

Valorizacija značaja različitih mineralnih sirovina u svijetu

Petrović, Mirta

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:555019>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-26**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Preddiplomski studij rudarstva

VALORIZACIJA ZNAČAJA RAZLIČITIH MINERALNIH SIROVINA U SVIJETU

Završni rad

Mirta Petrović

R4388

Zagreb, 2023.



KLASA: 602-01/23-01/
URBROJ: 251-70-11-23-2
U Zagrebu, 11.09.2023.

Mirta Petrović, studentica

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/23-01/, URBROJ: 251-70-11-23-1 od 05.06.2023. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

VALORIZACIJA ZNAČAJA RAZLIČITIH MINERALNIH SIROVINA U SVIJETU

Za voditeljicu ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada Prof.dr.sc. Biljana Kovačević Zelić nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i suvoditeljicu Doc.dr.sc.Karolina Novak Mavar.

Voditelj

(potpis)

Prof.dr.sc. Biljana Kovačević
Zelić

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za
završne i diplomske ispite:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Mario Klanfar

(titula, ime i prezime)

Suvoditeljica

(potpis)

Doc.dr.sc.Karolina Novak Mavar

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Borivoje
Pašić

(titula, ime i prezime)

VALORIZACIJA ZNAČAJA RAZLIČITIH MINERALNIH SIROVINA U SVIJETU

Mirta Petrović

Rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za rudarstvo i geotehniku
Pierottijeva ulica 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Mineralne sirovine predstavljaju osnovu razvoja industrije i od velike su uporabne i gospodarske vrijednosti. Dok je gospodarska važnost eksploatacije određenih mineralnih sirovina, kao što su energetske mineralne sirovine ili mineralne sirovine metala, jasna i prepoznata u javnosti, važnost pojedinih mineralnih sirovina poput vapnenca, pijeska, šljunka ili građevnog kamena često je marginalizirana. Svaka mineralna sirovina ima određenu industrijsku vrijednost, ali i određeni utjecaj na okoliš, stoga će u ovom radu detaljnije biti prikazan značaj različitih mineralnih sirovina u razvoju suvremenog društva, i to s ekonomskog i ekološkog stajališta.

Ključne riječi: Razvojne mineralne sirovine, gospodarstvo, okoliš, utjecaj, razvoj.

Završni rad sadrži: 37 stranica, 2 tablice, 14 slika, 43 referenci

Jezik izvornika: Hrvatski/ Engleski

Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva ulica 6, Zagreb

Mentori: Dr. sc. Biljana Kovačević Zelić, redovita profesorica u trajnom zvanju RGNF
Dr. sc. Karolina Novak Mavar, izvanredna profesorica RGNF

Ocjenjivači : Dr. sc. Biljana Kovačević Zelić, redovita profesorica u trajnom zvanju RGNF
Dr. sc. Zlatko Briševac, izvanredni profesor RGNF
Dr. sc. Helena Vučenović, docentica RGNF

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. ZNAČAJ EKSPLOATACIJE POJEDINIH MINERALNIH SIROVINA ZA GOSPODARSTVO	3
2.1. Značaj eksploatacije metala za gospodarstvo	3
2.2. Značaj eksploatacije energetskih sirovina za gospodarstvo	5
2.3. Značaj eksploatacije kritičnih mineralnih sirovina za gospodarstvo	6
2.4. Značaj eksploatacije radioaktivnih elementa za gospodarstvo	7
2.5. Značaj eksploatacije dragog i poludragog kamenja za gospodarstvo	8
3. MINERALNE SIROVINE NISKIH VRIJEDNOSTI I NJIHOVE POTENCIJALNE ULOGE NA PRIMJERIMA POJEDINIH GOSPODARSTAVA	9
3.1. ACP-EU razvojni program na području Afrike	10
3.1.1. Uganda	10
3.1.2. Gvineja	11
3.1.3. Zambija	11
3.1.4. Kamerun	11
3.2. ACP-EU razvojni program na području Kariba	11
3.2.1. Jamajka	11
3.3. ACP-EU razvojni program na području Pacifika	12
3.3.1. Fidži	12
4. EKONOMSKI ASPEKT EKSPLOATACIJE „RAZVOJNIH MINERALNIH SIROVINA“	13
5. USPOREDBA EKONOMSKOG ZNAČAJA RAZVOJNIH MINERALNIH SIROVINA I OSTALIH MINERALNIH SIROVINA	15
5.1. Južnoafrička Republika	15
5.2. Njemačka	17
5.3. SAD	19

6. EKOLOŠKI ASPEKTI EKSPLOATACIJE POJEDINIH MINERALNIH SIROVINA	22
6.1. Utjecaj eksploatacije metala na okoliš.....	22
6.2. Utjecaj eksploatacije energetskih sirovina na okoliš.....	22
6.3. Utjecaj eksploatacije kritičnih mineralnih sirovina na okoliš.....	24
6.4. Utjecaj eksploatacije radioaktivnih elemenata na okoliš.....	25
6.5. Utjecaj eksploatacije dragog i poludragog kamenja na okoliš	26
7. EKOLOŠKI ASPEKTI EKSPLOATACIJE RAZVOJNIH MINERALNIH SIROVINA	27
8. USPOREDBA OKOLIŠNOG ZNAČAJA RAZVOJNIH MINERALNIH SIROVINA I OSTALIH MINERALNIH SIROVINA	28
9. INDUSTRIJA U HRVATSKOJ	29
10. ZAKLJUČAK	31
11. POPIS LITERATURE	33

POPIS SLIKA

Slika 1-1 Promjena količine eksploatacije industrijskih metala (%) 2019.-2023.	4
Slika 1-2 Potražnja zlata u tonama 2010.-2022.	5
Slika 2-1 Omjer rezervi ugljena i urana	7
Slika 3-1 Prikaz svjetske eksploatacije mineralnih sirovina (%)	9
Slika 5-1 Prikaz svjetskog tržišta Južnoafričke Republike. Trgovanje „razvojnim mineralnim sirovinama“ i metalima	16
Slika 5-2 Broj zaposlenika u rudarstvu u Južnoafričkoj Republici 2010.-2019.	17
Slika 5-3 Proizvodnja „razvojnih mineralnih sirovina“ u Europi	17
Slika 5-4 Prikaz svjetskog tržišta Njemačke. Trgovanje „razvojnim mineralnim sirovinama“ i metalima	18
Slika 5-5 Broj zaposlenika u rudarstvu u Njemačkoj u periodu 2010.-2016. godine	19
Slika 5-6 Prikaz svjetskog tržišta SAD-a. Trgovanje „razvojnim mineralnim sirovinama“ i metalima	20
Slika 5-7 Broj zaposlenika u rudarstvu u SAD-u, u periodu 2014.-2023.	20
Slika 6-1 Uzročnici emisije CO ₂ u industriji u SAD-u	24
Slika 9-1 Prikaz svjetskog tržišta Hrvatske. Trgovanje „razvojnim mineralnim sirovinama“ i metalima	29
Slika 9-2 Broj zaposlenika u rudarstvu u Hrvatskoj kroz razdoblje 2010.-2017. godine	30

POPIS TABLICA

Tablica 1-1 Prikaz razine negativnog utjecaja na pojedine aspekte okoliša	25
Tablica 2-1 Procjena rezervi „razvojnih mineralnih sirovina“ u Hrvatskoj.....	30

1. UVOD

Mineralne sirovine predstavljaju osnovu razvoja industrije i od velike su uporabne i gospodarske vrijednosti. Dok je gospodarska važnost eksploatacije određenih mineralnih sirovina, kao što su energetske mineralne sirovine ili mineralne sirovine metala, jasna i prepoznata u javnosti, važnost pojedinih mineralnih sirovina poput vapnenca, pijeska, šljunka ili građevnog kamena često je marginalizirana. Riječ je o mineralnim sirovinama niske vrijednosti (engl. *Low Value Minerals and Materials*), koje uglavnom ne postižu visoku cijenu na tržištu i koje se koriste lokalno i regionalno jer ne trpe skupi transport.

Prema članku 5. Zakona o rudarstvu (NN 56/13, 52/18), mineralne sirovine u Republici Hrvatskoj dijele se na:

- 1) *Mineralne sirovine za industrijsku preradu: grafit, sumpor, barit, tinjci, gips, drago kamenje, glina, karbonatne i silikatne mineralne sirovine za industrijsku preradu, sve vrste soli, mineralne vode iz kojih se može pridobiti mineralne sirovine, osim mineralnih voda koje se koriste za lijekove, ljudske potrebe ili druge namjene itd.*
- 2) *Mineralne sirovine za proizvodnju građevnog materijala: tehničko građevni kamen, građevni pijesak i šljunak iz neobnovljivih izvora ili morskog dna, ciglarska glina itd.*
- 3) *Arhitektonsko građevni kamen*
- 4) *Mineralne sirovine kovina.*

Ujedinjeni narodi za podjelu dobara koriste tzv. „Harmonizirani sustav tarifne nomenklature“ (u nastavku HS), razvijen od strane Svjetske carinske organizacije (engl. *World Customs Organization*), koji se koristi za podjelu dobara u međunarodnoj trgovini. Slijedom navedenog, mineralne sirovine u HS sustavu su podijeljene prema njihovoj ulozi u industriji, što je osmišljeno s ciljem lakšeg praćenja na svjetskom tržištu. U Europskoj uniji ne postoji unificirani pristup podjele mineralnih sirovina, međutim Europska unija koristi se sustavom naziva „Kombinirana nomenklatura“ (u nastavku CN), koji je propisan člankom 1. Uredbe Vijeća (EEC) broj 2658/87, temelji se na HS sustavu Ujedinjenih naroda.

Prema kombiniranoj nomenklaturi-CN mineralne sirovine dijele se na:

- 1) *Rude, troska, minerali vađeni iz zemlje poput željezne i bakrene rude*
- 2) *Mineralna goriva i ulja: nafta, prirodni plin i ugljen*
- 3) *Organski i anorganski spojevi plemenitih metala, metala rijetkih zemalja i radioaktivnih elemenata*
- 4) *Građevni materijal: vapnenac, mramor*
- 5) *Drago i poludrago kamenje: zlato, srebro, dijamant*

HS sustav koristi brojčane oznake koje se sastoje od šest (6) znamenaka za opisivanje gospodarskih dobara. Njihova prva zadaća je podijeliti gospodarska dobra prema granama industrije u kojima se nalaze, za što služe prve četiri znamenke brojčane oznake, dok su preostale dvije znamenke uvedene zbog carinskih i statističkih potreba. CN sustav prihvaća taj način podjele, ali zahtjeva dodatnu kategorizaciju, pa uvodi detaljniji opis materijalnog dobra koji više govori o njegovoj kvaliteti.

Svaka mineralna sirovina ima određenu industrijsku vrijednost, ali i određeni utjecaj na okoliš, stoga će u ovom radu detaljnije biti prikazan značaj različitih mineralnih sirovina u razvoju suvremenog društva, i to s ekonomskog i ekološkog stajališta. Na temelju podataka iz tehničkih izvješća za više država, objavljenih od strane Europske komisije (Joint Research Centre, 2023.) te prikazanog statusa proizvodnje mineralnih sirovina u Republici Hrvatskoj (RH), bit će analizirana isplativost eksploatacije pojedine mineralne sirovine i njezin utjecaj na ekonomske pokazatelje. Također, definirat će se dionici koji imaju dobit od te gospodarske grane, odnosno oni koji podnose potencijalni rizik i štetu.

Značajan aspekt aktivnosti eksploatacije mineralnih sirovina je njen utjecaj na okoliš. Komparativnom analizom utjecaja eksploatacije pojedinih mineralnih sirovina na okoliš zaključit će se o okolišnom značaju eksploatacije mineralnih sirovina niske vrijednosti u odnosu na značaj eksploatacije ostalih „vrijednih“ mineralnih sirovina.

2. ZNAČAJ EKSPLOATACIJE POJEDINIH MINERALNIH SIROVINA ZA GOSPODARSTVO

Rudarstvo igra veliku ulogu u svjetskom gospodarstvu zbog izravne povezanosti s velikim brojem drugih industrija poput građevinarstva, farmacije, medicine, agrikulture, strojarstva, elektrotehnike, energetike i automobilske industrije. Razvojem navedenih industrija raste potreba za mineralnim sirovinama, a time raste i zapošljavanje u sektoru rudarstva. Smatra se da je komercijalnim rudarstvom omogućeno zapošljavanje čak dva milijuna zaposlenika sa stalnim zabilježenim rastom, dok eksploatacija u malim rudnicima doprinosi društvenom razvoju s čak trinaest milijuna zaposlenika diljem svijeta (Walser, 2002). Utjecaj djelatnosti rudarstva na gospodarstvo prati se kroz makroekonomske indikatore koji ukazuju na koristi koje industrija donosi nacionalnom gospodarstvu. Međutim, osim doprinosa ekonomskom razvoju, ovu djelatnost prati niz ekonomskih, ekoloških i socijalnih problema, pa je trenutni fokus usmjeren na:

- a) smanjenje negativnih utjecaja na sigurnost i zdravlje zaposlenika; ekologiju te na makroekonomsko upravljanje tj. uklanjanje korupcije, te
- b) osiguravanje da industrija doprinosi lokalnoj zajednici jednako koliko doprinosi na nacionalnoj razini.

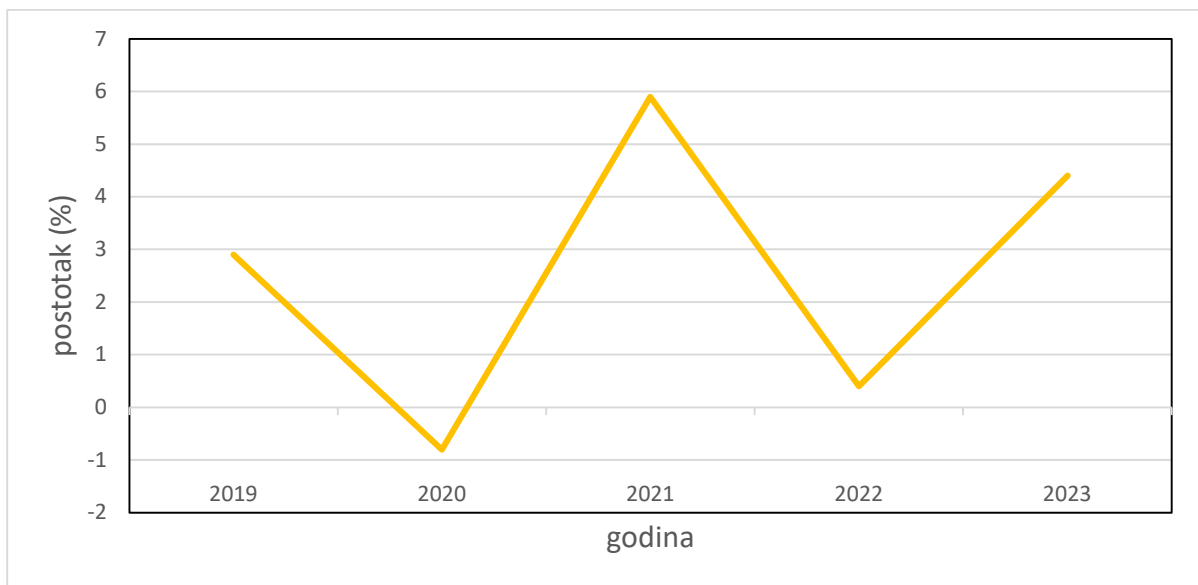
Da bi ekonomski utjecaj rudarstva bio optimalan, potrebna je suradnja vlade, rudarskih tvrtki i lokalne zajednice kroz sve faze eksploatacije.

