

## Održivi razvoj rudarskog sektora

Vladimir Pavlović, Dragan Ignjatović, Tomislav Šubaranović



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

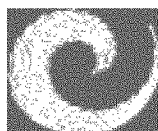
**[ДР РГФ]**

Održivi razvoj rudarskog sektora | Vladimir Pavlović, Dragan Ignjatović, Tomislav Šubaranović | 15. Međunarodna konferencija o površinskoj eksploataciji OMC 2022, Zlatibor, 12.-15.10.2022. | 2022 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0007238>

Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду омогућава приступ издањима Факултета и радовима запослених доступним у слободном приступу. - Претрага репозиторијума доступна је на [www.dr.rgf.bg.ac.rs](http://www.dr.rgf.bg.ac.rs)

The Digital repository of The University of Belgrade Faculty of Mining and Geology archives faculty publications available in open access, as well as the employees' publications. - The Repository is available at: [www.dr.rgf.bg.ac.rs](http://www.dr.rgf.bg.ac.rs)



## ODRŽIVI RAZVOJ RUDARSKOG SEKTORA

### SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF MINING SECTOR

Pavlović V.<sup>1</sup>, Ignjatović D.<sup>2</sup>, Šubaranović T.<sup>3</sup>

#### Apstrakt

Imajući u vidu sve veću zabrinutost za stanje životne sredine i socioekonomsku nejednakost, sektorska održivost, bez obzira na privrednu delatnost, privlači sve veću pažnju kako globalno tako i lokalno. U tom smislu postoji konsenzus kod svih zainteresovanih strana da čovečanstvo treba da usvoji mere za promenu trenutno neodrživih obrazaca proizvodnje i potrošnje.

Rudarska industrija igra fundamentalnu ulogu u ovom kontekstu, privlačeći pažnju kroz različite inicijative tokom poslednjih decenija. Neke od njih su čak i primenjene u praksi ali konsenzus o implikacijama održivosti u rudarskoj industriji još uvek nije postignut. Zbog toga, postoji jasna potreba da rudarski sektor, uključujući i sve zainteresovane strane i dalje radi na postizanju konsenzusa o održivom rudarstvu i njegovom održivom razvoju.

Ovaj rad ima za cilj da produbi diskusiju o tome kako mineralni sektor može da poboljša svoju održivost.

**Ključne reči:** rudarski sektor, održivi razvoj, mineralni resursi, prerada mineral, globalizacija

#### Abstract

Given the increasing concern about the state of the environment and socioeconomic inequality, sectoral sustainability, regardless of economic activity, is attracting increasing attention both globally and locally. In this sense, there is a consensus among all interested parties that humanity should adopt measures to change the currently unsustainable patterns of production and consumption.

The mining industry plays a fundamental role in this context, attracting attention through various initiatives during the last decades. Some of them have even been implemented in practice, but a consensus on the implications of sustainability in the mining industry has not yet been reached. Therefore, there is a clear need for the mining sector, including all stakeholders, to continue to work towards reaching a consensus on sustainable mining and its sustainable development.

This paper aims to deepen the discussion on how the mineral sector can improve its sustainability.

**Key words:** mining sector, sustainable development, mineral resources, mineral processing, globalization

## 1. Uvod

Rudarstvo, istorijski gledano, bilo je jedna od industrijskih aktivnosti koja je najviše doprinela ekonomskom i svakom drugom razvoju razvoja čovečanstva, služeći kao osnova za gotovo sve

<sup>1</sup> Prof. dr Pavlović Vladimir, Centar za površinsku eksploataciju, Beograd

<sup>2</sup> Prof. dr Ignjatović Dragan, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

<sup>3</sup> Prof. dr Šubaranović Tomislav, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

industrije a pre svega energetiku, građevinarstvo, hemijsku, farmaceutsku, automobilsku, elektroniku, avio industriju, poljoprivredu. Ovaj istorijski trend primarne eksploatacije mineralnih resursa nastaviće se i u budućnosti bez obzira na napore pojedinih zainteresovanih strana usmerene na recikliranje i cirkularnu ekonomiju mineralnih sirovina kao i napore usmerene na zamenu energetske mineralnih resursa obnovljivim izvorima energije, a sve pod paradigmom održivog razvoja čovečanstva. Bez obzira na interese i u tom kontekstu lobiranje pojedinih zainteresovanih strana da se ekonomski i svaki drugi razvoj čovečanstva zasnovan na kontinuiranom povećanju eksploatacije primarnih mineralnih resursa neutemeljeno proglasi neodrživim, sve prognoze relevantnih svetskih institucija ukazuju da će se od sada pa do 2060. godine, najmanje udvostručiti potrošnja primarnih i posebno kritičnih mineralnih sirovina.

