primenjuje takva diskontna stopa koja čini da ukupni diskontovani novčani tok (stvarni profit) bude jednak početnoj investiciji. Matematički, to se izražava obrascem:

Za rudarstvo su, kao što je ranije istaknuto, svojevrsena velika ulaganja određena profita u budućem vremenu. Međutim, što se u daljoj budućnosti ovi profiti ostvaruju, manja je njihova realna vrednost u sadašnjem vremenu. Da bi se ustanovila sadašnja vrednost nekog budućeg profita, neophodno je da se izvrši njegovo diskontovanje (odnosno korekcija) određenim faktorom (diskontnom stopom) koji adekvatno izražava vremensku vrednost novca. To upravo čini metoda diskontovanog novčanog toka.

Iako je profit neosporan cilj svakog rudarskog projekta, on se može ostvariti na razne načine, u različitim vremenskim periodima i u raznim iznosima. Na osnovu utvrđenih rezervi u nekom ležištu, investitor može, na primer, da odluči da uložiti veći kapital za izgradnju većih proizvodnih kapaciteta u rudniku i pratećem industrijskom postrojenju — u tom slučaju, eksploatacioni vek ležišta će biti kraći, pa će i rok povraćaja uloženog kapitala (investicije) biti kraći, pa će ukupan profit biti manji. Ukoliko pak odluči da uložiti manji kapital za izgradnju manjih proizvodnih kapaciteta, onda će eksploatacioni vek ležišta biti duži, te će i rok povraćaja uloženog kapitala biti duži, ali će ukupan profit biti veći. Investitor se, međutim, može opredeliti i za neko treće rešenje, koje se nalazi između ova dva ekstremna rešenja.

Pre donošenja definitivne odluke o ulaganju kapitala u neki rudarski projekat, investitor po pravilu razmatra više projektnih alternativa (više različitih projekata ili više varijanata u okviru istog projekta), a opredeljuje se za optimalnu. Izbor optimalne alternative vrši se na osnovu analize svih relevantnih činilaca, koji se prema svom karakteru mogu podeliti na ekonomske, finansijske i ostale.

Na osnovu analize ekonomskih činilaca utvrđuje se profitabilnost svake od projektnih alternativa. Kao pokazatelj profitabilnosti koriste se: novčani tok (prvenstveno diskontovan — DCF), neto sadašnja vrednost (NPV) i unutrašnja stopa prinosa (IRR).

Na osnovu analize finansijskih činilaca ustanovljavaju se mogući izvori investicionih sredstava.

U ostale čimioce ubrajaju se oni koji se ne mogu novčano izraziti, ali imaju određen, veći ili manji uticaj na rudarske projekte. To su, na primer, privredna razvijenost i komunikacione prilike u datoj državi ili regionu, zakonsko-pravna regulativa i njene implikacije na dati projekat, političke prilike, ekološki faktori i zaštitna životne sredine.

Konspetivan prikaz uporedne analize triju rudarskih projektnih alternativa (različitih eksploatacionih vekova i različitih karakteristika novčanih tokova — A, B i C), i to primenom metoda neto sadašnje vrednosti i diskontovanog novčanog toka, dat je u tabelama XV i XVI.

Kada se primeni metoda neto sadašnje vrednosti (tabela XV), onda je redosled projektnih alternativa po profitabilnosti sledeći: C, B, A. Kada se pak kod istih ovih projektnih alternativa primeni metoda DCF (tabela XVI), onda će one biti drugačije rangirane: B, C, A. Po ovoj metodi najprofitabilnija je, dakle, projektna alternativa B — zato što uz

povoljne finansijske efekte omogućava povraćaj uloženog kapitala u najkrćem roku.

Tabela XV

Metoda neto sadašnje vrednosti

Sadašnja vrednost novčanog toka sa diskontovanjem od 10%	Sadašnja vrednost 1 US\$ diskontovanog sa 10%			Neto novčani tok	Neto sadašnja vrednost			
	A	B	C		Projekat	A	B	C
					Investicija	\$30.000	\$30.000	\$30.000
					Godina 1	\$5.000	\$15.000	\$3.000
					Godina 2	\$5.000	\$10.000	\$3.000
					Godina 3	\$5.000	\$15.000	\$5.000
					Godina 4	\$5.000	\$5.000	\$5.000
					Godina 5	\$5.000	\$7.000	\$7.000
					Godina 6	\$5.000	\$7.000	\$5.000
					Godina 7	\$5.000	\$10.000	\$10.000
					Godina 8	\$5.000	\$10.000	\$10.000
					Godina 9	\$5.000	\$5.000	\$5.000
					Godina 10	\$5.000	\$5.000	\$5.000
					Ukupno	\$50.000	\$40.000	\$60.000
						\$30.720	\$33.110	\$34.420
						\$1.930	\$2.120	\$1.930
						\$2.820	\$3.100	\$2.820
						\$2.560	\$2.340	\$2.560
						\$3.950	\$4.340	\$3.950
						\$3.420	\$3.420	\$3.420
						\$3.750	\$11.250	\$3.760
						\$4.130	\$8.260	\$2.480
						\$4.550	\$13.600	\$2.720
						\$30.000	\$30.000	\$30.000
						\$3.750	\$11.250	\$3.760
						\$3.420	\$3.420	\$3.420
						\$3.100	\$4.340	\$3.100
						\$2.820	\$2.820	\$2.820
						\$2.560	\$2.340	\$2.560
						\$1.930	\$2.120	\$1.930
						\$30.720	\$33.110	\$34.420

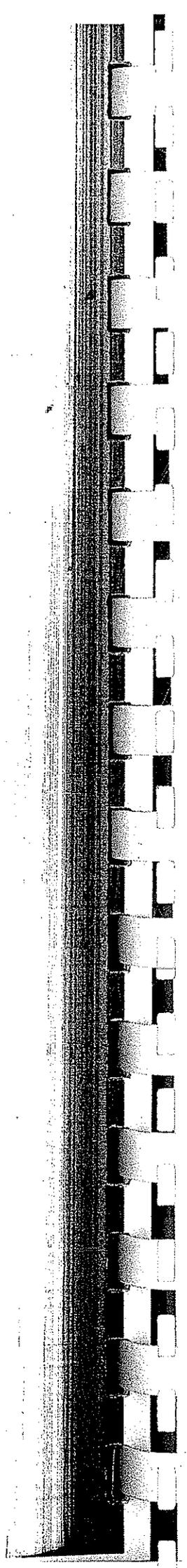
Ref: Cyril Jones, Economic analysis for mining ventures and projects, In: Surface Mining, Ed. Eugene Pflieger, the Sealey-Mudd Series, AIME, New York, p. 997-1013.

Treba, na kraju, istaci da, iako je u zemljama sa slobodnom tržišnom privredom profit osnovno merilo vrednosti ležišta i rudnika, u tim zemljama se uveliko analiziraju uticaji (i korisni i štetni) rudarske proizvodnje na društvenu zajednicu (kako užu — lokalnu, tako i širu). To se najčešće čini preko analize štete i koristi (eng. Cost-Benefit Analysis) koja ima veliki značaj kod projektovanja novih rudnika. U njoj se sveobuhvatno analiziraju i procenjuju svi korisni i štetni efekti rudarske proizvodnje — sadašnje i/ili buduće.

Tabela XVI

Metoda diskontovanog novčanog toka (u hiljadama dolara)

Godina	Projekat A		Projekat B		Projekat C				
	Neto novčani tok	10% disk.	12% disk.	15% disk.	16% disk.	Neto novčani tok	12% disk.	14% disk.	
1	5	4,55	4,46	15	13,03	12,00	3	2,68	2,63
2	5	4,13	3,98	10	7,56	7,43	3	2,39	2,30
3	5	3,75	3,56	15	9,88	9,62	5	3,56	3,37
4	5	3,41	3,18	-	-	-	5	3,18	2,96
5	5	3,11	2,84	-	-	-	7	3,97	3,64
6	5	2,82	2,54	-	-	-	7	3,55	3,19
7	5	2,56	2,26	-	-	-	10	4,52	4,00
8	5	2,34	2,02	-	-	-	10	4,04	3,51
9	5	2,12	1,81	-	-	-	5	1,80	1,54
10	5	1,93	1,61	-	-	-	5	1,61	1,35
Investicija		30,72	28,26		30,47	29,95		31,30	28,49
		30,00	30,00		30,00	30,00		30,00	30,00
Interpolacija:		0,72	(1,74)		0,47	(0,05)		1,30	(1,51)
		10%+2% (0,72/2,46)			15%+1% (0,47/0,52)			12%+2% (1,30/2,81)	
		DCF=10,6%+			DCF=15,9%+			DCF=12,9%+	



GLAVNE KARAKTERISTIKE RUDARSKIH PREDUZEĆA

O nekim karakteristikama rudarskih preduzeća bilo je govora u prethodnim izlaganjima, a u ovom poglavlju dat je sintetički prikaz najvažnijih karakteristika.

