Primena rezultata geoloških istraživanja ležišta čvrstih mineralnih sirovina u rudarstvu

MILOJE M. ILIĆ, ekspert Ujedinjenih nacija za
istraživanje mineralnih ležišta, Beograd

Pregledni rad
UDC: 553.6(497.11)
DOI: 10.5937/tehnika1702204I

U radu je razmotrena primena rezultata geoloških istraživanja ležišta čvrstih mineralnih sirovina u rudarstvu, a u prvom redu geoloških podataka o osnovnim svojstvima ležišta i njihovoj promenljivosti kao i o količini i kvalitetu (resursima i rezervama) pripadajuće mineralne sirovine, koji su od velikog značaja za mineralne projekte. Ovi geološki podaci se, naime, zajedno sa drugim relevantnim podacima (prvenstveno tehničkim i ekonomskim), koriste kao osnovni parametri u dokumentaciji mineralnih projekata. Budući da uspešnost mineralnih projekata zavisi od pouzdanosti primenjenih podataka, posebna pažnja se posvećuje postupcima koji doprinose postizanju adekvatnog nivoa pouzdanosti tih podataka, prikazanim u ovom radu.

Ključne reči: geološka istraživanja, ležišta, čvrste mineralne sirovine, rudarstvo, mineralni projekti, mineralni resursi i rezerve

1. UVOD

Važnu primenu u rudarstvu imaju rezultati geoloških istraživanja ležišta čvrstih mineralnih sirovina (mineralnih ležišta), a u prvom redu geološki podaci (uključujući i njihove interpretacije) o osnovnim svojstvima istraživanih ležišta i promenljivosti tih svojstava kao i o količini i kvalitetu (resursima i rezervama) pripadajuće mineralne sirovine, koji su od velikog značaja za mineralne projekte. Ovi geološki podaci se, naime, zajedno sa drugim relevantnim podacima (prvenstveno tehničkim i ekonomskim), koriste kao osnovni parametri u dokumentaciji mineralnih projekata (u širem smislu): rudarskih poduhvata koji imaju za cilj eksploataciju mineralnih ležišta. Budući da uspešnost mineralnih projekata zavisi od pouzdanosti primenjenih podataka, posebna pažnja se posvećuje postupcima koji doprinose postizanju adekvatnog nivoa pouzdanosti tih podataka, kao što su:

- Postupno izvođenje mineralnih projekata: u dve faze (prvo geološke, pa rudarske faze) i sedam razvojnih stadijuma.
- Iznalaženje optimalnih rešenja u projektovanju i izvođenju geoloških istražnih radova, usklađenih sa osnovnim svojstvima istraživanog ležišta i promenljivošću

tih svojstava.

- Realna procena mineralnih resursa i rezervi u istraživanom ležištu (kao prevashodno geološki, a ne matematički zadatak).
- Objektivna ocena uspešnosti mineralnih projekata – na kraju svakog izvedenog geološkog razvojnog stadijuma, u odgovarajućim geološkim analizama i tehničko-ekonomskim studijama.

Pri razmatranju gore navedene problematike korišćeni su savremeni svetski standardi [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] i praksa, domaći zakoni [8], propisi [9], tradicija i praksa, kao i podaci iz publikovanih radova [10, 11, 12, 13, 14, 15].

2. RAZVOJNI STADIJUMI GEOLOŠKE FAZE

2.1. Opšti osvrt

Dugogodišnja praksa (i kod nas i u svetu) je pokazala da se najveća uspešnost (uz adekvatan nivo pouzdanosti) mineralnih projekata postiže njihovim postupnim izvođenjem: u dve faze i sedam razvojnih stadijuma.

Prva (geološka ili istražna) faza ima četiri razvojna stadijuma (stadijumi rekognosciranja, prospekcije, prethodnih istraživanja i detaljnih istraživanja), a druga (rudarska ili investiciona) faza ima tri razvojna stadijuma (stadijumi projektovanja, izgradnje i proizvodnje rudnika – u potpunosti stadijumu vrše se eksploataciona geološka istraživanja).

Podela geološke faze (isto kao i rudarske faze) na razvojne stadijume ne samo da je naučno najpravilnija,

Adresa autora: Miloje Ilić, Beograd, 27. Marta 27

e-mail: milojeilic@yahoo.com

Rad primljen: 15.03.2017.

Rad prihvaćen: 24.03.2017.

nego i tehnički i ekonomski najcelishodnija jer omogućava dobijanje potrebnih podataka o istraživanim ležištima za najkraće vreme, sa najmanjim utroškom materijalnih sredstava i rada i uz najmanji rizik.

Izvođenjem novih istražnih radova, u svakom geološkom stadijumu dobijaju se novi podaci (geološki i drugi – prvenstveno tehnički i ekonomski) koji doprinose potpunijem sagledavanju geoloških i tehničko-ekonomskih karakteristika istraživanih ležišta.