## 2. Izazovi održivog razvoja

Industrijski rast i ekonomski razvoj bili su dominantne paradigme od prve industrijske revolucije pa sve do prve polovine 20. veka. Šezdesetih godina prošlog veka počela su da se postavljaju pitanja u vezi sa ovim modelom razvoja koji je povezan sa intenzivnom eksploatacijom resursa i stalnim tehničko-tehnološkim inovacijama. U ovom periodu došlo je do rasta životnog standarda čovečanstva kao i rasta svetske populacije ali je istovremeno došlo i do velike nejednakosti, kako u prihodima, tako i u potrošnji resursa, između razvijenih zemalja i onih koje se tek razvijaju. U tom kontekstu, osnovan je Rimski klub krajem šezdesetih godina prošlog veka kao interdisciplinarna neformalna organizacija, sa snažnom naučnom pozadinom, koja je proučavala značajna svetska pitanja iz sistematičnije perspektive, sa ciljem da razume složenost interakcija između različitih elemenata (tehničkih, društvenih, ekoloških, ekonomskih i političkih) i ograničenih prirodnih i neobnovljivih resursa na našoj planeti. Dokument koji je proizašao iz rada Rimskog kluba, pod nazivom *Granice rasta*, imao je veliki uticaj na međunarodnu političku agendu i prepoznat je kao prvi znak upozorenja za čovečanstvo o hitnoj potrebi promene preovlađujuće razvojne paradigme. Objavljivanje ovog dokumenta Rimskog kluba poslužilo je kao osnova za ono što će kasnije biti izgrađeno kao paradigma održivog razvoja, iako je u praksi naglasak na ekonomskom razvoju ostao dominantan na globalnom nivou.

Ujedinjene nacije (UN) su imale vodeću ulogu u širenju ove nove razvojne paradigme širom sveta, prvo na Stokholmskoj konferenciji 1972. godine, a kasnije i stvaranjem Brundtlandove komisije (1987. godine) i uvođenjem jedinstvenog koncepta održivog razvoja koji podrazumeva razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjih generacija pri čemu ne dovodi u pitanje mogućnost budućih generacija da zadovolje svoje potrebe. Ovako definisanim konceptom održivog razvoja stavlja se naglasak na unutargeneracijske i međugeneracijske jednakosti. Vodeća uloga UN nastavljena je Konferencijom u Riju (Eco-92 ili Earth Summit) 1992. godine, gde je skoro 180 zemalja počelo da se formalno obavezuje na usvajanje principa i akcija za prelazak na održivi razvoj. Akcioni plan sa ove konferencije (Agenda 21) je revidiran na daljim konferencijama, uključujući Rio+10 2002. i Rio+20 2012. Koncept održivog razvoja Ujedinjenih nacija formalizovan kroz *Poslovnu povelju za održivi razvoj*, koju je napisala Međunarodna privredna komora za Eco-92, imala je samo ograničeno razumevanje osnovne logike održivog razvoja, pa je prioritet privrede bio samo *ozelenjavanja* ekonomskih aktivnosti, ostavljajući po strani druge aspekte, kao što su politički, etički i socijalni, koji takođe direktno utiču na ekonomiju, društvo i životnu sredinu. Kako bi se konkretizovala i konsolidovala društvena dimenzija održivog razvoja kao nove razvojne paradigme UN su, kao deo Agende za održivi razvoj Ujedinjenih nacija do 2030. godine uspostavile 17 ciljeva održivog razvoja pri čemu je *iskorenjivanje siromaštva* prepoznato kao ključni cilj.

Najviše konkretizovan koncept održivosti zasnovan je na modelu *Triple Bottom Line* (TBL) koji se bazira se na tri stuba (dimenzije) održivosti: ekološkom, ekonomskom i socijalnom (društvenom). Iako je ovaj koncept održivog razvoja verovatno najviše korišćen, u njegovoj implementaciji prepoznate su metodološke poteškoće, posebno u pogledu balansnog pristupa i pravilne interakcije između ekološke efikasnosti (interakcija privrede i životne sredine), ekološke pravde (interakcija životne sredine i društva) i poslovne etike (društveno-ekonomska interakcija). Takođe, društvene i ekološke dimenzije nije lako kvantifikovati u praksi u poređenju sa ekonomskom dimenzijom, tako da ovaj nedostatak jasnoće najčešće rezultira njihovom kvantifikacijom u funkciji njihove finansijske izvodljivosti.