2.1. Značaj eksploatacije metala za gospodarstvo

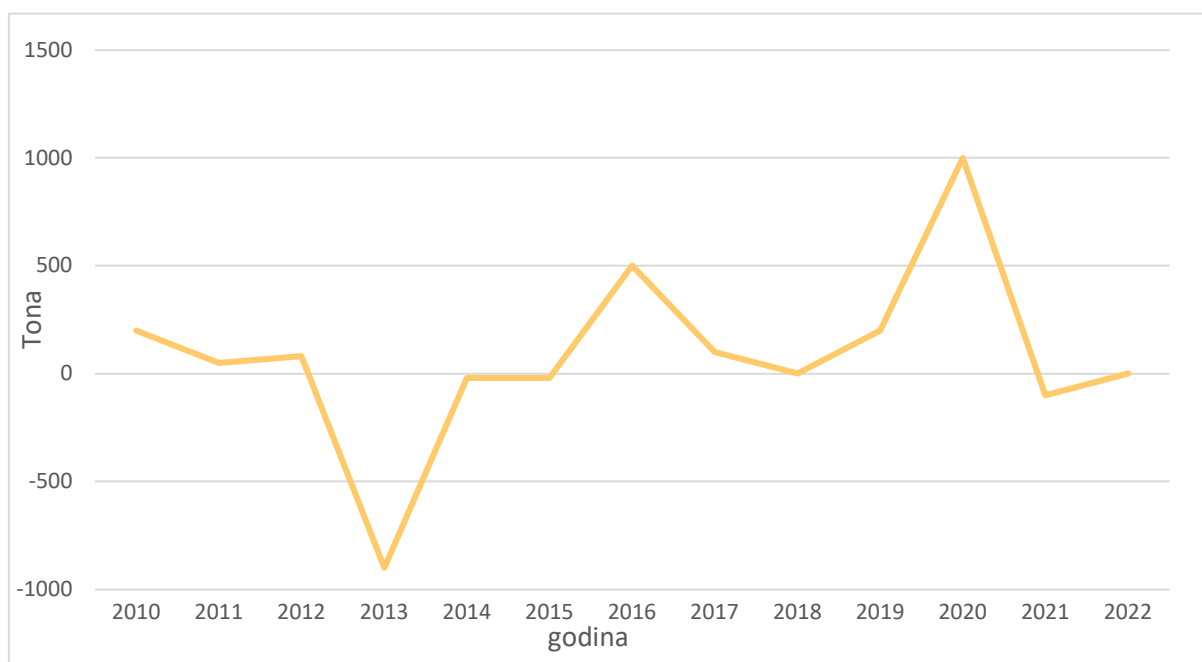
Ekonomski i gospodarski doprinosi te troškovi variraju i prilično su različiti za različite vrste metala, te oni ovise o vrijednosti same metalne rude, o njezinoj količini u Zemljinoj kori te o njezinim svojstvima. Metale dijelimo na plemenite metale i metale za industrijsku preradu. Plemeniti metali, poput zlata i srebra, smatraju se jako vrijednim mineralnim sirovinama, zbog male količine u Zemljinoj kori, ali i zbog njihove uloge u ekonomiji jer služe kao sredstvo ulaganja u vrijeme ekonomskih kriza. S druge strane, metali za industrijsku preradu daju veliki doprinos gospodarstvu zbog neophodne uloge u građevinarstvu i tehnologiji, pa je rast globalne potražnje i cijene metala poput bakra, aluminijske i željeza usko povezan s općenitim svjetskim ekonomskim razvojem. Iz tih je razloga, eksploatacija metalnih ruda, iako podložna ekonomskim promjenama, neophodna u svim ekonomskim prilikama. Na slici 1-1 može se primijetiti kako, prvenstveno na potražnju, a time i na eksploataciju i cijenu industrijskih metala utječu svjetski ekonomski čimbenici. Tako je tijekom 2020. godine, zbog

pandemije COVID-19 i ekonomskih izazova, eksploatacija industrijskih metala bila u velikom padu. Trend se nastavlja i 2022. godine pod utjecajem novonastalog rata u Europi. Suprotno tomu, potražnja zlata raste upravo tijekom ekonomskih kriza, zbog velike zainteresiranosti u ulaganje radi inflacije (Slika 1-2). Svaka izazovnija godina, u kojoj nema gospodarskog rasta i napretka, obilježena je rastom u ulaganju u plemenite metale, dok u godinama ekonomskog oporavka potražnja plemenitih metala naglo pada.

Željezo se može izdvojiti kao metal za industrijsku preradu čija je eksploatacija uglavnom neovisna o globalnim trendovima jer ima nezamjenjivu ulogu u građevinarstvu, te se koristi za proizvodnju čelika. Svjetska tržišna vrijednost željeza prema podacima objavljenim od strane statističke platforme „Statista“ iz 2022. godine iznosila je 328,5 milijardi američkih dolara, što ukazuje na značajan pad s obzirom na 483 milijardi američkih dolara kolika je bila tržišna vrijednost željeza u 2021. godini prije ekonomske krize (Statista Market Insights, 2021.)



Slika 1-1 Promjena količine eksploatacije industrijskih metala (%) 2019.-2023. (izvor: Statista, 2023.)



Slika 1-2 Potražnja zlata u tonama 2010.-2022. (izvor: The Economist Group newspaper Limited 2022.)

2.2. Značaj eksploatacije energetske sirovine za gospodarstvo

Nafta i plin glavna su gospodarska dobra kojima se trguje na međunarodnoj razini. Nafta i naftni derivati imaju poseban značaj u svjetskoj međunarodnoj trgovini zbog jednostavnog i relativno jeftinog transporta, dok transport plina prate visoki troškovi pa se njime trguje na regionalnoj razini. Proizvodnja i trgovanje naftom uzrokovalo je velike promjene u povijesti svjetske ekonomije. Na te promjene prvo su ukazale naftne krize u 1970-im godinama, nakon kojih se više pozornosti obraća na povezanosti između cijene nafte i rasta svjetskog BDP-a. U proučavanju tog odnosa može se primijetiti preusmjerenje svjetske gospodarske prevlasti sa zemalja Organizacije za ekonomsku suradnju i razvoj (engl. *Organisation for Economic Co-operation and Development*, OECD), čije su članice zemlje zapadnog svijeta, na zemlje izvoznice nafte (engl. *Organization of the Petroleum Exporting Countries*, OPEC). Naftu i naftne derivate koristimo kao gorivo za pogon vozila, za proizvodnju električne energije te za grijanje kućanstava, što ih čini neophodnim u modernom gospodarstvu. Također, veliku ulogu imaju u petrokemijskoj industriji gdje se koriste za proizvodnju plastike. Prema tome, dolazi do rasta potražnje za naftom i naftnim derivatima među gospodarski razvijenim zemljama, međutim, daljnji razvoj njihovog gospodarstva ograničen je trenutno visokim cijenama energenata potpomognutim ratnim zbivanjima u Ukrajini. Poskupljenja energenata dovela su do smanjenja proizvodnje i zatvaranja velikog broja postrojenja u energetski intenzivnim

industrijama, kao što su kemijska, metalska i industrija papira. Visoke cijene energije naštetile su konkurentnosti država čiji se poslovni model temeljio na jeftinoj energiji iz Rusije. S druge strane, visoke cijene pogoduju naftnim kompanijama i državama izvoznicima. Zbog značajnog povećanja proizvodnje nafte u SAD-u, cijena nafte je drastično pala. Zbog toga su 2016. godine zemlje OPEC-a sklopile ugovor s novih 10 zemalja izvoznica nafte tvoreći tako OPEC+ organizaciju. Djelovanje organizacije usmjereno je prema smanjenju proizvodnje nafte kako bi se stabilizirala njezina cijena, pogotovo nakon pandemije COVID-19, koja je drastično smanjila potražnju. Svojim sporazumom o smanjenju proizvodnje kontroliraju tržište sirove nafte, pogotovo od kada u organizaciji sudjeluje Rusija, koja proizvodi oko 13% ukupne svjetske nafte. Prema podacima Međunarodne agencije za energiju (engl. *International Energy Agency*; IEA) dobit svjetske naftne i plinske industrije u 2022. godini najveća je do sada te iznosi čak 4 bilijuna američkih dolara.

Ugljen također ima veliku ulogu u nekoliko industrijskih grana. Koristi se za proizvodnju čelika i cementa, a bitni su i nusprodukti ugljena koji se koriste u sustavima za pročišćavanje vode i zraka. Naravno, najvažnija uloga ugljena je u proizvodnji energije jer se čak 36% svjetske električne energije dobiva na taj način. Pored toga, u svijetu radi gotovo 12 milijuna zaposlenika na poslovima vezanim uz eksploataciju ugljena, a očekuje se da će godišnja dobit u 2023. godini doseći čak 2 bilijuna američkih dolara (IBISWorld 2023.).

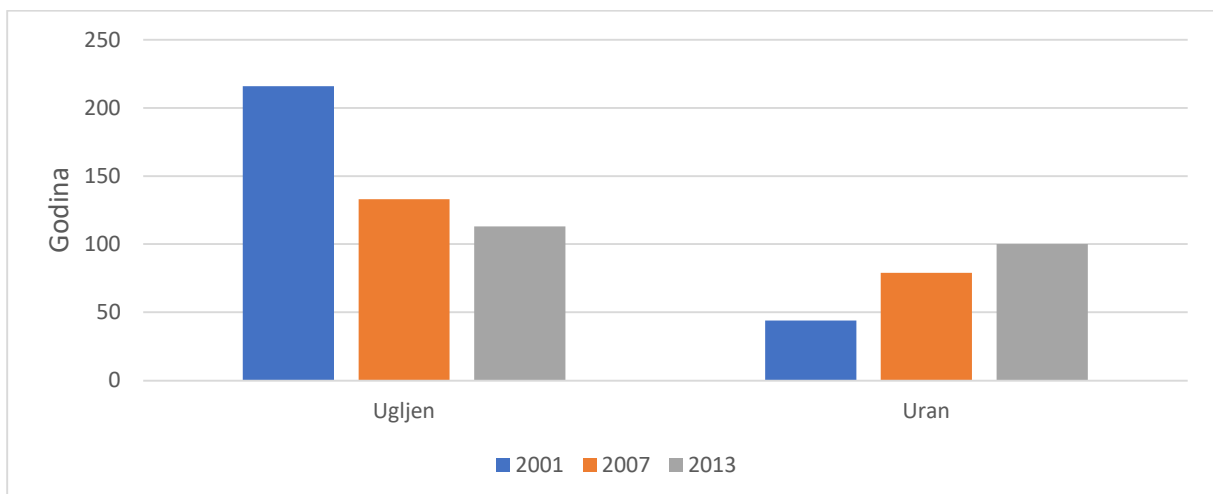
2.3. Značaj eksploatacije kritičnih mineralnih sirovina za gospodarstvo

U posljednjih 25 godina došlo je do brzog i naglog razvoja tehnologije, konkretno, razvoja električnih automobila, proizvodnje računala te mobilnih telefona, ali ponajviše razvoja sustava za pohranu energije. Zbog ekoloških problema povezanih s eksploatacijom i uporabom nafte i ugljena, koji će detaljnije biti opisani kasnije, porasla je potreba za proizvodnjom energije iz zelenih izvora (vjetroelektrane, solarna energija). Sve su te industrije u velikom usponu koji ne bi bio moguć bez kritičnih mineralnih sirovina. Od 2017. do 2022. godine zabilježeno je utrostručenje potražnje litija, dok je potražnja za kobaltom narasla za 70%. Tržište kritičnih mineralnih sirovina udvostručeno je te je iznosilo čak 320 milijardi američkih dolara 2022. godine (Critical Minerals Market Review 2023.) Zbog trenda razvoja energetike iz zelenih izvora, raste interes za smanjenjem korištenja ugljena. Tu ideju ograničavaju male zalihe kritičnih mineralnih sirovina čija su ležišta često unutar nekoliko država ili samo jedne poput Kine, koja posljedično može potpuno kontrolirati tržište te održavati vrlo visoke cijene tih mineralnih sirovina. Unatoč visokim cijenama, benefiti industrije kritičnih mineralnih sirovina ogleda se u unaprjeđenju pridobivanja energije iz

obnovljivih izvora čija cijena također pada u posljednjem desetljeću. Očekuje se da će se potražnja za baterijama za električna vozila deset puta povećati u periodu od 2020. do 2030. godine, a kako je Afrika bogata kritičnim mineralnim sirovinama, to omogućuje razvoj industrije na afričkom kontinentu. DR Kongo opskrbljuje 70% svjetske proizvodnje kobalta, međutim, zbog nedostatka infrastrukture i razvojne politike industrije, Kina kontrolira 85% proizvodnje kobalt sulfata u svrhu razvoja električnih baterija, iako se na prostoru Kine ne eksploatira kobalt (d'Elia i dr., 2021).

