



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
UNIVERSITY OF BANJA LUKA
РУДАРСКИ ФАКУЛТЕТ
FACULTY OF MINING

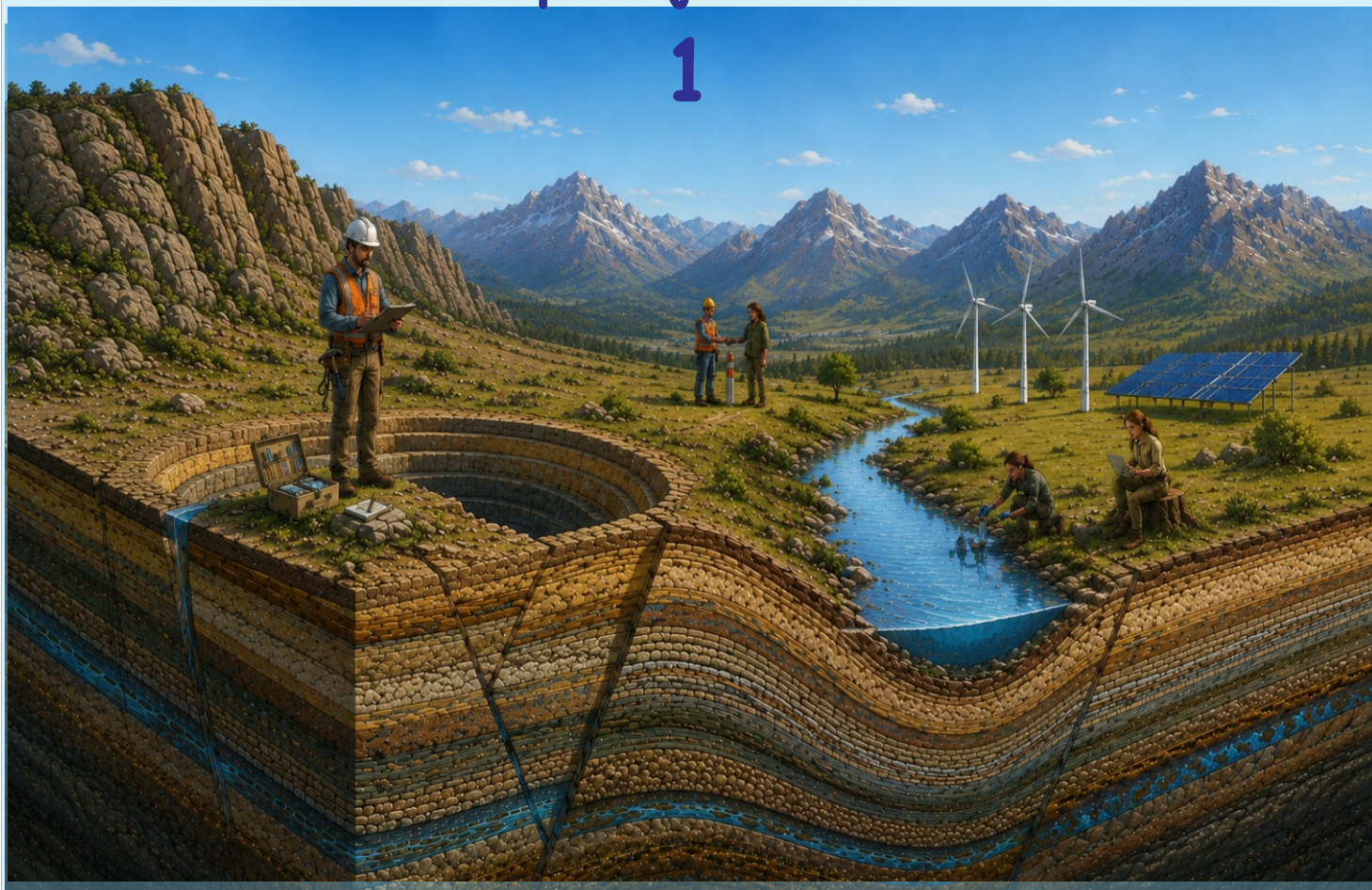


GEMIEN

Proceedings

**Геологија и рударство као прилике
за економски развој и еколошки изазови**

1



Зборник радова са Округлог стола/стручног савјетовања

Приједор, 26. јуни 2026. године



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
UNIVERSITY OF BANJA LUKA

РУДАРСКИ ФАКУЛТЕТ
FACULTY OF MINING



Година 1, број 1 (2026)

ISSN 3126-3933

GEMIEN

**ГЕОЛОГИЈА И РУДАРСТВО КАО ПРИЛИКЕ ЗА
ПРИВРЕДНИ РАЗВОЈ И ЕКОЛОШКИ
ИЗАЗОВИ**

1

ЗБОРНИК РАДОВА

Приједор, јун 2026.

**ЗБОРНИК РАДОВА СА ОКРУГЛОГ СТОЛА/СТРУЧНОГ
САВЈЕТОВАЊА**

**ГЕОЛОГИЈА И РУДАРСТВО КАО ПРИЛИКЕ ЗА ПРИВРЕДНИ
РАЗВОЈ И ЕКОЛОШКИ ИЗАЗОВИ 1**

Издавачи

Универзитет у Бањој Луци
Рударски факултет Универзитета у Бањој Луци
Бања Лука, Универзитетски град, Булевар војводе Петра Бојовића 1А

Уређивачки одбор:

Академик проф др Неђо Ђурић, професор у пензији
Проф др Свјетлана Средић
Проф др Владимир Малбашић
Проф др Радуге Тошовић
Проф др Алексеј Милошевић
Проф др Дражена Тошић
Проф др Небојша Кнежевић
Проф др Лазар Стојановић (професор у пензији)
Доц др Цвјетко Сандић

Штампа *Print design, Приједор*

Тираж 40

Лектор

Ведрана Радиновић, професор српског језика

Зборник радова припремили и уредили:

Проф др Владимир Малбашић
Вања Бањац, библиотекар

Графичка обрада

Теодора Малбашић

САДРЖАЈ

1.	ПРЕЛИМИНАРНО РАЗМАТРАЊЕ ФУНКЦИОНАЛНЕ ПОЗИЦИЈЕ ЕКОЛОШКИХ ТРОШКОВА У ЕКСПЕРТСКОЈ ЕКОНОМСКОЈ ОЦЕНИ МИНЕРАЛНИХ РЕЗЕРВИ У МИНЕРАЛНОМ СЕКТОРУ Радуле Тошовић		1
2.	СТАЊЕ ГЕОЛОШКЕ СТРУКЕ У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ – ПРОБЛЕМИ, НЕПРАВИЛНОСТИ И ИЗАЗОВИ ДАЉЕГ РАЗВОЈА Бранко Иванковић		16
3.	МИНЕРАЛНЕ СИРОВИНЕ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ ЗА ПРОИЗВОДЊУ ЦЕМЕНТА И БЕТОНА Дражан Токановић, Бојана Голић Илић, Цвјетко Сандић		26
4.	ОЦЈЕНА УПОТРЕБЉИВОСТИ СЕРПЕНТИНИСАНОГ ПЕРИДОТИТА КАО ТЕХНИЧКО-ГРАЂЕВИНСКОГ КАМЕНА Небојша Кнежевић, Станислава Кецман, Томислав Дубочанин, Душко Зорић		41
5.	ДА ЛИ ЈЕ ПОТРЕБНО И КАКВО РУДАРСТВО НАМ ЈЕ ПОТРЕБНО Љиљана Станишљевић, Светлана Топић		51
6.	ОДРЖИВИ РАЗВОЈ И ПЕРСПЕКТИВЕ РУДАРСКОГ ИНЖЕЊЕРСТВА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ И НА БАЛКАНУ Владимир Малбашић, Свјетлана Средић		62
7.	ОПШТЕ СМЈЕРНИЦЕ УПРАВЉАЊА ЗЕМЉИШТЕМ У ТОКУ ОТВАРАЊА И РАДА ПОВРШИНСКОГ КОПА ОСТРУЖЊА У УГЉЕНОМ БАСЕНУ СТАНАРИ Ненад Малић, Уна Матко, Бобан Божић		80
8.	СИМУЛАЦИОНИ МОДЕЛ ДИСКОНТУНУАЛНОГ СИСТЕМА НА ПОВРШИНСКИМ КОПОВИМА Димшо Милошевић, Владимир Малбашић, Миро Максимовић		96
9.	РАЗВОЈ РУДАРСКИХ РАДОВА НА ПК УГЉЕВИК ИСТОК 1 и ПК УГЉЕВИК ИСТОК 2 И НЕОПХОДНА ИНВЕСТИЦИОНА УЛАГАЊА У РУДНИК УГЉЕВИК Димшо Милошевић		108

ПРЕДГОВОР

Рударски факултет Универзитета у Бањој Луци наставља са координаторима да организује Округли сто везан за актуелну проблематику односа рударства и геологије са заштитом животне средине. Ове године смо промијенили назив овог стручног скупа у складу са закључцима Округлог стола из прошле године и сада носи назив **„Геологија и рударство као прилике за привредни развој и еколошки изазови“**.

Проблеми везани за рударство, геологију и заштиту животне средине у сваком друштву носе са собом многе еколошке, социолошке, управљачке, техничко-организационе па и културолошке изазове за које је пронаћи рјешења која ће бити прихватљива за све заинтересоване стране при реализацији ове врсте пројеката.

Интеграција принципа очувања, одрживости и ESG (еколошких, друштвених и управљачких) стандарда у сектор геологије, рударства и прераде минералних сировина постоји кроз смјернице Програма Уједињених нација за развој и оквире Међународног савјета за рударство и метале за одрживо рударство.

Усклађивање рударства и заштите животне средине захтјева балансирање откопавања основних минералних сировина са еколошким управљањем. То се постиже кроз многе мјере и препоруке које су, добрим дијелом, договорене на међународном нивоу:

- строго спровођењем хијерархије ублажавања (избјегавање, минимизација, рециклажа, обнављање, надокнађивање),
- прелазак на обновљиве изворе енергије, гдје је то могуће и одрживо,
- примјена пракси циркуларне економије попут рециклаже минерала и метала и
- захтјевање свеобухватне рекултивације земљишта након завршетка рударства.

Поред тога постоје и данас већ „обавезне“ смјернице које усмјеравају будући развој и функционисање минералног сектора:

- Прогресивна/сукцесивна и активна рекултивација и контроле загађења
- Прелазак на „зелене“ технологије (смањење угљеничког отиска, коришћење обновљивих извора енергије у производњи, аутоматизација, затворени системи водоснабдијевања итд),

- Прихватање пракси циркуларне економије (рециклажа и поновна употреба јаловине/секундарних/техногених сировина)
- Робусно управљање и транспарентност (процјене утицаја на животну средину - EIA и консултација са заједницом прије почетка операција, компензација биодиверзитета и др)

Рударске компаније својим планирањем и дјеловањем требају стећи повјерење локалне заједнице и друштва у цјелини на просторима на којима раде, јер пословање у којем зарада и профит имају приоритет ће временом наилазити на све веће отпоре локалних заједница и друштва у цјелини при реализацији рударских и геолошких активности.

Сви запослени у области геологије и рударства тако временом требају добијати на значају у одређеном друштву (што се не може рећи да је код нас тренутно случај!) јер својим знањем и искуством могу умногоме помоћи да пројекти у коришћењу минералних сировина поново постану „прихватљиви“ за локалне заједнице и друштва. Уз употребу велике стручности и дисциплине неопходно је промијенити приступ и организовање свих активности на пољу истраживања и касније коришћења одређених лежишта минералних сировина, јер ове активности нису и не треба да буду „само и неповратно деструктивне“ дјелатности.

Округли сто треба да буде прилика за презентовање свих искустава (и позитивних и негативних), изношење конструктивних идеја, размјену искустава, знања и информација са циљем да што рационалније и одговорније искористимо наше минералне ресурсе поштујући агедну самоодрживог развоја.

Поздрављамо Вас са рударским

СРЕЋНО!

„Луд је онај који се жели одрећи онога што има, надајући се да ће добити оно што нема“

Старогрчки писац Езоп

ПРЕЛИМИНАРНО РАЗМАТРАЊЕ ФУНКЦИОНАЛНЕ ПОЗИЦИЈЕ ЕКОЛОШКИХ ТРОШКОВА У ЕКСПЕРТСКОЈ ЕКОНОМСКОЈ ОЦЕНИ МИНЕРАЛНИХ РЕЗЕРВИ У МИНЕРАЛНОМ СЕКТОРУ

Радуле Тошовић¹

e-mail: rdtosovic@yahoo.com, radule.tosovic@rgf.bg.ac.rs

¹Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет

Апстракт

Савремени услови пословања предузећа у минералном сектору и минералној економији захтевају прилагођавање актуелним еколошким захтевима минералне производње у складу са савременим трендовима менаџерског и економског рада. У склопу економског вредновања минералних сировина доминантна је примена економске оцене, као савременог методолошког поступка и сложеног система фактора и показатеља оцене, који обухватају и геоеколошке факторе и показатеље са еколошком димензијом. У менаџерско-економским активностима у минералном сектору интегрално се примењују менаџерски методи у пословним активностима уз коришћење одговарајућих економских података и информација, као и пратећих економских калкулација и прорачуна, међу којима су посебно значајни еколошки трошкови. У условима нарочито јачајућег еколошког тренда, као и обавезујуће примене принципа одрживог развоја, практично је посебно важно дефинисање износа еколошких трошкова и њихово укључивање у цену коштања минералне сировине, а све у склопу евалуације минералних резерви и њихове економске оцене. Економски, стратегијски, али и оперативно посматрано посебно је значајно сагледавање функционалне позиције еколошких трошкова, односно њиховог места и улоге, кроз троструку моделску функционалну позицију и начин третирања еколошких трошкова. Генерални циљ је сагледавање одговарајућих еколошких аспеката минералне производње, кроз експертски приступ адекватног укључивања еколошких трошкова у експертску економску оцену и трошковно позиционо обухватање у економском вредновању минералних резерви у савременој и одрживој минералној производњи

Кључне речи: експертска економска оцена, еколошки трошкови, минералне резерве, минерална производња, минерални сектор.