Rudarska (uključujući i složena rudarsko-industrijska) preduzeća čine okosnicu rudarstva, kao i sa njime povezanih ograna koje se tretiraju i preradivačke industrije. Po svojoj veličini, ova preduzeća se konvencionalno (prevenstveno u zemljama sa slobodnom tržišnom privredom) dele na velika, srednja i mala. No, ova podela se vrši na osnovu različitih kriterijuma, kao što su: vrednost imovine, fizički obim proizvodnje, broj zaposlenih, ukupan godišnji prihod, godišnji profit. Prema pronađenom kriterijumu, u velika rudarska preduzeća uvršćuju se ona koja imaju imovinu (nepokretnu i pokretnu) od preko 100.000.000 US dolara, u srednja — imovinu od 1.000.000 do 100.000.000 US dolara, a u mala — imovinu ispod 1.000.000 US dolara.

Sva rudarska preduzeća svoju delatnost baziraju na mineralnim sirovinama. Kao deo prirodnih resursa, mineralne sirovine se od ostalih delova tih resursa (površinskih i podzemnih voda, biljnog i životinjskog sveta) razlikuju po mnogim specifičnostima, kao što su: iscrpljivost (neobnovljivost), neravnomeran razmestaj i posebna ekonomska, politička i vojno-strateška obeležja.

Iako rudarska preduzeća, isto kao i preduzeća u drugim privrednim granama posluju na bazi tri univerzalna ekonomska principa (ekonomičnosti, rentabilnosti i produktivnosti), ona se od potonjih ipak razlikuju po nizu karakteristika, koje su tesno povezane sa gore navedenim specifičnostima mineralnih sirovina. Od tih karakteristika najvažnije su sledeće: fiksna lokacija, velika i specifična investiciona ulaganja (sa sporim povraćajem uloženog kapitala), dug investicioni period i dug eksploatacioni vek ležišta (zasnovan na velikim rezervama), visok rizik, veliki profit, veli-

ka vrednost, neophodnost pronalazjenja novih rezervi mineralne sirovine koja se eksploatiše, degradacija životne sredine, veliki uticaj države na ova preduzeća.

Sve napred navedene karakteristike svojstvene su za velika i srednja rudarska preduzeća, a većina od njih i za mala rudarska preduzeća. Po nekim karakteristikama, međutim, mala rudarska preduzeća se dinamično razlikuju od prvopomenutih, a to su: mala investiciona ulaganja (ali sa brzim povraćajem uloženog kapitala), kratak investicioni period i kratak eksploatacioni vek ležišta (mahom se eksploatišu mala ležišta visokokvalitetnih mineralnih sirovina), mali profit i mala vrednost.

Mala rudarska preduzeća imaju daleko manji ekonomski značaj od velikih i srednjih (udeo prvopomenutih u ukupnoj svetskoj rudarskoj proizvodnji iznosi oko 10%), ona ipak imaju i izvesna ekonomska preimućstva zbog malih investicionih ulaganja i brzog povraćaja uloženog kapitala. Ona su, uz to, još i mnogo operativnija i fleksibilnija od velikih i srednjih rudarskih preduzeća.

Detaljniji prikaz glavnih karakteristika rudarskih preduzeća dati smo u posebnom radu (M. Ilić, 1994).

- a. *Mehanički filteri*: pesak, mleveni kamen
 b. *Filteri precišćivači i precišćivači (adsorbenti i adsorbenti)*: dija-
 tomiti, gline — montmorionitske (bentoniti) i paligorskitske
 (atapulgitske), sepiolit

V FILTERI I PREČIŠĆIVAČI

Krečnjaci, pisaca kreda, merméri, kalcit, dolomit, diatomiti,
 tripoli, talk, pirofilit, liskuni, barit, gips, volastonit, gline i dr.

IV PUNJA

Kvarc, kalcit, fluorit, gips

III OPTIČKI MINERALI

Kvarc, turmalin

II PIJEZOELEKTRIČNI MINERALI

- a. *Tvrdi* (tvrđine preko 7): dijamant, korund, granati, staurolit
 b. *Srednje tvrđine* (tvrđine 5,5-7): kvarc, kvarcni peskovi i pe-
 šćari, rožnaci, feldspati, plovučac, bazalti, graniti i dr.
 c. *Meki* (tvrđine ispod 5,5): diatomiti, tripoli, kalcit, krečnjaci,
 pisaca kreda, dolomit, talk, gline i dr.

I ABRAZIVI

A. Nemetali u užem smislu

(po M. Iliću, 1982., sa dopunama)

PRILOG II INDUSTRIJSKA KLASIFIKACIJA NEMETALIČNIH MINERALNIH SIROVINA

VI MINERALNA MAZIVA

Grafit, liskuni, talk, molibdenit

VII IZOLATORI ELEKTRICITETA (DIELEKTRICI)

- a. *Elektroizolacione sirovine*: liskuni (muskovit, flogopit), mermeri, kvarc, dunit (forsteritski), talk (steatit), škrljici i dr.
- b. *Sirovine za proizvodnju elektroizolacionih materijala*: porculana i drugih keramičkih proizvoda (prikazane su posebno u ovoj tabeli), stakla (prikazane su posebno), petruški materijali i dr.

VIII IZOLATORI TOPLOTE

- a. *Termoizolacione sirovine*: azbest, dijamanti, tripoli, liskuni, plovčac i dr.
- b. *Sirovine za proizvodnju termoizolacionih materijala*: ekspanziranih materijala (prikazane su posebno u ovoj tabeli), staklene vate (vune) i mineralne vate (vune): škrljici, laporoviti krečnjaci i druge stene

IX IZOLATORI ZVUKA

Uglavnom iste sirovine i materijali koji predstavljaju izolatore toplote

X METALURŠKE SIROVINE

- a. *Sirovine za proizvodnju vatrostalnih materijala*: vatrostalne gline, magneziti, dunit (forsteritski), dolomiti, boksit, andaluzit, silimanit, disten, kvarciti, hromit, grafit, cirkon i dr.
- b. *Topitelji*: krečnjaci, dolomiti, fluorit, kvarc, feldspati i dr.
- c. *Livačke (kaluparske) sirovine*: kvarcni peskovi, gline (plastične vatrostalne), grafit, dunit (forsteritski), cirkon i dr.

XI SIROVINE ZA PROIZVODNJU FINE KERAMIKE

(PORCULANA I FAJANSA)

Gline (kaolinške i plastične vatrostalne), feldspati, nefelin, kvarc, volastonit i dr.

XII SIROVINE ZA PROIZVODNJU STAKLA

Kvarcni peskovi, krečnjaci, dolomiti, feldspati, nefelin, soda i dr.

XIII HEMIJSKE SIROVINE (ZA HEMIJSKU,

FARMACEUTSKU I AGRONOMSKU INDUSTRIJU)

- a. *Mineralne soli*: hloridi i sulfati Na, K, Mg i Ca (halit, silvin, karnalit, kainit, tenardit, mirabilit, kizerit, anhidrit, gips), karbonat Na (soda), borati Na, Mg i Ca (kernit, boraks, uleksit, kolemanit, boracit) i dr.

b. *Fosfati*: apatit, fosforit

c. *Nitrati*: Na i K šalitra

d. *Karbonati*: krečnjaci, dolomiti, magneziti

e. *Mineralni sumpora*: samородni sumpor, pirit

- f. *Mineralni pigmenti*: okeri, limonit, hematit, manganski oksidi, grafit, uglj, gline, krečnjaci, pisaca kreda, gips, anhidrit, talk, barit, glaukonit, lazurit, hlorit i dr.

XIV JUVELIJSKE MINERALNE SIROVINE (JUVELIJSKI

KAMEN) — obrađene u drago kamenje upotrebljavaju se za izradu nakita

a) *Dijamant*

b) *Ostali ("obojeni") plemeniti minerali i stene*:

1. *grupa*: beril (var. smaragd), korund (var. rubin i plavi safir), hrižoberil (var. aleksandrit), irizirajući crni opal

2. *grupa*: beril (var. akvamarin, heliodor i dr.), korund (var. zele- ni, žuti i ljubičasti safir), hrižoberil (var. cimofan), granati, spi- nel, olivin (var. hrižolit), turmalin, spodumen (var. kuncit i hidenit), jadet i nefrit (žad), tirkiz, rodonit, kvarc (var. gorski kristal, ametist, citrin, aventurin, ružičasti kvarc, jaspis, ča- davac, morion, tigrovo oko, sokolovo oko i dr.), kalcedon (var. ahaf, hrižopras, karnel i dr.), opal (var. vatreni opal, hrižopal, kaholong, mlečni opal i dr.), feldspati (mesječev kamen, sunčev kamen, amazonit i dr.), hematit, lapis lazuli, tektiti (var. mol- davit), obsidijan i dr.

XV KOLEKCIONARSKI KAMEN

Neobrađen se koristi kao dekoracija: kristali, njihove druze, geode i druge atraktivne forme mnogih minerala navedenih u podgrupi b₂ grupe XIV.

XVI GALANTERISKI KAMEN

Obraden se koristi za izradu ukrasno-upotrebnih predmeta: mermerski (naročito obojeni), mermerna breča, mermerni oniks, jadesit i nefrit (zad), pisani granit, labradorit, obsidijan, listvenit, kvarcit, džespilit, rožnaci, okamenjeno drvo, pirofilit (var. agalmatolit), talk (var. steatit), gips (var. alabaster), fluorit i dr.