2.4. Značaj eksploatacije radioaktivnih elementa za gospodarstvo

Napredno industrijsko gospodarstvo i visoki životni standardi ne bi bili mogući bez upotrebe radioaktivnih elemenata, a posebno su bitni u poljoprivredi, medicini, znanosti i energetici. Osim velike uloge radionuklida u medicinske svrhe, omogućavanje adekvatne opskrbe energijom u gospodarstvu najbitnija je zadaća radioaktivnih elemenata jer o njima uvelike ovisi gospodarski rast. Slika 2-1 prikazuje usporedbu rezervi ugljena naspram urana u razdoblju od 2001. do 2013. godine. Može se primijetiti nagli pad rezervi ugljena koji je još uvijek jedan od primarnih izvora svjetske energije, dok se rezerve urana postupno povećavaju, te je 2013. godine procijenjeno da su rezerve dovoljne za sljedećih sto godina iskorištavanja. Međutim, ako uzmemo u obzir reprocessirani uran, te rezerve su dovoljne za čak sljedećih šest tisuća godina, zbog čega se smatra da se svjetska energetika može osloniti na radioaktivne izvore, posebice ako se uzme u obzir veća sigurnost, pouzdanost i niži operativni troškovi postrojenja.



Slika 2-1 Omjer rezervi ugljena i urana (izvor: Međunarodna agencija za atomsku energiju, 2016.)

Uran je glavna sirovina koja se koristi za pogon nuklearnih elektrana, te se njime koriste zemlje diljem svijeta za proizvodnju električne energije. Prema podacima Svjetske nuklearne

asocijacije (engl. *World Nuclear Association*, WNA) godišnje se u prosjeku u svijetu proizvede 55 000 tona urana, a najveći proizvođač je Kazahstan. Iako je operativni sustav postrojenja nuklearnih elektrana jeftin, izgradnja reaktora i sigurnosnih sustava uvelike povećava troškove. Bez obzira na takve troškove, u svijetu je trenutno 450 nuklearnih aktivnih elektrana, te 59 u izgradnji. Međunarodna agencija za energiju predviđa da će potrošnja energije do 2030. godine narasti za 18%, a do 2050. za čak 39% što može nagovijestiti povećanu potražnju za radioaktivnim materijalima (WNA, 2018.).

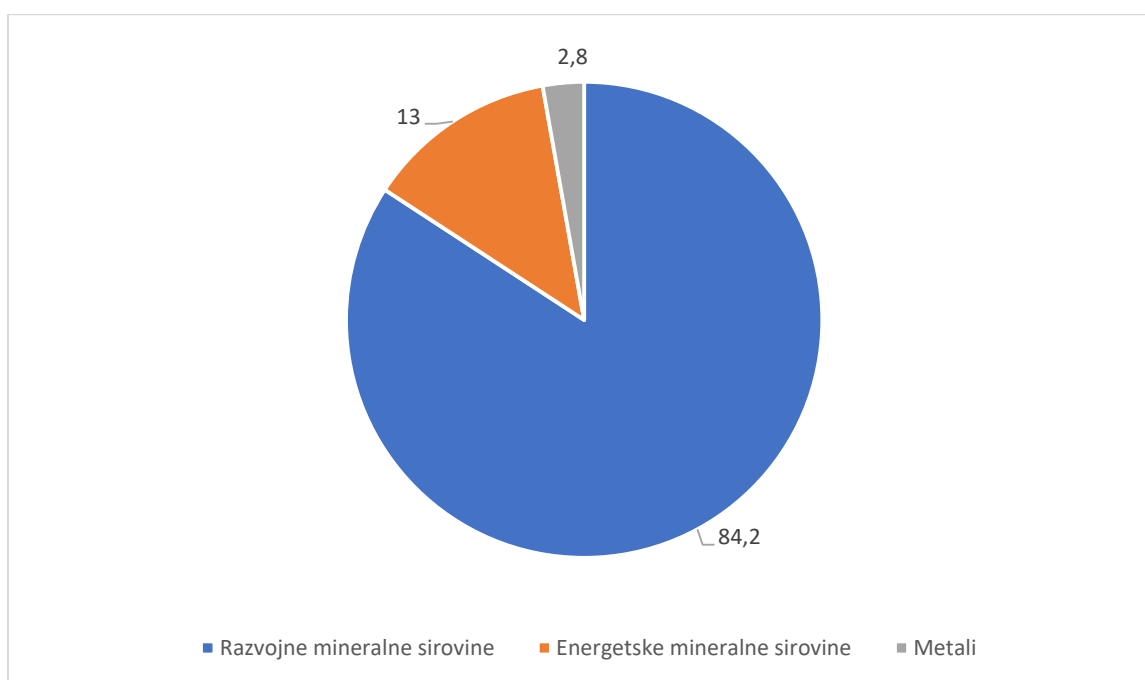
2.5. Značaj eksploatacije dragog i poludragog kamenja za gospodarstvo

Drago i poludrago kamenje ima veliku estetsku vrijednost i koristi se za izradu nakita u brušenom i poliranom obliku. Pod drago i poludrago kamenje ubrajaju se dijamant, minerali korunda poput rubina i safira, smaragd te mnogi drugi. Porast industrije dragog kamenja pokreće rast potražnje za nakitom i ukrasima u cijelom svijetu. Prema podacima iz izvješća Opservatorija ekonomske složenosti (engl. *The Observatory of Economic Complexity*) za 2021. godinu, svjetska trgovina dragog i poludragog kamenja (isključujući dijamant) je iznosila 7,7 milijardi američkih dolara, dok je svjetski izvoz narastao za 77,9%. Kao najveći izvoznici navode se Mianmar, SAD, Tajland, Indija i Švicarska (Opservatorij ekonomske složenosti, 2021.). Dijamant kao prirodni neobrađeni resurs predstavlja jedan od glavnih izvora prihoda zemljama bogatim dijamantima. Neke od tih zemalja su Rusija, Kanada, Namibija, Bocvana i Južnoafrička Republika, a one su izvozom dijamanta znatno pridonijele razvoju nacionalnog gospodarstva i ekonomskoj stabilnosti. Najveća povezanost izvoza dijamanta i gospodarskog rasta može se primijetiti u Africi, gdje godišnji prihod industrije iznosi 7,6 milijardi američkih dolara. Stoga su dijamanti u slabo razvijenim zemljama izvor prihoda za gospodarski rast i razvoj. Kanada je treći najveći svjetski izvoznik dijamanta te je njihov godišnji prihod 1,7 milijardi američkih dolara (*World Diamond Council*, 2021.). Eksploatacija dragog i poludragog kamenja jedna je od glavnih izvora prihoda u zemljama poput Šri Lanke, Brazila, Mianmara i Zimbabvea, gdje je lokalno stanovništvo u područjima bogatim dragim i poludragim kamenjem većinom zaposleno u rudarstvu. Međutim, eksploatacija je suočena s mnogobrojnim društveno-ekonomskim preprekama. Šri Lanka posebno je pogođena neravnotežnom raspodjelom prihoda između radnika koji snose najveće rizike i zemljoposjednika, ulagača i dioničara. Također, prihodi se rijetko iskorištavaju za gospodarski razvoj države. Dok vrijednost izvoza dragog i poludragog kamenja godišnje iznosi 381.2 milijuna dolara, brojka bi mogla biti znatno viša, međutim, umanjena je neslužbenim poslovima i krijumčarenjem (engl. *Sri Lanka Export Development Board*, 2015.)

3. MINERALNE SIROVINE NISIKIH VRIJEDNOSTI I NJIHOVE POTENCIJALNE ULOGE NA PRIMJERIMA POJEDINIH GOSPODARSTAVA

Mineralne sirovine niske vrijednosti, tako nazivane zbog niske tržišne vrijednosti, su materijali s visokom stopom utjecaja na gospodarstvo područja u čijoj se neposrednoj blizini eksploatiraju, te se najčešće u tom području i iskorištavaju. One omogućuju nacionalni gospodarski razvoj, a neka od područja njihovog korištenja su građevinarstvo, gospodarska infrastruktura, cestogradnja te poljoprivreda. Zbog te široke primjene, velikog potencijalnog doprinosa u nacionalnom razvoju, te zbog izravnog utjecaja na smanjenje nezaposlenosti primjereniji bi naziv za te mineralne sirovine bio „razvojne mineralne sirovine“ pa će se nadalje u ovom radu tako i nazivati.

Konkretno, pod „razvojne mineralne sirovine“ ubrajaju se mineralne sirovine za industrijsku preradu, tehničko-građevni kamen, arhitektonsko-građevni kamen, pijesak i šljunak. Unatoč svojoj velikoj važnosti, mineralne sirovine za industrijsku preradu i proizvodnju građevinskih materijala često su zanemarene. Kada se govori o rudarstvu najčešće se spominju metali te drago i poludrago kamenje koji predstavljaju tek 2,8% volumena svjetske proizvodnje mineralnih sirovina, dok najveći postotak od čak 84% proizvedenog volumena pripada upravo razvojnim mineralnim sirovinama (Franks, 2020). Na slici 3-1 prikazan je taj odnos eksploatacije pojedinih mineralnih sirovina na svjetskoj razini.



Slika 3-1 Prikaz svjetske eksploatacije mineralnih sirovina (%) (Peduzzi, 2014.)

Također, uloga razvojnih mineralnih sirovina u industriji je podcijenjena. Za razliku od metala te dragog i poludragog kamenja, koji se najčešće izvoze iz zemalja bogatih mineralnim sirovinama u ekonomski razvijene zemlje, „razvojne mineralne sirovine“ se obrađuju i iskorištavaju u zemljama u kojima se i eksploatiraju, čime privlače domaće ulagače te otvaraju velik broj radnih mjesta u matičnoj državi. Iz tog su razloga Europska unija i Afrička, karipska i pacifička skupina država (engl. *African, Caribbean and Pacific Group of States*; ACP), nastala sporazumom u Georgetownu 1975. godine, od Programa Ujedinjenih naroda za razvoj (engl. *United Nations Development Programme*, UNDP) zatražili 2013. godine razvoj programa za rudarstvo, za sve svoje države članice, postavljajući kao glavni prioritet gospodarenje mineralnih sirovina za industrijsku preradu te građevinski materijal. Osnovni ciljevi ACP organizacije su održivi razvoj, ekonomski razvoj slabo razvijenih ili nerazvijenih država članica svijeta, ali i njihova bolja i brža integracija u svjetsku ekonomiju. U sporazumu sudjeluje čak četrdeset (40) država na području Afrike, Kariba te Pacifika, a programu je posebno posvećeno sljedećih šest (6) država: Uganda, Gvineja, Zambija, Kamerun, Jamajka, i Fidži (The University of Queensland; 2022.).

3.1. ACP-EU razvojni program na području Afrike

Komisija Afričke unije u svojim državama članicama provodi plan industrijalizacije Afrike uz pomoć razvojnih minerala. Poseban potencijal na tom području, koji će u nastavku biti detaljnije prikazani, prepoznat je za četiri (4) države: Uganda, Gvineja, Zambija i Kamerun

3.1.1. Uganda

Stopa nataliteta u Ugandi jedna je najbrže rastućih u cijelom svijetu, te se trenutna populacija sastoji od čak 53% stanovnika mlađih od 15 godina starosti, što povećava potrebu za urbanizacijom i izgradnjom stambenih naselja. Isto tako, svake godine radno sposobnima postane čak pola milijuna stanovnika Ugande, pa je potražnja za radnim mjestima sve veća. Upravo se od rudarske industrije očekuje dovoljan razvoj za zapošljavanje velikog broja stanovništva, ali i za rast bruto domaćeg proizvoda (BDP-a) države. Jedan od velikih infrastrukturnih projekata je izgradnja čak 3 000 kilometara prometnica koje će povezivati Ugandu sa susjednim državama, ali i obnova i sanacija već postojećih 30 000 kilometara asfaltiranih površina. Također, 2016. godine počela je izgradnja čak 1,6 milijuna stambenih jedinica. Radi toga, u Ugandi je od početka projekta povećana količina eksploatacije pijeska, gline, granita i mramora. U sklopu projekta, zaposleno je skoro 400 000 djelatnika, od čega je 44% žena. Eksploatacijom razvojnih mineralnih sirovina u Ugandi, čija je vrijednost

procijenjena na 350 milijuna američkih dolara godišnje, BDP Ugande povećava se za čak 1,4%.

3.1.2. Gvineja

Gvineja je jedan od glavnih svjetskih izvoznika boksita, te se unutar ACP-EU programa razvoja otkrio veliki potencijal za eksploataciju razvojnih mineralnih sirovina. Gvineja ima dva veća kamenoloma šljunka i pijeska (Dubréka i Manéah) koji osiguravaju dovoljan kapacitet za razvoj urbanizacije države. Međutim, zbog nedostatka odgovarajuće infrastrukture, ACP-EU program razvoja u Gvineji dosta je sporiji nego u ostalim državama članicama ovog programa.

3.1.3. Zambija

Prije početka razvojnog programa rudarstvo u Zambiji temeljio se na eksploataciji bakra i kobalta, međutim zbog velikog napretka građevinarstva, ulaganje u razvojne mineralne sirovine od strane zambijske vlade raste. Pokrenut je i program „Pave Zambia 2000“ kojem je cilj obnoviti 2000 kilometara već postojećih gradskih cesta korištenjem šljunka eksploatiranog na području Zambije. Unutar tog programa zaposleno je više od 20 000 državljana Zambije.

3.1.4. Kamerun

Kamerun je također jedna od država s velikim potrebama za urbanizacijom te izgradnjom stambenih zajednica zbog ubrzanog rasta broja stanovnika te željom za unapređenjem životnog standarda. Stoga se novom zakonskom regulativom propisala zakonska obveza za korištenjem lokalnih materijala poput šljunka, pijeska, gline i vapna kod izgradnje javnih građevina. Razvojem rudarstva razvojnih mineralnih sirovina u Kamerunu zaposleno je 20 000 novih djelatnika. Najviše se eksploatira pijesak, čija godišnja proizvodnja iznosi 4,3 milijuna tona, a tržišna vrijednost 14.3 milijuna američkih dolara.

3.2. ACP-EU razvojni program na području Kariba

Razvojni minerali temelj su građevinskog i turističkog sektora na Karibima. Program uključuje šest (6) država na području Kariba, s time da je poseban fokus na jednoj državi u regiji, Jamajci.

3.2.1. Jamajka

Najveći mineralni resurs Jamajke je vapnenac. Postoji čak 150 aktivnih kamenoloma vapnenca i pijeska koji su zaslužni za pokretanje malih poduzeća u djelatnosti za transport i preradu mineralnih sirovina. Vapnenac se na Jamajci koristi kao agregat za građevinarstvo, dok je pijesak vrlo koristan u obnovi i uređenju brojnih plaža. Također, uloga kalcijevog karbonata je velika u peradarstvu zbog pozitivnog utjecaja na kvalitetu kokošnjih jaja, ali se često koristi i u farmaceutskoj industriji u proizvodnji lijekova i kozmetičkih proizvoda. Međutim, Jamajka posjeduje veliki potencijal za eksploataciju i drugih razvojnih mineralnih sirovina poput gline, mramora, dolomita i kvarca. Uz postojeće načine eksploatacije vežu se ekološki, zdravstveni i sigurnosni problemi koji se namjeravaju minimalizirati unutar ACP-EU razvojnog programa. Prema podacima iz 2015. godine, eksploatacija razvojnih mineralnih sirovina na Jamajci pridonijela je državnom proračunu s 1,7 milijuna američkih dolara (Multi Country Office in Jamaica, 2023.).