Na kraju svakog geološkog stadijuma izdvajaju se i razmatraju, od strane kompetentnog (ili kompetentnih) lica, najznačajniji geološki podaci koji se, u dokumentaciji mineralnih projekata, primenjuju kao osnovni – geološki parametri.

Na kraju stadijuma prethodnih i detaljnih istraživanja izdvajaju se i razmatraju, od strane kompetentnog (ili kompetentnih) lica, tehnički, ekonomski i drugi relevantni podaci, od kojih se najznačajniji primenjuju kao modifikujući faktori.

Pomenute geološke parametre čine podaci o osnovnim svojstvima ležišta (formi, zaleganju, građi, sastavu – mineralnom i hemijskom, zapreminskoj masi) i promenljivosti tih svojstava kao i o količini i kvalitetu (resursima i rezervama) mineralne sirovine u istraživanom ležištu.

Modifikujuće faktore čine: rudarski, tehnološki – uključujući metalurške, ekonomski – uključujući finansijsku analizu i procenu rizika, tržišni, zakonsko-pravni, ekološki, infrastrukturni, socijalni, državni i drugi relevantni faktori, koji se odnose na istraživano ležište i njegovu eksploataciju.

Na osnovu razmatranja geoloških podataka, kompetentno lice (ili lica) utvrđuje, procenjuje i klasifikuje mineralne resurse (u pretpostavljene, indicirane ili izmerene), a na osnovu razmatranja modifikujućih faktora, kompetentno lice prevodi (konvertuje) neeksploatabilne mineralne resurse (indicirane i izmerene) u eksploataibilne mineralne rezerve (verovatne i dokazane) – slika 1.

Slika 1 – Šematski prikaz geoloških i rudarskih razvojnih stadijuma mineralnih projekata, rezultata istraživanja, mineralnih resursa i rezervi i relevantne dokumentacije. Oznake: GP – geološki podaci; MF – modifikujući faktori. Objašnjenje u tekstu.

Treba, međutim, imati u vidu da utvrđene mineralne rezerve (dokazane i verovatne) mogu da, zbog promene nastale u nekom modifikujućem faktoru, izgube dotadašnji status i da se moraju retrogradno prevesti u resurse (izmerene ili indicirane) – slika 1.

Podaci, dobijeni kao rezultati geoloških istraživanja u sukcesivnim geološkim stadijumima mineralnih projekata, razmatraju se i ocenjuju u odgovarajućim analizama i studijama: u geološkoj analizi potencijalnosti (na kraju stadijuma rekognosciranja) i u tehničko-ekonomskim studijama: studiji mogućnosti (na kraju stadijuma prospekcije), prethodnoj studiji izvodljivosti (na kraju stadijuma prethodnih istraživanja) i studiji izvodljivosti (na kraju stadijuma detaljnih

istraživanja). Ovi rezultati se prikazuju u odgovarajućim izveštajima: u oficijelnim (godišnjim, finalnim) izveštajima (ili elaboratima), namenjenim nadležnom državnom organu i u javnim izveštajima, namenjenim investitorima (videti Poglavlje 5. i sliku 1).

Kod pomenutih izveštaja (ili elaborata) formu, sadržinu i datum izrade određuje kompanija koja izveštaj podnosi (potpisuje ga direktor kompanije ili drugo ovlašćeno lice) i za njega snosi odgovornost, a kompetentno lice (ili lica) priprema dokumentaciju (ili rukovodi njenom pripremom) i daje stručnu procenu rezultata istraživanja (geoloških), mineralnih resursa i mineralnih rezervi, koje potpisuje i za koje snosi odgovornost.

Valja istaći da ovi geološki stadijumi predstavljaju konstitutivne delove jedinstvenog rudarskog poduhvata koji se izvodi radi eksploatacije istraživanih mineralnih ležišta i da se realizuju u skladu sa usvojenim projektom geoloških istraživanja i u njemu sadržanim planom, programom, rokovima i troškovima njegove realizacije. Zbog toga svako odstupanje od projektom predviđenog plana, programa ili prekoračenje određenog roka dovodi do neplaniranog i nepotrebnog povećanja troškova. Isto se odnosi i na neopravdano preskakanje ili spajanje pojedinih geoloških stadijuma.

U narednim izlaganjima sažeto su prikazani geološki razvojni stadijumi, a rudarski razvojni stadijumi, koji nisu predmet ovog rada, samo su navedeni.