Тема скупа: Геологија и геолошка истраживања и заштита животне средине-актуелна питања и дилеме

Увод

Минерални сектор и минерална економија у савременим условима привредно-

економског и друштвеног развоја, као делови привредне целине, показују веома испољене економске, финансијске и производне везе са другим привредним, производним и економским гранама, делатностима и областима (Тошовић, 2025b). Економски, односно привредни систем земље одликује велика разноврсност и комплексност, у коме систем минералне економије, представља веома важан део (Тошовић, 2024d). Економски систем чини сложени сет системских елемената, који директно или индиректно делују на целокупну привредну активност и њене резултате (Mankiw, 2021; Тошовић, 2024d), укључујући и разноврсну минералну производну структуру. Анализа економског система, као специфичне економске категорије, укључује проучавање припадајућих пословних система, у које спада и минерални сектор са одговарајућом минералном производњом (Тошовић, 2024e) металичних, неметаличних и енергетских минералних сировина у структури минерално-сировинске базе земље (Тошовић, 2025b).

Успешно функционисање минералног сектора у савременим условима стратегијски значајне производње минералних сировина и растућих потреба бројних привредних грана, праћено је тржишним условима минералне производње и економским критеријумима вредновања минералних резерви (Тошовић, 2024a, 2026). Специфичности геолошко-економских карактеристика рудних лежишта се анализирају кроз различите врсте оцене, међу којима је посебно важна експертска економска оцена. Она обухвата сет од девет фактора и три сета показатеља оцене, који са различитих аспеката економски анализирају предметно лежиште у циљу експертске оцене његове тржишне вредности (Тошовић, 2025a, 2025b, 2026). С обзиром на целовити процес третирања минералних сировина током минералне производње, експлоатација и технолошки третман представљају еколошки најосетљивије делове предметног процеса, са највећим утицајем на животну средину (Тошовић, 2025a, 2026; Buchanan & Davis, 2025).

Економска оцена минералних резерви се традиционално заснива на квантификацији и економском изражавању геолошких, техничко-експлоатационих, технолошких и тржишних фактора и из њих изведених показатеља, док су еколошки аспекти углавном третирани маргинално кроз регулаторне обавезе (Тошовић, 2025a, 2026; Chen et al., 2025). Савремене услове пословања предузећа минералног сектора, карактерише растући еколошки тренд, строжа законска регулатива и примена принципа одрживог развоја, који намећу потребу за актуелним унапређењем позиције еколошких трошкова у економским моделима вредновања минералних ресурса (Тошовић, 2025a, 2026; Bastianin et al., 2025). При томе еколошки трошкови нису само спољни фактори, који се појављују у основној калкулацији, већ у савременом еколошком тренду постају интегрални и структурно значајни елементи, који битно утичу на економску вредност минералних резерви и оправданост њихове

валоризације (Тошовић, 2025а, 2026; Lodhi & Thamrapillai, 2024). Практична искуства показују да необухватање, потцењивање или погрешно позиционирање еколошких трошкова у експертској економској оцени може довести до прецењивања економске вредности резерви, приказа непостојећих актива и одређеног нивоа каснијих финансијских губитака (Тошовић, 2024а; Mudd, 2010; Lagos et al., 2018)

Основни циљ научно-истраживачког разматрања у овом раду је прелиминарно методолошко одређење функционалне позиције еколошких трошкова у експертској економској оцени минералних резерви, што подразумева место, улогу и значај еколошких трошкова у одговарајућем економском моделу лежишта, кроз експертску економску оцену. Обухватање ових еколошких трошкова је нарочито значајно у актуелним тржишним и еколошким условима минералне производње и функционисања минералног сектора, по једном од три издвојена модела функционалне позиције, у разматрању успешног финансијског менаџмента, као и еколошки одрживог пословања предузећа минералног сектора.

Експертска економска оцена и еколошки трошкови

У савременим турбулентним условима пословања предузећа минералног сектора дешавају се геополитичке и тржишне промене на посебно специфичном тржишту минералних сировина, које се директно одражавају на трошкове минералне производње, економске резултате и финансијску успешност пословања ових предузећа. При томе се могу издвојити два кључна аспекта пословног производно-финансијског разматрања (Тошовић, 2024b, 2025c, 2026): (а) Материјална производња минералних сировина; и (б) Финансијски резултат минералне производње.

Полазећи од општег економског приступа (Mankiw, 2021; Тошовић, 2024b, 2025b, 2026) оцене профитабилности пословања, повезаног са условима и начином примене финансијског менаџмента (Brigham & Ehrhardt, 2016; Тошовић, 2010, 2026; Bizmanualz, 2014), кроз пратећу експертску економску оцену се разматра покривање трошкова минералне производње. Без обзира на сложеност процеса минералне производње и комплексан утицај производних фактора (Тошовић, 2026; Kesler&Simon, 2016), међу евидентним и све значајнијим трошковима, у савременом еколошком тренду посебно место заузимају еколошки трошкови, са својом структуром, обимом и растућим износом. У складу са принципима менаџмента трошкова (Blocher et. al., 2018; Hansen&Mowen, 2002; Тошовић, 2026), посебна аналитичка пажња се посвећује односу еколошких трошкова са другим трошковима минералне производње. Економски посматрано нарочито је важан однос према цени коштања и

продајној цени минералне сировине, јер од тога зависи конкурентност предузећа и износ будуће добити/профита од минералне производње.

Експертска економска оцена, као специфичан облик геолошко-економске оцене, има развијену и методолошки јасно дефинисану структуру, коју чини мултидисциплинарни сет фактора (металогенетски, геолошки, техничко-експлоатациони, технолошки, регионални, тржишни, социјално-политичко-економско-стратегијски, геоеколошки и законодавно-правни), као и сет природних, сет вредносних и сет синтетских показатеља (Тошовић, 2025a, 2025b, 2026). У таквој мултифакторској експертској економској оцени могу се издвојити четири нарочито важна аналитичка аспекта, и то: (а) геолошки; (б) рударски; (в) економски; и (г) еколошки. У потпуној анализи прва два аспекта су базична, трећи је кровни, а четврти је актуелан у садашњем еколошком тренду и аналитички-позиционо паралелан са три претходна (Тошовић, 2025b, 2026).

У актуелним условима имплементације стратегије одрживог развоја у домену минералне економије Србије изузетно је велики значај експертске економске оцене минералних ресурса, нарочито њеног дела, који обухвата еколошку проблематику аналитички разматрану кроз геоеколошке факторе (Тошовић, 2025a, 2025b, 2026). Најважнији вредносни показатељ, који је позициониран и проистиче из анализе геоеколошких фактора, представљају еколошки трошкови.

Еколошки трошкови су посебна врста трошкова, који оптерећују 1 t минералне сировине у економској калкулацији цене коштања. Еколошки трошкови, као укупни трошкови, које предузеће има по основу екологије, у најзначајнијем обухватају (Тошовић, 2025b, 2026): (а) Одговарајуће еколошке таксе; (б) Трошкове накнаде штете власницима земљишта за нарушавање стања земљишта током геолошких истраживања; (в) Трошкове предузетих мера на превентивној заштити медијума животне средине; (г) Трошкове накнаде евентуално проузроковане штете током експлоатације, припреме и прераде минералне сировине; и (д) Трошкове рекултивације по завршетку експлоатационог процеса.

Експертска економска оцена као савремени стручно-методолошки алат применљив у минералној економији, омогућује, између осталих бројних вредносних показатеља, одређивање: (а) Цене коштања; и (б) Продајне цене минералног производа. У експертском аналитичком разматрању посебно је интересантно упоређивање еколошких трошкова са износом других врста трошкова у калкулацији цене коштања (Тошовић, 2025a, 2025b, 2026). Уколико је у питању еколошки „негативна“ минерална сировина, која има значајан утицај на медијуме животне средине, као и утицаје по којима треба предузимати већи обим мера превенције или смањења загађења, еколошки

трошкови ће расти и на тај начин утицати на повећање цене коштања јединице минералног производа. То ће економски посматрано смањивати износ добити/профита по јединици минералног производа, додатно утицати на економску исплативост и уједно оптерећивати економско-финансијско-менаџерско одлучивање о прихватљивости предметне инвестиције у минералну производњу одређене минералне сировине.

Економска анализа еколошких трошкова и њихове позиције у експертској економској оцени указује на трошкове еколошких мера и активности, које је неопходно предузети у минералној производњи, ради адекватне заштите медијима животне средине и примене принципа одрживог развоја у минералној економији.

У минералном сектору у савременим условима појављује се низ утицајних фактора везаних за пратеће еколошке аспекте минералне производње, и то: (а) Растући еколошки стандарди, посебно у Европској унији; (б) строжији еколошки захтеви финансијских институција (EBRD - European Bank for Reconstruction and Development и IFC - International Finance Corporation, World Bank Group); и (в) све већи еколошки значај друштвене лиценце за рад SLO (Social License to Operate), као концепта описа неформалног, континуираног одобрења и поверења, које локална заједница и шира јавност дају компанији и њеним минералним пројектима. У вези утицаја наведених фактора посебно се намеће позиционо питање оправданости традиционалног третирања еколошких трошкова као маргиналних трошкова и његовог унапређења у складу са савременим економским трендовима у минералној економији.

Предметно економско разматрање, у најједноставнијој практичној варијанти и позицији еколошких трошкова, може се илустровати на уобичајеном примеру експертске економске оцене на домаћем лежишту опекарске сировине (Тошовић, 2025с, 2026), у активној производњи цигле, црепа и шупљих блокова. У питању је мало лежиште са билансним резервама опекарске сировине од 420.725 t и годишњим капацитетом од 20.000 t, што значи век експлоатације од око 21. године. Трошкови извршених геолошких истраживања износе 8,98 дин/t (0,076 EUR/t), трошкови експлоатације су 209,13 дин/t (1,772 EUR/t), док су трошкови рудне ренте 20,07 дин/t (0,170 EUR/t), а укупни трошкови производње 261,60 дин/t (2,217 EUR/t). У делу са еколошким трошковима појављују се трошкови рекултивације од 3,00 дин/t (0,025 EUR/t), док су трошкови очувања и унапређења животне средине 6,35 дин/t (0,054 EUR/t). Иако је у питању опекарска сировина без додатних еколошких утицаја, еколошки трошкови су већи од трошкова геолошких истраживања за 4,12%, већи од трошкова радне снаге за 224,65%, чине 46,57% рудне ренте, 4,47% трошкова експлоатације, а учествују са 3,57% у укупним трошковима производње. С обзиром на нето добит од 55,14 дин/t (0,467 EUR/t) еколошки

трошкови износе 16,96 % предметног износа, а у продајној цени учествују са 2,83% (Тошовић, 2025с, 2026).

Износ еколошких трошкова се разликује од лежишта до лежишта, али и за различите минералне сировине. Еколошки трошкови су посебно високи за поједине металичне минералне сировине са нарочито израженим утицајем на животну средину, ради предузимања еколошких заштитних мера. Анализа еколошких трошкова и утицаја на минералну производњу је била присутна од почетних корака развоја савремене економске геологије и економске оцене рудних лежишта код нас (Тошовић, 2014, 2026), али је регулативним мерама посебно интензивирана, нарочито кроз обавезне заштите мере и рекултивацију (Тошовић, 2025а, 2026), како би се довела до нивоа савременог еколошког приступа у земљама са развијеним минералним економијама и производно интензивним минералним секторима.

Три модела функционалне позиције еколошких трошкова

У сложене минералне производне процесу, који се односи на различите металичне, неметаличне и енергетске минералне сировине, непосредно евидентирање и изражавање еколошких трошкова није довољно за комплетност експертског разматрања. Са стратегијског, оперативног, менаџерског и нарочито економског становишта, посебно је важно функционално позиционирање еколошких трошкова, које се односи на посебно специфицирање места, улоге и значаја предметних еколошких трошкова у сложене поступку њиховог: (а) идентификовања; (б) квантитативног изражавања; и (в) укључивања у одговарајуће делове економских прорачуна у склопу експертске економске оцене.

Комплексно разматрајући сложеност типа, услова и начина појављивања еколошких трошкова, на основу полазног аналитичко-синтетичког разматрања, имајући у виду парцијалне аналитичке ставове (Tilton, 2003; Crowson, 2003; JORC, 2012; CIMVAL, 2003; Lagos et al., 2018), генерално посматрано са становишта функционалне позиције прелиминарно се могу издвојити три карактеристична позициона модела, и то:

- (1) Резидуални позициони модел;
- (2) Интегративни позициони модел; и
- (3) Стратегијско-ризични позициони модел.

Резидуални позициони модел

Резидуални модел функционалне позиције еколошких трошкова се може назвати и традиционалним, односно маргиналним позиционим моделом.

Његова основна карактеристика је да се еколошки трошкови третирају као линеарна одбитна економска ставка на самом крају економске калкулације, односно одређивања укупног новчаног тока. Код овог модела се претходно дефинишу сви најважнији показатељи експертске економске оцене, као што су средњи садржај корисне компоненте, гранични садржај, минералне резерве и др. Формално, у оквиру стандардног економског модела, што може обухватити и групу DCF економских метода, еколошки трошкови су саставни део цене коштања јединице минералних резерви, тако да се заједно са осталим оперативним трошковима одузимају од тржишне цене минералне сировине. Таквим приступом еколошки трошкови се заправо појављују као део укупних расхода, односно економски се једноставно одузимају од укупних прихода, што нема повратног утицаја на полазне прорачунске показатеље значајне за лежиште минералних сировина и минералне резерве. Нпр. еколошки трошкови немају утицај на одређивање граничног садржаја, који је веома важан за оконтуривање рудног лежишта и одређивање предметних минералних резерви. Маргиналност овог модела се сагледава са становишта позиције еколошких трошкова, који утичу на смањење добити, односно профита од минералне производње, при чему директно не утичу на доношење одлуке о минералној производњи, односно експлоатацији предметне минералне сировине.