3.3. ACP-EU razvojni program na području Pacifika

Područje Pacifika sadrži veliku količinu pijeska, pa je fokus programa izraditi plan za što bolje iskorištavanje istog. U nastavku, detaljnije će biti objašnjeno djelovanje programa na Fidžiju.

3.3.1. Fidži

Potreba za izgradnjom i obnovom stambenih zgrada i cesta na Fidžiju je u zadnjem desetljeću doživjela nagli porast, što zbog urbanog razvoja, što zbog prirodnih katastrofa koje ugrožavaju postojeće slabo konstruirane građevine. Iz tog razloga, udvostručio se broj kamenoloma u državi. Od 68 aktivnih kamenoloma, na samo dvije lokacije eksploatiraju se mineralne sirovine visoke vrijednosti, zlato i boksit, dok se na svim ostalim kopovima eksploatiraju razvojne mineralne sirovine. Najveći broj tih lokacija koristi se za vađenje šljunka i pijeska. Prema podacima Ureda za statistiku u Fidžiju iz 2017. godine, ukupni doprinos razvojnih mineralnih sirovina BDP-u je 23.5 milijuna američkih dolara, međutim veliki je broj neprijavljenih radova te se procjenjuje da stvarni doprinos državnom proračunu iznosi čak 48.7 milijuna američkih dolara.

4. EKONOMSKI ASPEKT EKSPLOATACIJE „RAZVOJNIH MINERALNIH SIROVINA“

Razvojne mineralne sirovine su materijali koji se najviše iskorištavaju u svijetu jer su temelj moderne civilizacije te su neophodni za današnji životni standard. Osim od ranije prepoznatih načina iskorištavanja razvojnih mineralnih sirovina, dolazi do novih primjena istih, poput zaštite svjetskih plaža zbog očekivanog dizanja razine mora izazvanog klimatskim promjenama. Međutim, budući da se rudarstvo u većini zemalja temelji na eksploataciji metala, upravo zbog njihove visoke gospodarske vrijednosti, rijetko se uzima u obzir važnost „razvojnih mineralnih sirovina“ za gospodarski razvoj.

Već je ranije spomenuto kako „razvojne mineralne sirovine“ igraju značajnu ulogu u globalnom gospodarskom razvoju. Za betonom, koji se proizvodi od cementa, vapnenca, pijeska, šljunka i vode, u Kini je porasla potražnja za 438% u posljednjih 20 godina. Kina i SAD dominiraju u svjetskoj potrošnji pijeska i šljunka, koja godišnje postiže vrijednost od 32-50 milijardi tona. Unatoč tome, ipak se očekuje da će se najveći porast potrošnje pijeska i šljunka u budućnosti bilježiti u do sad nerazvijenim zemljama, kao što su ACP skupina zemalja i pojedine države u Aziji (Bendixen i dr., 2021.). Urbanizacija u posljednjih 20 godina brzo raste i trenutno 55% svjetske populacije živi u urbanim sredinama, a prema procjeni Ujedinjenih naroda, do 2050. godine taj će postotak narasti na 66%, što se može također povezati s rastom broja stanovnika na svijetu. Prema istraživanju Programa Ujedinjenih naroda za okoliš (engl. *United Nations Environment Programme*, UNEP) trend sve bržeg rasta urbanizacije i građevinarstva dovest će do nemogućnosti opskrbe svih svjetskih potrošača. “Pijesak i šljunak predstavljaju najveću količinu sirovina koje se koriste na zemlji nakon vode. Njihovo korištenje uvelike premašuje njihovu prirodnu stopu obnavljanja” (UNEP, 2014.) Vrijednost tržišta pijeska i šljunka u 2022. godini iznosila je 18,2 milijardi američkih dolara (IBISWorld, 2023.).

Eksploatacija vapnenca zahtjeva puno radnika i radnih strojeva. Unatoč unaprjeđenja radnih strojeva i uvođenja automatiziranih sustava, i dalje je potreban velik broj radnika, a time dolazi do izravnog doprinosa društvu zbog otvaranja velikog broja radnih mjesta. Vapnenac se koristi za izradu cementa, betona i stakla, kao građevinski kamen za podove, vanjske i unutarnje obloge i spomenike, ali je vrlo koristan i u poljoprivredi zbog mogućnosti neutralizacije onečišćenog tla. Međutim, zagrijavanjem vapnenca dobiva se nusprodukt-vapno koji je potreban u proizvodnji čelika, stoga porastom potražnje za čelikom, raste i potražnja za eksploatacijom vapnenca, a time i njegova vrijednost na svjetskom tržištu. Jednako kao i većini mineralnih sirovina, vapnencu je također pala tržišna vrijednost u 2020. godini zbog

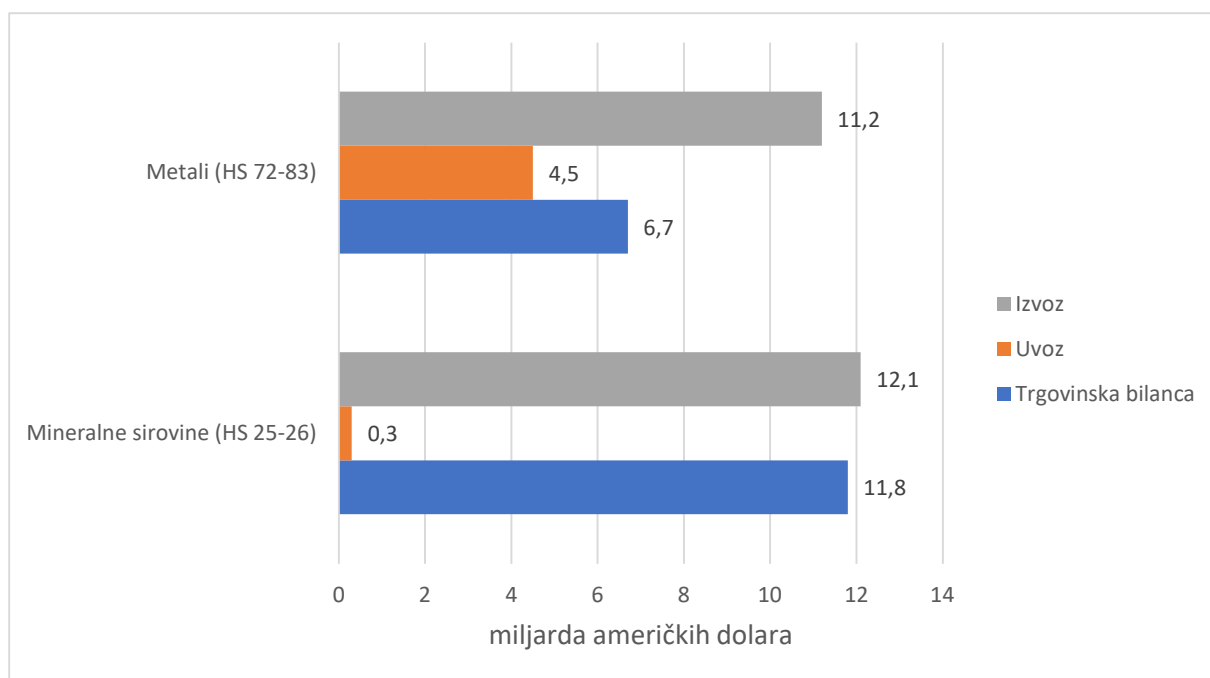
pandemije COVID-19, zbog manje potražnje i nemogućnosti transporta sirovine. Međutim, nakon pandemije, brzi razvoj industrije se nastavlja, te se očekuje da će svjetsko tržište vapnenca, u periodu od 2022. do 2029. godine, porasti s 41 na 49,2 milijarde američkih dolara (Fortune Business Insight, 2022.).

5. USPOREDBA EKONOMSKOG ZNAČAJA RAZVOJNIH MINERALNIH SIROVINA I OSTALIH MINERALNIH SIROVINA

Kako bi se najbolje objasnio ekonomski značaj mineralnih sirovina, treba detaljnije obuhvatiti faze gospodarenja mineralnim sirovinama od istraživanja, eksploatacije, do prerade zatim proizvodnje. Svi su ti rudarski radovi različiti za svaku mineralnu sirovinu, te njihovi uvjeti značajno utječu na isplativost iskorištavanja neke mineralne sirovine. Također, tržišna vrijednost i veličina potražnje su parametri koje svakako treba uzeti u obzir pri procjenjivanju ekonomske isplativosti eksploatacije određene mineralne sirovine. Više o svim aspektima gospodarenja mineralnim sirovinama bit će prikazano kroz pokazatelje doprinosa mineralnih sirovina pojedinim svjetskim gospodarstvima.

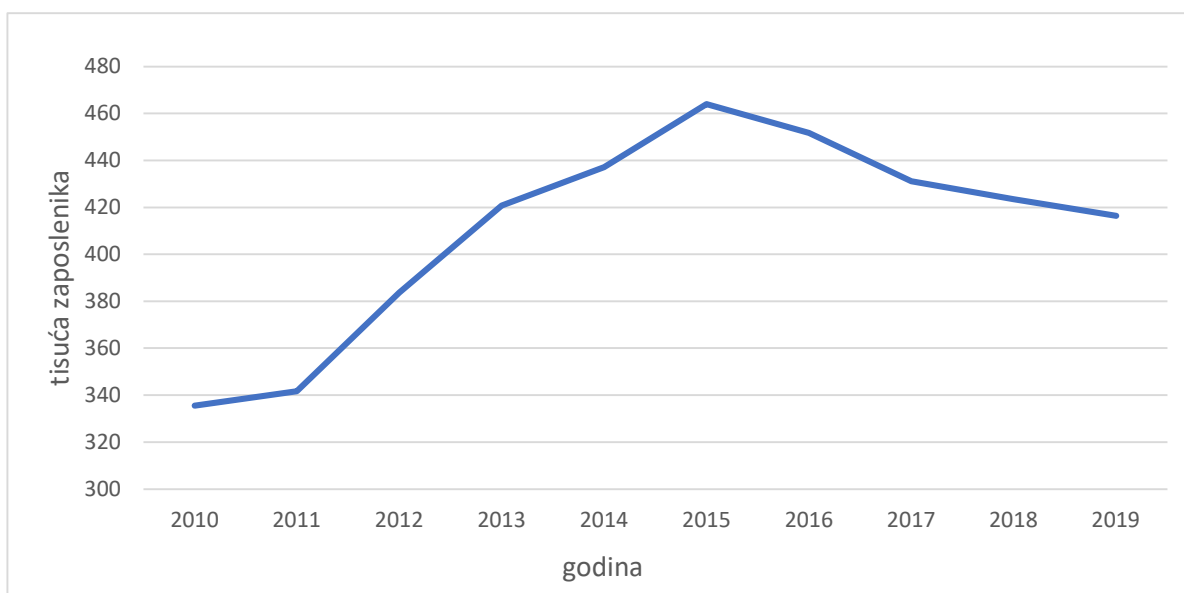
5.1. Južnoafrička Republika

Južnoafrička republika bogata je neprehrambenim, neenergetskim sirovinama (engl. *Non-food, non-energy raw material commodities*, NFNERM) koje čine polovicu ukupnog izvoza. U 2018. godini Južnoafrička Republika izvozom ovih materijala zaradila je ukupno 47 milijuna američkih dolara. Vrijednost izvoza u Europsku uniju bila je na razini od 5,7 milijuna američkih dolara. Kako je uvoz NFNERM iz Europske unije u 2018. godini iznosio svega 1,6 milijuna američkih dolara, a iz ostalih država svijeta 8,2 milijuna američkih dolara, industrija državi donosi veliki proračunski suficit. Među neprehrambenim neenergetskim sirovinama koje Južnoafrička Republika izvozi su mineralne sirovine HS kategorije 25-26 (sol, pijesak, šljunak, glina, vapnenac i metalne troske), i metali HS kategorije 72-83 (željezo, nikal, aluminij, cink). Slika 5-1 prikazuje trgovinski suficit Južnoafričke Republike pri trgovanju „razvojnim mineralnim sirovinama“ koje su državnom gospodarstvu pridonijele s 11,8 milijardi američkih dolara, i metalima s doprinosom od 6,7 milijardi američkih dolara (Nita i dr., 2021.).



Slika 5-1 Prikaz svjetskog tržišta Južnoafričke Republike. Trgovanje „razvojnim mineralnim sirovinama“ i metalima (izvor: Svjetsko integrirano trgovinsko rješenje (engl. World Integrated Trade Solutions, 2018.)

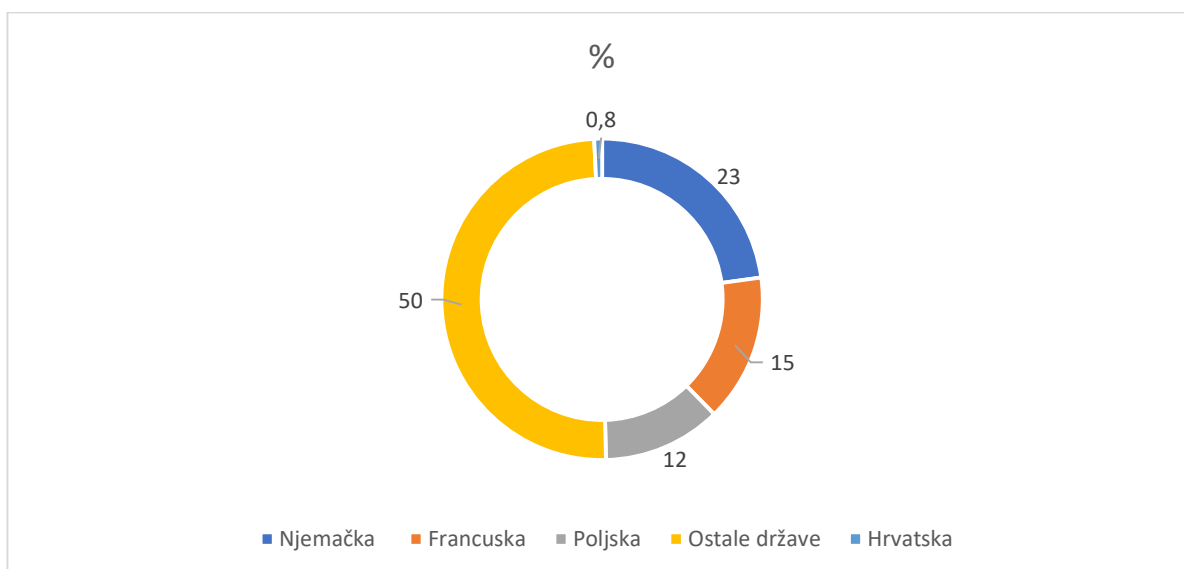
Iako je doprinos „razvojnih mineralnih sirovina“ gospodarstvu Južnoafričke Republike velik, tržište dragim i poludragim kamenjem ipak je veće, čija je trgovinska vrijednost 2019. godine iznosila 147,7 milijardi američkih dolara (WITS, 2019.). Doprinos rudarstva južnoafričkom gospodarstvu iznosi 8.09% ukupne dodane vrijednosti (Statistička komisija Ujedinjenih naroda, 2018.), a osim financijskog doprinosa gospodarstvu, razvojem rudarstva otvaraju se radnja mjesta. Slika 5-2 prikazuje broj zaposlenika u rudarstvu u Južnoafričkoj Republici u razdoblju 2010.-2019. Može se primijetiti nagli rast broja zaposlenih do 2015. godine, nakon čega lagano pada.



