

# Navigacija budućnosti: poslovni rizici i prilike u rudarskoj industriji

Petar Marković, Dejan Stevanović, Mirjana Banković, Vuk Lazić



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Navigacija budućnosti: poslovni rizici i prilike u rudarskoj industriji | Petar Marković, Dejan Stevanović, Mirjana Banković, Vuk Lazić | XVI međunarodna konferencija OMC 2024 | 2024 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0009115>

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)



## NAVIGACIJA BUDUĆNOSTI: POSLOVNI RIZICI I PRILIKE U RUDARSKOJ INDUSTRIJI

### NAVIGATING THE FUTURE: BUSINESS RISKS AND OPPORTUNITIES IN THE MINING INDUSTRY

Marković P.<sup>1</sup>, Stevanović D.<sup>2</sup>, Banković M.<sup>3</sup>, Lazić V.<sup>4</sup>

#### Apstrakt

Sektor rudarstva i metalurgije se globalno suočava sa brzo evoluirajućim okruženjem u 2024. godini, koje karakteriše jedinstvena međusobna zavisnost rizika i prilika. Sektor je u središtu globalne energetske tranzicije, uz rastuću potražnju za kritičnim mineralnim sirovinama poput litijuma, nikla i bakra, koji su od suštinskog značaja za tehnologije obnovljive energije i električna vozila. Međutim, ova sve veća odgovornost donosi brojne izazove, uključujući pojačanu pažnju na ekološke, društvene i upravljačke (ESG) faktore, fizičke i tranzicione rizike uzrokovane klimatskim promenama, i potrebu za digitalnim inovacijama radi unapređenja operativne efikasnosti. Ovaj rad stavlja u fokus i kritički se odnosi prema deset glavnih poslovnih rizika i prilika identifikovanih u anketi Ernst & Young (EY) za 2024. godinu, uključujući ključna pitanja poput geopolitičkih tenzija, usmeravanje kapitala za proces dekarbonizacije i sve složenije izazove u pogledu obezbeđivanja kvalifikovane radne snage. Analiza ističe sposobnost sektora da ove izazove pretvori u mogućnosti rasta, usvajanjem novih poslovnih modela, fokusom na održivost i prihvatanjem tehnoloških inovacija. Kroz sveobuhvatan pregled ovih trendova, ovaj rad pruža stratešku mapu za rudarske kompanije kako bi upravljale složenim operativnim okruženjem.

**Ključne reči:** održivost, energetska tranzicija, tehnološke inovacije, klimatske promene.

#### Abstract

The global mining and metals industry faces a rapidly evolving landscape in 2024, marked by an unprecedented convergence of risks and opportunities. The sector is at the heart of the global energy transition, with rising demand for critical minerals such as lithium, nickel, and copper, essential for renewable energy technologies and electric vehicles. However, this growing responsibility brings a multitude of challenges, including heightened scrutiny around Environmental, Social, and Governance (ESG) factors, the physical and transitional risks posed by climate change, and the need for digital innovation to enhance operational efficiency. This paper explores the top ten business risks and opportunities identified by Ernst & Young's (EY) 2024 survey of mining executives, including key issues such as geopolitical tensions, capital allocation for decarbonization, and the evolving workforce challenges. The analysis underscores the sector's ability to leverage these challenges into growth opportunities by adopting new business models, focusing on sustainability, and embracing technological innovation. Through a comprehensive examination of these trends, this paper provides a strategic roadmap for mining companies to navigate a complex operating environment.

**Keywords:** sustainability, energy transition, technological innovations, climate change.

#### 1. Uvod

Industrija rudarstva i metalurgije prolazi kroz duboku transformaciju, odgovarajući na neke od najznačajnijih globalnih promena u novijoj istoriji. Od ekoloških pitanja do tehnoloških napredaka, sektor se sada nalazi na čelu globalne tranzicije ka održivoj ekonomiji sa niskim emisijama ugljen-dioksida. Kako svetske ekonomije postavljaju ambiciozne klimatske ciljeve i ubrzavaju usvajanje tehnologija obnovljive energije, potražnja za mineralima ključnim za ovu tranziciju - poput litijuma, bakra, nikla i drugih kritičnih minerala, značajno je porasla. Ovi kritični minerali ne samo da su neophodni za razvoj tehnologije u proizvodnji električnih vozila, baterija i solarnih panela, već su i od suštinske važnosti za širu dekarbonizaciju industrija.

U 2024. godini, rudarska industrija suočava se sa jedinstvenim skupom rizika i prilika koji su međusobno

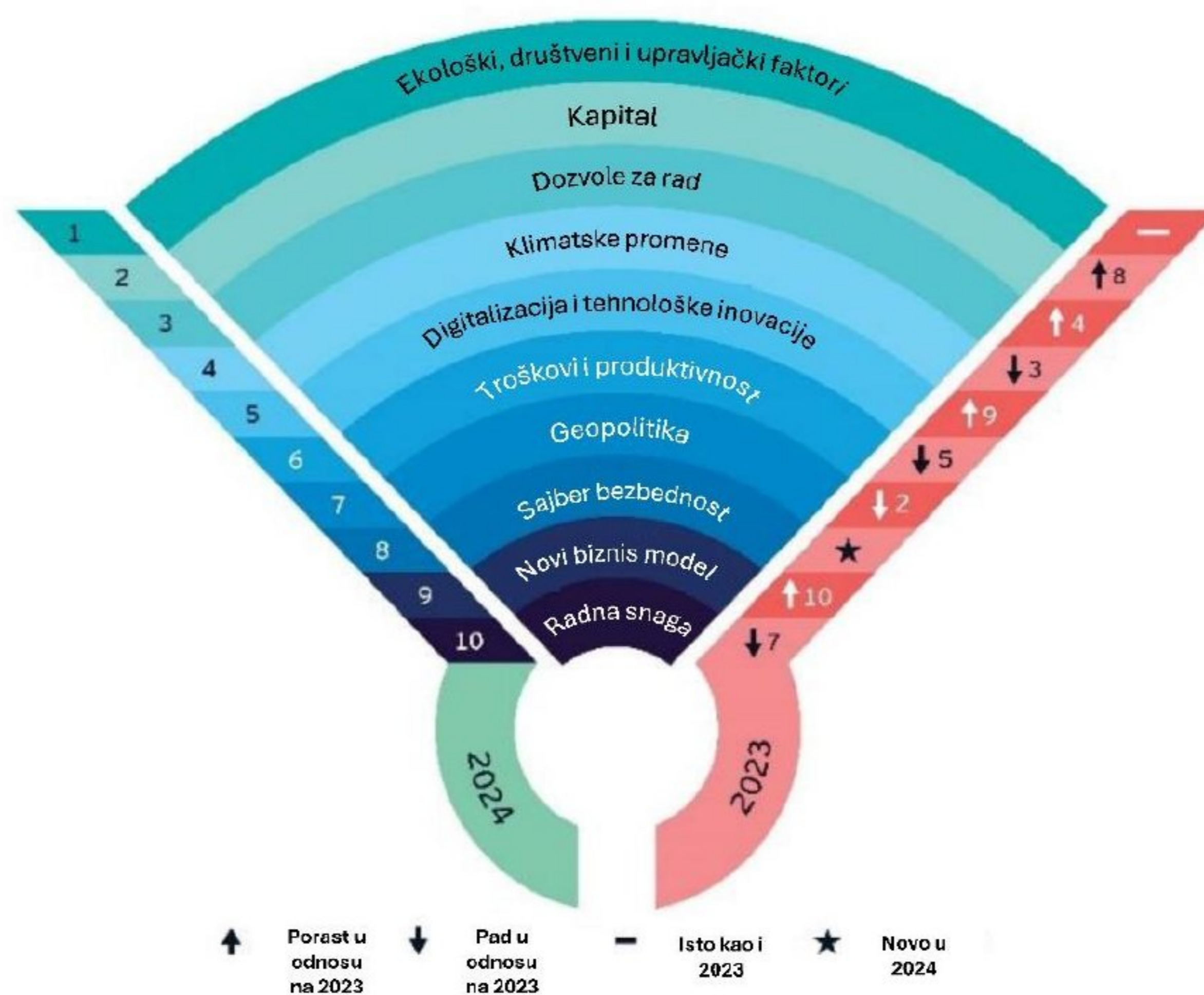
<sup>1</sup> Marković Petar, Asistent, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, petar.markovic@rgf.bg.ac.rs