Функционална позиција еколошких трошкова код овог модела је заправо на крају ланца одлучивања о минералној производњи, а еколошки трошкови се појављују као трошковни износ, који се додаје на остале трошкове у цени коштања, односно одбија од тржишне цене. При томе ови еколошки трошкови немају утицај на гранични садржај (остаје исти без обзира на еколошке трошкове), немају утицај на минералне резерве (остају исте без обзира на еколошке трошкове), а једино имају утицај на статичку вредност резерви (без узимања временског фактора у обзир) и на динамичку вредност (са узимањем у обзир временског фактора) изражену кроз NPV (Net Present Value - Neto sadašnja vrednost) и IRR (Internal Rate of Return - Interna stopa povraćaja), које се линеарно смањују са порастом еколошких трошкова.

Критичка анализа (Tilton, 2003; Crowson, 2003) показује да овај резидуални позициони модел методолошки није најпотпунији, из више разлога: (а) прво, не обухвата чињеницу да еколошки трошкови нпр. везани за одлагање јаловине или третман отпадних вода зависе од количине руде која се експлоатише, односно прерађује. Уколико се ови трошкови не урачунавају у одређивање граничног садржаја (cut-off grade), руда која је на граници билансности, односно економске исплативости може постати ванбилансна, односно економски неисплатива када се додају еколошки трошкови; (б) друго, омогућују стварање илузије да су еколошки трошкови фиксни или релативно фиксни, што није тачно у већини рударских операција (Lagos et al., 2018); (в) треће, у пракси овај модел често доводи до прецењивања резерви и приказа

непостојећих актива, које се касније не могу искористити. Овај позициони модел је присутан у интерним смерницама или у рударским пројектима у земљама са ниским еколошким стандардима. У савременој експертској пракси према JORC-у (2012) и CIMVAL-у (2003), овај позициони модел се не препоручује.

Интегративни позициони модел

Интегративни модел функционалне позиције еколошких трошкова се може назвати и техничко-економским, односно граничним позиционим моделом. Његова основна карактеристика је да се еколошки трошкови третирају као саставни део оперативних трошкова по јединици производа, односно по тони руде или тони концентрата и директно улазе у поступак израчунавања граничног садржаја. Формално, гранични садржај се прорачунава узимајући у обзир збир трошкова експлоатације, трошкова припреме и прераде, трошкова транспорта и еколошких трошкова. Управо укључивање еколошких трошкова у одређивање граничног садржаја је основна разлика у односу на први резидуални модел функционалне позиције.

Функционална позиција еколошких трошкова у овом интегративном моделу је таква да економским прорачуном обухваћени еколошки трошкови имају исти третман као трошкови експлоатације, припреме, прераде и транспорта. При томе је утицај на кључне показатеље економске оцене различит. Повећање еколошких трошкова утиче на повећање граничног садржаја, док је утицај на минералне резерве обрнуто пропорционалан, јер мањи део лежишта улази у контуру минералних резерви. Утицај еколошких трошкова на статичку и динамичку вредност резерви се одражава не само кроз њихово линеарно смањење, већ и додатно смањење кроз смањење минералних резерви.

Критичка анализа овог интегративног модела показује да је методолошки исправан и представља минимум, који се очекује од савремене експертске оцене, како по принципима домаће експертске економске оцене, тако и према међународним захтевима JORC-а (2012). Овај позициони модел економски исправно третира еколошке трошкове као варијабилне, односно зависне од минералних резерви и омогућује реалну процену граничног садржаја и минералних резерви, а додатно је усклађен са стандардном рударском праксом у земљама са развијеном еколошком регулативом.

Међутим, овај интегративни модел има изражено ограничење, јер не узима у обзир временску дистрибуцију еколошких трошкова и ризик од промене регулативе. Наиме, овај модел претпоставља да су еколошки трошкови линеарно распоређени кроз димензију времена, што је неодговарајуће, јер су највећи еколошки трошкови везани за крај животног циклуса рудника.

Стратегијско-ризични позициони модел

Стратегијско-ризични модел функционалне позиције еколошких трошкова се може назвати и савременим, односно критеријумским позиционим моделом. Његова основна карактеристика је да се еколошки трошкови третирају на два нивоа. Први ниво је оперативни ниво, као у другом интегративном позиционом моделу у коме еколошки трошкови директно утичу на одређивање граничног садржаја, односно минералних резерви. Други ниво је стратегијско-ризични, који обухвата прилагођавање одговарајуће дисконтне стопе (r) и формирање потребног финансијског обезбеђења за будуће обавезе због ризика.

Формално посматрано, дисконтна стопа се дефинише кроз укључивање важеће каматне стопе, тржишног ризика пројекта, очекиваног приноса на тржишту капитала, уз додатно увећање премије за еколошки ризик (Тошовић, 2018, 2019). Последње наведено представља додатак дисконтној стопи, који одражава неизвесност будућих еколошких обавеза, везаних за непредвиђене еколошке инциденте, могућност поштравања еколошке регулативе и трошкове финансијског обезбеђења везаног за капитал.

Функционална позиција еколошких трошкова код овог стратегијско-ризичног позиционог модела је на два карактеристична места, и то: (а) у граничном садржају и минералним резервама, као делу оперативних трошкова према другом интегративном позиционом моделу; и (б) у дисконтној стопи кроз премију за еколошки ризик. При томе утицај на кључне показатеље гранични садржај и минералне резерве исти је као у другом интегративном моделу. Утицај на дисконтну стопу је такав да она расте са порастом еколошких ризика. Утицај на динамичку оцену дату кроз NPV је са двоструким смањењем, прво кроз смањење минералних резерви, као у другом интегративном моделу, а друго кроз вишу дисконтну стопу која смањује садашњу вредност будућих новчаних токова. Посебно је изражен утицај на класификацију резерви, јер висок еколошки ризик може довести до прекласификовања из доказаних у вероватне резерве, или чак искључење из категорије минералних резерви у категорију минералних ресурса (JORC, 2012).

Критичка анализа овог стратегијско-ризичног модела показује да је практично и методолошки најисправнији и у складу је са савременом праксом економског вредновања минералних пројеката у високоризичним околностима (CIMVAL, 2003; Roscoe, 2003; Nyer & Wu, 2024; McCombe, 2003). Овај стратегијско-ризични позициони модел узима у обзир временску дистрибуцију еколошких трошкова, по којој највећи трошкови настају на крају експлоатације, па је њихов утицај на садашњу вредност минералних резерви мањи, иако је и даље значајан, али се дисконтовање врши вишом дисконтном стопом. Осим тога позициони модел рефлектује реалност финансијског обезбеђења везаног капитала, који има опортунитетни трошак и додатно омогућава упоредивост

пројеката са различитим еколошким ризицима, нпр. рудника у EU vs. рудника у земљи са слабијом еколошком регулативом. Надасве модел је усклађен са савременим захтевима финансијских институција (EBRD и IFC), које све више траже експлицитно укључивање еколошког ризика у дисконтну стопу. Основни недостатак је сложеност квантификације премије за еколошки ризик, јер не постоји јединствена формула њеног одређивања, тако да се процена врши експертски, на основу упоредних пројеката и анализе осетљивости (Lagos et al., 2018).

Временско дислоцирање еколошких трошкова

Минерални сектор за разлику од већине индустријских сектора, има јединствену карактеристику везану за еколошке трошкове, а то је да највећи део ових трошкова не настаје током фазе минералне производње, већ након затварања рудника, понекада и деценијама након престанка процеса експлоатације (Otto, 2010). Ова временска дислокација ствара значајне потешкоће у експертској економској оцени, јер се такве будуће финансијске обавезе отежано економски прецизно квантификују и дисконтују.

Један од значајних аспеката за разумевање функционалне позиције еколошких трошкова јесте њихова асиметрична временска дистрибуција. Еколошки трошкови су ниски током фазе минералне производње (углавном еколошки мониторинг и текуће мере еколошке заштите), а веома велики еколошки трошкови у фази затварања и пост-затварања (рекултивација, ремедијација и дугорочни мониторинг). Оваква дистрибуција има две важне импликације за експертску економску оцену. Прва импликација је на проблем дисконтовања, јер се будући трошкови (затварања) дисконтују и свode на садашњу вредност, што их чини наизглед нижим. Међутим, уколико су довољно високи (нпр. реда величине 100 мил. EUR), њихова садашња вредност и даље значајно утиче на NPV. Друга импликација је на проблем обезбеђења потребних финансијских средстава, јер регулаторна тела често захтевају да предузеће још током минералне производње формира финансијско обезбеђење (гаранције, депозите и банкарске гаранције) за будуће затварање (Otto, 2010). Ово обезбеђење представља опортунитетни трошак капитала, односно финансијски износ, који је пасиван, и не може се улагати.

Интернализација екстерних еколошких трошкова

Извршено разматрање функционалне позиције еколошких трошкова у научно-истраживачком, методолошком и оперативном смислу неопходно је наставити посебно у делу класификације и појединачног издвајања карактеристичних еколошких трошкова, како у делу са геолошким истраживањима, тако нарочито у делу са минералном производњом, односно експлоатацијом,

припремом и прерадом минералних сировина. При томе је посебно специфично питање издавања (Тошовић, 2003):

(а) Интерних еколошких трошкова; и

(б) Екстерних еколошких трошкова.

Интерни еколошки трошкови се издавају према фазама животног циклуса рудника и њих је дужно да сноси рударско предузеће по закону или концесионом уговору. Екстерни еколошки трошкови су трошкови које, према ранијем приступу, директно не сноси рударско предузеће, већ друштво у целини, односно локална заједница, држава или будуће генерације. У класичној економској теорији, ови трошкови представљају негативне екстерналије, које на тржишту треба оцењивати економски адекватно (Tilton, 2003).

Посебан проблем екстерних трошкова је у томе што нису укључени у стандардну експертску економску оцену минералних резерви (Crowson, 2003; Tilton, 2003). То значи да пословање рудника може бити економски оправдано са становишта инвеститора, али неоправдано са становишта друштва у целини. Оваква ситуација може довести до прекомерне експлоатације и стварања „зелених дугова“, које плаћају будуће генерације (Valero & Valero, 2014). У савременој минералној економији, посебно у земљама Европске уније, све је израженији тренд интернализације екстерних трошкова кроз одговарајуће еколошке таксе, накнаде за емисије, обавезне гаранције и строже стандарде извештавања (Lagos et al., 2018). У савременој експертској економској оцени овакав приступ интернализације екстерналија, последично методички значи преусмеравање екстерних трошкова у категорију интерних трошкова. На тај начин и ови трошкови економски оптерећују трошкове минералне производње, како би исте сносио инвеститор који улаже у геолошка истраживања и минералну производњу, односно експлоатацију, припрему и прераду минералне сировине, чиме ће бити мотивисанији на смањење утицаја на животну средину и мање изазивање еколошких последица минералне производње.

Предметно експертско разматрање проблематике еколошких трошкова, као и прелиминарно експертско-економско разматрање функционалне позиције еколошких трошкова је посебно значајно у актуелним условима минералног сектора Србије и Републике Српске и присуства већег броја страних компанија, које се баве истраживањем и потенцијалним разматрањем експлоатације минералних сировина. Исто је посебно значајно код разматрања еколошких аспеката одређене минералне производње, нарочито у светлу еколошко-политичких протеста против експлоатације на појединим

подручјима са одређеним минералним резервама. С друге стране предметно разматрање је важно због потребе предочавања научно-стручних геолошких, рударских, економских и еколошких аргумената о неопходним условима минералне производње, посебно са становишта очувања животне средине и обезбеђења услова одрживог развоја минералног сектора и даљег привредног развоја земље.

Закључак

Савремено функционисање минералног сектора захтева интеграцију тржишних критеријума и економског вредновања минералних резерви, узимајући у обзир њихов растући стратегијски, тржишни и економски значај, али и одговарајуће еколошке аспекте. Експертска економска оцена представља кључан аналитички метод и алат за економску оцену тржишне вредности минералних резерви лежишта, кроз мултидисциплинарни сет фактора и показатеља. Традиционални модели вредновања су фокусирани на геолошке, техничке и тржишне факторе, а еколошки аспекти су класично били представљени наметнутом регулаторном потребом и обавезом. У актуелном еколошком тренду и уз примену принципа одрживог развоја, еколошки трошкови више нису маргинални, већ постају интегрални елемент, који битно утиче на економску вредност минералних резерви.

Експертска економска оцена представља развијен методолошки систем оцене у коме су геоеколошки фактори издвојени као један од четири кључна аналитичка аспекта, паралелан геолошком, рударском и економском. Еколошки трошкови, као директан позициони резултат анализе геоеколошких фактора, представљају посебну врсту трошкова, који оптерећују цену коштања минералне сировине и тиме директно утичу на профитабилност и конкурентност предузећа минералног сектора. Раст еколошких трошкова повећава цену коштања и смањује профит по јединици производа, што додатно компликује економску исплативост и инвестиционе одлуке у геолошким истраживањима.

Са становишта функционалне позиције еколошких трошкова генерално се могу издвојити три позициона модела, и то: (а) Резидуални; (б) Интегративни; и (в) Стратегијско-ризици позициони модел. По првом моделу еколошки трошкови су одбитна ставка на крају експертске економске анализе, други модел се укључује у прорачун граничног садржаја и минералних резерви и представља минимум у савременој експертској пракси, а трећи модел поред интеграције уводи и премију за еколошки ризик у дисконтну стопу, методолошки је најисправнији и препоручује се нарочито за пројекте са израженим еколошким ризицима. Свеобухватна експертска позициона економска анализа, којом се еколошки трошкови економски, менаџерски и производно третирају на савремен начин, служи као основ за процену еколошких ризика и нарочито за дефинисање нивоа еколошке безбедности, чиме се стварају

предуслови за економски и производно успешну минералну производњу и одрживи развој минералног сектора, као основе даљег привредног развоја земље.

Захвалност

Рад је настао као резултат научно-истраживачког пројекта финансираног од стране Министарства науке, технолошког развоја и иновација по основу Уговора бр. 451-03-34/2026-03/ 200126.