Na bazi koncepta održivosti zasnovanog na modelu *Triple Bottom Line* (TBL) razvijani su prošireni koncepti koji uključuju *institucionalnu, etičku, tehnološku i vremensku* dimenziju. Vremenska dimenzije se uključuje u kontekstu međugeneracijske perspektive i ima za cilj da garantuje dugoročni kontinuitet integracije ostalih pomenutih dimenzija. Kod svih koncepata održivosti baziranih na modelu *Triple Bottom Line* (TBL) postavlja se ključno pitanje prikladnosti definicije ekonomske i socijalne (društvene) dimenzije jer se i jedna i druga odnose na blagostanje.

Pored TBL modela, još jedna konceptualizacija održivosti počela je da se razvija od početka devedesetih godina prošlog veka, zasnovana na ideji različitih *kapitala*, obzirom na sve veću potrebu da se kapital poveže sa prirodom i, prema tome, sa paradigmatom održivog razvoja. U tom smislu Svetska banka je počela da uvodi pojmove: kapital koji je napravio čovek (ili proizveden), prirodni kapital, ljudski kapital i društveni kapital. Početkom ovog veka definisan je model pet kapitala (FCM - Five Capitals Model), u kojem se finansijski kapital dodaje na ostala četiri kapitala koje je definisala Svetska banka. Analogno *ciljevima održivog razvoja* UN, modeli kao što su TBL i FCM dali su svoj doprinos isticanjem društvenih aspekata (i njihovih poddomena), koje je svakako najteže kvantifikovati i integrisati sa drugim aspektima održivosti.

Održivi razvoj rudarskog sektora, kao koncept prihvaćen je kasnije u odnosu na druge sektore a održivosti se obično pristupa iz dve perspektive: jedna je fokusirana na korišćenje i upravljanje resursima, a druga na minimiziranje uticaja povezanih sa procesom eksploatacije i proizvodnje. U poslednje vreme u obe perspektive sve više se uključuje koncept *životnog ciklusa rudarskog projekta*, koji je vezan za životni vek rudnika i uključuje faze od istraživanja do zatvaranja rudnika uključujući i fazu post-rehabilitacije rudnika. I u rudarskoj industriji, kao i u ostalim sektorima, najčešće korišćen koncept održivog razvoja baziran je na *Triple Bottom Line* (TBL) model.

Koncept održivog razvoja nije determinisan zbog različitog definisanja i tumačenja održivosti i održivog razvoja. Tokom poslednjih decenija razvijen je veći broj koncepata, paradigmi i metoda vezanih za održivost i održivi razvoj kao što su eko-efikasnost, čistija proizvodnja, nulti otpad, dizajn za životnu sredinu, zelena hemija, eko-dizajn, dekarbonizacija i najnovija, cirkularna ekonomija i svi su usmereni na rešavanje složenih problema izazvanih razvojem našeg antropogenog sistema, sa ozbiljnim posledicama po životnu sredinu i ekosistem u celini. Istovremeno, postojeći koncepti, paradigme i metode bazirani su na redukcionističkom pristupu koji se uglavnom odnosi na rudarski sektor.

Glavni izazov rudarske industrije u narednom periodu je da se aktivno uključi u definisanje koncepta održivog razvoja baziranog na stvaranju sinergije između prirodnih i antropogenih sistema u najširem smislu koja je zasnovana na sistemskom razmišljanju umesto na redukcionističkom pristupu.

### **2.1. Okviri održivosti u kontekstu rudarskog sektora**

Poslednjih tridesetak godina, kada je u javnosti veoma široko prihvaćen princip da *zagađivač plaća za štetu po životnu sredinu*, predloženo je nekoliko okvira za analizu održivosti iz perspektive rudarskog sektora. Agenda 21 je istakla potrebu za uspostavljanjem posebnih smernica za razvoj prirodnih resursa. U tom kontekstu, *Berlinske smernice* (proizašle iz Berlinskog okruglog stola o rudarstvu i životnoj sredini 1991. koji su ustanovile UN i Nemačka fondacija za međunarodni razvoj), definisale su osnovne principe rudarstva tokom njegovog životnog ciklusa, kao što su: regulatorni okviri, upravljanje životnom sredinom, procena socio-ekonomskog uticaja, kontinuirano učešće zajednica i zainteresovanih strana i transfer tehnologije za ublažavanje uticaja na životnu sredinu. Ovo je snažno uticalo na rudarski sektor da se više bavi društvenim i ekološkim aspektima svog poslovanja kroz različite inicijative i globalno i lokalno.