<sup>2</sup> Prof. dr Stevanović Dejan, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, dejan.stevanovic@rgf.bg.ac.rs

<sup>3</sup> Doc. dr Banković Mirjana, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, mirjana.bankovic@rgf.bg.ac.rs

<sup>4</sup> Lazić Vuk, Serbia Zijin Mining d.o.o, Bor, vuk.lazic@zijinmining.rs

povezani i često složeni. Godišnji izveštaj Ernst & Young-a (EY) *Top 10 poslovnih rizika i prilika za rudarstvo i metalurgiju* [1] rangira najznačajnije poslovne rizike i prilike u rudarskoj industriji, i oni su prikazani su na Slici 1. Iako ekološki, društveni i upravljački (ESG) faktori ostaju prioritet, novi izazovi poput rastućih operativnih troškova, poremećaja u lancima snabdevanja i geopolitičkih tenzija dodatno komplikuju već promenljivo okruženje. Pored toga, kako digitalizacija zahvata industriju, rudarske kompanije moraju balansirati između težnje za tehnološkim inovacijama i sve veće potrebe za zaštitom svojih digitalnih resursa.



Slika 1. Top 10 poslovnih rizika i prilika za rudarstvo i metalurgiju u 2024. godini [1]

Integracija ESG principa u poslovne strategije evoluirala je od regulatornog zahteva do ključnog faktora koji može doneti dugoročnu vrednost kompaniji. Rudarske kompanije se sada ocenjuju ne samo po njihovim finansijskim performansama, već i po njihovoj sposobnosti da smanje negativne uticaje na životnu sredinu, da se angažuju sa zajednicama na značajan način i da poštuju etičke radne prakse [2]. Investitori, zakonodavci i zainteresovane strane povećavaju pritisak na sektor da pokaže stvarni napredak u održivim inicijativama, poput smanjenja emisije ugljen-dioksida, unapređenja upravljanja vodnim resursima i odgovornijeg upravljanja otpadom. Kompanije koje uspeju u ovim oblastima mogu ostvariti značajne prednosti, uključujući bolji pristup kapitalu, unapređenu reputaciju i dugoročno produžavaju dozvolu za rad (LTO - *License to Operate*).

Istovremeno, klimatske promene predstavljaju fizičke i tranzicione rizike za sektor. Ekstremni vremenski događaji postaju učestaliji i intenzivniji, ugrožavajući rudarske operacije u ranjivim regionima. Rastući regulatorni pritisci, uključujući cene ugljen-dioksida i obavezno izveštavanje o emisijama, preoblikuju finansijsku i operativnu strategiju rudarskih kompanija. Međutim, ovi isti pritisci donose i prilike. Rastuća potražnja za zelenim tehnologijama otvara nova tržišta, a kompanije koje ulažu u održivo rudarstvo i inovativne tehnologije, poput izdvajanja i skladištenja ugljen-dioksida (*Carbon capture and storage - CCS*) i elektrifikacije transportnih jedinica, postavljaju se kao lideri u novoj zelenoj ekonomiji [3].

Uloga digitalnih inovacija takođe postaje sve važnija. Automatizacija, veštačka inteligencija (AI) i *Digital Twin* tehnologija postaju sastavni deo unapređenja operativne efikasnosti, povećanja bezbednosti i optimizacije u iskorišćavanju resursa. Potencijal ovih tehnologija da transformišu sektor je ogroman, ali sa sobom nose i izazove, posebno u oblasti sajber bezbednosti. Brza digitalizacija operacija i sve veće oslanjanje na *Data Driven* menadžment (upravljanje zasnovano na podacima), čine rudarske kompanije privlačnim metama za sajber napade. Svi ovi faktori ističu sajber bezbednost kao značajan faktor u novijim oblicima poslovanja, odnosno svrstavaju ga u grupu rizika sa posebnom pažnjom.

Geopolitički rizici su još jedna ključna tačka za industriju. Nadmetanje za resursima koji su ključni za energetska tranziciju povećala je tenzije među državama, posebno u regionima bogatim kritičnim

mineralnim sirovinama. Nacionalizacija resursa je u porastu, pri čemu vlade pojačavaju kontrolu nad svojim prirodnim resursima kroz povećane poreze, naknade i zabrane izvoza. Ova pojava ima dalekosežne implikacije na lance snabdevanja, raspodelu kapitala i dugoročno planiranje projekata.

Izazovi na tržištu rada dodatno komplikuju perspektivu rudarske industriju. Privlačenje i zadržavanje kvalifikovane radne snage, posebno u udaljenim područjima, postaje sve teže. Istovremeno, pritisak na automatizaciju izaziva zabrinutost u vezi sa budućom ulogom ljudskog rada u rudarskim operacijama. Rudarske kompanije moraju se suočiti sa ovim izazovima, dok istovremeno teže ka inovativnijom radnom snagom.

Ovaj rad ima za cilj da pruži sveobuhvatnu analizu glavnih poslovnih rizika i prilika sa kojima će se sektor rudarstva suočavati u narednim godinama. Ispitivanjem ovih izazova kroz prizmu ESG izveštavanja, klimatskih promena, digitalne transformacije, ulaganja u kapital i obezbeđivanja radne snage, nudi uvid u to kako rudarske kompanije mogu transformisati rizike u prilike. Kako industrija ulazi u eru bez presedana, njena sposobnost da se prilagodi, inovira i prihvati održivost određiće njen dugoročni uspeh. Budućnost sektora rudarstva i metalurgije leži u njegovoj sposobnosti da bude ne samo snabdevač resursima, već ključni pokretač globalne tranzicije ka održivijoj, niskougljeničnoj budućnosti.

## 2. Poslovni rizici i prilike u rudarskoj industriji

### 2.1. Ekološki, društveni i upravljački faktori (ESG)

Ekološki, društveni i upravljački (ESG) faktori evoluirali su do ključnog poslovnog pokretača za rudarske kompanije. U 2024. godini, ESG ostaje rizik broj jedan za sektor, sa rudarskim kompanijama koje su pod sve većim pritiskom da pokažu svoju posvećenost održivim praksama.