2.2. Stadijum rekognosciranja

Stadijum rekognosciranja je prvi stadijum prve (geološke) faze izvođenja mineralnih projekata u kojem se vrši namensko prikupljanje, selekcija i analiza podataka (uključujući njihove interpretacije) ranijih regionalnih, poglavito geoloških istraživanja, u cilju identifikovanja (rekognosciranja) perspektivnih područja – sa povišenim mineralnim potencijalom odnosno sadržajem mineralnih sirovina. U tu svrhu se analiziraju postojeći podaci regionalnog geološkog kartiranja i pratećih proučavanja – naročito mineralogenetskih (metalogenetskih), geofizičkih i geohemijskih ispitivanja, daljinske detekcije (avionski i satelitski snimci, kao i drugi podaci, dobijeni raznim metodama), proučavaju se istorijski podaci i primenjuju se geološke ekstrapolacije, analogije i pretpostavke, a, po potrebi, vrše se i terenski obilasci. Najznačajniji od ovih podataka koriste se u dokumentaciji koja prati dalji razvoj mineralnog projekta.

Na osnovu prikupljenih podataka, kompetentno lice (ili lica) izrađuje analizu (sa ocenom) mineralne potencijalnosti perspektivnih područja i utvrđuje rezultate istraživanja (geoloških). Međutim, zbog niskog nivoa geološke proučenosti i pouzdanosti mineralnih projekata u ovom stadijumu, ne može se dati verodostojna procena količina i kvaliteta mineralnih sirovina u perspektivnim područjima, te se ne mogu izdvojiti mineralni resursi (videti Poglavlje 4 i sliku 1).

Na kraju ovog stadijuma, kompanija, koja ga je izvršila rekognosciranje, izrađuje oficijelan izveštaj o rekognosciranju (namenjen nadležnom državnom organu) i javni izveštaj (namenjen investitorima). Pomenuta analiza (sa ocenom) potencijalnosti služi investitorima kao osnov za donošenje odluke o nastavku (ili prekidu) finansiranja započetog mineralnog projekta (odnosno izvođenja narednog stadijuma prospekcije, u perspektivnim područjima).

2.3. Stadijum prospekcije

Stadijum prospekcije se izvodi u perspektivnim područjima (sa povišenim mineralnim potencijalom),

izdvojenim u stadijumu rekognosciranja, u kojima se vrši geološka prospekcija – sistematsko traganje za mineralnim koncentracijama putem sužavanja područja sa povišenim mineralnim potencijalom, sve do lociranja i početnog, aproksimativnog okonturivanja tih koncentracija (mineralnih ležišta). U tu svrhu se analiziraju podaci dobijeni geološkim kartiranjem i proučavanjem perspektivnog (mineralizovanog) područja, daljinskom detekcijom (sa rastućom primenom bespilotnih letelica), detaljnim proučavanjem i oprobavanjem izdanaka, lokalnim geofizičkim i geohemijskim ispitivanjima i izradom malobrojnih istražnih radova (uglavnom raskopa i bušotina) uz oprobavanje ograničenog obima.

U ovom stadijumu se dobijaju prvi, nekompletni podaci o dimenzijama, granicama, osnovnim svojstvima lociranog mineralnog ležišta (formi, zaleganju, građi, sastavu – mineralnom i hemijskom, zapreminskoj masi) i njihovoj promenljivosti, kao i o količini i kvalitetu (resursima) pripadajuće mineralne sirovine. Dobijeni podaci se koriste kao geološki parametri u dokumentaciji koja prati dalji razvoj mineralnog projekta.

Na kraju ovog stadijuma, kompetentno lice (ili lica), na osnovu geoloških podataka, utvrđuje, procenjuje i klasifikuje mineralne resurse u pretpostavljene resurse, koji se karakterišu malom pouzdanošću (videti Poglavlje 4 i sliku 1).

Podaci dobijeni u stadijumu prospekcije (kao i neki značajni podaci prikupljeni u stadijumu rekognosciranja) se, na kraju prvopomenutog stadijuma, razmatraju i ocenjuju u studiji mogućnosti daljeg realizovanja aktuelnog mineralnog projekta, u kojoj se, pored geoloških, uzimaju se u obzir i drugi podaci (prvenstveno tehnički i ekonomski) – videti Poglavlje 5, a kompanija koja je obavila prospekciju izrađuje oficijelan izveštaj o prospekciji (namenjen nadležnom državnom organu) i javni izveštaj (namenjen investitorima).

Studija mogućnosti služi investitorima kao osnov za donošenje odluke o nastavku (ili prekidu) finansiranja aktuelnog mineralnog projekta (odnosno izvođenja narednog stadijuma prethodnih istraživanja).

2.4. Stadijum prethodnih (generalnih) istraživanja

Stadijum prethodnih (generalnih) istraživanja se izvodi u mineralnim ležištima, lociranim i početno istraženim u stadijumu prospekcije i pozitivno ocenjenim u studiji mogućnosti.