Референце/Литература

- Badakhshan, N., Shahriar, K., Afraei, S., & Bakhtavar, E. (2023). Determining the environmental costs of mining projects: A comprehensive quantitative assessment. *Resources Policy*, 82, 103561.
- Bastianin, A., Del Bo, C.F., & Shamsudin, L. (2026). The geography of mining and its environmental impact in Europe. *Regional Science Policy & Practice*, 100256.1-100256.16.
- Bizmanualz. (2014). *Finance Policies and Procedures Manual*. New Content Edition, Bizmanualz, Inc.; New Content edition, 616 pp., St. Louis, Missouri.
- Blocher, E., Stout, D., Juras, P. & Smith, S. (2018). *Cost Management: A Strategic Emphasis*. 8th Edition, McGraw Hill, 976 pp., New York.
- Brigham, E.F. & Ehrhardt, M.C. (2016). *Financial Management: Theory & Practice*. Cengage Learning, 15th edition, 1200 pp., Boston, Massachusetts.
- Buchanan, D.L., & Davis, M.H.A. (2025). Constraints on mineral resource development. *U Metals and Energy Finance: Interrelationship between Technical and Financial Risk in Mineral Projects* (pp. 77-104).
- CIMVAL (Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum). (2003). *Standards and guidelines for valuation of mineral properties (CIMVAL)*. CIM.
- Chen, J., Wang, J., Liu, J., & He, Z. (2025). A preliminary study on dynamic technical and economic evaluation of mineral deposits. *Geology of Mineral Deposits*, 44(2), 259-278.
- Crowson, P. (2003). Mine size and the structure of costs. *Resources Policy*, 29(1–2), 15–36.
- Hansen, D.R., & Mowen, M.M., (2002). *Cost Management: Accounting & Control*. South-Western College/West, 4th Edition, 1056 pp., Texas, Georgetown.
- JORC (Joint Ore Reserves Committee). (2012). *The Australasian Code for reporting of exploration results, mineral resources and ore reserves (The JORC Code, 2012 Edition)*. JORC.
- Kesler, S.E., & Simon, A.C. (2016). *Mineral Resources, Economics and the Environment*. Cambridge University Press, 2 edition, London, 446 pp.
- Lagos, G., Peters, D., Videla, A., & Jara, J. J. (2018). The effect of mine aging on the evolution of environmental footprint indicators in the Chilean copper mining industry 2001–2015. *Journal of Cleaner Production*, 174, 389–400.
- Lodhi, I.A., & Thampapillai, D.J. (2024). A Knetsch proposition and a due process for the evaluation of mining projects in ecologically sensitive areas: An illustration through two Australian case studies. *Singapore Economic Review*, 69(4), 1361-1378.
- Mankiw, G. (2021). *Principles of Macroeconomics*. Cengage Learning; 8th edition, 576 pp., Boston.

- McCombe, D. (2003). Canadian standards for valuation of mineral properties. *Proceedings of the CIM 2003 Conference and Exhibition*, Vancouver, Canada.
- Mudd, G. (2010). The ultimate sustainability of mining-linking key mega-trends with 21st century challenges. In *Sustainable mining conference* (pp. 351-373). Australasian Institute of Mining and Metallurgy (AusIMM).
- Nyer, D. & Wu, X. (2024). Valuation of non-producing mineral properties. The Guide to Mining Arbitrations - Second Edition, *Global Arbitrations Review*, Law Business Research, 18 pp., Palo Alto, United States.
- Otto, J. M. (2010). Global trends in mine reclamation and closure regulation. In *Mining, society, and a sustainable world* (pp. 289–321). Springer.
- Roscoe, W. E. (2003). Valuation of non-producing mineral properties. *Proceedings of the CIM 2003 Conference and Exhibition*, Vancouver, Canada.
- Tilton, J. E. (2003). *On borrowed time: Assessing the threat of mineral depletion*. Resources for the Future / Routledge.
- Tošović, R. (2003). Economic Considerations of the Relationship of National Income, Mineral Reserves and Environmental Accounting, *Proceedings of the VII International Scientific and Professional Conference POLITEHNIKA-2023, Academy of Applied Technical Studies Belgrade*, 124-129, Belgrade.
- Tošović, R. (2010). Management in Modern Conditions of Serbian Mineral Economy. *Proceeding of MISKO 10*, Belgrade, pp. 411-434.
- Tošović, R. (2014). Ekonomska geologija. Poglavlje 3.3. u monografiji: Srpsko rudarstvo i geologija u drugoj polovini XX veka, Glavni urednik Vujić S., Urednik Jelenković R., Akademija inženjerskih nauka Srbije, Matica Srpska, Rudarski institut d.o.o., pp. 131-144, Beograd.
- Tošović, R. (2018). Generalne vrste rizika pri geološko-ekonomskoj oceni rezultata geoloških istraživanja mineralnih sirovina. *Zbornik radova Simpozijuma „Nikola Pantić – čovek i priroda u spirali vremena, Srpsko geološko društvo*, pp. 50-56, Belgrade.
- Tošović, R. (2019). Economic and Ecological Risks in the Economic Evaluation of Mineral Reserves of Tailings as Technogenic Mineral Deposits. *International Scientific Conference: Effects of Natural and Technological Disasters on Environment and Economy, Book of abstracts*, pp. 155-156, Belgrade.
- Tošović, R. (2024a). Financial Policy of Companies in the Mineral Sector as a Factor of Financial Management in the Modern Business Conditions of the Mineral Economy. *Proceeding of MG 2024*, pp. 263-276, Beograd.
- Tošović, R. (2024b). Financial Policy of Companies in the Mineral Sector as a Factor of Financial Management in the Modern Business Conditions of the Mineral Economy. *Proceeding of Mining and Geology Today III International Symposium MG 2024*, Beograd, 28-29 November 2024, pp. 263-276, Beograd.
- Tošović, R. (2024c). Financial Decisions in Enterprises of the Mineral Sector as Part of Financial Management. *Proceeding of 27th International Conference Dependability and Quality Management ICDQM-2024*, Research Center of Dependability and Quality Management DQM, pp. 251-262, Belgrade.
- Tošović, R. (2024d). Financial Policy of Companies in the Mineral Sector as a Factor of Financial Management in the Modern Business Conditions of the Mineral Economy. *Proceeding of Mining and Geology Today III International Symposium MG 2024*,

- Beograd, 28-29 November 2024, pp. 263-276, Beograd.
- Tošović, R. (2024e). Financial Decisions in Enterprises of the Mineral Sector as Part of Financial Management. *Proceeding of 27th International Conference Dependability and Quality Management ICDQM-2024*, Research Center of Dependability and Quality Management DQM, pp. 251-262, Belgrade.
- Tošović, R. (2025a). Managerial-economic Aspects of the Participation of Environmental Costs in the Cost Price of Mineral Raw Materials in the Mineral Sector. *Conference Proceedings, International Scientific and Professional Conference POLITEHNIKA-2025*, pp. 224-229, Belgrade.
- Tošović, R. (2025b). Ekspertska ekonomska ocena mineralnih rezervi, ekološki troškovi i cena mineralnih sirovina u mineralnoj ekonomiji. *Zbornik radova Okruglog stola/stručnog savetovanja, Rudarstvo kao prilika za ekonomski razvoj i ekološki izazovi*, Univerzitet u Banjoj Luci, 87-101 pp., Banja Luka.
- Tošović, R. (2025c). Ekspertska ekonomska ocena opekarskih mineralnih resursa. Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, 37 pp., Beograd.
- Tošović, R. (2026). Current Position of Environmental Costs in the Expert Economic Evaluation of Mineral Reserves in the Mineral Economy. Book of extended abstracts, 19th Serbian Geological Congress "Geology for Sustainable Solutions", 6 pp. (in print), Bor-sko Jezero.
- Valero, A., & Valero, A. (2014). *Thanatia: The destiny of the Earth's mineral resources – A thermodynamic cradle-to-cradle assessment*. World Scientific.

СТАЊЕ ГЕОЛОШКЕ СТРУКЕ У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ – ПРОБЛЕМИ, НЕПРАВИЛНОСТИ И ИЗАЗОВИ ДАЉЕГ РАЗВОЈА

Бранко Иванковић¹

e-mail: ivankovic@ibis.ba

1-Ибис-инжењеринг д.о.о

Апстракт

Геолошка струка у Републици Српској има значај који далеко превазилази уске оквире истраживања минералних сировина, геотехничких испитивања и истраживања подземних вода. Њена улога је од суштинског значаја за управљање минералним ресурсима, заштиту и рационално коришћење подземних вода, планирање простора, изградњу инфраструктурних објеката, процјену геолошких хазарда и заштиту животне средине. Упркос томе, положај геолошке струке у пракси није у складу са њеним стварним друштвеним и стручним значајем. У раду се указује на кључне проблеме који оптерећују геолошку струку у Републици Српској, прије свега њену маргинализацију у процесима одлучивања, формализацију геолошке документације, слабљење теренских истраживања, недовољну контролу квалитета стручног рада, кадровску ерозију и недовољну модернизацију. Посебно се наглашава да основни проблем није у томе што геолошка дјелатност није нормативно препозната, већ у томе што геолошка струка није довољно снажно присутна тамо гдје се доносе кључне одлуке, а додатно забрињава чињеница да у посљедње вријеме ни унутар саме струке није у довољној мјери препознат сопствени значај и одговорност. Закључује се да је за опоравак и унапређење геолошке струке неопходан озбиљан институционални и стручни заокрет, који подразумијева јачање улоге геологије у процесима одлучивања, досљеднију примјену стручних стандарда и активније ангажовање геолога у циљу афирмације струке и њеног стварног значаја у друштву.

Кључне речи: геолошка струка, геолошка истраживања, минерални ресурси, стручни проблеми, институционални положај.

Тема скупа: Геологија и геолошка истраживања и заштита животне средине-актуелна питања и дилеме

Увод

Геологија није украсна струка. Она је једна од оних дисциплина које се највише примјећују онда када су занемарене. Док је присутна и озбиљно укључена, пројекти се планирају сигурније, ресурси се користе рационалније, а простор се разумије прије него што буде неповратно оптерећен и уништен. Када је потиснута, посљедице се нужно не виде одмах у записнику, него касније на

терену: кроз активирање клизишта, лоше лоцирана изворишта, погрешно усмјерена истраживања минералних сировина, повећане трошкове експлоатације и санације које су скупље од онога што је на почетку “уштеђено” кроз јефтину пројектну документацију.

У Републици Српској геолошка дјелатност није правно неуређена и има релативно дугу традицију законске утемељености. Напротив, посљедњи важећи Закон о геолошким истраживањима донесен је 2022. године, Закон о рударству важи од 2018. године, а област геологије додатно је разрађена и правилницима из 2023. године који уређују садржај геолошких програма и пројеката, класификацију и категоризацију резерви минералних сировина, као и стручни испит у области геологије. Поред тога, геолошка струка је функционално повезана са прописима из области просторног уређења и грађења, вода и заштите животне средине.

Зато овај рад полази од једноставне, али неугодне истине: проблем геолошке струке у Републици Српској није првенствено нормативни, него системски и практични. Другим ријечима, проблем није то што закон не познаје геологију, него што пракса често не показује довољно поштовања према ономе што геологија значи.

Циљ рада је да се критички и отворено сагледа стварно стање геолошке струке у Републици Српској, укаже на кључне проблеме, неправилности и развојне изазове, те понуде правци озбиљног опоравка струке.

Правни и институционални оквир

Не треба се заваравати да је геолошка струка “изван система”. Није. Законски оквир постоји и релативно је јасан.

Први Закон о геолошким истраживањима Републике Српске донесен је 2004. године („Службени гласник Републике Српске“, број 51/04), чиме је престао да важи Закон о геолошким истраживањима СР БиХ („Службени лист СР БиХ“, бр. 35/79 и 15/90), који је до тада примјењиван. Након тога, 2010. године усвојене су измјене и допуне Закона о геолошким истраживањима („Службени гласник РС“, број 75/10), а затим је 2013. године донесен нови Закон о геолошким истраживањима („Службени гласник РС“, број 110/13). И овај закон је у каснијем периоду мијењан и допуњаван, и то 2017. и 2019. године („Службени гласник РС“, бр. 91/17 и 107/19).

Тренутно важећи Закон о геолошким истраживањима донесен је 2022. године („Службени гласник РС“, број 64/22), а његове измјене и допуне усвојене су 2024. године („Службени гласник РС“, број 63/24). Наведене законске измјене и допуне имале су за циљ унапређење нормативног оквира геолошке

дјелатности, прецизније уређење поступака и прилагођавање закона потребама праксе, струке и савремених друштвених и привредних околности.

Међутим, и поред континуираног нормативног развоја, може се констатовати да поједина законска рјешења нису у потпуности одговорила стварним потребама геолошке струке, тржишта и времена у коме живимо. У пракси су присутни проблеми пренормисаности појединих сегмената закона, недовољне спроводљивости одређених одредби, као и недоследне примјене законских рјешења, што додатно отежава функционисање геолошке дјелатности у пракси.

Важно је истаћи да Министарство надлежно за енергетику и рударство на својим званичним страницама води посебан сет прописа из области геологије и рударства. Ту се, између осталог, налазе Закон о геолошким истраживањима („Службени гласник Републике Српске“, број 64/22 и 63/24), Закон о рударству („Службени гласник Републике Српске“, број 62/18), као и више правилника донесених током 2023. године, којима се детаљније уређују поједине стручне процедуре и области геолошке дјелатности.

Поред надлежног министарства, у институционалном смислу значајну улогу има и Завод за геолошка истраживања Републике Српске са сједиштем у Зворнику, док је надзор над примјеном закона и подзаконских аката повјерен Републичкој управи за инспекцијске послове, односно техничкој инспекцији и геолошком инспектору. Такође, у Републици Српској постоји и Савез инжењера рудара и геолога Републике Српске, који је требао представљати важан облик струковног организовања, међусобног повезивања и заштите професионалних интереса инжењера. Међутим, и поред труда појединих ентузијаста, Савез није добио ширу и континуирану подршку саме струке, те је у овом тренутку практично ван функције и без значајнијег утицаја на положај и афирмацију геолошке струке.

Управо та чињеница додатно указује на један од дубљих проблема геолошке струке — недостатак довољног степена унутрашње професионалне повезаности, заједничког наступа и институционалне самозаштите.