Važnost ESG u rudarstvu ne može se dovoljno naglasiti. Investitori sve više daju prioritet kompanijama sa snažnim ESG performansama, videći to kao merilo za dugoročnu vrednost i upravljanje rizicima. Pored toga, lokalne zajednice i vlade zahtevaju da rudarske kompanije doprinesu društvenom i ekonomskom razvoju regiona u kojima posluju [2]. Neuspeh u rešavanju ESG pitanja može dovesti do gubitka dozvole za rad, reputacije i smanjenog pristupa kapitalu.

Nekoliko specifičnih ESG pitanja izbilo je u prvi plan 2024. godine, a najznačajnija su prikazani na Slici 2.



Slika 2. Dijagram koji ilustruje ESG rizike rangirane po važnosti (ispitanici su mogli izabrati više od jednog odgovora) [1]

Upravljanje vodom sada se vidi kao jedno od najkritičnijih pitanja, koji više od polovine rudarskih lidera navodi kao jedan od ključni rizika. Nedostatak vode i suše postaju sve učestalije, posebno u regionima poput Čilea, gde rudarski sektor trpi veći pritisak zbog korišćenja vode. Rudarske kompanije moraju pronaći inovativne načine da smanje potrošnju sveže vode i unaprede procese reciklaže.

Upravljanje otpadom takođe je postalo kritično pitanje, usled nekoliko značajnih nezgoda sa jalovištima u

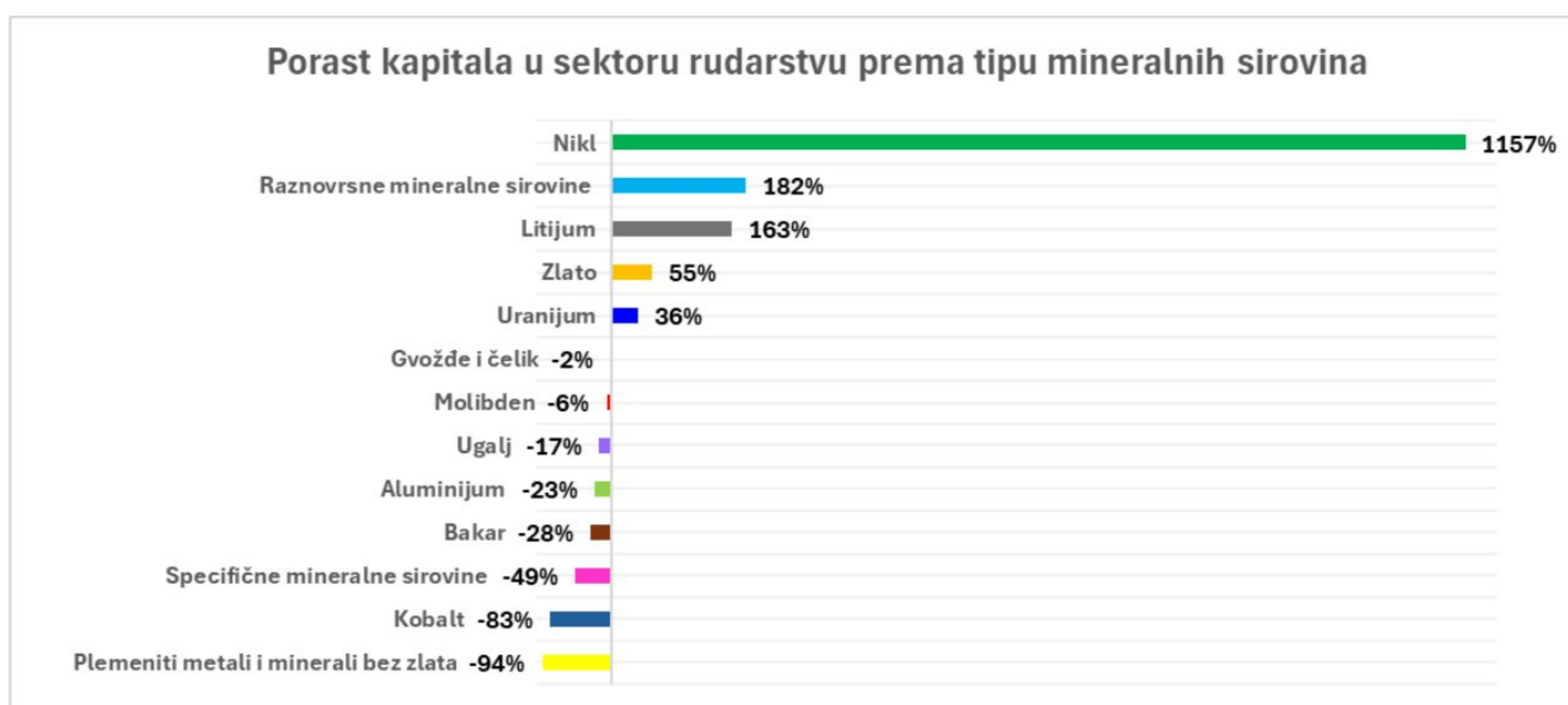
poslednjih par godina koje su istakle ekološke i bezbednosne rizike. Kao odgovor, rudarske kompanije ulažu u tehnologije koje omogućavaju sigurnije i održivije skladištenje jalovine, kao i u nove metode za valorizaciju rudarskog otpada.

Pored toga, socijalni aspekt ESG postao je ključna tačka u odnosima između rudarskih kompanija i lokalnih zajednica, posebno sa starosedelačkim narodima. Neuspeh u izgradnji poverenja sa zajednicama može dovesti do pravnih sporova, protesta i odlaganja projekata, što značajno povećava operativne rizike. Održiva partnerstva sa lokalnim zajednicama postaju ključna za dugoročni uspeh kompanija [2].

## 2.2. Kapital i ulaganja

Prikupljanje kapitala postaje sve složeniji izazov za rudarske kompanije, posebno u kontekstu globalne tranzicije ka održivim energetska rešenjima [4]. Kompanije se suočavaju sa sve strožim zahtevima investitora za transparentno izveštavanje o ESG faktorima, što povećava kapitalne troškove za projekte koji ne ispunjavaju visoke standarde održivosti. U isto vreme, povećanje operativnih troškova i neizvesnosti na tržištima sirovina dodatno otežavaju prikupljanje kapitala za tradicionalne rudarske projekte.

Međutim, sa rastućom potražnjom za kritičnim mineralima kao što su litijum, bakar i nikel, rudarske kompanije imaju priliku da privuku kapital za projekte koji su usmereni ka podršci energetska tranziciji. Upravo to pokazuje i grafik na Slici 3, gde se jasno vidi značajan porast kapitala za potrebe investiranja u rudarske projekte koji su povezani sa eksploatacijom ovih kritičnih mineralnih sirovina. Kompanije poput Anglo American i Gold Fields uspešno su prikupile milijarde dolara kroz izdavanje zelenih obveznica i održivih zajmova, pokazujući da tržište prepoznaje potencijal rudarskih projekata koji se usklađuju sa ciljevima održivosti [5].