Na globalnom nivou, jedna od prvih inicijativa bila je inicijativa Međunarodnog saveta za metale i životnu sredinu (ICME) 1991. godine, koja je imala za cilj da se u životni ciklus rudnika ugrade bolje ekološke i bezbednosne prakse. 1998. godine, neke od najvećih svetskih rudarskih kompanija udružile su se da pronađu novi put ka održivosti. Ovo je rezultiralo stvaranjem Globalne rudarske inicijative (GMI) 2000. godine. Pod okriljem ovog udruženja 2002. godine objavljen je sveobuhvatan izveštaj pod

nazivom *Breaking New Ground*, u kojem je usvojen skup principa održivog razvoja rudarskog sektora, zasnovanih na četiri dimenzije - tri dimenzije TBL paradigme i dodavanje *dimenzije upravljanja*. Preporučeno je da se ovi principi primenjuju integrisano u donošenju odluka, uzimajući u obzir sektor minerala u širem smislu, odnosno u smislu koristi koje može da proizvede za sadašnje i buduće generacije.

Međunarodna organizacija - Međunarodni savet za rudarstvo i metale (ICMM) osnovana je 2003. godine, čiji je cilj unapređenje održivosti rudarskih operacija i njihovih proizvodnih lanaca. Po osnivanju, ICMM je uspostavio deset principa održivog razvoja koji su bili bazirani na GMI principima uvođenjem novih paradigmi kao što su razmišljanje o životnom ciklusu i TBL konceptu, uključujući dimenzija *upravljanja*. Ovi principi su revidirani 2015. godine i dobrovoljno su uključeni u program održivosti nekoliko velikih rudarskih kompanija, kao i regionalnih organizacija rudarskog i metalurškog sektora. Međutim, primena ICMM principa od strane rudarskih kompanija, kroz svoje izveštaje o održivosti usklađene sa GRI (Global Reporting Initiative) standardima za izveštavanje o održivosti, je kritikovana, posebno u pogledu izveštaja o održivosti životne sredine, jer ne sadrže detaljne informacije o geološkim i tehnološkim aspektima, koji su posebno relevantni za sektor minerala imajući u vidu višestruke izvore neizvesnosti i varijabilnosti a koji značajno mogu uticati na pokazatelje učinka poslovanja. Pomenuto smanjuje transparentnost i otežava poređenja u pogledu upravljanja kritičnim ekološkim pitanjima. Takođe je uočeno u ovim izveštajima o održivosti, da ne postoje jasne metodologije koje objašnjavaju kako se indikatori održivosti uzimaju u obzir u procesu donošenja odluka rudarskih kompanija kako bi svoje poslovanje učinile održivijim.

Na lokalnom nivou, Udruženje rudara Kanade (MAC) dalo je vredan doprinos promovisanju održivosti kroz dve važne strategije: *Whitehorse Mining Initiative* (VMI), započetu 1993/1994, i kasnije strategiju *Ka održivom rudarstvu* (TSM), koja je pokrenuta 2004. Prvom strategijom definisana je politika fokusirana na aspekte održivosti mineralnih aktivnosti u Kanadi, dok je drugom strategijom definisan skup principa i indikatora učinka za rudarsku industriju, sa fokusom na pitanja upravljanja koja se odnose na planiranje, energiju i gasove staklene bašte, jalovišta rudnika, lokalno stanovništvo i zajednice, očuvanje biodiverziteta i zdravlje i bezbednost. TSM strategija definisana je pod okriljem Udruženja rudara Kanade uz učešće kanadskih vlasti uključujući vladu i zainteresovana ministarstva na svim nivoima, rudarskih kompanija, rudarskih sindikata i ekoloških zajednica. U poslednje vreme, kao dobra praksa, sve je više prihvaćena u svetu i uz prilagođavanja pojedinim državama, postaje sve više globalna.

Generalno, postoje različita tumačenja održivosti i održivog razvoja u rudarskoj industriji pa u tom smislu i razlikuje se i sam okvir održivog razvoja sektora. Iako postoje neke tačke saglasnosti o potrebi da se usvoji sistematičniji pristup održivosti u sektoru minerala u različitim domenima i kontekstima, još uvek postoji neslaganje oko toga koje dimenzije održivosti treba posebno razmotriti. Postoji konsenzus o značaju aspekata zaštite životne sredine, privrede, društva i, u novije vreme, aspekata upravljanja na javnom i privatnom nivou. Međutim, uočljivo je da je uloga tehničkih i tehnoloških inovacija u rudarskoj industriji u velikoj meri potcenjena. Bolje razumevanje ove dimenzije i njeno prihvatanje kao jednog od osnovnih stubova održivosti, ali i razumevanje višestruke interakcije između uključenih dimenzija i razmera održivosti, mogli bi da pomognu primerenijoj i efektivnijoj primeni održivosti u praksi u rudarskom sektoru.