B. Gradevinski materijali

I PRIRODNI GRADEVINSKI MATERIJALI

1. *Gradevinski kamen*
- a. *Tehnički kamen (lomljen kamen: običan koji se upotrebljava za nasipanje — naročito kod hidrotehničkih radova i kao zapunitelj kod velikih betonskih radova — npr. betonskih brana i doteran ili prirodno pločast koji se koristi za zidanje — temelja, sokli, zidova, ograda; drobljen kamen koji se koristi kao zapunitelj (agregat) za beton i asfalt, u putogradnji (za izradu podloge i zastora), za izradu pružnih zastora i kao zapunitelj za malter; mliven kamen koji se upotrebljava kao zapunitelj za asfalt i kao punilo; cepan kamen koji se koristi za izradu kocki i ivičnjaka i za popločavanje; sečen kamen koji se upotrebljava za zidanje):* razne stene povoljnih fizičko-mehaničkih i drugih tehničkih osobina.
- b. *Ukrasni (arhitektonski) kamen (sečen, a potom naročito obraden kamen) koji se koristi za spoljašnje i unutrašnje vertikalno i horizontalno oblaganje i za izradu različitih arhitektonskih elemenata: razne stene koje poseduju estetska svojstva (koja se ističu odgovarajućom obradom) i zadovoljavajuće fizičko-mehaničke i druge tehničke osobine.*
- c. *Skulptorski kamen: stene koje se upotrebljavaju za izradu skulptura.*
- d. *Memorijalni kamen: stene koje se koriste za izradu nadgrobnih spomenika.*
2. *Sljunač i pesak (koji se koriste kao zapunitelji za beton i asfalt, u putogradnji, za izradu pružnih zastora i kao zapunitelji za malter).*

II SIROVINE ZA PROIZVODNJU VEŠTAČKIH GRADJEVINSKIH MATERIJALA

1. Sirovine za proizvodnju grube keramike: plastične lakotopljive i srednjeplojive gline

2. Sirovine za proizvodnju vezujućih materijala:
a. *Portland cementa*

— Osnovne sirovine: cementni laporci, krečnjaci, gline, glinci, argilozisti i dr.

— Aktivni (hidraulični) dodaci: tufovi (tras), vulkanski pepeo (pucolan), silicijске stene koje sadrže „aktivnu“ siliciju (dijato-
miti, tripoli, rožnaci, opaliti i dr.)

b. *Aluminatnog (boksitnog) cementa*: boksit, krečnjaci

c. *Gradjevinškog kreča*: krečnjaci, mermerti

d. *Magnezijskih veziva*: magneziti

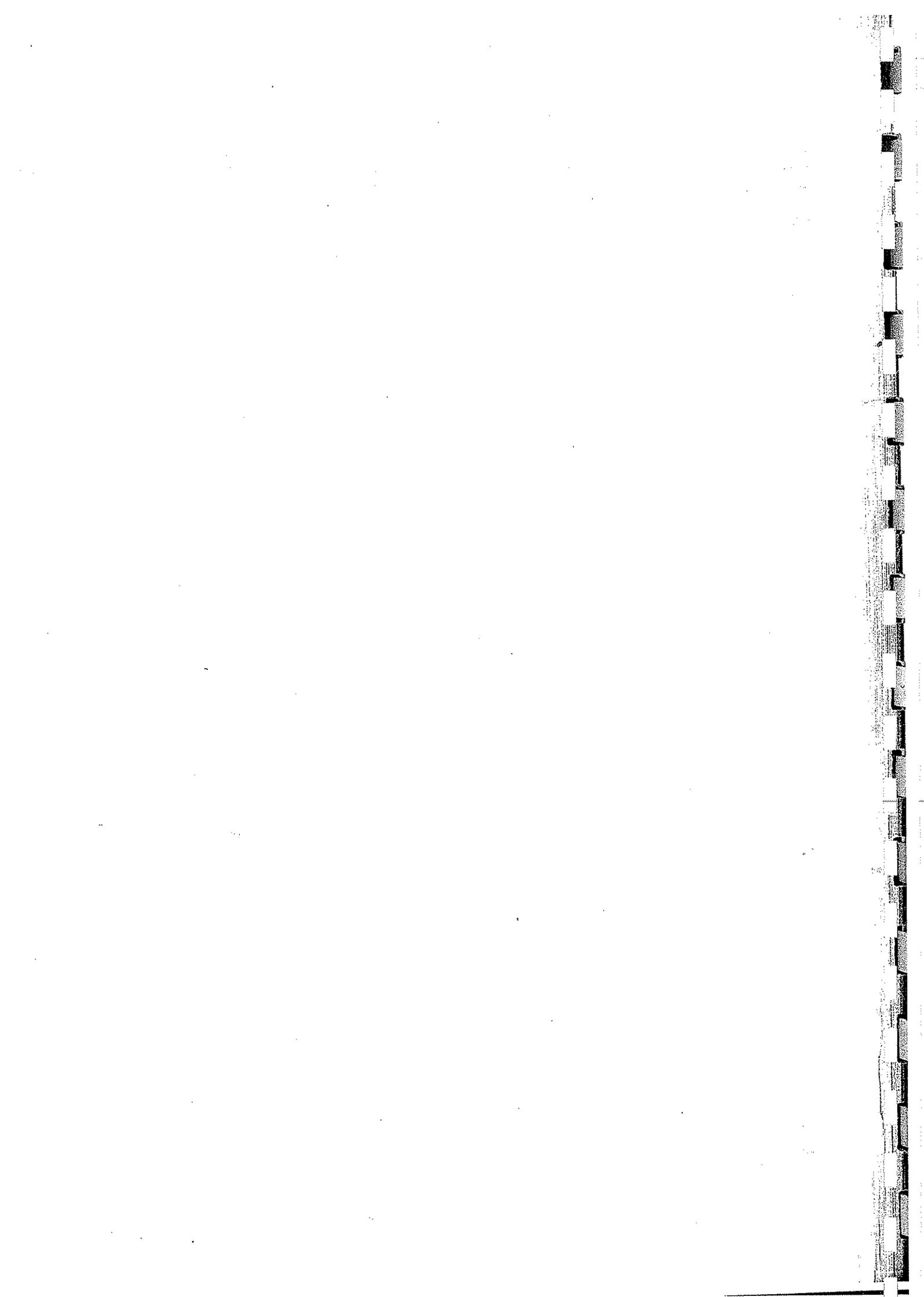
e. *Gipsnih veziva*: gips, anhidrit

3. Sirovine za proizvodnju *ekspandiranih materijala* (koji se koriste kao zapunitelji lakih betona): gline, glinci, argilozisti, perlit, vermikulit, gips i dr.

4. Sirovine za proizvodnju *petrurskih materijala*: bazalti, dijabazi i srodne stene

5. Sirovine za proizvodnju *autoklavanih materijala*: kvarcni pesak, krečnjaci

U gradevinarstvu se takođe koriste termoozolacioni i vatros-talni materijali i staklo. Sirovine za proizvodnju tih materijala prikazane su u odeljku A ove Tabele, i to pod VIII, X i XII.



PRILOG III

Prikaz sadržine projekata geoloških istraživanja i elaborata o rezultatima geoloških istraživanja u Srbiji (prema Pravilniku o sadržini projekata geoloških istraživanja i rezultatima geoloških istraživanja, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 51/1996).

Sadržina projekata geoloških istraživanja:

Član 2.

Projekat geoloških istraživanja (u daljem tekstu: projekat) sadrži:

1) opšte podatke o projektu;

2) tekstualni deo i

3) grafičku dokumentaciju.

Član 3.

Opšti podaci o projektu obuhvataju:

1) naziv projekta i preduzeća, odnosno drugog pravnog lica koje je projekat uradilo; potpis glavnog projektanta sa leve i ova-
šćenog lica sa desne strane, mesto i godinu izrade projekta;

2) spisak saradnika na izradi projekta sa svojeručnim potpisima;

3) dokaz da je preduzeće, odnosno drugo pravno lice, koje je proje-
kat uradilo, upisano u sudski registar za projektovanje u
oblasti geoloških istraživanja;

4) dokaze da glavni projektant u pogledu stručne spreme i rad-
nog iskustva ispunjava zakonom propisane uslove.

Član 4.

Tekstualni deo projekta sadrži:

1) uvod u projektni zadatak;

- Opšti podaci o istražnom prostoru sadrže:
- 1) geografski položaj istražnog prostora sa nazivom lista ili sekcije na kojoj se nalazi istražni prostor;
 - 2) morfološke i hidrogeološke karakteristike istražnog prostora;
 - 3) klimatske prilike;
 - 4) saobraćajne veze;
 - 5) naseljenost istražnog prostora i
 - 6) podatke o istorijskim spomenicima i drugim objektima koji su pod zaštitom države.

Član 6.

- Projektni zadatak sadrži:
- 1) granice istražnog prostora;
 - 2) problematiku koju treba rešavati realizacijom projekta;
 - 3) cilj i namenu istraživanja;
 - 4) uslove istraživanja i
 - 5) očekivane rezultate.

- Uvod sadrži:
- 1) razloge za izradu projekta;
 - 2) učesnike u izradi projekta;
 - 3) uslove pod kojima je projekat urađen i
 - 4) vreme izrade projekta.

Član 5.