Slika 3. Porast kapitala u sektoru rudarstvu prema tipu mineralnih sirovina (Januar-Jul 2023.) [1]

Sa sve većom potražnjom za projektima dekarbonizacije, rudarske kompanije istražuju inovativne mehanizme finansiranja kako bi obezbedile potrebna sredstva za razvoj. Održivi zajmovi, koji su vezani za ispunjenje određenih ekoloških ciljeva, omogućavaju kompanijama pristup kapitalu uz povoljnije uslove finansiranja.

Pored toga, partnerstva sa kompanijama iz drugih industrija, poput proizvođača baterija i automobilskih kompanija, otvaraju nove mogućnosti za prikupljanje kapitala. Ove saradnje omogućavaju rudarskim kompanijama da diverzifikuju svoje izvore finansiranja, dok istovremeno učestvuju u razvoju tehnologija koje podržavaju globalnu energetska tranziciju.

Prema izveštaju vezanom za ulaganje u rudarski sektor (World Economic Forum) investicije u rudarstvo predstavljaju veliku priliku za investitore jer je:

- Rudarska industrija je centralna za energetska tranziciju jer obezbeđuje kritične minerale koji podržavaju zelenu tehnologiju.
- Globalno tržište autonomne rudarske opreme, na primer, predviđa se da će porasti sa 3,1 milijarde dolara u 2020. na 6,2 milijarde dolara do 2026. godine [6].

Također, posebnu razvojnu i investicionu šansu u sektor mineralnih sirovina, predstavlja eksploatacija sirovina iz rudarskog otpada (flotacijska i druga jalovišta). Očekuje se da će do 2027.god, vrednost ove aktivnosti dostići 70 milijardi dolara odnosno da će u periodu 2022-2027. godine, porasti za 13,2% [7].

### 2.3. Dozvole za rad

Sticanje i održavanje dozvola i licence za rad (LTO) postaje sve složenije, jer se rudarske kompanije suočavaju sa rastućim pritiscima od strane lokalnih zajednica, regulatornih tela i nevladinih organizacija. Održavanje dobrih odnosa sa lokalnim zajednicama, postalo je suštinsko za dugoročni uspeh rudarskih operacija [8]. Kompanije koje ne uspevaju da angažuju zajednice na pravi način rizikuju da izgube LTO, suoče se sa protestima i odlaganjem projekata.

Kako bi obezbedile dugoročnu dozvolu za rad, rudarske kompanije moraju da razviju strategije koje uključuju transparentnost, odgovornost i doprinos lokalnim zajednicama. To uključuje konsultacije sa zajednicama, razvoj održivih planova za zatvaranje rudnika, i osiguravanje da rudarske aktivnosti donose ekonomske i društvene koristi za regije u kojima se odvijaju [8].

Pored usklađenosti sa regulatornim zahtevima, rudarske kompanije moraju aktivno izveštavati o vrednostima koju doprinose društvenoj zajednici. Ovo uključuje pokazivanje kako rudarske operacije doprinose razvoju lokalne infrastrukture, obrazovanju, zdravlju i ekonomiji [9]. Održiva komunikacija sa zainteresovanim stranama postala je ključna za osiguranje dugoročne podrške lokalnih zajednica. Kompanije koje uspešno ističu svoje društvene i ekonomske doprinose mogu ojačati svoje odnose sa zainteresovanim stranama, smanjiti rizike od društvenih nemira i obezbediti dugoročnu stabilnost svojih operacija.

Veliku ulogu u ovome mogu imati i državne administracije koje treba da stvore ambijent koji bi pogodovao stručnoj raspravi o benefitima ali i rizicima konkretnih rudarskih projekata.

### 2.4. Klimatske promene

Klimatske promene predstavljaju ne samo jedan od najvećih ekoloških izazova za rudarsku industriju, već i značajan poslovni rizik. Promene u vremenskim obrascima, sve učestaliji ekstremni vremenski događaji i rast nivoa mora predstavljaju ozbiljne pretnje za rudarske operacije širom sveta. Ove promene ne utiču samo na fizičku infrastrukturu rudnika, već i na operativne troškove i sigurnost zaposlenih.

Značaj klimatskih promena na globalnom nivou istaknut je i na Svetskom ekonomskom forumu 2023. godine (World Economic Forum 2023). Na Slici 4 prikazan je značaj različitih rizika povezanih sa klimatskim promenama i zaštitom životne sredine, iz čega se može zaključiti da ove teme zaokupljaju značajnu pažnju svetske javnosti.



Slika 4. Globalni svetski rizici rangirani prema kategorijama (World Economic Forum) [3]

Međutim, klimatske promene donose i nove prilike za rudarske kompanije, posebno kroz rastuću potražnju za kritičnim mineralima potrebnim za tehnologije obnovljive energije, kao što su solarne ploče, vetroturbine i baterije. Kako se svet ubrzano kreće ka dekarbonizaciji industrije i prelasku na obnovljive izvore energije, rudarske kompanije koje mogu ispuniti ovu potražnju kroz održivo rudarstvo postavljaju se kao lideri u zelenoj ekonomiji.

Napori da se postignu ciljevi Pariskog sporazuma (stabilizacija klime na *povišenju globalne temperature od 2°C*) značilo bi učtivostručivanje potreba za mineralima za čiste energetske tehnologije do 2040. godine. Takođe ambicioznija tranzicija koja bi podrazumevala globalan prestanak emitovanja CO<sub>2</sub> u generisanju energije, zahtevala bi šest puta više mineralnih sirovina u 2040. godini nego danas [10].

Kompanije koje usvoje proaktivne strategije za smanjenje rizika povezanih sa klimatskim promenama mogu ostvariti značajne konkurentske prednosti. Na primer, ulaganja u obnovljive izvore energije, kao što su solarne i vetroelektrane, omogućavaju kompanijama da smanje svoju zavisnost od fosilnih goriva, istovremeno smanjujući operativne troškove i emisije ugljen-dioksida. Elektrifikacija rudarskih flota i uvođenje električnih vozila u rudarske operacije dodatno smanjuju emisije i poboljšavaju energetske efikasnost.

Takođe, napredak u tehnologijama za izdvajanje i skladištenje ugljen-dioksida (CCS) pruža rudarskim kompanijama priliku da dodatno smanje svoj ugljeni otisak, što je posebno važno u zemljama sa strožim ekološkim regulativama. Prihvatanjem ovih tehnologija, kompanije mogu osigurati dugoročnu otpornost na klimatske promene, dok istovremeno ostvaruju značajne uštede i poboljšavaju svoju reputaciju kod investitora.

Važno je i napomenuti trend ubrzanja globalnog razvoja obnovljivih izvora energije, kako bi se dostigli ciljevi vezani za klimatske promene, generiše i tendencije vezane za radikalizaciju nacionalnih strateških politika i u prvi plan ističu značaj nacionalne energetske bezbednosti [11].