Slika 5-2 Broj zaposlenika u rudarstvu u Južnoafričkoj Republici 2010.-2019. (izvor: Međunarodna organizacija rada, 2019.)

5.2. Njemačka

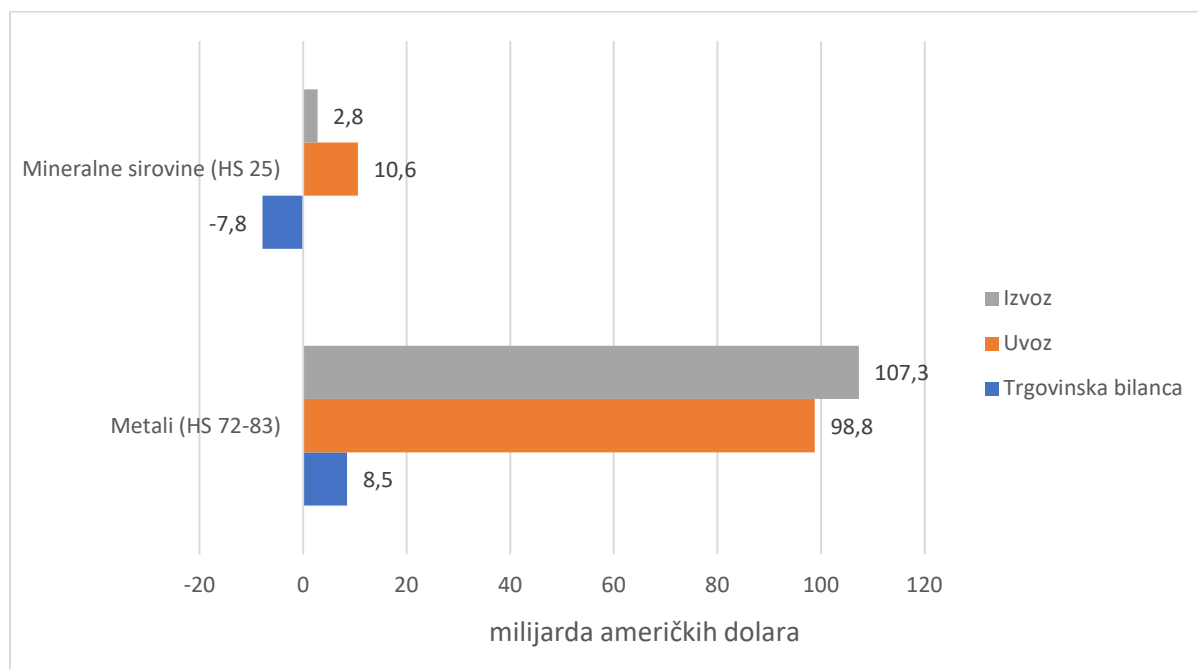
Njemačka je glavni proizvođač „razvojnih mineralnih sirovina“ u Europi s 23% ukupne proizvodnje i aktivnih 2700 kamenoloma. Slijede Francuska i Poljska s 15% proizvodnje, odnosno 12% proizvodnje (Slika 5-3).



Slika 5-3 Proizvodnja „razvojnih mineralnih sirovina“ u Europi (izvor: JRC, 2019.)

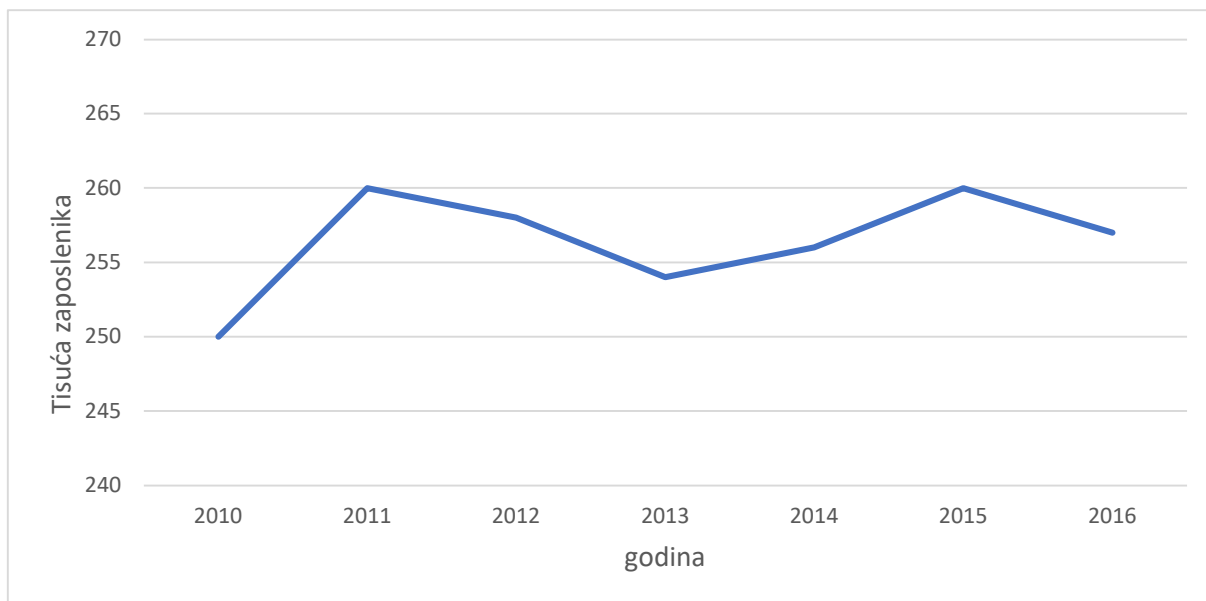
Iako je Njemačka najveći proizvođač „razvojnih mineralnih sirovina“ u Europi, svejedno se većina građevinskog materijala uvozi zbog vrlo razvijene industrije čije potrebe premašuju dokazane rezerve. Na slici 5-4, koja također opisuje mineralne sirovine HS kategorije 25,

može se primijetiti proračunski deficit zbog većeg uvoza nego izvoza, te vrlo mali suficit pri trgovanju metalima HS kategorije 72-83. Metali su mineralne sirovine koje Njemačka najviše izvozi. Izvozom aluminija ostvaren je 2017. godine prihod od 5 milijardi američkih dolara (JRC, 2017.). Doprinos rudarstva gospodarstvu u usporedbi s ostalim industrijama u Njemačkoj iznosi 0,4% (Eurostat, 2017.).



Slika 5-4 Prikaz svjetskog tržišta Njemačke. Trgovanje „razvojnim mineralnim sirovinama“ i metalima (izvor: Svjetsko integrirano trgovinsko rješenje (engl. World Integrated Trade Solutions (WITS), 2017.)

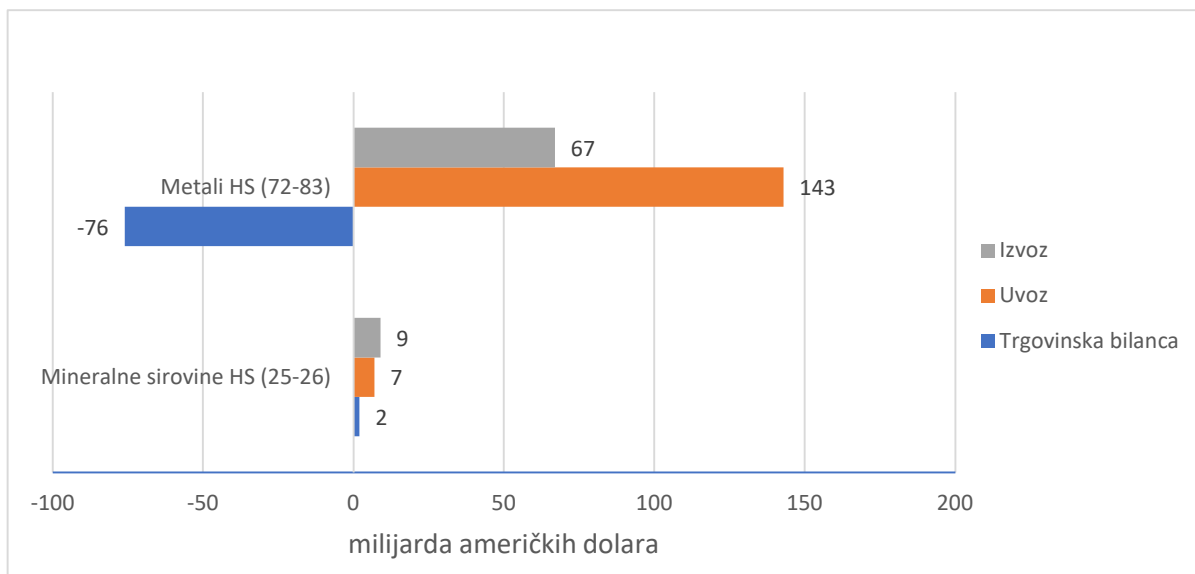
Slika 5-5 prikazuje broj zaposlenika u rudarstvu u Njemačkoj u periodu od 2010. do 2016. godine. Može se primijetiti puno manji broj zaposlenika nego u Južnoafričkoj Republici koja ima daleko razvijeniju industriju i veće prihode. Također, broj zaposlenika u navedenih 6 godina stagnira, što upućuje na stagnaciju sektora i industrije generalno.



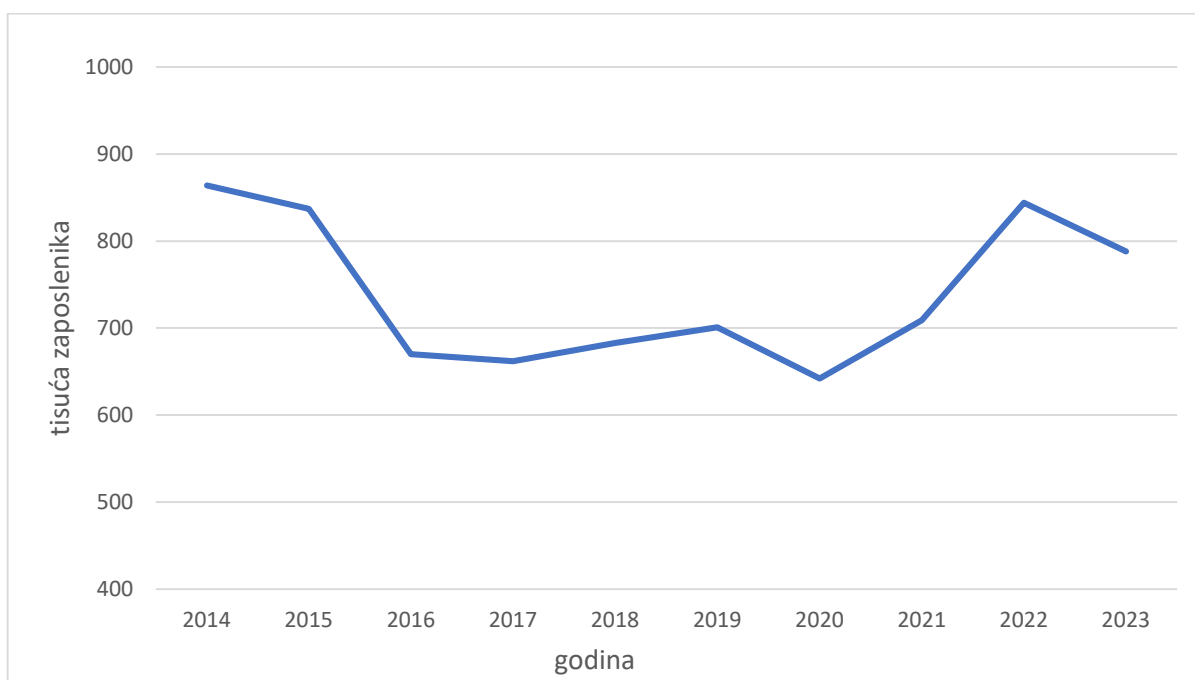
Slika 5-5 Broj zaposlenika u rudarstvu u Njemačkoj u periodu 2010.-2016. godine (izvor: Međunarodna organizacija rada, 2017.)

5.3. Sjedinjene Američke Države

U SAD-u NFNERM-a je činio samo 7% ukupnog izvoza te 9% ukupnog uvoza u 2018. godini, što je rezultiralo proračunskim deficitom. SAD je 2018. godine u svijet izvezao neprehrambenih i neenergetskih sirovina u vrijednosti od 133.3 milijuna američkih dolara, od čega je 15 milijuna izvezeno u Europsku uniju. Međutim, uvoz u SAD je veći, vrijednosti 188 milijuna američkih dolara iz svijeta te 25 milijuna iz Europske unije. Udio „Razvojnih mineralnih sirovinama“ je prilično malen (Slika 5-6) te je gospodarstvu pridonio s malim proračunskim suficitom od 2 milijarde dolara, dok su metali uzrokovali deficit od 76 milijardi dolara (Nita i dr.,2021.). To se može objasniti naglim padom godišnjeg proračuna za istraživanje u sektoru rudarstva s 1,7 milijarde američkih dolara u 2010. godini na 500 milijuna dolara u 2016. godini. SAD najviše izvozi naftu čija je trgovinska vrijednost u 2021. godini iznosila 83,3 milijardi američkih dolara, potom prirodni plin, trgovinske vrijednosti 71 milijardu američkih dolara (Opservatorij ekonomske složenosti, 2021.). Slika 5-7 pokazuje broj zaposlenika u rudarstvu u SAD-u u razdoblju 2014.-2023. godine. Na temelju tih podataka može primijetiti da je broj radnih mjesta stabilan, poljuljan blagim padom u 2020. godini uzrokovanim pandemijom.