- 10) mere zaštite životne sredine;
 - 11) sadržaj projekta i
 - 12) spisak literature i fondovske dokumentacije.
- 2) opšte podatke o istražnom prostoru;
 - 3) pregled ranije izvršenih istraživanja sa rezultatima istraživanja i zaključkom o stepenu istraženosti terena;
 - 4) projektna rešenja procesa geoloških istraživanja;
 - 5) predmer sa opisom i tehničkim uslovima izvodenja istražnih radova;
 - 6) dinamiku izvodenja istražnih radova;
 - 7) predračun troškova istraživanja;
 - 8) ekonomsko obrazloženje projekta;
 - 9) mere zaštite na radu i zaštite od požara pri izvodenju istražnih radova;

Član 7.

Pregled ranije izvršenih istraživanja sadrži:

- 1) istorijat istraživanja;
 - 2) pregled primenjenih metoda istraživanja;
 - 3) lokacije koje su istraživane;
 - 4) obim i gustinu istraživanja za svaku od primenjenih metoda.
- Na osnovu podataka ranije izvršenih istraživanja daje se:

- a) kritički osvrt na primenjenu metodologiju (metodiku — prim. M. I.) istraživanja, dostignuti stepen istraženosti i pouzdanost raspoloživih podataka o izvršenim istraživanjima;

- b) kratak prikaz geoloških, metalogenetskih, mineralogenetskih, ili ugljunosnih, ili naftonosnih, ili hidrogeoloških, ili inženjersko-geoloških karakteristika istražnog prostora;

- c) pokazatelji geološko-ekonomske ocene o perspektivnosti istražnog prostora u celini ili u pojedinim njegovim delovima u odnosu na ležišta mineralnih sirovina (energetskih, metalnih, nemetalnih, građevinskih materijala, podzemnih voda — pitkih, mineralnih i termalnih), ili ocene podobnosti u odnosu na izgradnju objekata.

Član 8.

Projektna rešenja procesa geoloških istraživanja daju se za sve vrste istraženih radova i sadrže koncepciju i metodologiju (metodiku — prim. M. I.) istraživanja za upoznavanje i utvrđivanje:

- 1) geoloških karakteristika istražnog prostora;
- 2) metalogenetskih ili mineralogenetskih, ugljunosnih ili naftonosnih, geotermalnih ili hidrogeoloških, odnosno inženjersko-geoloških karakteristika istražnog prostora i
- 3) klasifikaciju i kategorizaciju rezervi mineralnih sirovina.

Član 9.

Koncepcijska i metodološka rešenja istraživanja geoloških karakteristika istražnog prostora daju se za upoznavanje i utvrđivanje:

- 1) genetskih i litostratigrafskih tipova magmatskih, sedimentnih i metamornih stena i
- 2) strukturnog sklopa pojedinih litostratigrafskih tipova stena i istražnog prostora u celini.

Član 10.

Koncepcijska i metodološka rešenja istraživanja metalogenetskih, ili mineralogenetskih, ili ugljionosnih, ili naftonosnih karakteristika istražnog prostora, daju se radi upoznavanja i utvrđivanja:

- 1) perspektivnog prostora u pogledu mogućnosti za otkrivanje ležišta mineralnih sirovina u istražnom prostoru;
- 2) mogućnosti otkrivanja ležišta mineralnih sirovina u granicama izdvojenog perspektivnog prostora;
- 3) geneze i faktora kontrole prostornog razmeštaja ležišta mineralnih sirovina (magmatski, strukturni, litološki i dr.);
- 4) karakteristika ležišta, odnosno rudnih tela na osnovu kojih se ona dele na grupe i podgrupe;
- 5) veličine i složenosti oblika (morfoloških karakteristika rudnih tela i ležišta);
- 6) pripadnost određenim genetskim tipovima, odnosno rudnim formacijama;
- 7) mineralškog sastava i njegovih karakteristika;
- 8) karaktera raspodele korisnih i štetnih komponentata i
- 9) zahvaćenosti postrudnim tektonskim pokretima.

Član 11.

Koncepcijska i metodološka rešenja istraživanja hidrogeoloških karakteristika istražnog prostora, daju se za upoznavanje i utvrđivanje:

- 1) perspektivnog područja u pogledu mogućnosti za otkrivanje ležišta podzemnih voda u istražnom prostoru;
- 2) prostornog položaja vodonosne sredine u kojoj se nalazi ležište podzemnih voda;
- 3) hidrogeoloških parametara i osobina vodonosne sredine, a kod zatvorenih i poluzatvorenih ležišta i njihove povlate;
- 4) osobina režima podzemnih voda, koje određuju njihovu upotrebljivost i
- 5) količina podzemnih voda i uslova za njihovu eksploataciju.

Član 12.

Koncepcijska i metodološka rešenja istraživanja inženjersko-geoloških karakteristika istražnog prostora daju se za upoznavanje i utvrđivanje:

- 1) inženjersko-geoloških osobina terena;
- 2) inženjersko-geoloških i tehničkih svojstava stenskih masa;
- 3) egzogeodinamičkih procesa i pojava, uzroka njihovog obrazovanja, dinamike razvoja i mogućnosti saniranja;
- 4) inženjersko-geološke klasifikacije terena sa stanovišta seizmičke mikrorajonizacije i podobnosti za izgradnju;
- 5) inženjersko-geoloških uslova izgradnje objekata (naselja, puteva, pruga, brana, akumulacija, aerodroma, tunela, mostova i dr.) i
- 6) pojava i ležišta geoloških građevinskih materijala.

Član 13.

Koncepcijska i metodološka rešenja istraživanja za klasifikaciju i kategorizaciju rezervi mineralnih sirovina na istražnom prostoru daju se radi upoznavanja:

- 1) ležišnih uslova, zaleganja, prostiranja, veličine, oblika i grade ležišta, odnosno rudnih tela, svih korisnih i štetnih mineralnih supstanci, njihovog međusobnog odnosa i prostorne razmeštenosti;

- 2) hemijskog sastava, fizičko-hemijskih, fizičko-mehaničkih i tehničkih svojstava mineralnih sirovina, kao i mogućnosti njihove primene;

- 3) tektonskih, geotehničkih (inženjersko-geoloških, inženjersko-hidrogeoloških, geomehaničkih) i drugih parametara (gasonosit), koji određuju uslove izvođenja eksploatacionih radova,

- 4) geoloških, genetskih, tehničko-eksploatacionih, tehnoloških, regionalnih, tržišnih i društveno-ekonomskih faktora i naturalno-vrednosnih pokazatelja, na osnovu kojih se vrši klasifikacija i kategorizacija rezervi mineralnih sirovina.

Član 14.

Koncepcijska i metodološka rešenja istraživanja za klasifikaciju i kategorizaciju rezervi podzemnih voda, daju se radi upoznavanja i utvrđivanja:

- 1) geološke grade ležišta;
- 2) prostornog položaja i parametara vodonosne sredine;
- 3) izdašnosti vodonosne sredine i rejonizacije prema stepenu izdašnosti;

Mere zaštite na radu, zaštite od požara i zaštite životne sredine koje je izvodac dužan da sprovedi radi života i zdravlja ljudi i imovine, obavezan su prilog projekta geoloških istraživanja.

Član 19.

Ekonomsko obrazloženje iz stava 1 ovog člana služi za sagledavanje opravdanosti istraživanja. Ekonomsko obrazloženje projekta sadrži uporednu analizu troškova istraživanja i ekonomskih efekata koji se mogu postići pravilnim korišćenjem rezultata istraživanja.

Član 18.

Predračun troškova istraživanja sadrži jedinične cene za svaki istražni rad na bazi važećih cena u momentu projektovanja, istraživanja ili prognoze cena u vremenu ugovaranja.

Član 17.

Ako se radi o projektu višegodišnjih istraživanja, daje se dinamika istražnih radova po godinama, odnosno fazama istraživanja. Dinamika izvođenja istražnih radova sadrži realno sagledano vreme ukupnog trajanja projektovanih istražnih radova.

Član 16.

Dinamika izvođenja istražnih radova sadrži realno sagledano vreme ukupnog trajanja projektovanih istražnih radova. Ako se radi o projektu višegodišnjih istraživanja, daje se dinamika istražnih radova po godinama, odnosno fazama istraživanja.

Član 15.

Predmer sa opisom i tehničkim uslovima izvođenja istražnih radova sadrži:

- 1) najekonomičnije i najracionalnije varijante koncepcije istraživanja;
- 2) precizno određenu količinu radova sa definisanim mikrolokacijom svakog istražnog rada na istražnom prostoru;
- 3) bitne konstruktivne karakteristike svakog istražnog rada (opisno i grafički);
- 4) detaljan opis tehničkih uslova izrade svakog istražnog rada i lokalne uslove za realizaciju projektovanih istraživanja (transportne prilike, snabdevanje energijom, snabdevanje vodom, smestajne i druge prilike).

4) kvaliteta i režima podzemnih voda;

5) eksploatacionih mogućnosti ležišta i pojedinih perspektivnih područja;

6) hidrogeoloških i hidrotehničkih uslova zahvatanja podzemnih voda i uslova njene sanitarne zaštite.

Član 20.

Sadržaj projekta istraživanja obuhvata nazive poglavlja sadržanih u projektu sa oznakom broja strane.

Član 21.