## **2.5. Digitalne inovacije**

Digitalna transformacija postala je ključni element u modernom poslovanju rudarskih kompanija, omogućavajući optimizaciju procesa i povećanje efikasnosti. Automatizacija, veštačka inteligencija (AI), digitalne simulacije i napredni analitički alati redefinišu način na koji rudarske kompanije upravljaju operacijama i resursima. Tehnološki napredak pomaže kompanijama u suočavanju sa izazovima kao što su povećanje produktivnosti, smanjenje troškova, i poboljšanje bezbednosti zaposlenih.

Automatizovane tehnologije omogućavaju rudarskim kompanijama da smanje oslanjanje na manuelni rad, dok veštačka inteligencija omogućava analizu velikih količina podataka u realnom vremenu. Na primer, automatizovane bušilice i kamioni sada rade u nekim od najvećih rudnika na svetu bez potrebe za ljudskim radnicima, čime se ne samo povećava produktivnost, već se i smanjuju operativni rizici.

Jedan od najvažnijih alata digitalne transformacije su *digital twin* simulacije - virtuelne replike fizičkih operacija koje omogućavaju simulaciju različitih scenarija i procese optimizacije u realnom vremenu. Ove simulacije zajedno sa tehnikama prediktivne analitike, omogućavaju rudarskim kompanijama da prate performanse opreme, predviđaju kvarove i preduzmu preventivne mere, čime se produžava vek opreme i smanjuju neplanirani zastoje.

Pored toga, digitalne tehnologije omogućavaju daljinsko upravljanje rudarskim operacijama, što je posebno važno u udaljenim i teško pristupačnim oblastima. Savremena iskustva kompanija pokazuju da oslanjanje na veštačku inteligenciju u sferi geoloških istraživanja, obrade i interpretacije podataka, može omogućiti pad troškova i vremena obrade i to od 20-30% [12].

Digitalne inovacije donose brojne prednosti rudarskim kompanijama. Automatizacija operacija dovodi do smanjenja troškova rada i povećanja produktivnosti, dok digitalizacija omogućava transparentnost podataka i poboljšano donošenje odluka. Na primer, rudarske kompanije sada koriste napredne senzore i podatke u realnom vremenu kako bi optimizovale potrošnju energije i minimizirale emisije štetnih gasova.

Digitalizacija takođe doprinosi sigurnosti na radu. Automatizacija visokorizičnih zadataka smanjuje potrebu za radnicima u opasnim područjima rudnika, čime se smanjuju povrede na radu i povećava sigurnost. Ovi sistemi omogućavaju stalno praćenje rada opreme i uslova u rudnicima, kao što su nivo prašine ili temperature, što omogućava brzu reakciju u slučaju opasnosti.

Nadalje, digitalne inovacije omogućavaju rudarskim kompanijama da postanu održivije. Upotreba tehnologija za praćenje emisija ugljen-dioksida i optimizaciju potrošnje energije omogućava smanjenje ugljeničnog otiska kompanija [13]. Pored toga, digitalne platforme olakšavaju transparentnost u praćenju ESG (ekoloških, društvenih i upravljačkih) performansi, što je postalo ključno za investitore i regulatore.

## **2.6. Troškovi i produktivnost**

U poslednjih nekoliko godina, rudarske kompanije suočavaju se sa značajnim porastom operativnih troškova, delom zbog globalne inflacije (Slika 5) [14], ali i zbog specifičnih izazova u nabavci ključnih materijala [15,

16]. Na primer, cena energije, koja je jedan od glavnih ulaznih troškova u rudarskoj industriji, porasla je zbog političkih tenzija i sukoba na globalnom nivou, kao što je rat u Ukrajini, što je dovelo do poremećaja u lancima snabdevanja i nestabilnosti na tržištima goriva i električne energije.



Slika 5. Petogodišnja globalna stopa inflacije - Macrotrends [14]

Radna snaga je još jedan segment u kojem je došlo do porasta troškova. Nedostatak kvalifikovanih radnika u rudarskom sektoru, posebno u udaljenim regionima, doveo je do povećanja plata, dok se rudarske kompanije suočavaju i sa potrebom za poboljšanjem uslova rada kako bi privukle nove talente. Inflacija u rudarskoj industriji ne povećava samo operativne troškove, već i kapitalne investicije, jer se troškovi opreme, održavanja i materijala povećavaju, što dodatno opterećuje budžete rudarskih projekata.

U kontekstu rastućih troškova, unapređenje produktivnosti postaje ključno za očuvanje profitabilnosti. Tradicionalno, rudarske kompanije su se oslanjale na vremenski zasnovano održavanje opreme, gde se mašine servisiraju u unapred određenim intervalima, bez obzira na njihovo stanje. Međutim, napredak u digitalnim tehnologijama omogućava kompanijama da pređu na održavanje zasnovano na uslovima, koje koristi senzore i analitiku podataka kako bi identifikovalo kada oprema zaista zahteva servisiranje. Ova inovacija smanjuje neplanirane zastoje, produžava vek trajanja opreme i smanjuje ukupne troškove održavanja.

Pored toga, rudarske kompanije sve više implementiraju automatizaciju i AI kako bi optimizovale procese ekstrakcije resursa, smanjile operativne troškove i povećale efikasnost. Automatizovane bušilice, kamioni i postrojenja omogućavaju kontinuiranu proizvodnju uz minimalne zastoje, dok AI pomaže u donošenju odluka zasnovanih na analizi podataka, čime se dodatno unapređuje operativna efikasnost.

Takođe povećanje iskorišćenja korisne mineralne komponente u procesu prerade rude uvek je aktuelno i značajno pitanje rudarske industrije. Savremene studije upućuju na činjenicu da se istraživanjem i implementacijom savremenih metoda u proces prerade značajno može povećati iskorišćenje (od 15-20%) i produktivnost [17].

## 2.7. Geopolitika

Geopolitički rizici su dugogodišnji izazov za rudarski sektor, ali su se u poslednjih nekoliko godina dodatno intenzivirali zbog trenda nacionalizacije resursa. Države bogate mineralima, kao što su Indonezija, Čile i Meksiko, pooštrile su kontrolu nad svojim prirodnim resursima kako bi zadržale veću vrednost unutar svojih granica. U Indoneziji, na primer, zabrana izvoza neprerađenog nikla primorala je kompanije da uspostave lokalne pogone za preradu, što je značajno povećalo njihove operativne troškove, ali i stvorilo mogućnosti za razvoj domaće industrije prerade metala.

Slični primeri viđeni su i u Južnoj Americi, gde su zemlje poput Čilea i Bolivije počele da preispituju zakone o eksploataciji litijuma i drugih kritičnih minerala, zahtevajući veće poreze i udele u prihodima od stranih kompanija. Ovi zakonski zahtevi predstavljaju značajan izazov za kompanije koje se oslanjaju na stabilne i povoljne uslove poslovanja, ali takođe predstavljaju priliku za razvoj novih oblika saradnje između država i rudarskih kompanija [18].

Neka od najznačajnijih odluka koje su pojedine države preuzele od decembra 2020. godine, u pogledu nacionalizacije mineralnih resursa prikazane su na Slici 6.