Analiza pomenutih okvira održivosti predloženih za rudarski sektor, sugeriše da postoje ograničenja u ovim pristupima, koja se pre svega odnose na potcenjivanje sinergije i kompromisa između dimenzija održivosti, teškoće u suočavanju sa nedostatkom resursa ali i potrebu da se održivost sektora istražuje van organizacionih granica i u različitim vremenskim i prostornim domenima.

### **3. Savremeni pristup održivosti rudarskog sektora**

Prethodno uspostavljeni koncepti i modeli održivog razvoja, pa i održivog razvoja rudarskog sektora, razvijeni su iz preovlađujuće ekonomske i antropocentrične perspektive i kao takvi, budući svetski razvoj mogu da usmere ka održivosti, ali isto tako mogu da dovedu do pogrešnih tumačenja i pridavanja

veće pažnje ekonomskim aspektima (kao u modelu uobičajenog poslovanja) pa samim tim i produbljivanja trenutne ekološke neravnoteže i društvene nejednakosti.

Uvažavajući specifičnosti rudarskog sektora, savremen pristup njegovoj održivosti sve više se bazira na međusobnim odnosima i uticajima sledećih pet dimenzija:

- Društvo (zajednica, radnici, nevladine organizacije, itd.);
- Ekonomski sistem (privreda);
- Prirodno okruženje (biosfera i biodivezitet);
- Tehnologija (veštačko okruženje, artefakti ili tehnosfera); i
- Upravljanje (uključujući javno/političko i privatno/korporativno).

Ovakav kontekst održivosti rudarskog sektora je širi od postojećih i ima za cilj da pomiri različite poglede na održivost koji su se pojavili u poslednjih nekoliko decenija, uključujući i one koji prirodno okruženje smatraju osnovom svega ali i one koji ekonomsku dimenziju smatraju početkom i krajem održivog razvoja.

Kako bi se uspostavila bolja ravnoteža pomenutih pet dimenzija održivog razvoja rudarskog sektora, pri analizama održivosti se uključuje i niz domena svake dimenzije, na primer očuvanje prirodne sredine, dostupnost i kritičnost resursa, ljudsko i društveno blagostanje i tako dalje, a sve u kontekstu jedinstvenosti i specifičnosti svakog rudarskog objekta. Dakle, za rudarski sektor se ne može definisati jedinstvena matrica održivosti već je potrebno koristiti model pet dimenzija kao okvir za analizu i uključivanje niza domena svake dimenzije specifično za konkretan rudarski objekat. U tom smislu važno je pomenuti najčešće analizirane domene pojedinih dimenzija održivog razvoja rudarskog sektora.

### ***Očuvanje prirodne sredine***

Uticaji na prirodnu sredinu izazvani rudarstvom neizostavno su povezani sa fizičkim promenama pejzaža kao i uticajem na zemljište, vodu i vazduh. U tom smislu, rudarske aktivnosti moraju se odvijati tako da se minimiziraju svi uticaji koji se mogu negativno odraziti na prirodnu sredinu u svim fazama životnog ciklusa rudnika, kroz efikasno i proaktivno upravljanje prirodnom sredinom. Ovaj pristup bi trebalo da ide dalje od ispunjavanja lokalnih ekoloških standarda, obzirom na globalni obim rudarstva, kao i široku varijabilnost ekološkog zakonodavstva širom sveta, posebno u zemljama u razvoju, gde oni često nisu tako strogi.

### ***Dostupnost i kritičnost resursa***

Ekonomski rast i društveni razvoj, unazad nekoliko decenija bili su podržani nekontrolisanom eksploatacijom prirodnih resursa. Rastuća potražnja za mineralnim resursima učinila je neke od njih, kritičnim u smislu njihove dostupnosti. Takođe, kritičnost mineralnih sirovina definisana je uzimajući u obzir i kriterijume kao što su rizik snabdevanja, osetljivost na ograničenja u snabdevanju i implikacije na životnu sredinu ali često je povezana i sa vrednošću koje društvo daje određenim resursima u smislu njihove korisnosti. U tom smislu, jedan od najkritičnijih resursa su energetske, na koje se društveno-ekonomski razvoj u najvećoj meri oslanja i čija rastuća proizvodnja možda neće zadovoljiti sadašnje i buduće globalne zahteve, barem u naredne dve, tri decenije. Osim energetskih resursa, mnoge razvijene zemlje definišu kritičnost mineralnih resursa sa aspekta sopstvenog razvoja i u tom smislu ovaj spisak se svake godine proširuje sa novim.