Spisak literature i fondovske dokumentacije sadrži:

1) redni broj korišćenog materijala;

2) prezime i ime autora i naziv projektne organizacije;

3) naziv rada i godinu objavljivanja, odnosno izrade;

4) naziv izvodača, odnosno preduzeća, odnosno drugog pravnog lica u čijem se fondu nalazi korišćena dokumentacija.

Član 22.

Grafička dokumentacija sadrži:

1) preglednu geografsku kartu razmere do 1:100.000 sa ucrtanim

granicama istražnog prostora;

2) geološku, hidrogeološku ili inženjersko-geološku kartu šireg područja istražnog prostora razmere do 1:25.000 sa ucrtanim

projektovanim istražnim radovima;

3) geološke planove i profile razmera do 1:5.000 za podzemne ru-

darske prostorije sa ucrtanim projektovanim istražnim rado-

vima i prognoznim rezultatima i

4) sintetizovan grafički prikaz ranije izvršenih geoloških, hidro-

geoloških i inženjersko-geoloških istraživanja u pogodnoj raz-

meri.

Član 23.

Kad se vrši izmena ili dopuna projekata geoloških istraživanja

čija je realizacija u toku, izrađuje se dopuna projekta koja sadrži obraz-

loženje projektnih rešenja za koja se vrši izmena i dopuna, izmene pro-

jektnog rešenja procesa geoloških istraživanja i odgovarajuću grafičku

dokumentaciju.

Sadržina elaborata o rezultatima geoloških istraživanja:

Član 24.

Elaborat o rezultatima geoloških istraživanja (u daljem tekstu:

elaborat) sadrži:

1) opšte podatke o elaboratu;

2) tekstualni deo elaborata;

- 1) problematiku istraživanja koja je rešavana na osnovu projekta;
- 2) cilj i namenu istraživanja;

Cilj i način istraživanja sadrži:

Član 28.

- 5) geološke karakteristike šireg područja;
- 4) pregled ranije izvršenih istraživanja sa kratim pregledom rezultata istraživanja i stepenom istraženosti, i
- 3) morfološko-hidrogeološke i klimatske karakteristike područja;
- 2) vreme u kojem su istraživanja izvedena;
- 1) opšte podatke o istražnom prostoru;

Uvod sadrži:

Član 27.

- 7) tehno-ekonomsku ocenu.
- 6) prikaz rezervi;
- 5) ispitivanje kvaliteta;
- 4) istražne radove;
- 3) geološke karakteristike istražnog prostora;
- 2) cilj i način istraživanja;
- 1) uvod;

Tekstualni deo elaborata sadrži:

Član 26.

- 4) dokazi da autor elaborata u pogledu stručne spreme i radnog iskustva ispunjava zakonom propisane uslove.
- 3) dokaze da je preduzeće, odnosno drugo pravno lice upisano u sudski registar za izradu elaborata o rezultatima geoloških istraživanja;
- 2) spisak saradnika na izradi elaborata sa svojeručnim potpisima; mesto i godinu izrade elaborata;
- 1) naziv elaborata i naziv preduzeća, odnosno drugog pravnog lica koje je elaborat uradilo, potpis autora elaborata sa leve strane i potpis ovlašćenog lica u preduzeću sa desne strane,

Opšti podaci o elaboratu obuhvataju:

Član 25.

- 3) grafičku dokumentaciju i
- 4) dokumentacioni materijal.

3) uslove i način istraživanja.

Član 29.

Geološke karakteristike istražnog prostora sadrže:

- 1) geološku gradnju i tektoniku;
- 2) genezu ležišta;
- 3) hidrogeološke karakteristike;
- 4) inženjersko-geološke karakteristike.

Član 30.

Istražni radovi sadrže:

- 1) konceptijska i metodološka rešenja istraživanja metalogenetskih ili mineralogenetskih, ugljunosnih ili naftonosnih karakteristika istražnog prostora;
- 2) konceptijska i metodološka rešenja istraživanja geoloških karakteristika istražnog prostora;
- 3) konceptijska i metodološka rešenja istraživanja hidrogeoloških karakteristika istražnog prostora;
- 4) konceptijska i metodološka rešenja istraživanja inženjersko-geoloških karakteristika istražnog prostora;
- 5) konceptijska i metodološka rešenja istraživanja za klasifikaciju i kategorizaciju rezervi mineralnih sirovina na istražnom prostoru;
- 6) konceptijska i metodološka rešenja istraživanja za kvalifikaciju i kategorizaciju rezervi podzemnih voda;
- 7) detaljna razrada konceptijskih i metodoloških rešenja za pojedine vrste istraživanja data su u odeljku za izradu projekata geoloških istraživanja;
- 8) metode istraživanja;
- 9) opis istražnih prava.

Član 31.

Istraživanje kvaliteta sadrži:

- 1) metode oprobavanja;
- 2) rezultate laboratorijskih i tehnoloških istraživanja i
- 3) ocenu rezultata ispitivanja kvaliteta.

Član 32.

Prikaz rezervi sadrži:

- 1) metode proračuna rezervi i prikaz postupka proračunavanja;

Sličnu sadržinu propisanu napred navedenim Pravilnikom propisao je nekadašnji savezni Zakon o utvrđivanju i razvrstavanju rezervi mineralnih sirovina i prikazivanju podataka geoloških istraživanja (Službeni list SRJ, br. 12/1998), ali se ovde isključivo koristi termin *elaborat o rezervama mineralnih sirovina*.

- kata i geoloških procesa.
- 3) rezultate poluindustrijskih i industrijskih istraživanja mineralnih sirovina, rezultate osmatranja i testiranja vodnih objekata i geoloških procesa.
 - 2) rezultate hidrogeoloških, inženjersko-geoloških, geomehaničkih, geofizičkih i drugih istraživanja i rezultate poluindustrijskih i industrijskih istraživanja mineralnih sirovina, rezultate osmatranja i testiranja vodnih objekata i geoloških procesa.
 - 1) rezultate hemijskih, mineraloških, sedimentacionih i drugih istraživanja značajnih za područje istraživanja;

Dokumentacioni materijal sadrži:

Član 35.

- 6) karte opobavanja razmere 1:1.000.
- 5) karte i profile za proračun rudnih rezervi razmere do 1:1.000 i znih radova razmere do 1:5.000;
- 4) geološke, hidrogeološke ili inženjersko-geološke profile istraživanja razmera do 1:25.000;
- 3) geološku, hidrogeološku ili inženjersko-geološku kartu istražnog prostora sa ucertanim istražnim radovima razmere do 1:25.000;
- 2) geološku, hidrogeološku ili inženjersko-geološku kartu šireg područja istražnog prostora razmere do 1:25.000 (100.000);
- 1) preglednu geološku kartu razmere do 1:100.000 sa ucertanim istražnim prostorom;

Grafička dokumentacija sadrži:

Član 34.

- 3) geološko-ekonomsku ocenu rezultata istraživanja.
- 2) prirodne i vrednosne pokazatelje i prirodne, tržišne, ekološke i društveno-ekonomske faktore;
- 1) geološke, genetske, tehničke i drustveno-ekonomske, tehnološke, regionalne, prirodne i vrednosne pokazatelje i prirodne, tržišne, ekološke i društveno-ekonomske faktore;

Tehno-ekonomska ocena sadrži:

Član 33.

- 2) prikaz rezervi mineralnih sirovina;
- 3) prikaz rezervi podzemnih voda i
- 4) tabelarni pregled geoloških rezervi.

- Prkaz sadrzine studije izvodljivosti (Feasibility Study) i prethodne studije izvodljivosti (Prefeasibility Study), prema United Nations International Classification for Reserves/Resources — Solid Fuels and Mineral Commodities, 1996.
- Definicije studije izvodljivosti i prethodne studije izvodljivosti date su u poglavlju *Termini i definicije u Internacionalnoj klasifikaciji UN*.
- Studija izvodljivosti** (eng. **Feasibility Study**) sadrži sledeće elemente:
- *Geografski uslovi (Geographical Conditions)*
 - komunalije (public utilities)
 - putevi, pruge i dr. (roads, railways and others)
 - radna snaga (manpower)
 - *Geologija (Geology)*
 - struktura, velicina, oblik (ležišta — prim. M. I.) (structure, size, shape (of a deposit — comm. M. I.))
 - mineralni sastav, sadržaj, gustina (korisne komponente — prim. M. I.) (mineral content, grade, density (of useful component — comm. M. I.))
 - količina i kvalitet rezervi/resursa (reserve/resource quantity and quality)
 - druge relevantne geološke karakteristike (other relevant geological features)
 - *Zakonsko-pravni faktori (Legal Matters)*
 - prava i vlasništvo (rights and ownership)

Prehodna studija izvodljivosti (eng. **Prefeasibility Study**) sadrži iste elemente kao studija izvodljivosti, ali su oni obradeni sa manjom detaljnošću i tačnošću (tačnost podataka je $\pm 25\%$) u odnosu na drugo pomenutu studiju (kod koje je tačnost podataka o troškovima $\pm 10\%$).