Slika 6. Odluke pojedinih država u pogledu nacionalizacije mineralnih resursa [1]

Takođe povećanje geopolitičkih rizika može imati negativan uticaj na tržište i lance snabdevanja mineralnim sirovinama. Ovakva situacije može obeshrabriti investitore i rudarske kompanije da ulože sredstva u rudarske projekte, odlučujući se često da čekaju uslove manje geopolitičke neizvesnosti kako bi realizovale svoje projekte [19].

Pored nacionalizacije resursa, rudarske kompanije se suočavaju sa sve složenijim regulatornim okvirom u vezi sa ekološkim standardima i cenama ugljen-dioksida. U Evropskoj uniji, uvođenje mehanizma prilagođavanja granica emisijama ugljen-dioksida (CBAM) predstavlja značajan izazov za izvoznike metala, koji sada moraju da zadovolje stroge ekološke standarde kako bi zadržali pristup evropskom tržištu.

Novi regulatorni okviri takođe zahtevaju veću transparentnost u vezi sa emisijama gasova sa efektom staklene bašte i održivim praksama rudarstva, što dovodi do dodatnih troškova za usklađivanje, ali i otvara mogućnost za pristup tržištima sa visokim ekološkim standardima. Kompanije koje uspešno prevazilaze ove regulatorne promene mogu ostvariti konkurentsku prednost na globalnom tržištu, posebno u oblastima obnovljive energije i niskougljenične industrije.

## 2.8. Sajber bezbednost (zaštita digitalnih podataka)

Kako rudarske kompanije sve više usvajaju digitalne tehnologije i automatizuju svoje operacije, suočavaju se sa rastućim rizicima u vezi sa sajber bezbednošću. Uvođenje automatizovanih sistema, digitalnih simulacija i veštačke inteligencije stvorilo je nove prilike za sajber napade, čime je rudarska industrija postala privlačna meta za sajber kriminalce.

Rudarske operacije se sve više oslanjaju na digitalne infrastrukture i mreže koje upravljaju opremom, prate performanse i analiziraju podatke u realnom vremenu. Prekidi u tim sistemima mogu imati katastrofalne posledice, uključujući prekid rada, gubitak podataka i značajnu reputacionu štetu. Ovi rizici su naročito izraženi u rudnicima koji rade u udaljenim ili izolovanim oblastima, gde je tehnička podrška ograničena i gde prekidi mogu trajati duže.

Jedan od ključnih rizika u sajber bezbednosti za rudarske kompanije je kompromitacija industrijskih kontrolnih sistema (ICS), koji upravljaju ključnim operacijama kao što su bušenje, transport i prerada. Sajber napadi na ove sisteme mogu prouzrokovati fizičke štete, poput oštećenja opreme, što dovodi do ogromnih finansijskih gubitaka i mogućih povreda radnika.

Rastući trendovi u sajber kriminalu uključuju *ransomware* napade, gde napadači preuzimaju kontrolu nad digitalnim sistemima kompanije i zahtevaju otkupninu za njihovo vraćanje. Primer hakerskog napada na Elektroprivredu Srbije (EPS) ilustruje ozbiljnost pretnji sajber napada u energetskom sektoru, koji je blisko povezan sa rudarskom industrijom. Napad na EPS ukazuje na to koliko su kritične digitalne infrastrukture izložene riziku i kako takvi napadi mogu ugroziti operativne sisteme i uzrokovati finansijske gubitke i narušavanje reputacije [20]. U sličnoj situaciji našla i Holding Slovenske elektrane, slovenačka elektroprivreda [21]. Izveštaji pokazuju da je broj *ransomware* napada u rudarskoj industriji u porastu, posebno kako digitalizacija postaje sve prisutnija u operacijama. Kako bi se efikasno borile protiv sajber pretnji, rudarske kompanije moraju ulagati u napredne sisteme zaštite i strategije sajber bezbednosti. Ovo uključuje upotrebu višeslojnih bezbednosnih sistema, kao što su firewall-ovi, enkripcija podataka i sistemi za

detekciju i odgovor na pretnje (TDR). Redovne procene rizika i testiranja ranjivosti su takođe ključne kako bi se identifikovali potencijalni propusti u sistemima i preduzele mere za njihovo otklanjanje.

Pored tehnoloških rešenja, rudarske kompanije moraju da ulažu u obuku zaposlenih kako bi razvili kulturu sajber bezbednosti. Ljudski faktor je često najslabija karika u lancu sajber odbrane, jer su zaposlenici skloni nesvesnim greškama, poput otvaranja sumnjivih e-mailova ili korišćenja nesigurnih lozinki. Kroz obuku i podizanje svesti, kompanije mogu značajno smanjiti rizik od sajber napada izazvanih ljudskim faktorom.

Regulatorne agencije takođe prepoznaju značaj sajber bezbednosti u rudarskom sektoru. U 2023. godini, Američka Komisija za hartije od vrednosti (SEC) usvojila je nova pravila o transparentnosti u vezi sa sajber bezbednošću, koja zahtevaju od kompanija da prijavljuju sve veće pretnje i incidente [22]. Ova pravila su posebno relevantna za rudarske kompanije, koje su često meta sajber napada zbog oslanjanja na kritične industrijske sisteme.

Unapređenje sajber otpornosti takođe zahteva saradnju između rudarskih kompanija, tehnoloških dobavljača i regulatornih tela. Partnerstva sa tehnološkim kompanijama koje nude specijalizovane sajber bezbednosne usluge postaju sve važnija, dok rudarske kompanije razvijaju interne bezbednosne timove kako bi upravljale pretnjama u realnom vremenu. Ulaganja u sajber bezbednost sada su ključna komponenta poslovne strategije za očuvanje operativnog kontinuiteta i zaštitu reputacije kompanija.