### ***Efikasnost korišćenja resursa i sekundarni (reciklirani) resursi***

Održivije korišćenje mineralnih resursa povećanjem efikasnosti korišćenja i korišćenjem recikliranih resursa je moguće jer su ekološki i društveni troškovi eksploatacije minerala generalno nadoknađeni i svi zainteresovani su zadovoljni. U tom smislu neophodno je uložiti napor da se poveća trajnost proizvoda, dematerijalizuju proizvodi i maksimiziraju efekti cirkularne ekonomije kroz povećanje stope reciklaže i ponovne upotrebe.

### ***Ljudsko i društveno blagostanje***

Ljudska i društveno blagostanje direktno je povezano sa očuvanjem prirodne sredine u kojoj se rudarska delatnost obavlja, ali i sa ekonomskim koristima koje ova delatnost donosi. Rudarski sektor igra važnu ulogu u stvaranju direktnih i indirektnih radnih mesta, zatim doprinosi razvoju usluga kao što su zdravstvo, obrazovanje, socijalna pomoć, razvoju infrastrukture i na kraju podizanju investicionog kapaciteta društva za sopstveni razvoj. Još jedno relevantno pitanje koje se odnosi na razvoj zajednica koje su direktno uključene u rudarske aktivnosti je društvena odgovornost državnog sektora u pogledu regionalnog planiranja, sa ciljem zadovoljavanja potreba ovih zajednica tokom razvoja i nakon završetka rudarskog projekta.

Negativna percepcija pojedinih sektora u društvu po pitanju rudarstva je, nažalost, u nekim slučajevima opravdana, posebno u vezi sa praćenjem incidentnih situacija i katastrofa izazvanih rudarskim aktivnostima dok uspešni rudarski projekti po pravilu nemaju veliku vidljivost. Nasuprot tome, drugi industrijski sektori koji su takođe povezani sa ekstraktivnim aktivnostima uspeli su da poboljšaju svoj korporativni imidž, posebno u vezi poboljšanja koja čine u cilju smanjenja negativnih uticaja. Ovo ukazuje na potrebu da rudarski sektor uloži dodatne napore i traži strategije koje će pomoći da se prevaziđe ova negativna globalna percepcija njegovog poslovanja.

### ***Ekonomski prosperitet***

Procenjuje se da eksploatacija prirodnih resursa direktno ili indirektno doprinosi više od 45% globalnog BDP-a. Istovremeno, rudarstvo je izazvalo i niz negativnih društvenih i ekoloških uticaja koji se ne smeju ponavljati u budućnosti. Ovo se pre svega odnosi na ekonomije u razvoju, koje ne bi smele da nastave istim neefikasnim i destruktivnim putem, kojim su išle zemlje sa danas razvijenijim ekonomijama kako bi postigle ovaj status. Nažalost, ekonomije zemalja u razvoju, koje su veoma zavisne od izvoza mineralnih resursa mogu postati veoma ranjive jer takav izvoz ne vodi ekonomskom rastu.

### ***Razvoj primarnih i sekundarnih resursa***

Proizvodnja mineralnih resursa i prognoze potražnje zasnovane su na kratkoročnim (5-10 godina) scenarijima i fokusiraju se isključivo na primarne resurse, obraćajući malo pažnje na zalihe sekundarnih resursa. Za razliku od primarnih resursa čije bilanse, standardizovano, obično rade vlade, prikupljanje informacija i bilansiranje sekundarnih resursa je vrlo retko i nestandardizovano i obično ga sprovodi industrija, što ne garantuje kontinuitet ovih informacija u vremenu. Stoga je prepoznato da je potrebno realnije i sveobuhvatnije dugoročno planiranje globalne proizvodnje primarnih i sekundarnih mineralnih resursa, obzirom na potencijalni budući nedostatak resursa, uprkos progresivnom rastu stope reciklaže. U tom smislu, sektor mineralnih sirovina morao bi da predvodi inicijative koje imaju za cilj proaktivnije sagledavanje održivosti njihovog poslovanja kroz korišćenje sekundarnih resursa, posebno onih koji se direktno generišu unutar granica njihovog sistema (rudarskih objekata). Ovo bi svakako doprinelo regionalnoj i globalnoj održivosti mineralnih resursa. U tom smislu neophodno je intenzivirati istraživanja u postupke recikliranja, odnosno korišćenja sekundarnih resursa.