U ovom stadijumu se primenjuju: geološko kartiranje užeg ležišnog područja i istražni radovi (raskopi i istražne bušotine, ređe istražni potkopi i okna) raspoređeni po ređoj mreži i sa manjim brojem proba nego u narednom stadijumu detaljnih istraživanja, a sa ciljem da se grubo okonturi locirano ležište i da se

generalno ustanove njegova osnovna svojstva (forma, zaleganje, građa, sastav – mineralni i hemijski, zapreminska masa) i njihova promenljivost kao i količina i kvalitet (resursi/rezerve) pripadajuće mineralne sirovine. Dobijeni podaci se koriste kao geološki parametri u dokumentaciji koja prati dalji razvoj mineralnog projekta.

Na kraju ovog stadijuma, kompetentno lice (ili lica) prvo razmatra geološke podatke, na bazi kojih utvrđuje, procenjuje i klasifikuje mineralne resurse u indicirane resurse, koji se odlikuju većom pouzdanošću od pretpostavljenih resursa. Nakon toga, kompetentno lice (ili lica) razmatra modifikujuće faktore i, ukoliko su oni povoljni, prevodi indicirane resurse (u celini ili delimično) u verovatne rezerve (videti Poglavlje 4 i sliku 1).

Podaci dobijeni dotadašnjim geološkim istraživanjima se, na kraju stadijuma prethodnih istraživanja, razmatraju i ocenjuju u prethodnoj studiji (predstudiji) izvodljivosti aktuelnog mineralnog projekta (videti poglavlje 5), a kompanija koja je obavila prethodna istraživanja izrađuje oficijelan elaborat o rezervama (namenjen nadležnom državnom organu) i javni izveštaj (namenjen investitorima).

Prethodna studija izvodljivosti služi investitorima kao osnov za donošenje odluke o nastavku (ili prekidu) finansiranja aktuelnog mineralnog projekta (odnosno izvođenja sledećeg stadijuma detaljnih istraživanja).

2.5. Stadijum detaljnih istraživanja

Stadijum detaljnih istraživanja se izvodi na mineralnim ležištima istraženim u stadijumu prethodnih istraživanja i pozitivno ocenjenim u prethodnoj studiji izvodljivosti.

U ovom stadijumu se primenjuju: istražni radovi (raskopi i istražne bušotine, istražni potkopi i okna) raspoređeni po gustoj mreži, iz kojih se sistematski uzimaju probe za ispitivanje kvaliteta. Pored proba za laboratorijska ispitivanja, po potrebi se uzimaju i probe za poluindustrijska i industrijska tehnološka ispitivanja kvaliteta mineralne sirovine. Sa najvećom detaljnošću se vrši trodimenzionalno okonturivanje ležišta i utvrđuju se njegova osnovna svojstva (forma, zaleganje, građa, sastav – mineralni i hemijski, zapreminska masa) i njihova promenljivost kao i količina i kvalitet pripadajuće mineralne sirovine (odnosno mineralni resursa/rezervi). Dobijeni podaci se koriste kao geološki parametri u dokumentaciji koja prati dalji razvoj mineralnog projekta odnosno izvođenje njegove druge (rudarske) faze.

Na kraju ovog stadijuma kompetentno lice (ili lica) prvo razmatra geološke podatke, na bazi kojih utvrđuje, procenjuje i klasifikuje mineralne resurse u izmerene resurse. Nakon toga, kompetentno lice (ili lica) razmatra modifikujuće faktore i, ukoliko su oni

povoljni, prevodi izmerene resurse (u celini ili delimično) u dokazane rezerve, koje se odlikuju najvećom pouzdanošću (videti Poglavlje 4 i sliku 1).

Podaci dobijeni svim geološkim istraživanjima u okviru prve (geološke) faze se, na kraju stadijuma detaljnih istraživanja, razmatraju i ocenjuju u studiji izvodljivosti aktuelnog mineralnog projekta (videti Poglavlje 5 i sliku 1), a kompanija koja je obavila detaljna istraživanja izrađuje oficijelan elaborat o rezervama (namenjen nadležnom državnom organu) i javni izveštaj (namenjen investitorima).

Studija izvodljivosti služi investitorima kao osnov za donošenje investicione odluke (pozitivne ili negativne) o kapitalnom ulaganju u rudarske radove, objekte i aktivnosti vezane za drugu (rudarsku) fazu započetog mineralnog projekta.

3. OPTIMALNA REŠENJA U PROJEKTOVANJU I IZVOĐENJU ISTRAŽNIH RADOVA

Značajan doprinos pouzdanosti podataka dobijenih geološkim istraživanjima mineralnih ležišta ima iznalaženje optimalnih rešenja u projektovanju i izvođenju istražnih radova, koji treba da budu usklađeni sa osnovnim svojstvima istraživanog ležišta (formom, zaleganjem, građom, sastavom – mineralnim i hemijskim, zapreminskom masom) i promenljivošću tih svojstava.