## **2.9. Novi poslovni modeli**

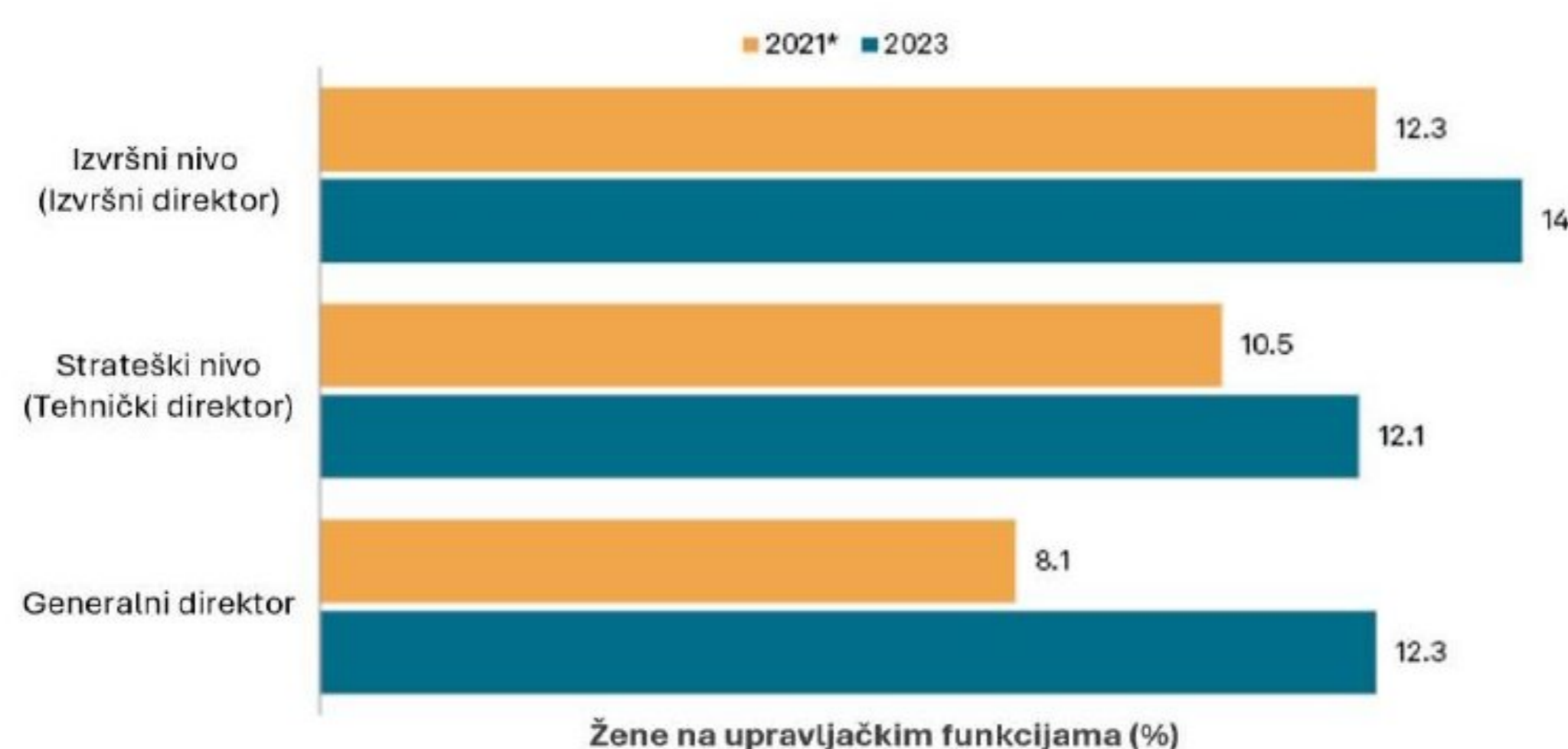
Cirkularna ekonomija postaje sve važniji aspekt poslovnih strategija rudarskih kompanija, jer omogućava smanjenje otpada, povećanje efikasnosti i ponovnu upotrebu materijala. Umesto tradicionalnog modela *uzmi, iskoristi i odbaci*, cirkularna ekonomija se fokusira na smanjenje otpada kroz reciklažu i ponovnu upotrebu resursa iz rudarskih procesa. Rudarske kompanije sada ulažu u tehnologije koje omogućavaju reciklažu metala iz jalovine, što ne samo da smanjuje ekološki otisak, već i pruža dodatne prihode [23].

Koncept cirkularne ekonomije (CE) predstavlja novi poslovni model koji zagovara smanjenje primarne ekstrakcije resursa u korist korišćenja sekundarnih materijala kroz interne tokove unutar industrije. Iako je nerealno očekivati da se u potpunosti izgubi potreba za metalima iz rudarskih aktivnosti u kratkom, srednjem ili dugoročnom periodu, rudarska industrija može igrati ključnu ulogu u tranziciji ka cirkularnoj ekonomiji. Primer rudnika Mount Morgan u Australiji pokazuje da proaktivno upravljanje rudarskim otpadom može doneti značajne ekološke koristi i stvoriti vrednost iz rudarskog otpada, ilustrujući kako se koncept cirkularne ekonomije može praktično primeniti na rudarske operacije [24].

Saradnja između rudarskih kompanija, tehnoloških dobavljača, istraživačkih institucija i lokalnih zajednica postaje ključna za uspešno usvajanje održivih poslovnih modela. Ove saradnje omogućavaju kompanijama da pristupe inovativnim rešenjima, razvijaju nove tehnologije i unaprede svoje poslovne procese. Na primer, rudarske kompanije sve više saraduju sa tehnološkim startupovima kako bi implementirale digitalne alate za upravljanje operacijama i unapredile svoje kapacitete za analitiku podataka. Pored toga, partnerstva sa lokalnim zajednicama i organizacijama koje se bave zaštitom životne sredine omogućavaju kompanijama da razvijaju projekte koji su usklađeni sa interesima zajednica, što doprinosi jačanju njihovih odnosa sa zainteresovanim stranama i olakšava sticanje dozvole za rad (LTO).

## **2.10. Radna snaga**

Industrija rudarstva se tradicionalno suočavala sa izazovima u vezi sa raznolikošću i inkluzijom, a žene i manjinske grupe i dalje su nedovoljno zastupljene u rudarskim operacijama, posebno na rukovodećim pozicijama. Iako su neke rudarske kompanije postigle napredak u unapređenju raznolikosti, i dalje postoji značajan prostor za poboljšanje. Prema izveštaju *S&P Global Commodity Insights* iz 2023. godine [24], žene čine samo 12% rukovodećih pozicija u rudarskoj industriji (Slika 7), što ukazuje na potrebu za daljim naporima u unapređenju ravnopravnosti.



Slika 7. Procentualno učešće žena na rukovodećim pozicija u rudarskoj industriji [24]

Rudarske kompanije sada sve više prepoznaju da raznolikost ne samo da doprinosi društvenom napretku, već i poboljšava inovacije i donošenje odluka unutar kompanija. Istraživanja pokazuju da raznoliki timovi imaju veću verovatnoću da razviju kreativna rešenja i postignu bolje poslovne rezultate. Kao rezultat toga, rudarske kompanije sve više ulažu u inicijative koje promovišu jednakost i inkluziju, kroz programe obuke, mentorstvo i zapošljavanje žena i manjinskih grupa.

Mentalno zdravlje i dobrobit zaposlenih postaju sve važniji izazovi u rudarskoj industriji, posebno među radnicima koji rade u udaljenim oblastima ili u zahtevnim uslovima rada. Zaposleni koji rade na udaljenim lokacijama, često na sistemu rotacije *fly-in, fly-out* (FIFO), suočavaju se sa dugim periodima izolacije i odvojenosti od porodica, što može dovesti do problema sa mentalnim zdravljem, uključujući depresiju i anksioznost. Rudarske kompanije sve više prepoznaju važnost pružanja podrške za mentalno zdravlje zaposlenih, razvijajući programe koji uključuju savetovanje, fleksibilne radne uslove i programe podrške zaposlenima. Unapređenje zdravlja i dobrobiti zaposlenih ne samo da poboljšava njihovu produktivnost, već i smanjuje stopu odsustva sa posla i fluktuaciju radne snage.

### 3. Zaključak

Rudarska industrija nalazi se na prekretnici, suočena s nizom izazova i prilika koje će oblikovati njenu budućnost u 2024. godini i dalje. Kroz sveobuhvatnu analizu ključnih poslovnih rizika i prilika, jasno je da se uspeh rudarskih kompanija više ne meri samo na osnovu njihove sposobnosti da efikasno eksploatišu resurse, već i prema tome kako upravljaju ekološkim, društvenim i upravljačkim (ESG) faktorima, kako odgovaraju na klimatske promene, i koliko su spremne da usvoje digitalne inovacije i unaprede svoju sajber bezbednost.