— *Procena rizika (Risk Assessment)*

- troškovi kapitala (capital cost)
- prognoza novčanog toka (cashflow forecast)
- investicioni troškovi (investment cost)
- prognoza inflacije (inflation forecast)
- proizvodni troškovi (operating cost)
- studije „osetljivosti“ (sensitivity studies)
- troškovi zatvaranja (closure cost)
- troškovi rehabilitacije (rehabilitation cost)

— *Finansijska analiza (Financial Analysis)*

— *Tržišna analiza (Market Analysis)*

ment, if not dealt with in a separate study

— *Zivotna sredina* (ukoliko se ne obraduje u posebnoj studiji) (*Environment*)

- mehanika stena (rock mechanics)
- rudarska oprema (mining equipment)
- otkopna metoda (mining method)
- plan i rokovi izgradnje (construction plan and schedule)
- odgovarajuća tehnološka probna ispitivanja (appropriate technological pilot tests)
- mlin i postrojenja za preradu/obradu (mill and processing plant)
- odlaganje jalovine (tailings disposal)
- snabdevanje vodom i njeno korišćenje (water management)
- transport (transportation)
- snabdevanje električnom energijom (power supply)
- odnosi radna snaga/rad (manpower/labour relations)
- pomoćna postrojenja i usluge (auxiliary facilities and services)
- projekat zatvaranja (closure design)

— *Operativni faktori (Operating)*

- socioekonomski uticaj (socioeconomic impact studies)
- društvena prihvatljivost (public acceptance)
- zahtevi za posed zemljišta (land requirements)
- faktori vladine politike (government factors)

LITERATURA

- Bates R. L. et al., 1975: *Industrial Minerals and Rocks*, 4TH ed., Editor: Stanley Lefond. — AIME, New York, 1360 str.
- Bibića N., 1984: *Tehnička petrografija (svojsstva i primene kamena)*. — Naučna knjiga, Beograd, 239 str.
- Blečić N. i Milovanović D., 1999: *Metode proračuna rudnih rezervi*. — Izd. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 176 str.
- Borzunov V. M., 1969: *Mestoroždenija nerudnyh poleznyh iskopajemyh, ih razvedka i promyšlennaja ocenka*. — Nedra, Moskva, 335 str.
- Borzunov V. M. i koautor, 1968: *Poiski i razvedka mestoroždenij mineralnogo syrja dlja promyšlennosti stroitelnyh materialov*. — Nedra, Moskva, 215 str.
- Borkov V. S. i Konšina Ju. P., 1970: *Poiski i razvedka mestoroždenij stroitelnyh materialov geofizičeskimi metodami*. — Nedra, Moskva, 150 str.
- Dorohin I. V. i koautor, 1969: *Mestoroždenija poleznyh iskopajemyh i ih razvedka*. — Nedra, Moskva, 303 str.
- Dibkov V. F. i koautor, 1969: *Kurs mestoroždenij nemetalličeskikh poleznyh iskopajemyh*. — Nedra, Moskva, 472 str.
- Gentry D. W. and O'Neil T. J., 1984: *Mine Investment Analysis: American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers Inc., New York, 501 str.*
- Harben P. W. and Bates R. L., 1990: *Industrial minerals: Geology and World Deposits*. — Metal Bulletin Blc, London, 312 str.
- Hoover H. C., 1909: *Principles of Mining*. — McGraw-Hill, New York.
- Hoover T. J., 1933: *The Economics of Mining*. — Stanford University Press, Stanford.

- Hoskold H. D., 1905: *The Engineers Valuing Assistant*. — Longmans, Green & Co, London.
- Ilić M., 1982: Glavne karakteristike nemetalnih sirovina i njihova industrijska klasifikacija. — Vesnik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja, knj. XL, ser. A, str 5-15, Beograd.
- Ilić M., 1994: Glavne karakteristike rudarskih preduzeca. — Zbornik radova Rudarsko-geološkog fakulteta, sv. 32-33, str. 329-336, Beograd.
- Ilić M., 1995: Istraživanje ležišta nemetala — gredevinskih materijala. — 2. izmenjeno i dopunjeno izdanje, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 250 str.
- Janković S., 1957: Oprobavanje i proračun rezervi mineralnih sirovina. — Posebno izdanje Zavoda za geološka i geofizička istraživanja br. 2, Beograd, 379 str.
- Janković S. i Vakanjac B., 1969: Ležišta nemetalnih mineralnih sirovina. — Gredevinska knjiga, Beograd, 247 str.
- Janković S. i Milovanović D., 1985: Ekonomska geologija i osnovi ekonomike mineralnih sirovina. — Izd. RO Institut Goša, Zavod za izdavačku i grafičku delatnost, Beograd, 403 str.
- Jevremović D., 1997: Geološki gredevinski materijali. — Udžbenik na Rudarsko-geološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, 262 str.
- Krasnikov V. I., 1965: Osnovy racionalnoj metodiki poiskov rudnyh mestorozdennyj. — Nedra, Moskva, 399 str.
- Krejter V. M., 1969: Poiski i razvedka mestorozdennyj poleznyh iskopajemyh. — II izdanje, Nedra, Moskva, 383 str.
- Kulikovskij V. K., 1968: Mestorozdenija nemetaliceskih poleznyh iskopajemyh. — Izdatelstvo Kievskogo universiteta, Kiev, 227 str.
- Mikesell R. F. and Whitney J. W., 1987: *The World Mining Industry*. — *The World Industry Studies 6*, Allen and Unwin, Boston, 187 str.
- Milovanović D., 1976: Osnovni problemi ocene ležišta nemetalnih sirovina u Jugoslaviji. — Tehnika (Rudarstvo, geologija, metalurgija), br. 9, Beograd, str 1319-1328.
- Milovanović D., 2003: Kompleksna ocena mineralno-sirovinske baze Jugoslavije u funkciji strategije njenog razvoja. — *Mineralno-sirovinski kompleks Srbije i Crne Gore na razmeđu dva milenijuma: monografija*, izd. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u

- Beogradu, Inženjerska akademija nauka i Savez inženjera rudarske i geološke struke, str. 126-134, Beograd.
- Milutinović V., 1961: Ekonomska ocena rudnika i ležišta obojenih metala. — Posebna izdanja Zavoda za geološka i geofizička istraživanja, Beograd, knj. 10, 159 str.
- Milutinović V., 1970: Kompleksna metodologija ekonomske ocene ležišta, njena primena u praksi i analiza dobijenih rezultata. — Zbornik radova Rudarsko-geološkog fakulteta, sv. 13, str. 317-345, Beograd.
- Milutinović V., 1971: Kompleksna metodologija ekonomske ocene ležišta mineralnih sirovina. — Rudarski institut, Beograd, 228 str.
- Muravljov M., 1989: Građevinski materijali. — Naučna knjiga, Beograd, 486 str.
- Peters W. C., 1978: Exploration Mining and Geology. — John Wiley and Sons, New York, 696 str.
- Petković M., 1982: Prospekcija rudnih ležišta, — Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 172 str.
- Pogrebickij E. O., 1977: Poiski i razvedka mestorođenij poloznyh iskopaemyh. — II izdanje, Nedra, Moskva, 405 str.
- Smirnov V. I., 1976: Geologija poloznyh iskopaemyh. — III izd., Nedra, Moskva, 688 str.
- Stajević B., 2003: Projektovanje i istraživanje ležišta čvrstih mineralnih sirovina — Deo prvi — Grafičko projektovanje i geometrizacija. — Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Smer za istraživanje ležišta mineralnih sirovina, Beograd, 274 str.
- Tufegdžić V., 1983: Građevinski materijali — proučavanje i ispitivanje, V izd., Naučna knjiga, Beograd, 595 str.
- Vakanjac B., 1992: Geologija ležišta nemetalčnih mineralnih sirovina. — Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Katedra ekonomske geologije, Posebna izdanja br. 4, Beograd, 323 str.
- Vorobjev V. A., 1979: Stroitelnye materijaly. — Vyssšaja škola, Moskva, 382 str.
- Klasifikacija zapasov mestoroždenij i prognoznyh resursov tverdyh poloznyh iskopaemyh (GKZ SSSR). — Razvedka i ohrana nedr, no. 4, str. 40-48, Moskva, 1982.

Klasifikacija zapasov mestorođenij i prognoznych resursov tverdnyh poleznyh iskopajemnyh. — Gosudarstvennaja komissija po zapasam Ministarstva prirodnyh resursov Rossijskoj Federaciji, Moskva, 1997, 16 str.

Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vodenju evidencije o njima. — Službeni list SFRJ, br. 53/1979.

Pravilnik o sadržini projekata geoloških istraživanja i rezultatima geoloških istraživanja. — Službeni glasnik Republike Srbije, br. 51/1996.

United Nations Secretariat (1979 and 1984): The International Classification of Mineral Resources. a) Economic Report No. 1, May 1979. Annex to: Natural Resources and Energy, Vol. 4, No. 1, August 1979. Centre for Natural Resources, Energy and Transport of the United Nations Secretariat, New York, 1979; b) Berg- und Hüttenm. Mh. 129 (1984), No. 10 (October).

United Nations International Classification for Reserves/Resources — Solid Fuels and Mineral Commodities — Final Version: Finalized and Submitted by the United Nations' Task Force, Geneva, November 1996. (ENERGY/WP. 1/12, para 33).

Zakon o geološkim istraživanjima Republike Srbije (Službeni glasnik Republike Srbije, br. 44/1995).

Zakon o utvrđivanju i razvrstavanju rezervi mineralnih sirovina i prikazivanju podataka geoloških istraživanja. — Službeni list SRJ, br. 12/1998.

Zakon o rudarstvu. — Službeni glasnik Republike Srbije br. 44/1995.