Primena takvih, optimalnih rešenja kod projektovanja i izvođenja istražnih radova, omogućava utvrđivanje njihovog optimalnog broja (po vrstama), određivanje mreže ovih radova optimalne gustine i njene adekvatne orijentacije u odnosu na osnovna svojstva ležišta i promenljivost tih svojstava, optimalno oprobavanje pomenutih radova, optimalne rezultate ispitivanja uzetih proba, kao i optimalnu interpretaciju dobijenih podataka.

Opširnija diskusija o ovoj temi data je u radu [10].

4. PROCENA MINERALNIH RESURSA I REZERVI

U dokumentaciji mineralnih projekata, kao osnovni parametri, primenjuju se podaci o mineralnim resursima i rezervama, dobijeni kao rezultat odgovarajućih geoloških istraživanja mineralnih ležišta.

Mineralni resursi se utvrđuju, procenjuju i klasifikuju (u pretpostavljene, indicirane i izmerene) na osnovu razmatranja geoloških podataka od strane kompetentnog lica (ili kompetentnih lica), na kraju stadijuma prospekcije, prethodnih i detaljnih istraživanja

Mineralne rezerve (verovatne i dokazane) se dobijaju prevođenjem (konverzijom) mineralnih resursa (indiciranih i izmerenih) na osnovu razmatranja modifikujućih faktora od strane kompetentnog lica (ili

kompetentnih lica), na kraju stadijuma prethodnih i detaljnih istraživanja.

Kvalifikacije i nadležnosti kompetentnih lica definisani su međunarodnim standardima [1, 2, 7] i našim Zakonom [8]. Prema našem važećem Pravilniku [9], „rezerve“ čvrstih mineralnih sirovina A, B i C₁ kategorije se „proračunavaju“, dok se „rezerve“ C₂ kategorije „procenjuju“, a „rezerve“ D₁ i D₂ kategorije „pretpostavljaju“. Treba, međutim, imati u vidu da su

ova kategorizacija i pripadajuća terminologija zastareli i u neskladu sa savremenim svetskim standardima. Tako, mineralnim rezervama iz predloženog novog Pravilnika [13], baziranog na PERC Standardu [2], odgovaraju samo eksploatacione rezerve iz važećeg Pravilnika [9], mineralnim resursima odgovaraju „rezerve“ A, B, C₁ i C₂ kategorije, a rezultatima istraživanja (geoloških) pak odgovaraju „rezerve“ D₁ i D₂ kategorije (slika 2).

Predloženi novi Pravilnik [13]	Rezultati istraživanja	Mineralni resursi			Mineralne rezerve	
		Pretpostavljeni	Indicirani	Izmereni	Verovatne	Dokazane
Važeći Pravilnik [9]	Rezerve čvrstih mineralnih sirovina					
	Potencijalne	Potencijalne	Utvrđene (vanbilasne i bilasne, geološke – <i>in situ</i>)		Eksploatacione (bilasne, umanjene za gubitke i razblaženja pri eksploataciji)	
	D ₂ i D ₁ kategorije	C ₂ kategorije	C ₁ kategorije	B i A kategorije	C ₁ kategorije	B i A kategorije

Slika 2 – Korelacija i karta konverzije „rezervi“ čvrstih mineralnih sirovina iz važećeg Pravilnika [9] i mineralnih rezervi, mineralnih resursa i rezultata istraživanja iz predloženog novog Pravilnika baziranog na PERC Standardu [13]. Objašnjenje u tekstu.

Bilansnost (ekonomska eksploabilnost) „rezervi“ čvrstih mineralnih sirovina kod nas se, saglasno Pravilniku [9], ustanovljava tehničko-ekonomskom ocenom, a u svetu – razmatranjem modifikujućih faktora.

Dugogodišnja iskustva stečena istraživanjem velikog broja ležišta čvrstih mineralnih sirovina, kako u svetu tako i kod nas, nepobitno su pokazala da su za utvrđivanje resursa i rezervi u mineralnim ležištima mnogo značajniji geološki nego matematički činioci, te je to prvenstveno geološki, a ne matematički zadatak.

Tako, na procenu resursa/rezervi daleko veći uticaj imaju geološka koncepcija i odgovarajuća metodika istraživanja ležišta (koje treba da budu usklađene sa osnovnim svojstvima ležišta i promenljivošću tih svojstava), projektovanje istražnih radova, njihovo izvođenje (uključujući oprobavanje), ispitivanje uzetih proba i, konačno, geološka interpretacija dobijenih podataka, nego matematičke metode i odgovarajuće tehnike „proračuna“ resursa/rezervi.