### ***Vrednost resursa***

Za kvantifikaciju investicija, kapitalnih dobitaka i utvrđivanje finansijske izvodljivosti rudarskih projekata, koriste se dve uobičajene metode: neto sadašnja vrednost (NPV) i interna stopa prinosa (IRR). One se zasnivaju na diskontovanju budućeg toka gotovine korišćenjem jednog faktora (diskontna stopa prilagođena riziku), koja eksponencijalno raste tokom vremena. Međutim, metode zasnovane na NPV proizvele su veliku varijabilnost u vrednovanju rudnika ali uprkos ovom i nekim drugim ograničenjima, metoda NPV se i dalje najčešće koristi u sektoru minerala. Uzimajući u obzir niz ograničenja metode NPV, predložena je nova metoda, metoda *razdvojena neto sadašnja vrednost (DNPV)*, koja odvaja rizik od vremenske vrednosti novca, omogućavajući bolju procenu stvarnih troškova rudnika, uz zadržavanje nivoa jednostavnosti. Ovom novom metodom, moguće je uzeti u obzir i druge vrste rizika u vrednovanju određenog mineralnog resursa, koji nisu povezani sa tržištem.

### ***Održiva potrošnja i proizvodnja***

Društveni i ekonomski sistemi se odlikuju svojom složenom dinamikom, kao i interakcijama koje postoje između njihovih komponenti ali i sa spoljnim okruženjem u različitim vremenskim i geografskim razmerama. Zbog toga, svaka prognoza vezana za ove sisteme, stanovništvo, privredni rast, rezerve mineralnih resursa i tako dalje, postaje veoma neizvesna. Jedina izvesnost koja postoji je da u nekom trenutku kontinuirani eksponencijalni rast stanovništva više neće biti moguć, kao ni korišćenje resursa na planeti sa fizičkim ograničenjima. Međutim, drastično smanjenje potrošnje mineralnih resursa i energije postaje veoma problematično zbog jake korelacije između BDP-a i drugih varijabli povezanih sa ljudskim razvojem, koje su ugrađene u druge indekse koji su dalekosežniji od BDP-a. Na primer, globalni GPI (*Genuine Progress Indicator*) po glavi stanovnika dostigao je vrhunac 1978. godine, u isto vreme kada je upotreba nafte dostigla vrhunac i kada je ekološki otisak premašio globalni biokapacitet. Zbog toga je jedan od ciljeva održivog razvoja UN razdvajanje ekonomskog rasta i degradacije životne sredine. To implicira da budući razvoj privredne aktivnosti zasnovan na primarnim mineralnim resursima mora da se učini efikasnijim uz istovremeno intenzivniji razvoju drugih vrsta tržišta zasnovanih na korišćenju sekundarnih resursa. Na ovaj način bi bilo moguće održati ravnotežu između globalne ponude i potražnje mineralnih resursa uz istovremene ekološke i društvene koristi.

### ***Javno i privatno upravljanje***

U verovatnoći uspeha rudarskih projekata sve više imaju ulogu, institucionalno na nivou države i korporativno upravljanje rudarskim organizacijama. Institucionalno upravljanje po pravilu se materijalizuje kroz strategije, politike, podsticanje inovacija, davanja smernica, uspostavljanje standarda i kodeksa prakse, koji omogućavaju rudarskim kompanijama da sprovedu propise u smislu poboljšanja ekoloških i društvenih koristi. Adekvatna uprava rudarskih organizacija takođe može pomoći u podsticanju ulaganja u nove tehnologije, digitalizaciju i diversifikaciju ekonomskih aktivnosti u funkciji održivog poslovanja.

Generalno, pitanja koja su od ključnog značaja za održivost rudarskog sektora, kao što su istraživanje, popis i bilansiranje mineralnih resursa, zakonska regulativa, pristup zemljištu, poreski propisi i politike zaštite životne sredine pri eksploataciji ležišta i rehabilitacija degradiranih područja su pitanja strateškog institucionalnog upravljanja od lokalnog do globalnog nivoa. Dobra strategija upravljanja mineralnim resursima na institucionalnom nivou treba da uspostavi odgovarajuće politike za održivo upravljanje i primarnim i sekundarnim mineralnim resursima koje se mogu ugraditi u korporativnu viziju rudarskih organizacija, sa ciljem poboljšanja performansi njihovog poslovanja tokom životnog ciklusa rudnika.

### ***Tehnološke inovacije***

Mineralni sektor je postao inovativan od početka 20. veka, prateći ekspanziju električne energije kao izvora energije u industriji a posebno inovativan u drugoj polovini 20. veka kada počinje i primena visoko kapacitivne rudarske opreme i kada se osvajaju nove tehnologije i oprema za pripremu i preradu mineralnih sirovina. Svakako treba pomenuti da ovo u isto vreme dovodi do sve većeg uticaja rudarskog sektora na zemljište, vazduh i vodu, kao i na lokalne zajednice. Iz ovoga proizilazi da su u prethodnom periodu tehnološke inovacije korišćene uglavnom za poboljšanje ekonomskih aspekata rudarskog sektora dok se ekološkim i društvenim aspektima manje pridavao značaj. U budući održivi razvoj rudarskog sektora neophodno je uključiti tehnološke inovacije, posebno tehnologije *Industry 4.0* (četvrte industrijske revolucije), analogno i specifično za rudarski sektor determinisane i kao *Mining 4.0*, a koje će, osim na ekonomske imati značajan uticaj na poboljšanje ekoloških i društvenih performansi rudarskih operacija.