Због тога се, и поред постојања релативно развијеног нормативног и институционалног оквира, у пракси и даље поставља питање стварне снаге и капацитета институција и саме струке да обезбиједе досљедну примјену прописа, заштиту стручних стандарда и пуну афирмацију геологије у систему одлучивања.

Истовремено, геологија није затворена сама у себе. На њу се наслањају и други системи:

- област просторног уређења и грађења, гдје се у пракси и даље позива на

Закон о уређењу простора и грађењу (“Службени гласник РС”, бр. 40/13, 2/15 – одлука Уставног суда, 106/15, 3/16, 104/18 – одлука Уставног суда и 84/19);

- област вода, уређена Законом о водама (“Службени гласник РС”, број 50/06, 92/09, 121/12 и 74/17);

- област заштите животне средине, кроз Закон о заштити животне средине (“Службени гласник РС”, број 71/12) и касније измјене, укључујући измјене из 2015. и 2020. године.

Дакле, није тачно да геологија нема прописану улогу. Има је. Али није довољно да струка буде поменута у закону; мора имати стварну тежину у поступку. Управо ту почиње главни проблем. У пракси се често дешава да је геологија присутна формално, али не и одлучујуће. Струка постоји у регистру прописа, а слаби у регистру стварног утицаја. То је прва велика дијагноза овог рада.

Стварно стање геологије

Најпоштеније речено, геолошка професија у Републици Српској данас није мртва, али није ни на мјесту које јој припада. Она постоји, ради, израђује документацију, учествује у истраживањима и процедурама, али је њен положај често сведен на минимум потребан да систем формално функционише.

Ту треба бити директан: геологија је често третирана као сервис, а не као темељ. Умјесто да претходи озбиљним одлукама о простору, ресурсима и захватима, она се неријетко уводи тек када треба “затворити документацију”, испунити услов или административно покрити пројекат. Тај модел је суштински погрешан. Геолошка подлога мора претходити одлуци, а не долазити као њено накнадно оправдање.

Овај раскорак између формалне улоге и стварног третмана посебно је видљив ако се упореди ширина прописа са уским дометом њихове примјене у пракси. Постоје закон, правилници, класификације резерви, програми стручног испита и уређене процедуре, али сама чињеница да је систем нормативно попуњен не значи да је струка институционално јака. Управо супротно: некад се иза мноштва процедура сакрије одсуство стварне стручне храбрости.

Иако геолошка струка у Републици Српској и даље располаже значајним стручним потенцијалом, може се констатовати да њен стварни положај није у потпуности у складу са њеним значајем за друштво и привреду. У области минералних сировина, подземних вода, инжењерске геологије и геотехнике реализован је значајан број пројеката који потврђују да у Републици Српској постоји потребно знање и искуство за рјешавање сложених геолошких проблема. Међутим, упркос томе, улога геолога у процесима планирања и доношења одлука често није сразмјерна значају геолошких подлога и

информација на којима се те одлуке заснивају.

Истовремено, савремени развојни процеси додатно повећавају значај геолошке струке. Питања управљања минералним ресурсима, заштите подземних вода, енергетске транзиције, изградње инфраструктурних објеката и ублажавања посљедица природних хазарда захтијевају активно учешће геолога и све већи ниво стручне одговорности. Због тога се питање стварног стања геологије не може посматрати искључиво као струковно питање, већ и као важно развојно питање Републике Српске.

Кључни проблеми и неправилности

Очито је да цијела инжењерска струка има исте или сличне проблеме и да се они како вријеме одмиче мултиплицирају. Неки од кључних проблема геолошке струке су:

1. Маргинализација струке у одлучивању. Највећи проблем геолошке струке није то што је неко отворено негира. Већи проблем је што је систем тихо спушта на споредно мјесто. Геолог се често тражи онда када је “ред” да га се тражи, а не онда када је стварно потребно да његова ријеч усмјери пројекат. То је лош модел. Геолошка струка мора бити укључена на почетку, у фази процјене терена, планирања захвата, процјене ризика и рационалног коришћења ресурса. Ако се укључи тек на крају, она више не води пројекат кроз разумијевање простора него само покушава да ублажи посљедице туђих ранијих претпоставки. У том смислу може се отворено рећи: у дијелу праксе геологија није потцијењена зато што је неважна, него управо зато што њени налази могу успорити површне и пребрзе одлуке. А систем који више воли брзину него истину увијек ће имати проблем са озбиљном струком. Истиче се и чињеница да тренутно геолози немају ни значајне функције у институцијама да би могли да креирају одређену квалитетну стратегију развоја и правце дјеловања.

2. Формализација елабората. Други велики проблем је претварање геолошке документације у пуку форму. Елаборат би морао бити стручни документ са тежином, аргументима и одговорношћу. У лошој пракси он постаје папир који треба предати. Ту треба рећи без увијања: кад елаборат постане формалност, геологија престаје бити струка и постаје административни додатак. То је најбржи пут у деградацију професије.

Није сврха елабората да “постоји”, него да буде тачан, провјерљив и стручно одбрањив. Ако систем награђује брзину предаје више него озбиљност садржаја, онда не подстиче квалитет, него га руши. Исти случај је и са Пројектима геолошких истраживања. У принципу највише је пажње посвећено формалним стварима да пројекат буде усклађен са правилником, да има сва потребна поглаваља те графичке прилоге.

3. Слабљење теренског рада. Геологија без терена је "полуструка". Ниједан софтвер, дигитални модел или кабинетска интерпретација не могу у потпуности замијенити искусног геолога на терену. Може постојати канцеларијска обрада, могу постојати базе података и дигитални алати, али без озбиљног теренског рада геолошки закључак нема пуну тежину. Зато је посебно опасно када се истраживања сведу на минимум. У таквом моделу не добија се стварна слика терена, него најјефтинија верзија могуће слике. А најјефтинија слика терена често последице постаје најскупља грешка пројекта. Управо због тога правилници који уређују садржај програма основних геолошких истраживања и пројеката детаљних геолошких истраживања имају смисла само ако се њихова логика стварно проводи, а не ако остане мртво слово на папиру. Такође, све је мање стручњака геолога који знају да геолошки, хидрогеолошки или инжењерскогеолошки картирају терен, да користе компас и теренске алате за рад. Исто тако све се мање цијени геолошки теренски радови, све се мање исти и предвиђају пројектима истраживања. Ако узмемо у обзир клизишта, управо је инжењерскогеолошко картирање једна од најважнијих фаза истраживања. Без правилног сагледавања узрока и механизма клизања терена, ни истражне бушотине ни касније санационе мјере не могу дати пуни ефекат.

4. Слаба контрола квалитета. Свака озбиљна струка мора имати јасну унутрашњу линију одговорности: ко ради, ко провјерава, ко одговара за погрешан закључак и ко има снагу да каже да посао није урађен како треба. Када та линија ослаби, критеријум пада. Тада више није пресудно шта је стручно исправно, него шта је процедурално довољно. То је опасна тачка за сваку професију, а нарочито за геологију, јер се геолошке грешке не завршавају у фасцикли. Оне се прелију на терен, објекте, воду, експлоатацију и јавну безбједност. Опет се истиче да је Законом о геолошким истраживањима предвиђена ревизија пројеката детаљних геолошких истраживања, надзор над извођењем истраживања као и ревизија елабората, међутим у пракси се ове активности веома често не спроводе или се формално спроводе што опет указује да се не раде на начин како то треба и на начин да се очува квалитет и дигнитет геолошке струке.

5. Кадровска ерозија. Геолошки сектор се не урушава само недостатком или лошим прописима и неспровођењем истих. Урушава се и онда када остане без континуитета људи. Ако нема довољно младих стручњака, ако нема јаког преноса теренског искуства и ако се професија доживљава као слијепа улица, онда се знање гаси спорије него институције, али једнако опасно. То је проблем који се не види одмах али у једном моменту кад је можда и касно схвати се да више нема кадрова који могу да афирмишу струку, а кад систем схвати да нема довољно озбиљних људи који могу носити сложене геолошке послове, тада је штета већ направљена.

Генерално се може рећи да је у задњих десет година све мањи број студената генерално, а то се посебно односи на инжењерске струке. Са тим проблемом се сусрећу и много веће земље са дужом традицијом геолошких факултета. У Републици Српској се инжењерски кадар из области геологије образује на Рударском факултету у Приједору док је такође 2023 године уписана и прва генерација геолошких техничара у ЈУ Техничка школа Бања Лука. Важно је истаћи да у значајном броју институција и установа нису запослени инжењери геологије, иако је систематизацијом радних мјеста предвиђено њихово присуство. Разлози за то су различити — од недостатка кадрова до недовољног препознавања значаја геолошке струке у појединим сегментима система. Као што је раније наведено, постоји и Савез инжењера геолога и рудара Републике Српске који никад није заживио у пуном капацитету и који је требао да представља и мјесто окупљања геолога али је као и многе друге иницијативе остало мртво слово на папиру.

6. Недовољна дигитализација и примјена савремених метода. Један од проблема који се све више уочава у геолошкој струци јесте недовољно и неуједначено коришћење савремених дигиталних алата и метода истраживања. Иако су у свијету геолошка истраживања већ деценијама снажно повезана са геоинформационим системима (GIS), даљинском детекцијом, дигиталним моделима терена и нумеричким моделовањем, у дијелу домаће праксе ови алати се и даље користе ограничено, формално или само онда када су изричито захтијевани од стране инвеститора или међународних пројеката. Проблем није у томе што класичне геолошке методе више немају значај — напротив, теренски рад и директно геолошко посматрање остају основ струке — али савремена геологија више не може почивати искључиво на традиционалном приступу. Данас се озбиљна геолошка, хидрогеолошка и инжењерскогеолошка истраживања све више ослањају на интеграцију теренских података са дигиталним просторним анализама, нумеричким симулацијама и савременим системима управљања подацима и коришћењем адекватних програма. Посебно је значајна примјена GIS технологија које омогућавају просторну анализу геолошких, хидрогеолошких и геотехничких података, повезивање различитих извора информација, анализу ризика, праћење промјена у простору и ефикасније планирање истраживања. У области инжењерске геологије и заштите од клизишта, LiDAR снимања и дигитални модели терена данас представљају важан алат за идентификацију морфолошких промјена и потенцијално нестабилних зона, док се у хидрогеологији све више користе нумерички модели тока подземних вода и транспорта загађења. Међутим, у пракси Републике Српске и даље је присутан недостатак јединствених дигиталних база геолошких података, недовољна доступност старих истражних података у дигиталном облику, као и ограничена институционална подршка развоју дигиталног геолошког катастра и модерних информационих

система. Значајан дио документације и даље постоји искључиво у папирном облику, што отежава приступ подацима, њихово упоређивање и дугорочно коришћење у планирању и управљању простором. Додатни проблем представља чињеница да се савремене методе понекад доживљавају као формални „технички додатак“, а не као стварни инструмент за подизање квалитета истраживања и смањење ризика. Без озбиљније дигитализације и модернизације геолошка струка ризикује да постепено изгуби корак са савременим стандардима истраживања и управљања природним ресурсима.

7. Потискивање струке инвеститорском и административном логиком. Дио проблема геолошке струке настаје онда када се стандард рада мјери роковима и цијеном, а не квалитетом података и сигурношћу закључка. Инвеститор жели брзину. Администрација жели затворен предмет. Струка мора жељети истину о терену. Кад се та три интереса сударе, геологија често буде та од које се очекује да “буде флексибилна”. Али геологија не смије бити флексибилна према чињеницама. Терен је или истражен како треба или није. Резерва је или класификована озбиљно или није. Ризик је или процијењен стручно или није. Зато је важно што су 2023. донесени и правилници о класификацији и категоризацији резерви минералних сировина те о стручном испиту у области геологије: они формално постављају стандарде, али сама формализација стандарда неће спасити струку ако иза ње не стоји институционална воља да се стандард и одбрани.

На бази изнесених чињеница може се рећи геолошка струка уређена бар на основном нивоу: постоје закони, постоје правилници, постоје процедуре, постоје институционалне везе са рударством, простором, водама и екологијом, али исто тако треба истаћи да постоје значајни проблеми који доприносе деградацији струке. Посебно забрињава чињеница да се у дијелу праксе геолошка истраживања све чешће посматрају као трошак који треба минимизирати, а не као основа на којој треба градити сигурност, одрживост и дугорочну оправданост пројекта.

Посљедице оваквог стања

Кад је геологија слаба, не слаби само геолог и геолошка струка. Слаби простор. Слаби јавни интерес.

Посљедице су вишеструке. Слабија геолошка основа значи већи ризик од погрешних процјена терена, лошијих инфраструктурних рјешења, скупљих накнадних санација, неефикаснијег коришћења минералних сировина, лошије заштите подземних вода и слабијег разумијевања еколошких ограничења. То није теоријска опасност. Сама чињеница да су геологија, рударство, просторно уређење, воде и заштита животне средине уређени кроз међусобно повезане

прописе показује да законодавац препознаје колико је геолошка подлога битна за низ других области.

Још једна последица је можда и најгора: губитак повјерења у струку. Кад се геолошки рад сведе на формалност, јавност и институције почну мислити да је и сама геологија формалност. Тада професија губи ауторитет, а без ауторитета ниједна стручна област не може дугорочно сачувати стандард.

Шта треба радити

Ако се жели стварно унапређење геолошке струке у Републици Српској, онда не треба причати о ситним измјенама већ треба причати о преокрету.

Прво, геологија мора бити укључена раније и јаче у процесе планирања простора, истраживања ресурса и процјене ризика. Не на крају, него на почетку.

Друго, мора се вратити тежина теренском раду. Нема озбиљне геологије без озбиљног терена. Ко хоће јефтину геологију, тај у ствари купује скупу грешку.

Треће, елаборат и геолошка документација морају опет постати документи са стварном стручном снагом. Не папир ради реда, него основ за одлуку.

Четврто, контрола квалитета мора бити стварна. Ако правилници постоје, онда морају имати зубе. У супротном су декор. А Република Српска данас формално већ има подзаконску основу за подизање стандарда кроз правилнике из 2023. године; следећи корак мора бити њихова досљедна примјена.