Sadržaj

5	PREĐGOVOR
7	UVOD
	OSNOVNE KARAKTERISTIKE NEMETALIČNIH MINERALNIH SIROVINA
9	Materijalne odlike i rasprostranjenost u prirodi
12	Primena u privredi
15	Tehnika eksploatacije
15	Tehnologija
16	Ekonomika
17	Neka terminološka pitanja
19	KLASIFIKACIJE NEMETALIČNIH MINERALNIH SIROVINA
23	PROSPEKCIJSKO-ISTRAŽNI PROCES
23	Definicija i podela
27	Osnovni principi izvođenja prospekcijsko-istražnog procesa
29	Istražni radovi
30	Površinski istražni radovi
32	Bušenje
35	Ručno bušenje
38	Motorno obrtno bušenje sa jezgrovanjem
42	Podzemni (jamski) istražni radovi
47	Geološka dokumentacija istražnih radova
55	PROSPEKCIJA
55	Definicija i podela
56	Prospekcija i geološko kartiranje
57	Prospekcijski kriterijumi i indicije (znaci)

61	Metode prospekcije
69	Istražni radovi u prospekciji
72	Specifičnosti prospekcije ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina
72	Prospekcija i zakonska regulativa
73	ISTRAŽIVANJE
73	Definicija i podela
79	Osnovni pojmovi o promenljivosti geoloških osobina ležišta
79	čvrstih mineralnih sirovina i matematička analiza te promenljivosti
84	Metodika istraživanja
90	Istražni radovi
91	Okonturivanje ležišta
98	Prostorni raspored i gustina istražnih radova
104	Specifičnosti istraživanja ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina
106	Čvrste stene
111	Plastične (poluvezane) stene
114	Nevezane (rastresite) stene
118	Istraživanje i zakonska regulativa
119	OPROBAVANJE
119	Opšti osvrt
120	Uzimanje proba
120	Tačkaste probe
122	Linijske probe
125	Površinske probe
126	Masovne probe
127	Oprobavanje metodom blokova (monolita)
127	Izbor metode oprobavanja
127	Rastojanje između proba
129	Obrada proba
129	Opšti osvrt
130	Osnovni teorijski problemi
131	Tehnika obrade proba
135	Ispitivanja proba
137	Greške oprobavanja
139	Kontrola oprobavanja

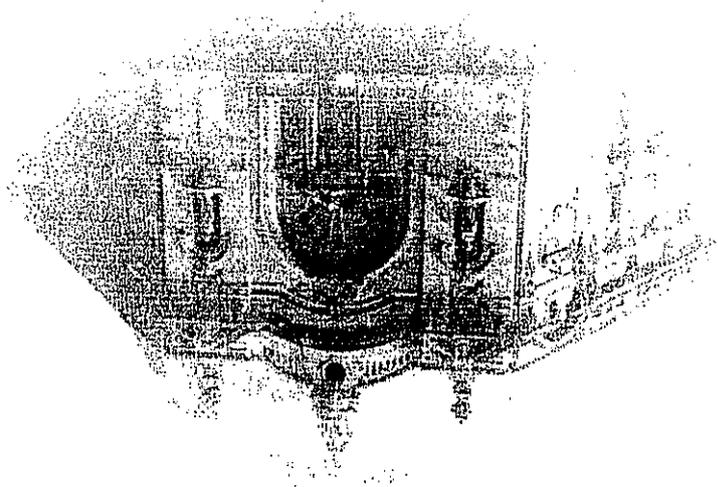
Specifičnosti oprobavanja ležišta nemetalnih mineralnih sirovina	139
Čvrste stene	140
Tehnički građevinski kamen	140
Arhitektonski (ukrasni) građevinski kamen	140
Karbonatne sirovine (krečnjaci, dolomiti, kreda)	141
Poluvezane (plastične) stene	142
Keramike i vatrostalne gline	142
Nevezane (rastresite) stene	142
Šljunak i pesak	142
Kvarcni pesak i šljunak	143

KLASIFIKACIJA, KATEGORIZACIJA I PRORAČUN REZERVNIH MINERALNIH SIROVINA

Opšti osvrt	145
Klasifikacija i kategorizacija rezervni	146
Privredno-ekonomski značaj pojedinih kategorija rezervni	156
Stepen istraženosti ležišta	157
Klasifikacija i kategorizacija rezervni čvrstih mineralnih sirovina u Srbiji	158
Internacionalna klasifikacija rezervni/resursa čvrstih mineralnih sirovina Ujedinjenih Nacija (1996)	169
Termini i definicije u internacionalnoj klasifikaciji UN	171

Proračun rezervni	175
Određivanje osnovnih parametara za proračun rezervni	175
Određivanje površine rudnog tela	175
Određivanje srednje debljine rudnog tela	176
Određivanje gustine i zapreminske gustine mineralnih sirovina	178
Određivanje srednjeg sadržaja korisne komponente u rudi	179
Određivanje važnosti rude	180
Metode proračuna rezervni	181
1. Srednjearitmetička metoda	182
2. Metoda geoloških blokova	184
3. Metoda eksploatacionih blokova	185
4. Metoda profila	186
5. Metoda trouglova	192
6. Metoda poligona	195
7. Metoda izolinja	196

199	8. Metoda izohipsi
201	9. Statistička metoda
201	Kombinovanje različitih metoda proračuna rezervi
202	Specificnosti proračuna rezervi kod ležišta nemetalčnih mineralnih sirovina
202	Tačnost proračuna rezervi
205	OCENA LEŽIŠTA
205	Opšti osvrt
206	Faktori i pokazatelji ocene
209	Metode ocene ležišta
210	a. Metode kod kojih se ne uzima u obzir vremenski faktor
212	b. Metode koje uzimaju u obzir vremenski faktor
223	GLAVNE KARAKTERISTIKE RUDARSKIH PREDUZEĆA
225	PRILOG II
231	PRILOG III
241	PRILOG IV
243	LITERATURA



Geozavod IMS je preduzeće za geološka istraživanja, pripremu, eksploataciju i promet mineralnih sirovina. Vršimo izradu metalogenetskih, prognoznih, geohemijskih, strukturnih i drugih specijalističkih geoloških karata i planova prćenih prospekcijom mineralnih sirovina. Takođe, izvršavamo prognoziranje i ocenjivanje mineralne potencijalnosti ležišta, rudnih polja, pojedinih područja itd.

Pored istraživanja u zemlji bavimo se istraživanjima u inostranstvu. Posedujemo biblioteku i veliki dokumentacioni fond sa do sada izvršenim geološkim istraživanjima.

Karadordeva 48, 11000 Beograd;
Tel: 011/628-409; Fax: 011/630-118; e-mail: geozoms@ptt.yu

DRUŠTVENO PREDUZEĆE ZA GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA, ISTRAŽIVANJA, EKSPLOATACIJU, PRIPREMU I PROMET MINERALNIH SIROVINA "GEOZAVOD-IMS"

Geozavod-IMS



Beograd, Srbija Срна Гора	Телефони 0038111625063
Кардочева 48	00381113283285
www.gemini.co.yu	00381113283286
prdevon@eunet.yu	0038111631052
Факс	

Енергопроект, Генекс, Бродимпекс, Лорресом, Лутометалом, Рударским институтом и др. Локом реализације радова у иностранству Геоавод-Гемини је остварио успешну сарадњу са

дизајном, украсни камон, тешки пескови). Радови су извођени у Замбији (бакар), Судану (гвожђе), Нигерији (олово и цинк), Либији (геолошке карте), Ирану (геолошке карте), Ираку (подлоге за бране), Турској (лежњина хромита и каменолом), Гвинеји (боксит) и Мозамбику (геолошке карте, графит, титано-магнетит, азбест, Зета, Мрица, Перуница, Вајна Вашта и др.

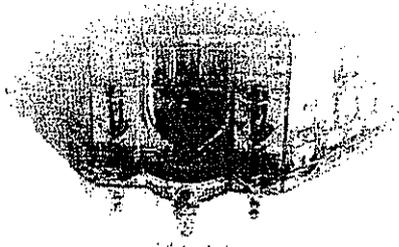
„Геоавод-Гемини“ је обављао и радове у иностранству као консултантска али и као извођачка фирма. На територији Републике „Геоавод-Гемини“ је, осим неколико листова, урадио Основну геолошку карту 1:100000, Геолошку карту 1:200000, Структурно-тектонску карту СР Србије 1:200000, а комплетирао је и неколико листова формационе карте СРЈ 1:50000. У сарадњи са „Геоаводом-ХИП“ урађена је и Геолошка карта СРЈ 1:300000.

Врло је учешће „Геоавода-Гемини“ у основним и детаљним истраживањима Тимочке, Руданско-крепољинске зоне, Бене, Кобиле, Лепкол масива, Копанника, Соколских планина, Косовског и Метохијског басена, Браничева, Ковина и др., затим код хидроелектрана Требињца, Зета, Мрица, Перуница, Вајна Вашта и др.

„Геоавод-Гемини“ је носиоц пројеката формационе геолошке карте СРС 1:50000, а ретрисрован је и за послове ван геолошке струге.