## **4. Zaključna razmatranja**

Poslednjih decenija izraženi su interesi i u tom kontekstu lobiranje pojedinih zainteresovanih strana da se ekonomski i svaki drugi razvoj čovečanstva zasnovan na kontinuiranom povećanju eksploatacije



primarnih mineralnih resursa neutemeljeno proglasi neodrživim, mada sve prognoze relevantnih svetskih institucija ukazuju da će se od sada pa do 2060. godine, najmanje udvostručiti potrošnja ovih resursa.

Istovremeno ni koncept održivog razvoja nije determinisan zbog različitog definisanja i tumačenja održivosti i održivog razvoja. Tokom poslednjih decenija razvijen je veći broj koncepata, paradigmi i metoda vezanih za održivost i održivi razvoj kao što su eko-efikasnost, čistija proizvodnja, nulti otpad, dizajn za životnu sredinu, zelena hemija, eko-dizajn, dekarbonizacija i najnovija, cirkularna ekonomija i svi su usmereni na rešavanje složenih problema izazvanih razvojem našeg antropogenog sistema, sa ozbiljnim posledicama po životnu sredinu i eko sistem u celini. Istovremeno, postojeći koncepti, paradigme i metode bazirani su na redukcionističkom pristupu koji se uglavnom odnosi na rudarski sektor.

Glavni izazov rudarske industrije u narednom periodu je da se aktivno uključi u definisanje koncepta održivog razvoja baziranog na stvaranju sinergije između prirodnih i antropogenih sistema u najširem smislu koja je zasnovana na sistemskom razmišljanju umesto na redukcionističkom pristupu.

Uvažavajući specifičnosti rudarskog sektora, savremen pristup njegovoj održivosti sve više se bazira na međusobnim odnosima i uticajima sledećih pet dimenzija: društvo, ekonomski sistem, prirodno okruženje, tehnologija i upravljanje.

Ovakav kontekst održivosti rudarskog sektora je širi od postojećih i ima za cilj da pomiri različite poglede na održivost koji su se pojavili u poslednjih nekoliko decenija, uključujući i one koji prirodno okruženje smatraju osnovom svih sistema ali i one koji ekonomsku dimenziju smatraju početkom i krajem održivog razvoja. On je zasnovan na ocenjivanju životnog ciklusa (*LCA - Life Cycle Assessment*) i predstavlja sistematičan i dobro uspostavljen sistem čija primena u rudarskom sektoru može i treba dalje da se poboljšava.

Na kraju, postizanje ravnoteže između ekonomskog prosperiteta, zdravlja, životne sredine i društvene jednakosti zahtevaće značajne promene u poslovnim strategijama, operativnim tehnologijama, ličnom ponašanju i javnim politikama. Rudarski sektor će morati u budućnosti više da se angažuje i saraduje sa zainteresovanim stranama u procesu poboljšanja kvaliteta života, pomažući u balansiranju potrebe za mineralnim resursima u odnosu na potrebu zaštite životne sredine i društva od nepotrebnih štetnih uticaja.

## Literatura

- [1] Segura-Salazar J., Marcelo Tavares L.: Sustainability in the Minerals Industry: Seeking a Consensus on Its Meaning. *Sustainability*, 10(5), 1429, 2018.
- [2] Dubinski J.: Sustainable Development of Mining Mineral Resources. *Journal of Sustainable Mining*, Volume 12, Issue 1, Pages 1-6, 2013.
- [3] Azapagic A.: Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry, *Journal of Cleaner Production*, 12, 639–662), 2004.
- [4] Petrie J.: New Models of Sustainability for the Resources Sector: A Focus on Minerals and Metals. *Process Safety and Environmental Protection*, 85, 88–98., 12, 2007.
- [5] Batterham R. J.: The mine of the future - Even more sustainable. *Minerals Engineering*, 107, 2–7, 2017.
- [6] International Council on Mining and Metals (ICMM) - Sustainable Development Framework: ICMM Principles, International Council on Mining and Metals (ICMM), London, UK, 2015.
- [7] Corder G. D., Keith A., Dyer L.: A Capitals Based Approach-Leading Innovation in Planning for Life-of-Mine Sustainability, In *Proceedings of the Life-of-Mine 2014*, Brisbane, Australia, pp. 499–511, 2014.