Пето, кадровска обнова мора постати питање опстанка струке, а не питање успутне политике запошљавања. Без младих људи, без теренске школе и без стручног менторства, нема дугорочне геологије. Важно је и да се струка кроз одређена удружења додатно афирмише и штити.

Шесто, један од важних праваца развоја геолошке струке у Републици Српској морао бити системско унапређење дигитализације геолошких података, развој јединствених информационих система, већа примјена GIS и нумеричких модела, као и јачање стручних капацитета у области савремених дигиталних метода истраживања.

Седмо, геолошка струка мора вратити самопоштовање. Струка која стално пристаје да буде додатак, на крају стварно и постане додатак.

Закључак

Геолошка струка у Републици Српској није без закона, није без правилника и није без формалног мјеста у систему. Закон о геолошким истраживањима из 2022. године, његове измјене и допуне из 2024. године, Закон о рударству из 2018. године, правилници из 2023. године, као и повезаност геологије са прописима из области простора, вода и екологије, јасно показују да је њена улога правно препозната.

Али правна препознатост није исто што и стварна снага. Управо ту лежи суштина проблема. Геолошка струка је пречесто присутна формално, а одсутна суштински. Она постоји у пропису, а слаби у пракси. Постоји у процедури, а потискује се у одлучивању. Постоји на папиру, а губи тежину на терену.

Зато се стање геолошке струке у Републици Српској може описати једном реченицом: није проблем што геологије нема; проблем је што јој се пречесто не да да буде оно што мора бити — темељ, а не додатак.

Док се то не промијени, сваки разговор о реформи биће само уљепшавање проблема. А геолошка струка више нема луксуз да се уљепшава. Њој треба озбиљан повратак ауторитета, стандарда и мјеста које јој објективно припада.

Референце/Литература

- Закон о геолошким истраживањима, “Службени гласник Републике Српске”, број 64/22 и 63/24.
- Закон о рударству, “Службени гласник Републике Српске”, број 62/18.
- Правилник о садржају програма основних геолошких истраживања и пројеката детаљних геолошких истраживања, “Службени гласник РС”, број 57/23;
- Правилник о класификацији и категоризацији резерви минералних сировина, број 18/23;
- Правилник о условима, начину и програму полагања стручног испита у области геологије, број 8/23.
- Закон о уређењу простора и грађењу, “Службени гласник РС”, бр. 40/13, 2/15, 106/15, 3/16, 104/18, 84/19.
- Закон о водама, (“Службени гласник РС”, број 50/06, 92/09, 121/12 и 74/17).
- Закон о заштити животне средине, (“Службени гласник Републике Српске”, број 71/12, 79/15 и 70/20

МИНЕРАЛНЕ СИРОВИНЕ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ ЗА ПРОИЗВОДЊУ ЦЕМЕНТА И БЕТОНА

Дражан Токановић¹, Бојана Голић Илић¹, Цвјетко Сандић²

e-mail аутора: d.tokanovic@geozavodrs.com.rs

1-Републички завод за геолошка истраживања, Вука Караџића 1486, 75 400 Зворник

Апстракт

У раду се анализира минерално-сировинска база Републике Српске са аспекта примјене у производњи савремених цементних везива и бетона, подстакнуто потребом за декарбонизацијом грађевинске индустрије и редукцијом емисије CO₂. Дат је приказ просторне заступљености примарних сировина - кречњака, доломита, глина и цементног лапорца - као и пратећих ресурса попут шљунка, пијеска, кварцног пијеска, туфа те лежишта гипса. Поред природних ресурса, разматрана је валоризација индустријских нуспроизвода, прије свега троске, летећег пепела и шљаке који настају сагоријевањем угља и вјештачког гипса добијеног процесом одсумпоравања. Овакав приступ омогућава да се техногене сировине, кроз детаљно познавање њиховог хемизма и физичких својстава, интегришу у производне циклусе као вриједан минерални ресурс за израду еколошки прихватљивијих грађевинских материјала. Резултати анализе сировинске базе пружају увид у расположивост ресурса у Републици Српској који могу бити релевантни за разматрање примјене принципа циркуларне економије кроз валоризацију индустријског отпада и рационално коришћење минералних сировина.

Кључне речи: минералне сировине, екологија, декарбонизација, цемент, бетон

Тема скупа: Геологија и геолошка истраживања и заштита животне средине-актуелна питања и дилеме

Увод

Минералне сировине представљају основни ресурс у индустријској производњи грађевинских материјала, посебно цемента и бетона. Основне сировине за њихову производњу припадају групи неметаличних минералних сировина, међу којима се издвајају кречњак, глина, лапорац, доломит, пијесак и гипс. Њихов хемијски и минералношки састав, као и међусобни однос компоненти, директно утичу на квалитет клинкера, својства цемента и карактеристике бетона као финалног производа.

Поред основних неметаличних минералних сировина, у производњи цемента и

бетона примјењују се и металичне минералне сировине, нуспроизводи из лежишта каустобиолита, као и различите техногене минералне сировине. Њихова употреба доприноси унапређењу физичко-механичких својстава готових производа, рационалнијем коришћењу природних ресурса и смањењу негативног утицаја на животну средину. Посебан значај имају техногене минералне сировине које се користе као минерални додаци у цементима и бетонима, јер представљају један од кључних приступа смањењу емисије угљен-диоксида и повећању одрживости грађевинске индустрије.

Савремени трендови развоја и модернизације инфраструктуре условљавају континуиран раст производње цемента и бетона, чиме се повећава и потреба за истраживањем, експлоатацијом и рационалним коришћењем минералних сировина неопходних за њихову производњу. Наведени процеси намећу примјену савремених метода проспекције, геолошких истраживања и лабораторијских испитивања квалитета минералних сировина, с циљем обезбјеђивања довољних количина квалитетних ресурса за потребе савремене индустрије и инфраструктурних пројеката.

На простору Републике Српске присутна су бројна лежишта минералних сировина која представљају значајну минерално-сировинску базу за производњу цемента и бетона. Њихова просторна распоређеност, геолошке карактеристике, квалитет и економска исплативост експлоатације од великог су значаја за планирање даљег индустријског и привредног развоја. Посебну пажњу потребно је посветити детаљним геолошким истраживањима и лабораторијским анализама, јер квалитет минералне сировине директно утиче на својства финалног производа и укупну ефикасност производног процеса.

Наведени трендови указују на значај геологије као једног од важних фактора привредног развоја, с обзиром на то да геолошка истраживања представљају основу за проналажење, евалуацију и рационално коришћење минералних ресурса неопходних за развој грађевинске индустрије и савремене инфраструктуре.

У даљем раду биће наведена лежишта металичних, неметаличних и техногених минералних сировина које се користе као основне сировине и минерални додаци у производњи цемента и бетона.

Лежишта минералних сировина за производњу цемента и бетона

Лежишта неметаличних минералних сировина

Неметаличне минералне сировине имају изузетно широку примјену у грађевинарству и индустрији грађевинских материјала (Илић, 2003). У производњи цемента и бетона ове сировине представљају главну компоненту

за добијање прописаних физичко-механичких својстава финалног производа, као што су чврстоћа, трајност, отпорност на хемијске утицаје и стабилност у различитим условима средине.

Најзначајније неметаличне минералне сировине које се користе у производњи цемента и бетона су кречњак, доломит, цементни лапорац, глина, гипс, кварцни пијесак, шљунак и пијесак, као и туф. Кречњак је доминантна сировина за добијање кречњачког брашна које чини значајан дио сировинског састава за добијање клинкера. Он обезбјеђује значајну количину СаО који учествује у формирању главних минералних фаза клинкера. Глина као друга основна компонента садржи силицијум, алуминијум и гвожђе, који омогућавају формирање силиката и алумината калцијума у процесу синтеровања. Кварцни пијесак представља корективну сировину, јер регулише садржај силицијум-диоксида у смјеси, а у неким случајевима користи се и као додатак бетону, јер побољшава гранулометријски састав и доприноси већој чврстоћи и отпорности бетонске масе.

У производњи бетона, поред цемента као везива, значајну улогу имају и друге неметаличне минералне сировине које служе као агрегати: дробљени камен, шљунак и пијесак. Они чине више од 70% запремине бетона и директно утичу на његова механичка својства као што су густина, радна способност и трајност. Агрегати морају бити одређене гранулације, чистоће и хемијског састава, без примјеса које би могле изазвати хемијске реакције и нарушити стабилност материјала.

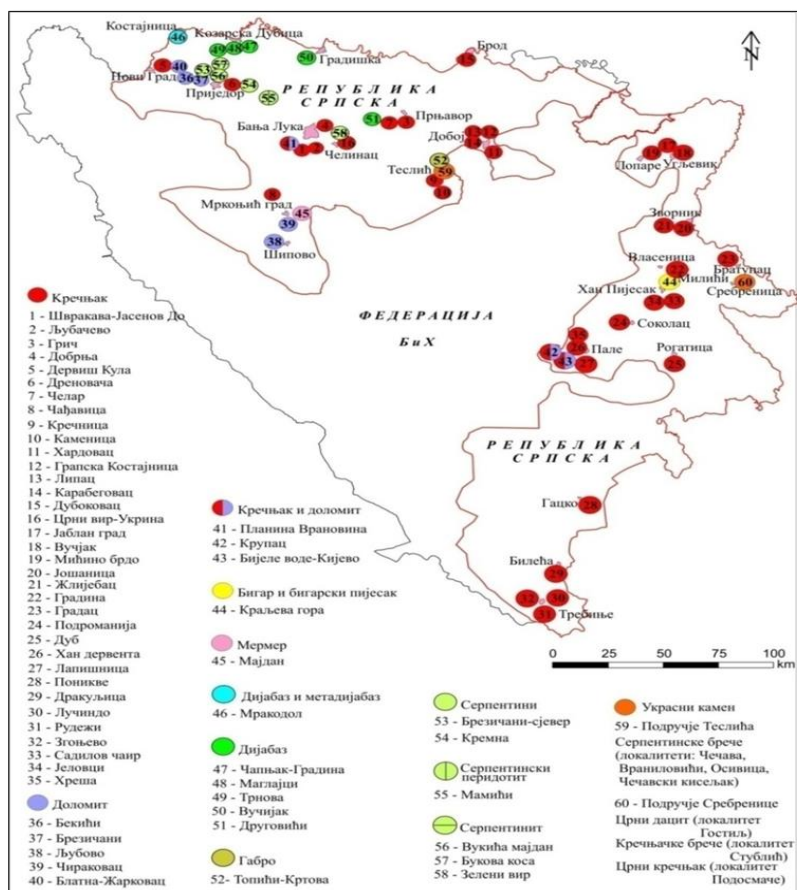
Поред основних сировина, у производњи цемента и бетона користе се и индустријски нуспроизводи, као што су пепео, шљака, високопећна троска и црвени муљ, као додатне сировине за побољшање квалитета грађевинских материјала, а самим тим доприносе и заштити животне средине кроз смањење потрошње природних ресурса.

Лежишта кречњака

Лежишта карбонатних стијена – кречњака и доломита су најбројнија лежишта неметаличних минералних сировина у Републици Српској (слика 1). Заступљена су готово у свим јединицама Динарске металогенетске провинције (Митровић и сар., 2020). Примарна улога кречњака односи се на његов значај као основне карбонатне сировине у процесу производње клинкера, док се секундарна улога огледа у примјени фино мљевеног кречњака као минералног додатка ради побољшања технолошких и физичко-механичких својстава цемента и бетона. У производњи бетона кречњак има значајну примјену као агрегат и као кречњачко брашно (филер), које побољшава густину, кохезију и обрадивост свјеже бетонске смјеше (Хајдаревић, 2025).

Лежишта доломита

Доломити представљају карбонатне стијене које се састоје у основи од минерала доломита ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), који је по свом хемијском саставу двојна карбонатна со калцијума и магнезијума. Да би се удовољило захтјевима потрошача односно прерађивача ове минералне материје, при кориштењу доломита, поред количине, велику улогу играју и одређене физичко-хемијске особине (Митровић и сар., 2020). Доломит има значајну примјену првенствено у производњи бетона, гдје се користи као висококвалитетни дробљени агрегат. Због својих физичко-механичких карактеристика доприноси повећању чврстоће, отпорности на хабање и хемијске постојаности бетона. У производњи цемента његова примјена је ограничена због присуства MgO , које у већим количинама може негативно утицати на стабилност цемента. Међутим, фино мљевени доломит може се користити као минерални додатак и филер након процеса печења клинкера.