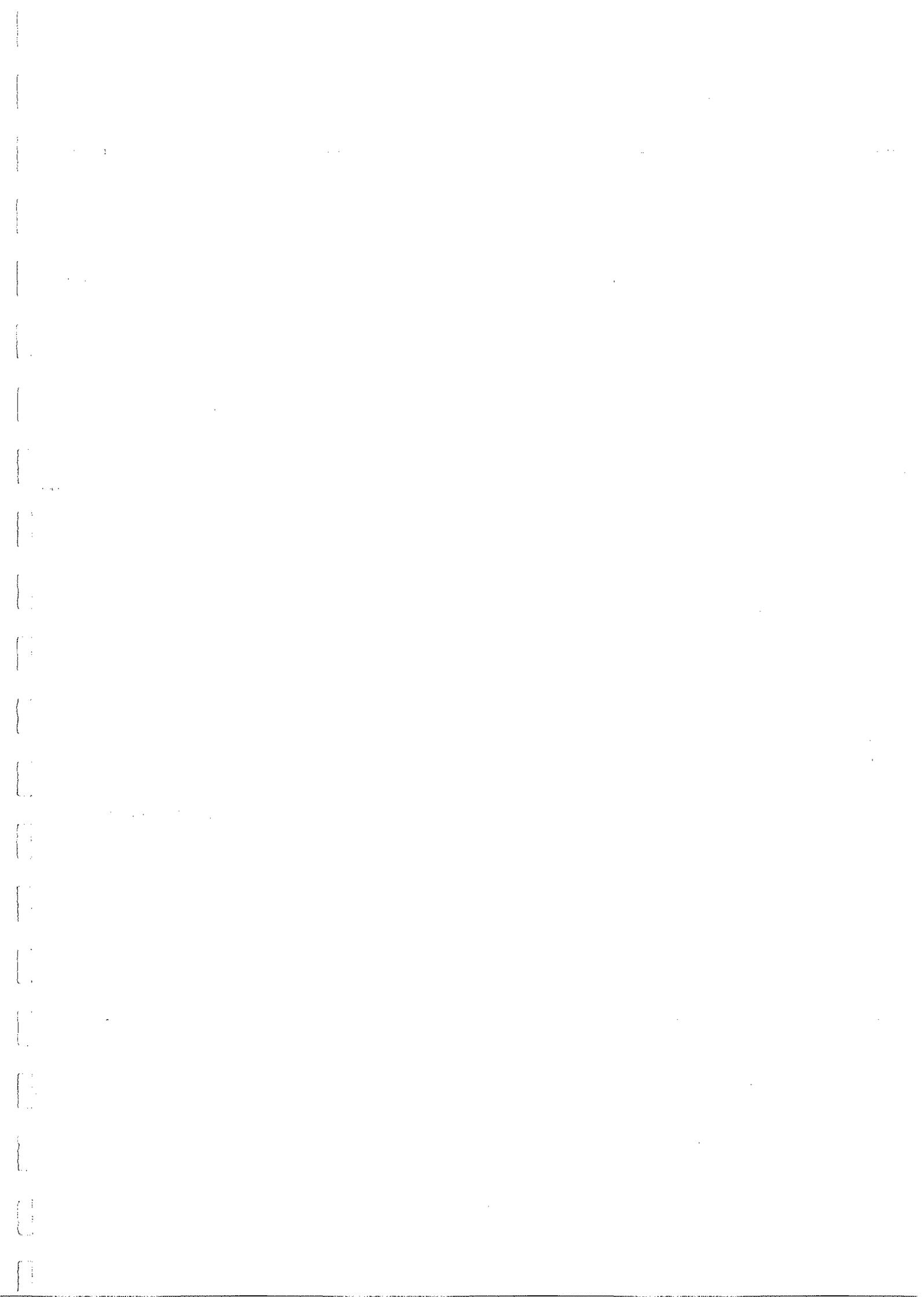
- израда геолошких извештаја и elaborата.
- геохемских, петролошких и седиментолошких појатака,
- компјутерска обрада и интерпретација структуролошких, седиментолошких, палеонтолошких и др.,
- петрологије магматских и метаморфних стена,
- пројектовање и извођење лабораторијских радова из области геолошке струге,
- пројектовање и техничко извођење истражних бушотина и бунара,
- пројектовање и техничко извођење истражних бушотина и бунара,
- испитивања стабилности тла и др.,
- послове геолошког инжењеринга приликом израде планова, система за наводњавање и ороуњавање,
- пројектовање и извођење свих основних, пољудељних и детаљних геолошких истраживања,
- минералних сировина и др.,
- развојни програми, пројекти и студије за проналажење, истраживање и отварање лежњишта,
- сателитске и аеро-фото анализе, студије и интерпретације,
- фотоголошке, геолошке и др.,
- израда специјалистичких карата - геоморфолошке, палео-географске, структурне, тектонске, мине-рајних сировина, пољопривредне, грађевинарства и др.,
- истраживања енергетских, металајних и металуршких потребе хидрогеологије, инжењерске геологије, петрологије магматских и метаморфних стена и геохемију. Активности „Геоавода-Гемини“ су следеће:

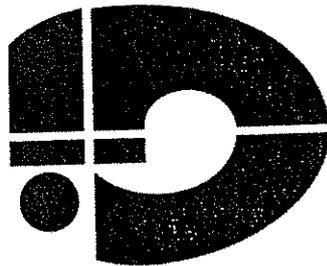
„Геоавод-Гемини“ према техничко-технолошкој опремљености и кадровској структури, представља организацију оспособљену за извођење основних (фундаменталних) и детаљних (развојних) геолошких истраживања. Реализују се пројекти од значаја за привреду и науку. Радови се изводе на терену, у кабинету и лабораторијама - за палеонтологију, седиментологију, петрологију магматских и метаморфних стена и геохемију.



„ГЕОЗАВОД-ГЕМИНИ“







Zahvaljujući stručnosti i iskustvu svojih kadrova, GEOINSTITUT već pola veka u Jugoslaviji i drugim zemljama sveta izvodi sve vrste geoloških i geofizičkih istraživanja:

- Projektovanje, programiranje, izvođenje i nadzor geoloških istraživanja energetske, metalne i nemetalne mineralne sirovine, građevinskog i ukrasnog kamena, uključujući rudarska istraživanja, evaluaciju mineralnih ležišta, elaborate o rudnim rezervama i geološko-ekonomske studije i druge studije;
- Izradu svih vrsta generalnih, geofizičkih, geohemijskih, hidrogeoloških, inženjersko-geoloških karata u svim razmerama; Regionalna i detaljna metalogentska istraživanja svih tipova geoloških formacija, uz izradu odgovarajućih metalogenetskih karata, izveštaja i studija;
- Hidrogeološka i inženjersko-geološka istraživanja za prostorno planiranje i vodosnabdevanje naselja i individualnih potrošača; Geofizička ispitivanja u cilju istraživanja mineralnih sirovina i rešavanje različite geološko-strukturne problematike;
- Istražno bušenje za mineralne sirovine do 1000 m dubine, kao i bušenje bunara za vodosnabdevanje individualnih domaćinstava; Istraživanje u cilju zaštite životne sredine;

- Sve vrste laboratorijskih analiza za interna istraživanja i za potrebe drugih izvodaca geoloških radova;
- Terensko i laboratorijsko merenje prirodne i veštačke radioaktivnosti sa aspekta istraživanja mineralnih sirovina i zaštite životne sredine.

Geozavod Gremetal

Karadordeva 48,
11000 Beigrade, Jugoslavija
phone: ++381 11/ 626-032;
622-373; 3283-161
fax: ++381 11/ 622-373;
E-mail: gzvnet@EUnet.yu

Mi smo poznati jer posedujemo:

*Tradiciju dugu sedamdeset godina
u geološkom istraživanju nemeta-
ličnih mineralnih sirovina,*

*Iskustvo visoko obučениh kadrova
stečeno pri istraživanju: magnezita;
vatrostalnih i keramičkih gлина i
bentonita; feldspata; kaolina; borata,
azbesta; prirodnih gradevinskih
materijala; tehničkog i ukrasnog
kamenа, uz primenu savremene
tehnologije (laboratorijska i
komputerska oprema i sl.) garantuje
visok kvalitet naših usluga.*

*Poverenje koje je stečeno izradom:
Mineragenetskih karti
Projekata istraživanja nemetalnih
mineralnih sirovina i njihovom
realizacijom,*

*Studija potencijalnosti geoloških
formacija
Studija izvodljivosti (fizibiliti)
Elaborata o rezervama i kvalitetu
Ekspertiza i izveštaja o regionalnim i
detaljnim geološkim istraživanjima*

*Kvalitet postignut izradom velikog
broja projekata istraživanja kako za
potrebe Republike Srbije, tako i za
brojne kompanije:*

*"Magnohrom" – Kraljevo,
"Samot" – Arandjelovac,
"Zorka" – Šabac,
"Venčac" – Arandjelovac,
"Keramika" – Mladenovac,
"Elektroprivreda Srbije",
"Srpska fabrika stakla" – Paraćin,
"Cementara" – Beoćin i mnoge druge.*

*Priznanje preduzeću za vodeću instituciju u oblasti geoloških istraživanja
dobijeno realizacijom brojnih projekata u inostranstvu: Afrika (Angola -
gradevinski materijal; Sudan - azbest; Gvineja - boksiti; Mozambi - ukrasni
kamen); Azija (Irak - gradevinski materijal).*