Slika 5-6 Prikaz svjetskog tržišta SAD-a. Trgovanje „razvojnim mineralnim sirovinama“ i metalima (izvor: Svjetsko integrirano trgovinsko rješenje (engl. WITS, 2021.)



Slika 5-7 Broj zaposlenika u rudarstvu u SAD-u, u periodu 2014.-2023. godine (izvor: IBISWorld, 2023.)

Svaka mineralna sirovina doprinosi društvu kroz broj radnih mjesta, gospodarski razvoj koji se događa izvozom mineralnih sirovina i urbanizacijom. Osim toga, kako je veliki broj drugih industrijskih djelatnosti zavisao o mineralnim sirovinama, gospodarski rast izazvan razvojem tih djelatnosti ponovo možemo pripisati barem djelomice rudarstvu. Iz izvještaja triju država različitog gospodarskog razvoja, može se primijetiti relativno niski financijski doprinos

„razvojnih mineralnih sirovina“ u usporedbi s metalima, fosilnim gorivima te dragim i poludragim kamenjem. Države koje imaju ležišta metala, fosilnih goriva i dragog kamenja, često su gospodarski razvijene zbog visoke tržišne vrijednosti tih mineralnih sirovina, dok se „razvojne mineralne sirovine“, zbog manjih financijskih doprinosa gospodarstvu, zanemaruju. Uzmu li se u obzir i troškovi sanacije rudnika, isplativost je svakako manja nego kod eksploatacije ostalih mineralnih sirovina. Međutim, „razvojne mineralne sirovine“ neophodne su za gospodarski rast svake pojedine države, te imaju veliki potencijal za razvoj industrije, pogotovo s razvojem ACP zemalja. Ovdje se može povući paralela s kritičnim mineralnim sirovinama, dok se očekuje pad iskorištavanja fosilnih goriva u budućnosti. Također, poznato je da je za eksploataciju „razvojnih mineralnih sirovina“ zbog obujma potrebne sirovine i više manualnog rada, potreban veliki broj zaposlenika, pa se može primijetiti puno veći udio zaposlenih u rudarstvu u sveukupnom stanovništvu Južnoafričke Republike od 59 milijuna stanovnika (Svjetska banka (The World Bank), 2021.) u usporedbi s SAD-om koji ima 332 milijuna stanovnika (Svjetska banka, 2021.)

6. EKOLOŠKI ASPEKTI EKSPLOATACIJE POJEDINIH MINERALNIH SIROVINA

Sve rudarske aktivnosti od istražnih radova, dobivanja, transporta i oplemenjivanja mineralnih sirovina te konačno zatvaranja rudnika i sanacije područja mogu imati pozitivne i negativne utjecaje na društvo i okoliš. Iako rudarstvo uvelike doprinosi društvu, isto tako predstavlja predmet brojnih polemika zbog korištenja velikih površina za izvođenje rudarskih radova u prostoru, što je usko povezano s negativnim utjecajima na okoliš. Neke od mogućih promjena u okolišu izazvane rudarstvom su krčenje šuma, erozija tla, kontaminacija tla i voda, promjene konfiguracije terena, povećanje buke te značajne emisije prašine i plinova. Također, infrastrukturnim zahvatima koji su nužni za provođenje rudarskih radova, poput izgradnje cesta, željeznica i dalekovoda moguće je uzrokovati promjene u staništima životinjskih i biljnih vrsta. Iz tih razloga, nužna je sanacija i prenamjena prostora bivšeg područja eksploatacije.

6.1. Utjecaj eksploatacije metala na okoliš

Najbitniji produkt metala je čelik, neophodan materijal u gotovo svakoj industriji. Stoga se, u prosjeku, godišnje po svakom stanovniku svijeta proizvede 240 kilograma čelika. Proizvodnja čelika ima značajan negativan utjecaj na okoliš zbog velike potrošnje energije, što rezultira značajnim emisijama ugljikovog dioksida (CO₂). Čelik se proizvodi od željezne rude, koje se, radi velike potražnje, godišnje eksploatira u količini od oko 2000 milijuna tona. Eksploatacija željezne rude je energetska vrlo zahtjevan proces i uzrokuje onečišćenje atmosfere dušikovim, ugljikovim i sumpornim oksidima iz dizelskih motora radnih strojeva. Također, teškim metalima i kiselinama iz rudnika koje se stvaraju oksidacijom sulfidnih minerala povezanih s metalima dovode do onečišćenja vode. Prema američkoj javno dostupnoj bazi podataka o ispuštanju otrovnih kemikalija u okoliš „*Toxics Release Inventory*“, eksploatacija metala u 2010. godini u SAD-u prouzročila je 94% emisije arsena u atmosferu, 92% emisije žive i 73% količina kancerogenog otpada. Obrada metala nakon eksploatacije, uključuje taljenje rude kako bi se korisni metal odvojio od ostalih komponenti, a takav proces izaziva ispuštanje velikih količina toksina i stakleničkih plinova. Tako su, primjerice talionice aluminijske odgovorne za 85% emisije CO₂ u cijelom procesu obrade aluminijske (IEA, 2023.).

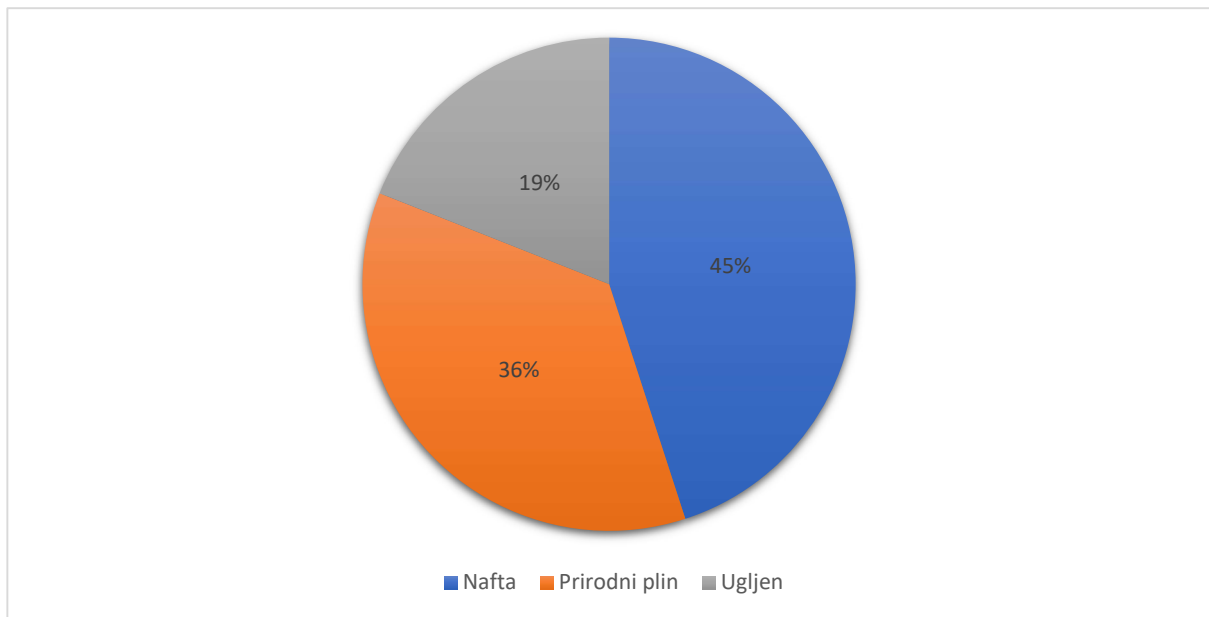
6.2. Utjecaj eksploatacije energetskih sirovina na okoliš

Industrija fosilnih goriva također ima velike prostorne zahtjeve za svu potrebnu infrastrukturu poput cjevovoda, pristupnih cesta, radnih prostora, prostora za obradu sirovine

te odlagališta otpada. Kod površinske eksploatacije ugljena, često se uklanjaju velike šumske površine, čime se oslobađa prirodno nastali CO₂. Miniranjem se ugrožavaju prirodna staništa velikom broju biljnih i životinjskih vrsta. Također, veliki su rizici za površinske i podzemne vode. Naime, eksploatacija ugljena nosi rizik od istjecanja toksičnog otpada u rijeke i jezera, dok emisije CO₂ dovode do acidifikacije oceana. Od početka industrijske revolucije zabilježena je 30% veća kiselost oceana (*Natural Resources Defense Council, 2022.*). Nastale otpadne vode, koje u svom sastavu posjeduju teške metale i radioaktivne materijale, pohranjuju se u otvorene bazene ili podzemne bunare iz kojih se mogu osloboditi i time kontaminirati pitku vodu.

Utjecaj na zrak također je negativan. Pri izgaranju fosilnih goriva, u atmosferu se oslobađaju dušikovi (NO_x) oksidi koji sudjeluju u stvaranju smoga i kiselih kiša. Glavni izvori dušikovih oksida su automobili, elektrane na ugljen, brodovi i zrakoplovi. Onečišćenje tla i zraka opasnim i u nekim slučajevima i kancerogenim spojevima, moguća su u akcidentnim situacijama u blizini aktivnih naftnih i plinskih bušotina, transportnih postrojenja i postrojenja za preradu. Vodikov sulfid predstavlja vrlo opasan i smrtonosan kemijski spoj, osobito u proizvodnji prirodnog plina i postrojenja za proizvodnju sirove nafte.

Fosilna goriva mogu se okarakterizirati kao jedan od najvećih uzroka globalnog zatopljenja, zbog velikih količina emisije CO₂ koje nastaju pri njihovom izgaranju. Prema istraživanju NRDC-a čak tri četvrtine emisije CO₂ u SAD-u dolazi od izgaranja fosilnih goriva. Elektrane na ugljen stvaraju 35% emisija žive i dvije trećine sumporovog dioksida u SAD-u, međutim glavni uzročnici za otrovne plinove poput ugljikovog monoksida su i dalje radni strojevi i privatna vozila. Prema podacima iz 2019. godine neprofitne organizacije za promicanje ekološki održivih sustava naziva „*Environmental and Energy Study Institute*“, fosilna goriva odgovorna su za čak 74% stakleničkih plinova u SAD-u. Udio emisija CO₂ uzrokovanih svakim pojedinim fosilnim gorivom prikazuje slika 6-1. Naime, nafta i prirodni plin odgovorni su za čak 81% ukupnih emisija ugljikovog dioksida izazvanih izgaranjem fosilnih goriva.



Slika 6-1 Uzročnici emisije CO₂ u industriji u SAD-u (izvor: engl. Environmental and Energy Study Institute, 2020.)

6.3. Utjecaj eksploatacije kritičnih mineralnih sirovina na okoliš

Eksploataciju, preradu i sve faze proizvodnje kritičnih mineralnih sirovina karakteriziraju rizici vezani uz negativni utjecaj na okoliš, kako slijedi:

- a) Rizici povezani sa specifičnim mineraloško-geološkim karakteristikama područja eksploatacije. Primjer ovih rizika su kritične mineralne sirovine koje su u prirodi prisutne u kombinaciji s radioaktivnim elementima poput berilija. Također, elementi poput bora, galija i kobalta u prirodi se mogu nalaziti u prisutnosti teških metala. U oba slučaja, pri ekstrakciji kritičnih mineralnih sirovina, može doći do zagađenja podzemnih i površinskih voda.
- b) Rizici povezani s korištenjem pojedine tehnologije i procesa pri eksploataciji kritičnih mineralnih sirovina. Metode iskopavanja uzrokuju srednje značajne rizike za vegetaciju i negativne utjecaje na razinu podzemne vode, dok upotreba otrovnih reagensa kao pomoćnih tvari pri ekstrakciji kritičnih mineralnih sirovina dovodi do visoko rizičnih posljedica za okoliš.
- c) Rizici povezani s uvjetima na području eksploatacije. Većina svjetskih nalazišta kritičnih mineralnih sirovina, s izuzetkom kobalta i tantala, podložna su prirodnim katastrofama poput poplava, potresa i klizišta.

Tablica 1-1 pokazuje razine negativnog utjecaja određenih kritičnih mineralnih sirovina na pojedine aspekte okoliša, gdje zelena boja označava manji negativan utjecaj, dok crvena pokazuje veću razinu negativnog utjecaja eksploatacije i korištenja određene mineralne sirovine. Iz tablice se može uočiti kako na okoliš najviše utječu one sirovine koje se iskorištavaju za proizvodnju legura s metalima poput magnezija, niobija i vanadija, te fosfat koji se koristi za proizvodnju gnojiva. Taj utjecaj djelomično se može objasniti kroz neizravne posljedice na okoliš. Primjer neizravnog utjecaja je emisija CO₂ koja se događa tijekom prerade nafte za proizvodnju kemijskog reagensa potrebnog za ekstrakciju kritičnih mineralnih sirovina, te zakiseljavanje tla kao posljedica prisutnosti metala u rudi s kritičnim mineralnim sirovinama.

Tablica 1-1 Prikaz razine negativnog utjecaja na pojedine aspekte okoliša (izvor: Bachér i dr., 2020.)

	Kobalt	Bor	Grafit	Magnezij	Niobij	Vanadij	Fosfat	Galij
Ugljični otisak								
Utrošak energije								
Štetnost za ljude								
Zakiseljavanje tla								
Slatkovodna eutrofikacija								

6.4. Utjecaj eksploatacije radioaktivnih elemenata na okoliš

Radioaktivni elementi pokazuju velik rizik od kontaminacije okoliša koja se može dogoditi ako se radioaktivni materijal ispusti u okoliš uslijed nesreće, prirodnih nepogoda ili proizvodnje nuklearnog oružja i terorističkog čina, te neispravnog odlaganja nuklearnog otpada. Radioaktivni materijali imaju drugačiji utjecaj na okoliš. Dok su do sada spomenute opasnosti i rizici industrije kod eksploatacije i iskorištavanja radioaktivnih elemenata minimalne, neispravnom manipulacijom nastaju novi rizici:

- a) **Bolesti kod ljudi.** Najčešće bolesti povezane s radioaktivnim elementima su tumori, leukemija, anemija, kardiovaskularne bolesti te generalno smanjenje životnog vijeka.