Zbog toga se u praksi teži za tim da se istraživanjem ležišta dobiju što pouzdaniji podaci i da se izvrši što verodostojnija njihova geološka interpretacija, a da se potom primene što jednostavnije matematičke metode i tehnike „proračuna“.

Imajući sve ovo u vidu, može se zaključiti da je ispravan termin procena (a ne „proračun“) mineralnih resursa/rezervi.

Gore pomenuta istraživačka iskustva takođe su pokazala da se najveće greške kod procene mineralnih resursa/rezervi javljaju zbog pogrešnih merenja (na terenu ili na odgovarajućim grafičkim priložima) – dužina (pre svega debljina ležišta odnosno rudnih tela) i površina (na planovima i profilima), zbog pogrešnog oprobavanja (izbora vrste i rasporeda proba, njihovog uzimanja i obrade) i ispitivanja uzetih proba (sadržaja korisne i/ili štetne komponente, zapreminske mase) i, naročito, zbog pogrešne interpolacije i ekstrapolacije podataka dobijenih istraživanjem. Zbir ovih parcijalnih grešaka čini jedinstvenu (ukupnu) grešku procene resursa/rezervi.

Prema našem Pravilniku [9], dozvoljene greške kod proračuna „rezervi“ iznose: za A kategoriju $\pm 15\%$, za B kategoriju $\pm 30\%$ i za C₁ kategoriju $\pm 50\%$.

U savremenoj svetskoj praksi dozvoljene greške kod procene mineralnih resursa/rezervi iznose: za izmerene resurse i dokazane rezerve $\pm 10-15\%$ (isto kao za studiju izvodljivosti), za indicirane resurse i verovatne rezerve $\pm 20-30\%$ (isto kao za prethodnu studiju izvodljivosti), a za pretpostavljene resurse $\pm 30-50\%$ (isto kao za studiju mogućnosti).

5. OCENA USPEŠNOSTI MINERALNIH PROJEKATA U ODGOVARAJUĆIM ANALIZAMA I STUDIJAMA

Kao što je u prethodnim izlaganjima pomenuto, na kraju svakog izvedenog geološkog stadijuma (stadijuma rekognosciranja, prospekcije, prethodnih istraživanja i detaljnih istraživanja) razmatraju se dobijeni rezultati (podaci i njihove interpretacije) i daje se ocena dotadašnje uspešnosti aktuelnog mineralnog projekta: u geološkoj analizi potencijalnosti perspektivnog područja i u narednim tehničko-ekonomskim studijama: studiji mogućnosti, prethodnoj studiji izvodljivosti i studiji izvodljivosti (videti Poglavlje 2 i sliku 1).

Analiza potencijalnosti je geološka analiza (sa rezultujućom ocenom) koja se izrađuje na kraju stadijuma rekognosciranja aktuelnog mineralnog projekta, a u kojoj se razmatraju i ocenjuju podaci (i njihove interpretacije) ranijih geoloških istraživanja (videti poglavlje 2.2.) u cilju identifikovanja perspektivnih područja – sa povišenim mineralnim potencijalom (u pogledu mineralnih sirovina). Ova geološka analiza služi kao polazna osnova za svu dokumentaciju koja prati dalji razvoj mineralnog projekta.

Pouzdanost ove analize je tako mala da kompetentno lice (ili lica) ne može dati verodostojnu procenu količina i kvaliteta potencijalnih mineralnih sirovina u perspektivnim područjima, te ne može izdvojiti mineralne resurse, već samo prikazuje rezultate istraživanja (geoloških).

Na osnovu analize (sa ocenom) potencijalnosti investitori početnog mineralnog projekta donose odluku o finansiranju narednih geoloških istraživanja (stadijuma prospekcije) ili pak odustaju od projekta.

Studija mogućnosti je tehničko-ekonomska studija (sa rezultujućom ocenom) dalje izvodljivosti aktuelnog mineralnog projekta koja se izrađuje na kraju stadijuma prospekcije (videti Poglavlje 2.3).

Tada kompetentno lice (ili lica) prvo razmatra i ocenjuje geološke podatke dobijene dotadašnjim istraživanjima, a, potom, razmatra i ocenjuje tehničke, ekonomske i druge podatke, prikupljene iz postojećih industrijskih standarda i/ili preuzete iz projekata izrađenih za druga, dobro istražena ležišta.

Ovi, drugopomenuti podaci, međutim, ne ispunjavaju kriterijume za modifikujuće faktore, te utvrđeni pretpostavljeni mineralni resursi ne mogu biti prevedeni u mineralne rezerve.

Dozvoljena greška za studiju mogućnosti, u raznim zemljama i raznim institucijama, prihvaćeno je da iznosi ± 30 -50%.

Na osnovu studije mogućnosti investitori aktuelnog mineralnog projekta donose odluku o finansiranju

sledećih geoloških istraživanja ležišta (stadijuma prethodnih istraživanja) ili pak odustaju od projekta.