Слика 1 Лежишта карбонатних сировина, техничког и архитектонско-грађевинског камена (Д. Митровић и сар., 2020)

Лежишта цементног лапорца

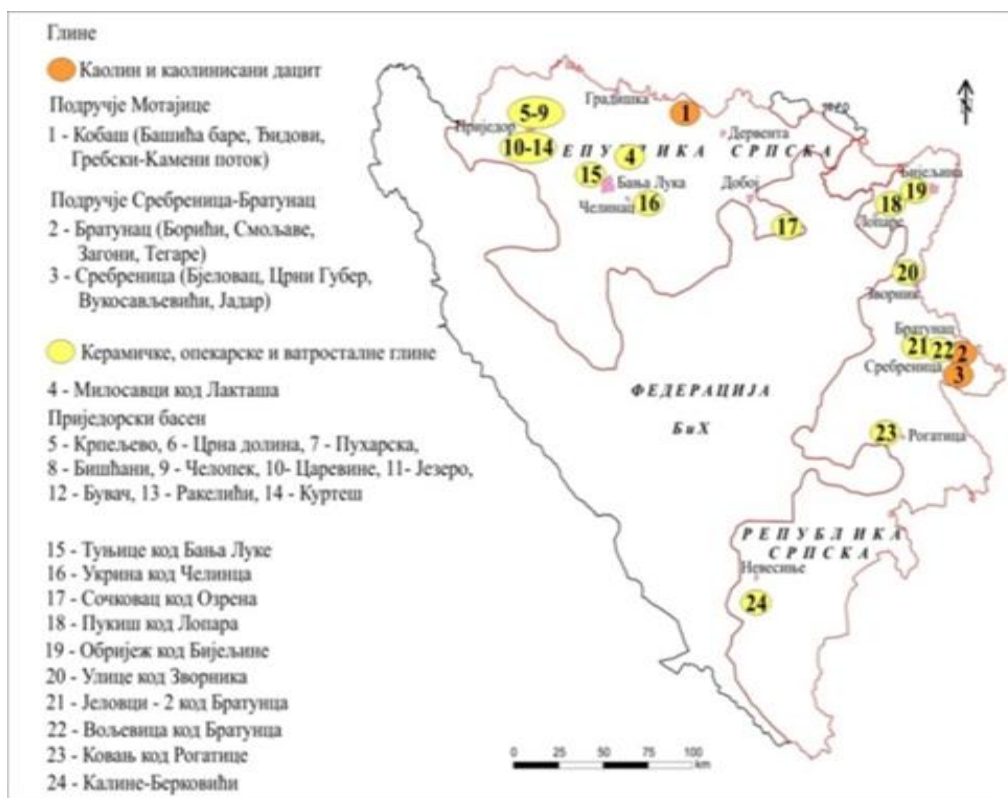
Распрострањеност цементног лапорца у Републици Српској најзначајније је утврђена у лежиштима угља на подручју Угљевика, Гацка и Љешљанског угљеног басена. Цементни лапорци се јављају у великом обиму, најчешће као кровина угљених слојева. На рудницима у Угљевику и Гацку они се откопавају током експлоатације угља и најчешће одбацују као јаловина. У Љешљанском басену процјењене су резерве од око 520 милиона m³ цементних лапораца, при чему је утврђена могућност њихове примјене у производњи цемента уз додатак кречњака. Цементни лапорци представљају веома значајну сировину јер садрже природно уравнотежен однос карбонатне и алумосиликатне компоненте (Митровић и сар., 2020). Због таквог састава омогућавају једноставнију припрему сировинске смјеше за производњу клинкера и смањују потребу за додатним корективним сировинама. Њихова примјена доприноси стабилнијем технолошком процесу и већој енергетској ефикасности производње цемента.

Лежишта глина

Лежишта керамичких глина су бројна у приједорском неогеном басену: Крпељево, Црна долина, Пухарска, Бишћани, Челопек, Царевина, Језеро, Ракелићи, Куртеш, као и значајна лежишта у Милосавцима код Лакташа, Укрини код Челинца и Јеловцима код Братунца (слика 2).

Лежишта опекарских глина заступљена су на цијелом простору Републике Српске: Туњице, Пукиш, Обријеж, Сочковац, Ковач и Калина. Ова лежишта су истражена али нису у експлоатацији, изузев Црне долине и Обријежи која се експлоатишу. Лежишта каолина и каолинисаног гранита издвојена су на подручју Мотајице, односно на локалитетима Кобаш (Башића баре), Ћидови и Гребски камени поток, као и на подручју Сребреница-Братунац. На подручју општине Сребреница издвајају се лежишта Бјеловац, Црни Губер, Вукосављевићи и Јадар, као и појаве каолинисаног санидинског дацита, мањег степена истражености, али се могу оцијенити као перспективна за даља истраживања (Митровић и сар., 2020).

Глине имају вишеструку примјену у производњи цемента јер обезбјеђују потребне садржаје силицијума, алуминијума и гвожђа у сировинској смјеси. Хемијски састав глина директно утиче на процес клинкеризације, брзину везивања и развој чврстоће цемента. Поред тога, одређене врсте глина могу се користити као пуцолански додаци у производњи специјалних цемената и одрживих бетона. Квалитет глина је од посебног значаја, јер присуство штетних примјеса може изазвати појаву пукотина, нестабилност запремине и смањење трајности бетона (Бегић, 2025).



Слика 2 Лежишта глина у Републици Српској (Д. Митровић и сар., 2020)

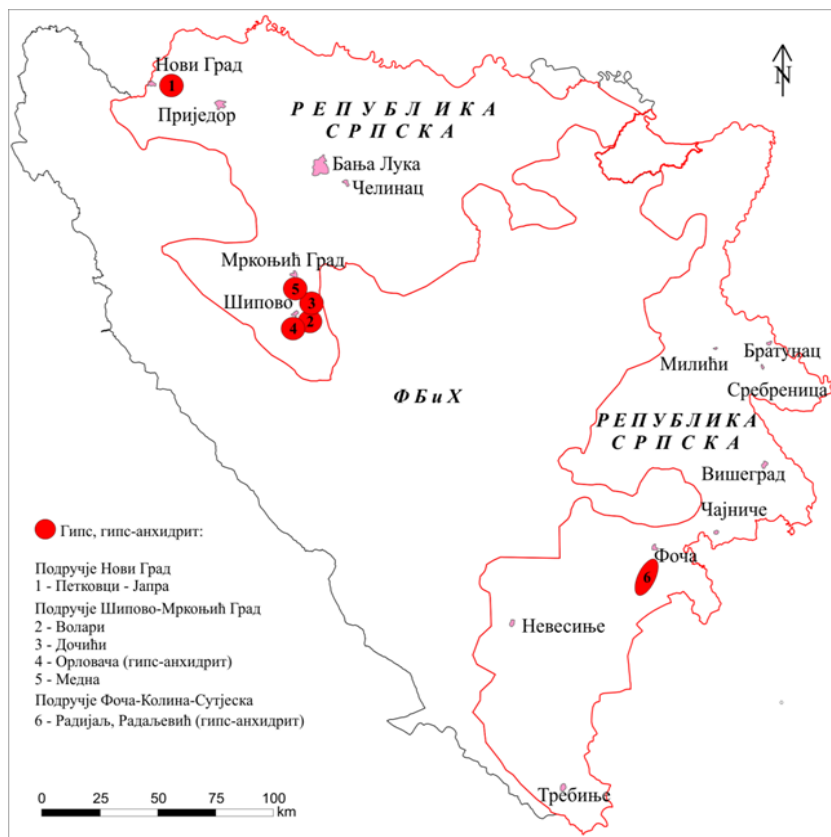
Лежишта туфа

Лежишта туфа распрострањена су на подручју Прњавора, Зворника и Власенице. Туф и зеолитски материјали имају значајну примјену као природни пуцолани. Реагујући са калцијум-хидроксидом током хидратације цемента формирају додатне цементне фазе које побољшавају трајност, водонепропусност и хемијску отпорност бетона. Њихова примјена доприноси смањењу количине клинкера у цементу, а самим тим и смањењу емисије CO_2 током производње цемента, што је посебно значајно са аспекта одрживог развоја и заштите животне средине (Хајдаревић, 2025).

Лежишта гипса

На простору Републике Српске лежишта гипса (слика 3) налазе се на подручју Новог Града, Шипова-Мркоњић Града и на подручју Фоча-Колина-Сутјеска (Митровић и сар., 2020). Гипс представља незаобилазну компоненту у производњи цемента због његове улоге регулатора времена везивања. Додавањем оптималних количина гипса контролише се реакција хидратације клинкера и спрјечава пребрзо везивање цемента.

На тај начин побољшава се обрадивост цементне пасте, повећава трајност и омогућава правилно уграђивање бетона у грађевинске конструкције. Гипс се такође користи у производњи специјалних врста цемента са посебним техничким карактеристикама (Хајдаревић, 2025).

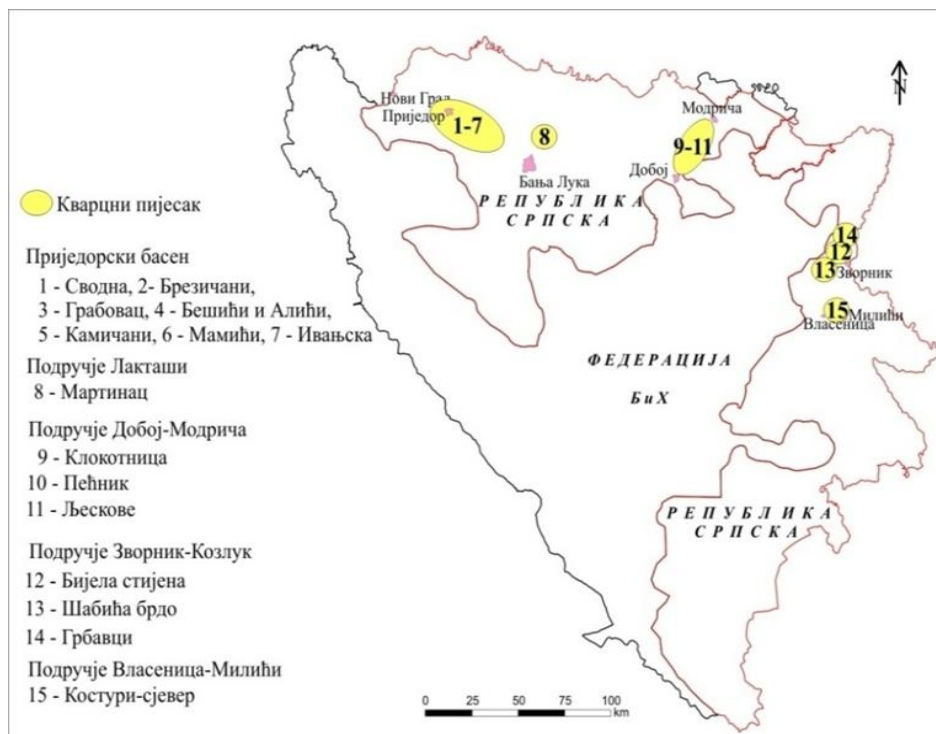


Слика 3 Лежишта гипса и гипс-анхидрита у Републици Српској (Д. Митровић и сар., 2020)

Лежишта кварцног пијеска

Економски значајна лежишта кварцног пијеска, која су углавном везана за плиоценске морске седименте у сјеверном дијелу Републике Српске, налазе се у приједорском басену, као и на подручју Добој-Модрича и Зворник-Козлук (слика 4).

Кварцни пијесак користи се као корективни додатак у производњи клинкера, али и у производњи специјалних бетона високих и ултра-високих перформанси. Захваљујући високом садржају SiO_2 доприноси повећању отпорности на хабање, абразију и агресивне хемијске утицаје. Његова примјена посебно је значајна у производњи бијелог цемента и декоративних бетона.



Слика 4 Лежишта и појаве кварцног пијеска на простору Републике Српске (Д. Митровић и сар., 2020)

Лежишта шљунка и пијеска

Највећа заступљеност лежишта шљунка и пијеска на простору Републике Српске налазе се унутар алувијалних долина већих токова, посебно Уне, Сане, Саве, Врбаса, Укрине, Босне, Дрине и других мањих значајних токова (слика 5). Лежишта шљунка и пијеска сврстана су у класу лежишта механичких седимената (Јеленковић и сар., 2010).

На простору Републике Српске постоји велики број отворених шљункара и пијескара, али не постоји уредно вођена евиденција о њиховим количинама, квалитету и експлоатацији.

Шљунак и пијесак представљају основне компоненте бетона и чине највећи дио његове запремине. Њихова гранулометрија, облик зрна, чврстоћа и чистоћа имају директан утицај на чврстоћу, водонепропусност, отпорност на хабање и трајност бетона.

Квалитетни агрегати омогућавају производњу бетона високих перформанси и дуг вијек трајања грађевинских објеката. Због тога је детаљно геолошко истраживање и контрола квалитета агрегата од изузетног значаја за грађевинску индустрију.



Слика 5 Лежишта шљунка и пијеска (Д. Митровић и сар., 2020)

Лежишта металичних минералних сировина

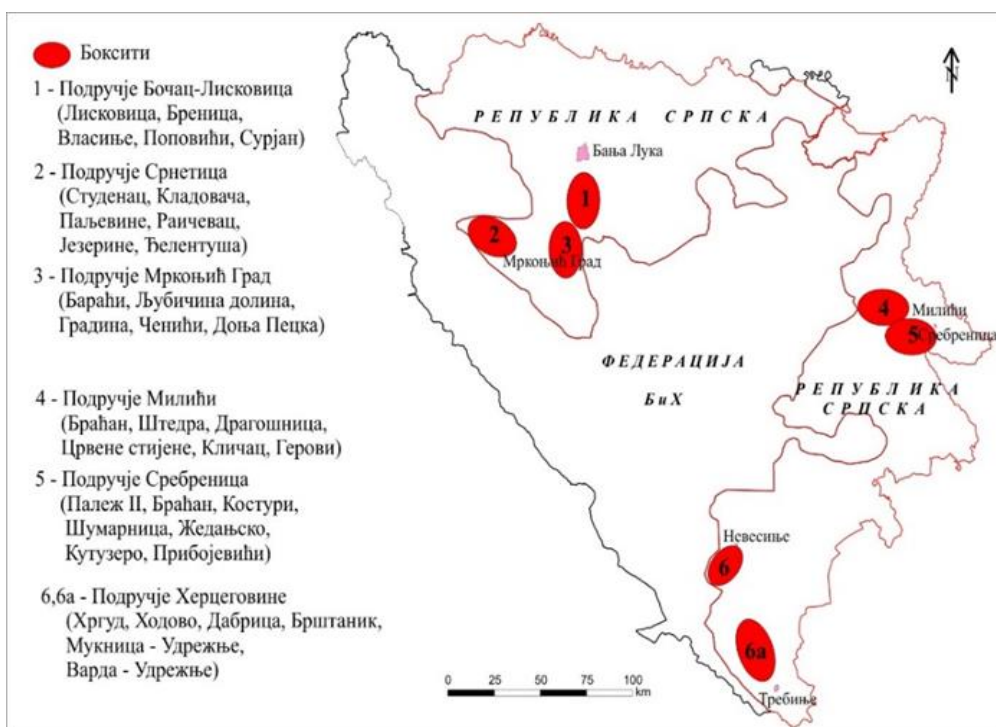
У производњи цемента и бетона доминантно се користе неметаличне минералне сировине, док одређену улогу у њиховом индустријском добијању имају и металичне минералне сировине, међу којима се издваја боксит као најзначајнија руда алуминијума.