- b) **Opekline.** U slučaju primanja velike količine radioaktivnog zračenja u kratkom vremenskom razdoblju, na koži mogu nastati akutne opekline koje naknadno rezultiraju rakom kože.
- c) **Oštećenje i modifikacija stanica.** Radioaktivno zračenje može promijeniti stanice živih organizama i na taj način im smanjiti ili uništiti mogućnost obavljanja određene funkcije, što često dovodi do nepovratnog oštećenja tkiva i organa te smrti.
- d) **Neploidnost tla.** Radioaktivno zračenje na tlo utječe tako da uništava hranjive tvari u tlu, te ga na taj način čine neplodnim i otrovnim, pa su usjevi na takvom tlu toksični i nepogodni za prehranu ljudi i životinja.
- e) **Utjecaj na biljni svijet.** Pojačana radioaktivnost utječe na biljke ako uspije doprijeti do kromosoma, u tom slučaju je reprodukcija ometena, a posljedica je u promijeni vrste i u poremećaju veličina, boje i zdravlja biljke.

Ove opasnosti mogu se lako spriječiti, međutim dođe li do njih, negativan utjecaj na okoliš traje tisućama godina.

6.5. Utjecaj eksploatacije dragog i poludragog kamenja na okoliš

Eksploatacija dragog i poludragog kamenja izaziva niz problema u okolišu, kao što su deforestacija, poremećaji tla i uništavanje prirodnog staništa flore i faune. Jedan od većih problema je erozija tla. Nakon površinske eksploatacije potrebna je sanacija prostora, odnosno zatrpavanje otkopanog prostora, međutim, ponekad zbog kiše ili vjetra dođe do erozije tla, pa je sanaciju prostora na taj način vrlo teško kvalitetno napraviti. Tako se događa povećana sedimentacija koja može blokirati vodene tokove, smanjiti mogućnosti obavljanja poljoprivrednih radova, te izazvati klizišta. Također, još jedan negativan aspekt eksploatacije dragog i poludragog kamenja je visok udio ugljika u njihovom sastavu, što uz deforestaciju, rad strojeva na fosilna goriva te transporta, uzrokuje značajnu emisiju stakleničkih plinova. Prema istraživanju organizacije „*International Gemological Institute*“ (IGM) za svaki karat eksploatiranog dijamanta može se osloboditi do 160 kilograma ugljikovog dioksida.

Naravno, prisutno je i onečišćenje vode do kojeg može doći kontaminacijom nusproduktima eksploatacije dragog i poludragog kamenja kao što su cijanid, živa i ostatci teških metala iz jalovine. Zbog nepažnje ili nemogućnosti potpune filtracije vode, može doći do trovanja okolnog stanovništva kontaminiranom vodom.

7. EKOLOŠKI ASPEKTI EKSPLOATACIJE RAZVOJNIH MINERALNIH SIROVINA

Eksploatacija razvojnih mineralnih sirovina može uzrokovati nekoliko složenih posljedica na okoliš, društvo, zdravlje ljudi, stanje životinjskog i biljnog svijeta, te može značajno narušiti statiku terena.

Šljunak i pijesak često se eksploatira iz rijeka, jezera i poplavnih područja, pa se njihovom ekstrakcijom stvaraju depresije u koritima i poplavnim ravninama što izaziva pad razine mora i promjenu prirodnog vodenog toka. S druge strane, šljunak i pijesak se koriste za izgradnju brana, infrastrukturnih objekata za urbani razvoj i građevinarstvo, pa se njihovom upotrebom podiže razina kopnene površine. Negativan utjecaj eksploatacije šljunka i pijeska očituje se i u promjenama korita rijeka i njihovih kutova nagiba, što pak povećava nestabilnost tla i opasnost od erozije te mogućnost poplave. Potrebno je spomenuti i utjecaj na ljudsko zdravlje, koje može biti narušeno zbog nastale prašine pri eksploataciji. Također, zasebnu vrstu opasnosti predstavlja nezbrinuta jalovina izvađena iz rijeka i jezera u čijem sedimentu mogu biti prisutni metali te toksini poput cijanida (Bendixen i dr., 2021.).

Vapnenac se može eksploatirati površinskim ili podzemnim kopom. Oba načina eksploatacije imaju svoje prednosti i nedostatke. Podzemni kop ne zahtjeva korištenje eksploziva pa time nastaje i manje štetnih plinova, ne uništava se površinska vegetacija i staništa mnogih biljaka i životinja, međutim ovim načinom eksploatacije povećava se rizik od urušavanja tla te je potrebno posebnu pažnju posvetiti osiguranju stabilnosti pri sanaciji prostora. Isto tako, pri podzemnoj eksploataciji, može doći do povećane sedimentacije u podzemnim vodama. Kod površinskog kopa potrebno je minirati površinski nekorisni sloj tla, čime se ispuštaju štetni plinovi nastali eksplozijom, mijenja topografija područja, narušava površinska vegetacija, te je u nekim slučajevima potrebno i krčenje šume kako bi se došlo do korisne mineralne sirovine. Negativni učinci površinskog kopa su veći, provođenje sanacije je teže, a prirodni oporavak zemljišta je dulji. Bitno je spomenuti da se stvara velika količina prašine koja stvara rizik od oboljenja radnika plućnim bolestima (Bendixen i dr., 2021.).

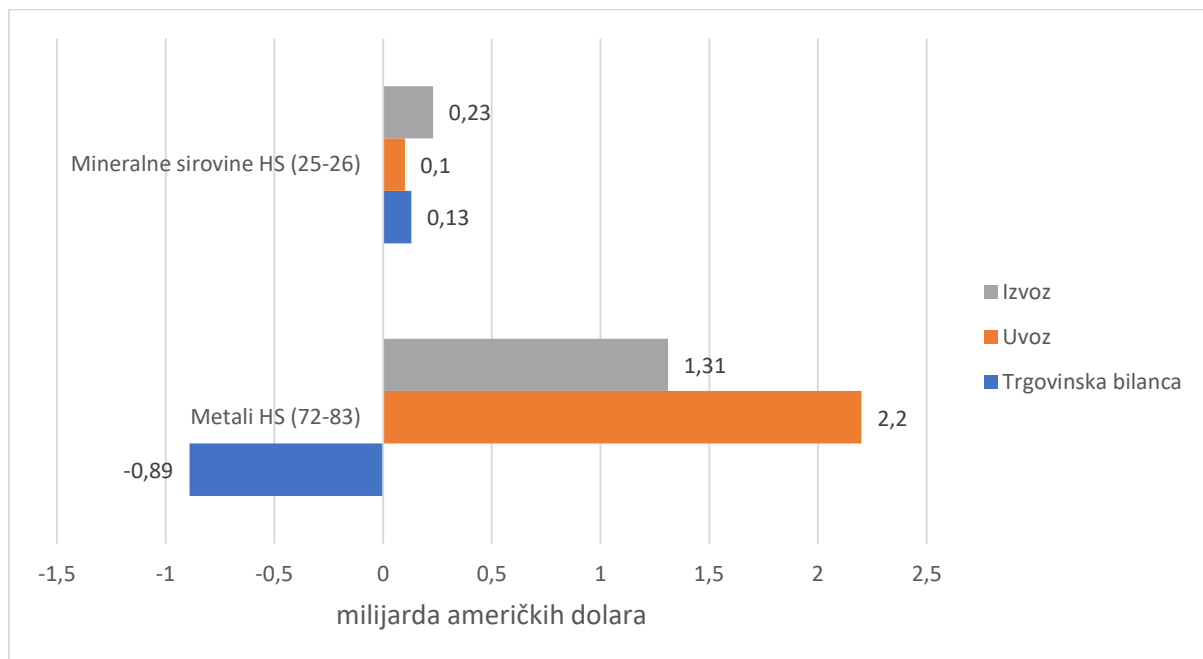
Sve razvojne mineralne sirovine, osim izravnih utjecaja na okoliš, imaju i neizravan negativan utjecaj, sličan kao i kod eksploatacije ostalih mineralnih sirovina, a to su emisije stakleničkih plinova zbog velikog broja radnih strojeva pogonjenih fosilnim gorivima.

8. USPOREDBA OKOLIŠNOG ZNAČAJA RAZVOJNIH MINERALNIH SIROVINA I OSTALIH MINERALNIH SIROVINA

Rudarstvo i sve aktivnosti eksploatacije, prerade i transporta imaju negativan utjecaj na okoliš, što zbog degradacije zemljišnog prostora i tla, što zbog kontaminacije zraka i vode štetnim plinovima i kemikalijama. Također, prisutni su značajni utjecaji na zdravlje ljudi zbog rizika od pojave različitih bolesti kod radnika u industriji, ali i kod stanovnika u neposrednoj blizini rudarskih radova. Negativni utjecaji na okoliš uslijed eksploatacije nafte, ugljena i različitih vrsta metala, smatraju se glavnim krivcima za globalno zatopljenje, stvaranje ozonskih rupa i značajnog onečišćenja zraka koji smanjuju kvalitetu života na područjima povećane industrijske aktivnosti. Najveće emisije stakleničkih plinova dolaze upravo od eksploatacije i uporabe fosilnih goriva i metala, te, iako postoje načini za smanjenje ugljičnog otiska, većina zagađenja je nažalost neizbježna, pogotovo zbog neophodnosti materijala u modernom gospodarstvu. Kritične mineralne sirovine imaju najveći utjecaj na okoliš u sektoru proizvodnje legura s metalima zbog moguće kontaminacije okoliša teškim metalima, te jednako kao i drago i poludrago kamenje izazivaju veliku emisiju CO₂ zbog ovisnosti industrije o fosilnim gorivima. „Razvojne mineralne sirovine“ zahtijevaju dugotrajne radove s puno radnih strojeva na fosilna goriva, zbog čega je povećana emisija CO₂. Ostali negativni utjecaji mogu se puno lakše minimalizirati, te se većina posljedica, poput degradacije tla i potencijalnog zagađenja podzemnih voda, može spriječiti dobro planiranim istražnim radovima, pravilnim projektiranjem i izvođenjem rudarskih radova te naknadnom sanacijom prostora. Sanacija se može djelomično provesti već tijekom eksploatacijskih radova, a pravilnim zbrinjavanjem onečišćenog područja smanjuje se mogućnost kontaminacije voda, urušavanja terena, a prenamjenom prostora može se obnoviti vegetacija i smanjiti negativni utjecaj na društvo. Također, mogu se usporediti utjecaji radioaktivnih elemenata i razvojnih mineralnih sirovina zbog činjenice da eksploatacija obje vrste sirovina izazivaju bolesti za ljudski organizam. Iako je sprječavanje teških bolesti u ljudi izazvanih radioaktivnim elementima većinom uspješno, akcidentne situacije imaju značajan potencijal za puno veće razmjere katastrofe nego kod eksploatacije razvojnih mineralnih sirovina. Također, primjenom mjera za suzbijanje prašine i uz poštivanje zahtjeva za kratkotrajnim graničnim vremenom izloženosti radnika (KGVI), bolesti izazvane prašinom i plinovima kod eksploatacije vapnenca, šljunka i pijeska lako se mogu spriječiti.

9. INDUSTRIJA U HRVATSKOJ

Hrvatska ima prilično mali industrijski rast i složene političke prilike koje dodatno otežavaju razvoj, što se može primijetiti iz slike 9-1 koja prikazuje trgovinsku bilancu „razvojnih mineralnih sirovina“, te prikazuje suficit od 130 milijuna američkih dolara. Taj bi suficit mogao biti daleko veći zbog velikih procijenjenih rezervi vapnenca, šljunka i pijeska te drobljenog kamena i gline (Tablica 2-1). Slika 9-1 također prikazuje veliki proračunski deficit pri trgovanju metalima. Iako Hrvatska izvozi metale u vrijednosti 1,31 milijardi američkih dolara, gotovo dvostruko više uvozi, što pokazuje kako eksploatacija metala u Hrvatskoj ne doprinosi njenom gospodarskom razvoju. Najviše se uvozi aluminij u vrijednosti od 146 milijuna američkih dolara u 2017. godini, a nakon toga željezo u vrijednosti 98,7 milijuna američkih dolara (Raw Materials Information System, 2017.).

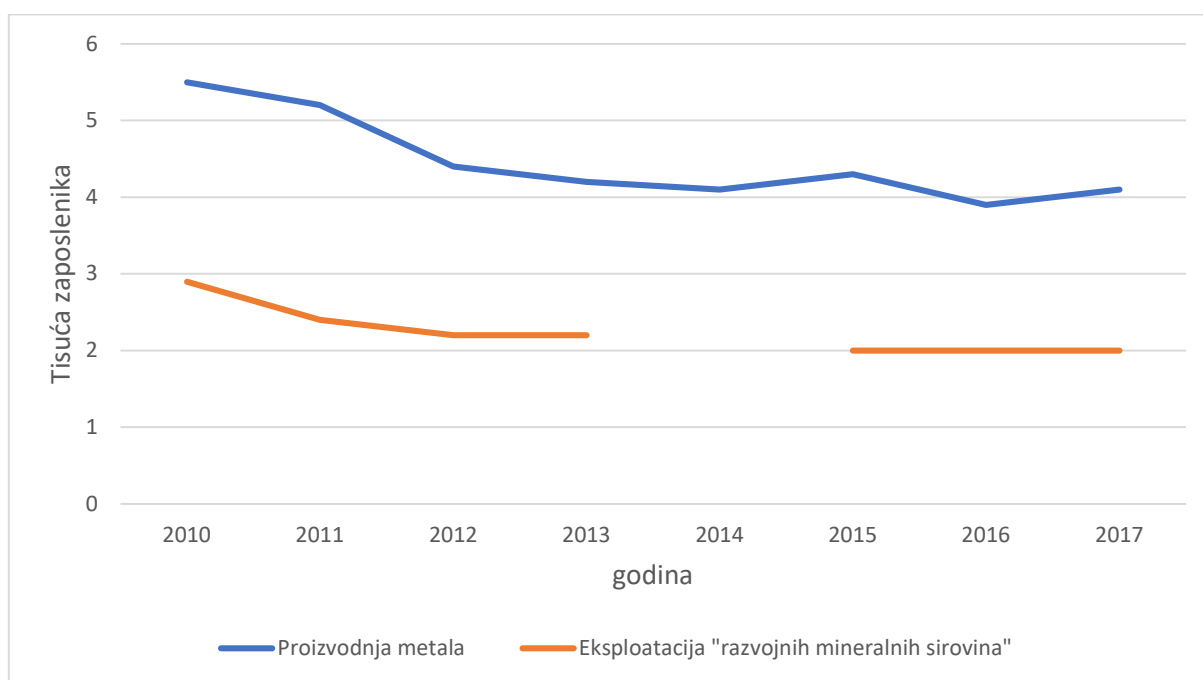


Slika 9-1 Prikaz svjetskog tržišta Hrvatske. Trgovanje „razvojnim mineralnim sirovinama“ i metalima (izvor: Svjetsko integrirano trgovinsko rješenje (engl. World Integrated Trade Solutions (WITS), 2017.)