Prethodna studija izvodljivosti (predstudija izvodljivosti) je tehničko-ekonomska studija (sa rezultujućom ocenom) aktuelnog mineralnog projekta koja se izrađuje na kraju stadijuma prethodnih istraživanja (videti Poglavlje 2.4). Tada kompetentno lice (ili lica) prvo razmatra i ocenjuje geološke podatke dobijene dotadašnjim istraživanjima, a, potom, razmatra i ocenjuje modifikujuće faktore. Prethodna studija izvodljivosti predstavlja opsežnu studiju niza tehničkih i ekonomskih opcija mineralnog projekta koji je napredovao do faze u kojoj su određeni: otkopna metoda (u slučaju podzemne eksploatacije ležišta) ili konfiguracija površinskog kopa (u slučaju površinske eksploatacije ležišta) i efikasne metode pripreme i prerade otkopane mineralne sirovine. Ona uključuje finansijsku analizu, zasnovanu na racionalnim pretpostavkama u pogledu modifikujućih faktora, kao i ocenu drugih faktora, koji omogućavaju kompetentnom licu (ili licima) da utvrdi da li se indicirani mineralni resursi, u celini ili delom, mogu, u vreme izveštavanja, konvertovati u verovatne mineralne rezerve.

Prethodna studija izvodljivosti ima niži nivo pouzdanosti nego studija izvodljivosti: dozvoljena greška za prethodnu studiju izvodljivosti, u raznim zemljama i u raznim institucijama, prihvaćeno je da iznosi ± 20 -30%.

Na osnovu prethodne studije izvodljivosti investitori aktuelnog mineralnog projekta donose odluku o finansiranju sledećih geoloških istraživanja ležišta (stadijuma detaljnih istraživanja) ili pak odustaju od projekta.

Studija izvodljivosti je tehničko-ekonomska studija aktuelnog mineralnog projekta koja se izrađuje na kraju stadijuma detaljnih istraživanja (videti Poglavlje 2.5). Tada kompetentno lice (ili lica) prvo razmatra i ocenjuje geološke podatke dobijene dotadašnjim istraživanjima, a, potom, razmatra i ocenjuje modifikujuće faktore. Studija izvodljivosti predstavlja opsežnu studiju izabrane tehničke i ekonomske opcije mineralnog projekta, sa detaljnom ocenom realno pretpostavljenih modifikujućih faktora, kao i drugih faktora, i detaljnom finansijskom analizom, koji su neophodni kompetentnom licu (ili licima) da ustanovi tehničku i ekonomsku osnovanost eksploatacije istraživanog ležišta u vremenu izveštavanja, baziranu na procenjenim mineralnim rezervama (poglavito dokazanim).

Studija izvodljivosti ima ista poglavlja kao prethodna studija izvodljivosti, ali su ona obimnija i detaljnija. Pored toga, ona ima viši nivo pouzdanosti nego prethodna studija izvodljivosti: dozvoljena greška za studiju izvodljivosti, u raznim zemljama i u raznim institucijama, prihvaćeno je da iznosi ± 10 -15%.

Na osnovu studije izvodljivosti investitori donose investicionu odluku o kapitalnom ulaganju u realizaciju druge (rudarske) faze započetog mineralnog projekta: u projektovanje rudnika, u njegovu izgradnju (izvođenje rudarskih radova i izgradnju rudarskih objekata za površinsku ili podzemnu eksploataciju) i u proizvodnu aktivizaciju izgrađenog rudnika.

Treba, međutim, istaći da se gore pomenuta investiciona odluka može doneti na bazi dokazanih rezervi ili dokazanih i verovatnih rezervi (ukoliko su prvopomenute više zastupljene), ali se ne može doneti samo na osnovu verovatnih rezervi.

6. ZAKLJUČAK

Važnu primenu u rudarstvu imaju rezultati geoloških istraživanja ležišta čvrstih mineralnih sirovina (mineralnih ležišta), a u prvom redu geološki podaci (uključujući i njihove interpretacije) o osnovnim svojstvima istraživanih ležišta i promenljivosti tih svojstava kao i o količini i kvalitetu (resursima i rezervama) pripadajuće mineralne sirovine, koji su od bitnog značaja za mineralne projekte. Ovi geološki podaci se, naime, zajedno sa drugim relevantnim podacima (prvenstveno tehničkim i ekonomskim), koriste kao osnovni parametri u dokumentaciji mineralnih projekata. Budući da uspešnost mineralnih projekata zavisi od pouzdanosti primenjenih podataka, posebna pažnja se posvećuje postupcima koji doprinose postizanju adekvatnog nivoa pouzdanosti tih podataka, prikazanim u ovom radu.