Ekološki, društveni i upravljački faktori (ESG) postali su temelj modernog poslovanja u rudarskoj industriji. Kompanije koje prihvataju održive prakse, smanjuju svoj ekološki otisak i aktivno doprinose očuvanju biodiverziteta imaju priliku da ostvare konkurentne prednosti na globalnom tržištu. Kroz inicijative poput Globalnog standarda za upravljanje jalovinom, rudarske kompanije ne samo da poboljšavaju sigurnost, već i zadovoljavaju regulatorne zahteve i zahteve lokalnih zajednica, čime osiguravaju dugoročni pristup resursima i dozvolu za rad (LTO). Takođe, prepoznato je da uključivanje lokalnih zajednica nije samo etička obaveza, već i ključ za dugoročnu održivost operacija.

Klimatske promene postavljaju specifične fizičke i tranzicione rizike za rudarski sektor, ali istovremeno nude jedinstvene prilike za rast. Potražnja za ključnim mineralima kao što su bakar, litijum i nikl, koji su od vitalnog značaja za tehnologije obnovljive energije, stavlja rudarske kompanije u središte globalne energetske tranzicije. One kompanije koje uspešno integrišu klimatsku otpornost u svoje strategije, kroz ulaganja u dekarbonizaciju i obnovljive izvore energije, pozicioniraće se kao lideri budućnosti. Istovremeno, rudarska industrija mora se suočiti s neizbežnim regulatornim promenama i prilagoditi se novim standardima, kao što je Mehanizam prilagođavanja granica emisijama ugljen-dioksida (CBAM) u Evropskoj uniji.

Digitalna inovacija, kroz automatizaciju, veštačku inteligenciju i simulacije, transformiše način na koji rudarske kompanije upravljaju svojim operacijama. Usvajanje naprednih tehnologija omogućava optimizaciju resursa, smanjenje troškova i poboljšanje sigurnosti zaposlenih. Kompanije koje investiraju u digitalne alate postaju efikasnije, otpornije i konkurentnije, dok istovremeno smanjuju svoj ekološki otisak kroz optimizovanu potrošnju energije i smanjenje emisija. Digitalizacija ne samo da povećava produktivnost, već i omogućava bolje upravljanje rizicima, posebno kroz prediktivnu analitiku i održavanje opreme.

Međutim, kako rudarske kompanije postaju sve više digitalizovane, rastu i rizici povezani sa sajber bezbednošću. Napadi na industrijske kontrolne sisteme (ICS) predstavljaju ozbiljan izazov, jer mogu uzrokovati fizičke štete, gubitak podataka i reputacionu štetu. Kompanije moraju ulagati u napredne sisteme sajber bezbednosti i obuku zaposlenih kako bi zaštitile svoje operacije i osigurale kontinuitet poslovanja. Pored tehnoloških rešenja, rudarska industrija mora saradivati s regulatornim telima i tehnološkim dobavljačima kako bi unapredila svoju sajber otpornost.

Finansiranje novih projekata, posebno onih koji se odnose na dekarbonizaciju i cirkularnu ekonomiju, takođe je ključna komponenta budućeg uspeha. Kompanije koje istražuju inovativne mehanizme finansiranja, kao što su održivi zajmovi i zelene obveznice, uspešno prikupljaju kapital za svoje projekte, dok istovremeno ispunjavaju rastuće zahteve investitora za transparentnošću i ESG performansama.

Zaključno, budućnost rudarske industrije zavisi od njene sposobnosti da se prilagodi novim ekološkim, tehnološkim i društvenim zahtevima. Kompanije koje budu bile spremne da preuzmu aktivnu ulogu u globalnoj energetske tranziciji, usvoje digitalne inovacije i unaprede svoju otpornost na sajber pretnje, ostvariće konkurentsku prednost u sve složenijem globalnom okruženju. Uspeh u rudarstvu više se ne meri samo tonama iskopanih minerala, već sposobnošću kompanija da posluju održivo, transparentno i sa dugoročnom vizijom, čime ne samo da povećavaju svoju profitabilnost, već i osiguravaju budućnost za generacije koje dolaze.

## Literatura

- [1] Top 10 business risks and opportunities for mining and metals in 2024, EY, 2023, [https://www.ey.com/en\\_gl/insights/energy-resources/risks-opportunities](https://www.ey.com/en_gl/insights/energy-resources/risks-opportunities)
- [2] Integrating human rights into Australian business practice, Australian Human Rights Commission, <https://humanrights.gov.au/our-work/employers/integrating-human-rights-australian-business-practice>, accessed on 10 August 2024
- [3] Global Risks Report 2023, World Economic Forum, 11 January 2023, <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2023/>
- [4] Rio Tinto boss says he regrets ambitious emissions targets, WA Today, 5 May 2023 <https://www.watoday.com.au/national/westernaustralia/rio-tinto-boss-says-he-regrets-ambitious-emissions-targets-20230505-p5d5za.html>
- [5] Anglo American launches €745 million sustainability-linked bond, Anglo American Press Release, 14 September 2022, <https://www.angloamerican.com/media/press-releases/2022/14-09-2022>
- [6] Energy transition - Unearthing opportunity: Why the time is now to invest in mining technologies for sustainable growth, Vivek Salgaocar, World Economic Forum, Sustainable Development Impact Meetings, New York, USA, 23–27 September 2024
- [7] Urban Mining Market - Global Outlook and Forecast 2022-2027, Research and Markets, 2022
- [8] The RMI Report 2022, Responsible Mining Foundation, 2022, <https://2022.responsibleminingindex.org/en>
- [9] <https://www.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-Group-v5/PLC/investors/annual-reporting/2022/climate-change-report-2022.pdf>
- [10] The role of critical-minerals in clean energy transitions, International Energy Agency (IEA), 2021. god. dostupno na <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>
- [11] Assessing the supply risk of geopolitics on critical minerals for energy storage technology in China, Wang B, Wang L, Zhong S, Xiang N and Qu Q (2023), *Front. Energy Res.* 10:1032000. doi: 10.3389/fenrg.2022.1032000
- [12] How artificial intelligence can deliver real value to companies, Jacques Bughin, Eric Hazan, Sree Ramaswamy, Michael Chui, Tera Allas, Peter Dahlström, Nicolaus Henke, and Monica Trench, 2017. god., McKinsey Global Institute
- [13] Cleaner and Safer Vehicles, ICMM, <https://www.icmm.com/en-gb/our-work/cleaner-safer-vehicles>
- [14] World inflation rate, Macrotrends, 2024, <https://www.macrotrends.net/global-metrics/countries/WLD/world/inflation-rate-cpi>
- [15] BHP warns of \$1.3b cost blow out from new IR laws, Small Caps, 23 May 2023, via <https://smallcaps.com.au/bhp-warns-cost-blow-newmining-ir-laws/>
- [16] Wildfire shutdowns signal that climate change is becoming bigger threat to miners, Financial Post, 19 June 2023, <https://financialpost.com/commodities/mining/wildfires-signal-miners-need-to-worry-about-climate-change>