Tablica 2-1 Procjena rezervi „razvojnih mineralnih sirovina“ u Hrvatskoj (izvor: Minerals4EU project, 2020.)

Mineralna sirovina	Procijenjena rezerva	Mjerna jedinica
Drobljeni kamen	641.907,94	Tisuća m ³
Vapnenac za proizvodnju vapna	258.641,77	Tisuća tona
Ukrasni vapnenac	29.179,38	Tisuća m ³
Pijesak i šljunak	158.743,09	Tisuća m ³
Glina	43.061,72	Tisuća m ³
Glina za proizvodnju cementa	417.240,57	Tisuća tona
Gips	51.229,28	Tisuća tona

Slaba razvijenost rudarstva se također može primijetiti iz slike 9-2 koja prikazuje broj zaposlenika u rudarstvu u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2010. do 2017. godine. U proizvodnji metala u prosjeku je manje od 5000 zaposlenika sa stalnim polaganim padom kroz navedeno razdoblje. Isto tako, obzirom na velike rezerve „razvojnih mineralnih sirovina“ relativno je malo zaposlenika u toj djelatnosti također s konstantnim padom, što pokazuje negativan trend industrije, nedostatak strateškog planiranja razvoja i doprinosa većem gospodarskom razvoju.



Slika 9-2 Broj zaposlenika u rudarstvu u Hrvatskoj kroz razdoblje 2010.-2017. godine (izvor: Eurostat, 2017.)

10. ZAKLJUČAK

Rudarstvo kao industrijska grana opskrbljuje neophodnim resursima mnoge druge industrijske grane bez kojih moderni život ne bi bio zamisliv. Svaka pojedina mineralna sirovina ima svoju ulogu u svakodnevnom životu svake osobe na svijetu. Kako se svijet mijenja i razvija, tako se mijenjaju i potrebe za mineralnim sirovinama, pa se može primijetiti da se od početka industrijske revolucije znatno povećala potražnja za metalima i energetskim mineralnim sirovinama, potaknuto razvojem industrija i urbanizacije. Iste su i danas u usponu, te se taj uspon događa sve brže. U posljednjih tridesetak godina, automobilska industrija značajno je uznapređovala. U urbanim sredinama gotovo svaki stanovnik posjeduje vlastiti automobil, a s trenutnim negativnim trendom onečišćenja okoliša, industrija se preusmjerava na proizvodnju električnih automobila koja bi te negativne efekte trebali umanjiti. Također, industrija koja je doživjela veliki skok u posljednjih tridesetak godina je IT sektor. Digitalizirani uređaji i pametni telefoni, nezaobilazni su dio standardnog i poslovnog svijeta te se konstantno unaprjeđuju. Za ove dvije industrije potrebna je značajna količina kritičnih mineralnih sirovina, kojima se do prije razvitka 4. industrijske revolucije nije pridavala velika važnost. Zbog tog razvitka, potražnja za fosilnim gorivima koja daju brzu, pouzdanu i dostatnu količinu energije, je također narasla, i to toliko da se vidno i osjetno primijete klimatske promjene, učinak kojeg nazivamo globalnim zatopljenjem. Zbog ovakvog utjecaja fosilnih goriva, proširuje se područje istraživanja namjena određenih mineralnih sirovina, raste potražnja za radioaktivnim elementima koji također imaju mogućnost proizvesti veliku količinu pouzdane električne energije s manje negativnih utjecaja na okoliš, te ponovo raste potražnja za kritičnim mineralnim sirovinama zbog značajne uloge u izgradnji solarnih ploča i vjetroelektrana. Metali su također neophodni u gotovo svim granama, pa je porast potrebe za metalima također stalan. Također, gospodarskim rastom raste i potražnja za dragim i poludragim kamenjem zbog većeg interesa za nakitom i ukrasnim predmetima u razvijenim državama svijeta. To su sve mineralne sirovine visoke komercijalne vrijednosti, zbog čega države koje ih eksploatiraju i njima trguju, dominiraju gospodarskim razvojem. S druge strane, „razvojne mineralne sirovine“ su dosta zanemarene kada se raspravlja o globalnom gospodarskom razvoju, što je neopravdano zbog važnosti u građevinarstvu, izgradnji gradova te urbanizaciji općenito. Isto tako, neka država može razviti svaki od navedenih segmenata djelatnosti, u slučaju prisutnih rezervi, neovisno o drugom, ali razvoj bilo kojeg dijela industrije bez izgradnje sela, gradova i potrebne infrastrukture za standardni život radnika i stanovnika, je nemoguć. Osvrtanjem na okolišne utjecaje svake pojedine mineralne sirovine,

moгу se primijetiti najveći negativni utjecaji eksploatacije i uporabe metala, fosilnih goriva te dragog kamenja. Iako eksploatacija svake mineralne sirovine izaziva negativne utjecaje na okoliš, fosilna goriva su odgovorna za najveće emisije CO₂, a time i za veliki dio klimatskih promjena. S druge strane, metali, te drago i poludrago kamenje izazivaju veliku kontaminaciju površinskih i podzemnih voda te tla s toksičnim nusproduktima koji su izvor različitih bolesti u živih organizama. „Razvojne mineralne sirovine“ također imaju negativan utjecaj na okoliš, zbog velike površine terena koju eksploatacija zauzima i mijenjanja strukture tla kao i lokalne vegetacije. Međutim pravilnom sanacijom i prenamjenom površine bivših kamenoloma, ovi utjecaji mogu se značajno umanjiti. S mogućnošću pružanja osnovnih životnih potreba siromašnijeg dijela stanovništva u zemljama ACP organizacije, „razvojne mineralne sirovine“ trebale bi dobiti na većoj važnosti u budućnosti svjetskog rudarstva.

11. POPIS LITERATURE

BIRON, 2023. *7 Negative Environmental Impacts Of The Gem Mining Industry*. URL: <https://biron-gems.com/biggest-environmental-impacts-of-gemstone-mining/> (29.8.2023.)

d'Elia, E., Hamor, T., Manfredi, S., Pennington, D., 2021. Building Africa-EU raw materials knowledge base.

Daniel M. Franks, 2017. Reclaiming the neglected minerals of development. The University of Queensland, Sustainable Minerals Institute, Brisbane, Queensland 4072, Australia.

EARTHWORKS, 2023. *Impact of Metal Mining on Air Quality*. URL: <https://earthworks.org/issues/gold-mining-and-air-quality/> (24.8.2023.)

ENVIRONMENTAL AND ENERGY STUDY INSTITUTE, 2021. *Fossil Fuels*. URL: <https://www.eesi.org/topics/fossil-fuels/description> (27.8.2023.)

EU, ACP, UNDP. ACP-EU, 2023. *Development Minerals Programme* URL: <http://www.developmentminerals.org/index.php/en/> (20.7.2023.)

EUROPSKA KOMISIJA, JRC, 2019. RMIS – *Raw Materials Information System*. URL: <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/ap#/ZA> (30.8.2023.)

EUROPSKA KOMISIJA, JRC, 2019. RMIS – *Raw Materials Information System* URL: <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/rmp/Aggregates> (30.8.2023.)

EUROPSKA KOMISIJA, JRC, 2023. *RMIS – Raw Materials Information System-Germany*. URL: <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/country-profiles#/Germany> (30.8.2023.)

EUROPSKA KOMISIJA, JRC, RMIS – *Raw Materials Information System-Croatia*. URL: <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/country-profiles#/Croatia> (30.8.2023.)

G. Walser, 2002. Economic impact of world mining. World Bank Group Mining Department, Washington, D.C., United States of America.

IAEA, 2016. NUCLEAR POWER AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY VIENNA.

IAEA, 2018. *Ebb and Flow — the Economics of Uranium Mining*. URL: <https://www.iaea.org/newscenter/news/uram-2018-ebb-and-flow-the-economics-of-uranium-mining> (17.8.2023.)

IBISWorld, 2023. *Global Coal Mining Industry - Market Research Report*. URL: <https://www.ibisworld.com/global/market-research-reports/global-coal-mining-industry/> (6.8.2023.)

IBISWorld, 2023. *Mining in the US - Employment Statistics 2005–2029* URL: <https://www.ibisworld.com/industry-statistics/employment/mining-united-states/> (30.8.2023.)

IBISWorld, 2023. *Sand & Gravel Mining Industry in the US - Market Research Report*. URL: <https://www.ibisworld.com/united-states/market-research-reports/sand-gravel-mining-industry/> (29.8.2023.)

IEA, 2023. *Critical Minerals Market Review 2023, Key market trends*. URL: <https://www.iea.org/reports/critical-minerals-market-review-2023/key-market-trends> (17.8.2023.)

John Bachér (VTT), Elina Pohjalainen (VTT), Elina Yli-Rantala (VTT), Katrien Boonen (VITO), Dirk Nelen (VITO), 2020. Environmental aspects related to the use of critical raw materials in priority sectors and value chains.

M-DLPA, 2023. *Economic Impact*. URL: <https://mdlpa.org/economic-impact/> (29.8.2023.)

Mette Bendixen, Lars L. Iversen, Jim Best, Daniel M. Franks , Christopher R. Hackney, Edgardo M. Latrubesse , Lucy S. Tusting, 2021. Sand, gravel, and UN Sustainable Development Goals: Conflicts, synergies, and pathways forward.

Michael Tost, Diego Murguia, Michael Hitch, Stephan Lutter, Sebastian Luckeneder, Susanne Feiel, Peter Moser. *The Extractive Industries and Society*. Volume 7, Issue 1, January 2020

MINISTARSTVO FINANCIJA, CARINSKA UPRAVA, 2023. *Kombinirana nomenklatura*. URL: <https://carina.gov.hr/propisi-i-sporazumi/carinska-tarifa-vrijednost-i-podrijetlo/carinska-tarifa/zakonodavstvo-4240/kombinirana-nomenklatura/2934> (3.7.2023.)

MULTI COUNTRY OFFICE IN JAMAICA, 2023. *OACPS-EU Development Minerals Programme, 2023*. URL: <https://www.undp.org/jamaica/projects/oacps-eu-development-minerals-programme> (22.7.2023.)

Neal R. Haddaway, Steven J. Cooke, Pamela Lesser, Biljana Macura, Annika E. Nilsson, Jessica J. Taylor & Kaisa Raito, 2019. Evidence of the impacts of metal mining and the effectiveness of mining mitigation measures on social–ecological systems in Arctic and boreal regions: a systematic map protocol.

Nita, V., Garbossa, E., Ciută, T., Bonollo, B., Mancini, L., Vidal, B., Latunussa, C., Wittmer, D., Hamor, T., d’Elia, E., Unguru, M. and Manfredi, S. 2020. EU Country profiles in the Raw Materials Information System (RMIS): Croatia.

NRDC, 2022. *Fossil Fuels: The Dirty Facts*. URL: <https://www.nrdc.org/stories/fossil-fuels-dirty-facts#sec-whatis> (24.8.2023.)

OECD, 2021. *Precious Stones*. URL: <https://oec.world/en/profile/hs/precious-stones> (19.8.2023.)

OECD, 2021. *United States Economy*. URL: <https://oec.world/en/profile/country/usa> (30.8.2023.)

Službeni list Europske unije. PROVEDBENA UREDBA KOMISIJE (EU) 2022/1998 o izmjeni Priloga I. Uredbi Vijeća (EEZ) br. 2658/87 o tarifnoj i statističkoj nomenklaturi i o Zajedničkoj carinskoj tarifi.

SOCIETY FOR MINING, METALLURGY, AND EXPLORATION, 2023. *Coal's Importance to the World*, URL: <https://www.smenet.org/What-We-Do/Technical-Briefings/Coal-s-Importance-in-the-US-and-Global-Energy-Supp> (6.8.2023.)

STATISTA, 2023. *Market value of iron ore mining worldwide from 2011 to 2022, with a forecast for 2023*. URL: <https://www.statista.com/statistics/1279697/worldwide-iron-ore-mining-market-value/> (1.8.2023.)

STATISTA, 2023. *Metal Ores – Worldwide*. URL: <https://www.statista.com/outlook/io/mining-quarrying/metal-ores/worldwide> (1.8.2023.)

STRATOS, 2023. *Effects of limestone mining on the environment and human health*. URL: <https://stratos.ro/en/blog-efectele-exploatarii-calcarului-asupra-mediului-inconjurator-si-sanatatii-umane/> (29.8.2023)

THE WORLD COUNTS, 2023. *Environmental impact of steel production, Mining of iron ore*. URL: <https://www.theworldcounts.com/challenges/planet-earth/mining/environmental-impact-of-steel-production> (23.8.2023.)

Tony Addison, Alan Roe, 2018. *Extractive Industries: The Management of Resources as a Driver of Sustainable Development*, Oxford University Press

U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, 2023. *What is OPEC+ and how is it different from OPEC?* URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=56420> (26.8.2023.)

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2023. *The Sources and Solutions: Fossil Fuels*. URL: <https://www.epa.gov/nutrientpollution/sources-and-solutions-fossil-fuels> (25.8.2023.)

WORLD CUSTOMS ORGANIZATION, 2023. *Nomenclature and Classification of Goods* URL: <https://www.wcoomd.org/en.aspx> (3.7.2023.)

WORLD DIAMOND COUNCIL, 2021. *Diamond benefits, ECONOMIC GROWTH*. URL: <https://www.diamondfacts.org/economic-growth/> (19.8.2023.)

WORLD ECONOMIC FORUM, 2021. *All the metals we mine each year, in one visualization*. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2021/10/all-tonnes-metals-ores-mined-in-one-year/> (1.8.2023.)

World Gold Council, 2022. *Gold Demand Trends Q3 2022*.

WORLD NUCLEAR ASSOCIATION, 2022. *Economics of Nuclear Power*. URL: <https://world-nuclear.org/information-library/economic-aspects/economics-of-nuclear-power.aspx> (17.8.2023.)

Yergin, D. (2020). *The New Map: Energy, Climate, and the Clash of Nations*. New York, NY. Penguin Group; and U.S. Council on Economic Advisors

YULEX, 2021. *What You Didn't Know About Limestone Mining and the Environment*. URL: <https://www.yulex.com/post/what-you-didnt-know-about-limestone-mining-and-the-environment> (29.8.2023.)