LITERATURA

- [1] International Template for the Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves (The CRIRSCO Template), 2013. Dostupno na: http://www.criresco.com/templates/international_reporting_template_november_2013.pdf
- [2] Pan-European Standard for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Reserves (PERC Standard), 2013. Dostupno na: http://www.criresco.com/perc_reporting_standard_2013.pdf
- [3] Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves (The JORC Code), 2012. Dostupno na: http://www.jorc.org/docs/jorc_code2012.pdf
- [4] CIM Definition Standards For Mineral Resources and Mineral Reserves, 2014. Dostupno na: http://www.cim.org/~media/Files/PDF/Subsites/CIM_DEFINITION_STANDARDS_20142
- [5] Russian Code for the Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves (The NAEN Code), 2011. Dostupno na: <http://www.vmine.net/perc/russia/NAEN%20CODE%202011.PDF>
- [6] The SME Guide for reporting Exploration Results, Mineral Resources, and Mineral Reserves, 2014. Dostupno na: http://www.criresco.com/docs/2014_sme_guide_%20june_10_2014_appendix_a_update_march_2016.pdf
- [7] United Nations International Classification for Reserves/Resources: Solid Fuels and Mineral Commodities, 2009. Dostupno na: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/UNFC/unfc2009/UNFC2009_ES39_e.pdf
- [8] Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima (Law on Mining and Geological Exploration), *Službeni glasnik Republike Srbije* br. 101/2015.
- [9] Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenju evidencije o njima, *Službeni list SFR Jugoslavije* br. 53/1979.
- [10] Ilić M, Geološki osnovi proračuna rezervi mineralnih sirovina. - Radovi VIII Međunarodne konferencije *Nemetali 2009*, str. 68-73, Banja Vrujci, 2009.
- [11] Ilić M, Pavlović V, Vukas R, Beljić Č, Upporedna analiza naše i svetskih klasifikacija mineralnih rezervi i resursa i predlog za inoviranje i usklađivanje naše klasifikacije, Radovi VIII Međunarodne konferencije *Nemetali 2009*, str. 56-67, Banja Vrujci, 2009.
- [12] Ilić M, Jelenković R, Simić V, Vukas R, Sajić D, Predlog klasifikacije mineralnih resursa i rezervi u sklopu nove zakonske regulative iz oblasti geoloških istraživanja i rudarstva u Srbiji, radovi Međunarodnog savetovanja *Programi strategije upravljanja mineralnim resursima Republike Srbije*, str. 240-254, Zlatibor, 2011.
- [13] Ilić M, Jelenković R, Beljić Č, Generalni osvrt na Pravilnik o izveštavanju o rezultatima geoloških istraživanja, resursima i rezervama čvrstih mineralnih sirovina i njihovoj klasifikaciji, radovi X Međunarodne konferencije *OMC 2012*, str. 79-96, Zlatibor, 2012.
- [14] Ilić M, Vukas R, On the harmonisation of Serbian classification and accompanying regulations of resources/reserves of solid minerals with the PERC Standards.- *European Geologist* No. 41/May 2016, pp. 26-30, Brussels.
- [15] Vukas R, Približavanje podataka o rezervama čvrstih mineralnih sirovina Republike Srbije međunarodnim standardima, *Tehnika*, Savez inženjera i tehničara Srbije, knjiga 5, 2009.

SUMMARY

APPLICATION OF RESULTS OF GEOLOGICAL EXPLORATION OF DEPOSITS OF SOLID MINERAL RAW MATERIALS IN MINING

Important application in mining have the results of geological exploration of the deposits of solid mineral raw materials, before all geological data obtained (including their interpretations) regarding basic properties of the deposits and their changeability, and regarding quantity and quality (i.e. resources and reserves) of the belonging mineral raw material which have an essential significance for mineral projects. The geological data, together with the other relevant data (in the first place technical and economic ones) are applied as basic parameters in documentation of mineral projects. Since the successfulness of the projects is dependent upon the confidence of the data, a special attention is dedicated to the acts that contribute to attaining of an adequate level of confidence of the data, as follows: a) a gradual realization of the projects through two phases (geological and mining ones) having seven development stages (reconnaissance, prospecting, preliminary exploration and detailed exploration stages of the geological phase and mine design, mine construction and mine production stages of the mining phase); b) finding out optimal solutions in drawing up a plan of exploratory workings and its carrying out in accordance with basic properties of a deposit and their changeability; c) a realistic estimation of mineral resources/reserves as a predominantly geological task (not „calculation“ of the resources/reserves as a mathematical task); d) an objective evaluation of the successfulness of a project at the end of every geological stage – presented in corresponding geological analyses and technical-economic studies.

Key words: geological exploration, deposits, solid mineral raw materials, mining, mineral projects, mineral resources and reserves