Лежишта боксита

Боксит представља минералну сировину од великог значаја за привреду Републике Српске. Лежишта боксита се истражују и експлоатишу у континуитету низ деценија. На подручју Републике Српске издвајају се три бокситоносна подручја: Бања Лука-Мркоњић Град-Српска, Милићи-Сребреница и источна Херцеговина (слика 6).

Бокситоносно подручје Милића и Сребренице је по пространству најмање бокситоносно подручје Републике Српске, али је по интензитету појављивања боксита, величини лежишта, рудним резервама и производњи далеко веће од других лежишта и економски је најзначајније.

Боксит има важну улогу као корективни фактор сировинске смјеше при производњи портланд цемента, гдје алуминијумови оксиди утичу на снижавање температуре печења и побољшавају процес клинкеризације. Поред тога, боксит представља основну сировину за производњу специјалног алуминатног и ватросталног цемента који се користе у условима високих температура и агресивних средина. Остаци боксита (црвени муљ) могу се користити као секундарна сировина у производњи цемента за дјелимичну замјену природних сировина у производњи клинкера, због садржаја Fe, Al и Si-оксида. Његова примјена доприноси смањењу потрошње примарних сировина и валоризацији индустријског отпада уз контролисано дозирање.



Слика 6 Бокситоносна подручја Републике Српске (Д. Митровић и сар., 2020)

Лежишта техногених минералних сировина и еколошки аспекти индустријске производње

Техногене минералне сировине представљају значајан потенцијал за развој еколошки одрживе производње у грађевинској индустрији. Настају као нуспроизводи рударске, енергетске и металуршке индустрије. Савремени приступи управљању минералним ресурсима све више се заснивају на принципима циркуларне економије, при чему се индустријски отпад посматра као потенцијална секундарна сировина која може имати значајну примјену као минерални додатак у производњи цемента и бетона.

На тај начин смањује се потреба за експлоатацијом природних сировина, као и количина отпада на депонијама и негативни утицаји индустријске производње на животну средину. Употребом нуспроизвода у производњи цемента и/или бетона значајно се смањује емисија CO_2 у атмосферу што уствари погодује стварању услова за еколошку прихватљиву градњу уз гарантован квалитет и постојаност конструкције (Мерић и сар., 2025). На подручју Републике Српске евидентирано је више локалитета са значајним количинама техногених минералних сировина које могу имати примјену у грађевинској индустрији. Посебно се издвајају одлагалишта рударског отпада, пепео и шљака из термоелектрана, високопепћна троска, као и црвени муљ настао током прераде боксита. Ови материјали, након одговарајућих хемијских, минералošких и технолошких испитивања, могу се користити као минерални додаци којима се дјелимично замјењује клинкер у цементу, чиме се доприноси енергетски ефикаснијој и еколошкој прихватљивијој производњи.

Значајан потенцијал посједује црвени муљ из фабрике глинице „Нова Алумина“. Анализама великог броја хемијских елемената потврђено је присуство оксида алуминијума, гвожђа и силицијума, који имају важну улогу у производњи цемента. Употреба црвеног муља као минералног додатка омогућава смањење количине отпада из алуминијске индустрије, али и смањење потрошње природних сировина и клинкера. Тиме се директно доприноси смањењу емисије угљен-диоксида и укупног еколошког оптерећења грађевинске индустрије.

Такође, значајне количине техногених сировина настају у термоенергетском сектору, првенствено у термоелектранама Угљевик и Гацко, гдје се током сагоријевања лигнита формирају летећи пепео и шљака. Ови материјали имају широку примјену као минерални додаци цементу и бетону захваљујући својим физичко-хемијским својствима. Њиховом употребом могуће је унаприједити одређена својства цементних композита, смањити потрошњу клинкера и истовремено ријешити проблем одлагања великих количина индустријског отпада. Такав приступ представља важан сегмент одрживе производње и рационалног управљања минералним ресурсима. У даљем раду биће приказани процеси настанка техногених минералних сировина, са посебним освртом на њихове могућности примјене као минералних додатака у савременој, еколошкој одрживој производњи цемента и бетона.

Вјештачки гипс

Да би се смањило загађење ваздуха, у термоелектрани Угљевик је изграђено савремено постројење за одсумпоравање димних гасова (ОДГ). У овом систему ОДГ основне компоненте су вода, кречњак и кисеоник који се касније додаје. Хемијском реакцијом у апсорберу, калцијум-карбонат (CaCO_3) у контакту са сумпор-диоксидом (SO_2) прелази у калцијум-сулфат (CaSO_4) и воду (H_2O). На

овај начин долази до смањења концентрације SO_2 у димном гасу и као нуспроизвод настаје калцијум-сулфат (гипс). Гипс се у виду водене суспензије транспортује у постројење за исушивање, а затим у чврстом стању складишти у силосу гипса у склопу постројења за ОДГ и продаје заинтересованим странама у складу са процедуром RTEU.P.40, или се одлаже на депонију шљаке и пепела уколико нема заинтересованих страна. Тренутно сав гипс који се добије у процесу одсумпоровања продаје се цементари Лукавац, или се извози за Србију.

Еколошки аспект производње оваквог вјештачког гипса огледа се у принципима циркуларне економије, гдје отпадни нуспроизвод једне индустрије постаје вриједна секундарна сировина за другу. Рад постројења за ОДГ у ТЕ Угљевик доноси двоструку еколошку корист. С једне стране, драстично се смањује емисија сумпор-диоксида у атмосферу и спрјечава појава киселих киша, док се с друге стране пласманом овог материјала спрјечава његово одлагање на депоније, што дугорочно смањује заузимање земљишног простора и смањује ризик од контаминације околног тла и подземних вода у близини термоелектране. У погледу могућности примјене, овај вјештачки гипс се због свог високог степена хемијске чистоће (која често прелази 95% калцијум-сулфат дихидрата) и изразито фине гранулометрије показао као изврсна супституција за природни гипс у индустрији грађевинских материјала. С обзиром на строге еколошке стандарде и тежњу ка смањењу емисије угљен-диоксида у грађевинском сектору, сировински потенцијал вјештачког гипса из ТЕ Угљевик представља стратешки важан ресурс за производњу цемента и бетона.

Летећи пепео и шљака

Као пуцолански минерални додатак, летећи пепео значајно утиче на карактеристике бетона тако што побољшава обрадивост свјеже масе, редукује топлоту хидратације и повећава крајњу чврстоћу, уз истовремено смањење пропусности и ризика од пуцања услед скупљања материјала. Овај материјал настаје као нуспроизвод током сагоријевања угља у термоелектранама. Његов структурни састав углавном чине аморфне, стакласте честице препознатљивог сферног облика, које се у маси могу појавити као појединачне или у виду агрегата, а по својој унутрашњој грађи могу бити или потпуно испуњене или шупље (Бегић, 2025). Реактивност летећег пепела у великој мјери зависи од степена аморфности и његовог хемијског састава. Пепео са нижим садржајем CaO испољава претежно пуцоланска својства, док пепео са вишим садржајем CaO може показивати и латентно-хидраулична својства. Због тога однос CaO/SiO_2 има значајан утицај на пуцоланску активност и понашање летећег пепела у цементној пасти, малтеру и бетону. Сходно томе, својства бетона са додатком летећег пепела могу варирати у зависности од извора пепела и разлика у његовим физичким и хемијским карактеристикама. Поред летећег

пепела, значајан нуспроизвод термоенергетских постројења представља и шљака, која настаје током сагоријевања угља у ложишту котла. Иако се традиционално одлагала на депоније или користила у грађевинским радовима ниже вриједности, савремени трендови у производњи цемента, усмјерени ка декарбонизацији и принципима циркуларне економије, све више препознају потенцијал њене примјене као минералног додатка цементу и бетону.

Примјена летећег пепела и шљаке као минералних додатака омогућава смањење клинкер/цемент фактора, чиме се директно утиче на смањење емисије CO₂ и потрошње природних сировина. Осим еколошких користи, оваква пракса доприноси ефикаснијем управљању индустријским отпадом, смањењу енергетске потрошње, смањењу трошкова производње и укупном унапређењу одрживости грађевинске индустрије. У посљедњих неколико година повећано је интересовање цементара и предузећа за производњу асфалтних база, попут компаније СИКА, за коришћење електрофилтерског пепела из РиТЕ Угљевик. То је омогућило комерцијалну валоризацију пепела, чиме се, поред економске добити, смањују и количине материјала које се одлажу на депоније рудника.

Троска

Поред нуспроизвода који настају у термоенергетским постројењима, значајан потенцијал за примјену у производњи цемента има и високопећна троска, која настаје као нуспроизвод у процесу производње сировог гвожђа. Процес топљења у високој пећи истовремено даје два производа: растопљено гвожђе, које се због своје тежине сакупља на самом дну и високопећну троску која плива изнад њега. Оба материјала се периодично празне кроз посебне отворе на пећи. Да би се ова троска трансформисала у користан минерални додаток и избјегло њено депоновање, она се подвргава наглном хлађењу великом количином воде. Овим поступком брзог гашења спрјечава се кристализација и задржава жељена аморфна структура, чиме се добија гранулирана високопећна троска. Након тога, добијене грануле се издвајају, филтрирају и подвргавају фином мљевењу. Самим повећањем финоће овог праха директно се убрзава реакција хидратације и подстиче бржи развој чврстоће. Крајњи производ, познат као мљевена гранулирана високопећна троска, одликује се латентно-хидрауличним својствима. Као таква, она служи као одличан додаток при самом справљању бетона или као заједничка компонента која се хомогенизује и меље са клинкером у процесу производње различитих типова композитних цемената, значајно побољшавајући карактеристике материјала како у свјежем, тако и у очврслом стању. Мљевена гранулирана високопећна троска је свјетлије боје од портланд цемента, па бетон с њеним учешћем има свјетлији тон и већу рефлективност у односу на бетон израђен искључиво са портланд цементом. Топлота која настаје током хидратације портланд цемента поспјешује хидратацију гранулиране високопећне троске, укључујући

реакцију с калцијум-хидроксидом латентно-хидрауличног типа, чиме настаје додатни C-S-H везивни гел који попуњава веће поре у цементној пасти, чинећи је гушћом, а бетон мање пропусним. Захваљујући таквој интеракцији између портланд цемента и високопећне троске, бетон добија побољшана механичка својства, већу трајност и бољу отпорност на агресивне утицаје средине. У стандардним рецептурама за бетон, гранулирана високопећна троска се успјешно користи као супституција за 25% до 50% масе цемента, што омогућава добијање бетона високих перформанси и повишене чврстоће, погодних за изградњу саобраћајне инфраструктуре и захтјевних грађевинских конструкција. У зависности од специфичних пројектних захтјева, удио замјене може се повећати на 65%, па чак и више. Овако високи проценти одређују се циљано, у складу са жељеним карактеристикама као што су брзина везивања, обрадивост, финална обрада површине и динамика развоја чврстоће. Такође, повећани удио троске бира се ради контроле ослобођене топлоте хидратације, смањења пропусности, те постизања високе отпорности материјала на продор хлорида, сулфатну корозију и деструктивну алкално-силикатну реакцију (Бегић, 2025). Супституцијом једног дијела клинкера овом сировином омогућава се редукција емисије CO₂ чак до 70% по једној тони произведеног цемента, при чему се истовремено унапређују физичко-механичка и техничка својства самог бетона. Овакав приступ директно прати еколошке смјернице Европске уније и подржава свјетске трендове који теже декарбонизацији комплетне грађевинске индустрије (Делибашић, 2025).

Закључак

Расположиви минерални ресурси Републике Српске чине разноврсну сировинску базу која представља стратешку основу за развој савремене индустрије грађевинских материјала. У структури ових лежишта примарно мјесто заузимају неметаличне минералне сировине, прије свега кречњак, доломит, глина, лапорац, гипс, кварцни пијесак и пијесак и шљунак. Ови ресурси чине полазну основу за производњу клинкера, као и висококвалитетних цементних и бетонских система. Поред примарних сировина, значајну улогу имају и металичне минералне сировине, нарочито боксит, који се користи у корекцији сировинске смјеше и производњи специјалних цемената, као и у валоризацији нуспроизвода попут црвеног муља. Посебно важан сегмент представљају техногене минералне сировине, као што су летећи пепео, шљака, високопећна троска и вјештачки гипс, које настају као индустријски нуспроизводи, али имају висок потенцијал примјене у грађевинској индустрији. Примјена ових материјала омогућава смањење потрошње природних сировина, смањење количине индустријског отпада, као и значајно смањење емисије угљен-диоксида у процесу производње цемента.

На тај начин се директно доприноси имплементацији принципа циркуларне економије и одрживог развоја. Познавање геолошких карактеристика и технолошких параметара сировинске базе представља услов за сваку будућу рационалну и ефикасну примјену ових ресурса у грађевинском сектору. Посебан значај има интеграција природних и техногених ресурса у производне процесе, чиме се обезбјеђује стабилност снабдијевања сировинама, побољшање квалитета производа, те ефикасна декарбонизација производње кроз системску валоризацију индустријских нуспроизвода. Све наведено указује да минералне сировине Републике Српске, уз адекватно истраживање и одрживо управљање, представљају значајан потенцијал за развој савремене, еколошки прихватљиве индустрије грађевинских материјала.

Референце/Литература

- Бојана Голић-Илић, Евица Дивковић-Голић, Дражан Токановић, Цвјетко Сандић, 2025. *Потенцијал минералних сировина Републике Српске за примјену у цементној и бетонској индустрији*, Институт за грађевинарство, грађевинске материјале и неметале д.о.о. Тузла, Тузла
- Геоинжењеринг-Сарајево, 1976-1979, *Минералне сировине Босне и Херцеговине (Том I-II)*, ООУР Институт за геологију, Сарајево
- Дино Делибашић, 2025. *Одржива производња цемента уз кориштење индустријских ресурса*, Институт за грађевинарство, грађевинске материјале и неметале д.о.о. Тузла, Тузла
- Драган Митровић и сар, 2020. *Минералне сировине Републике Српске*, Републички завод за геолошка истраживања, Зворник
- Евица Дивковић-Голић, Љубомир Гајић, 2021. *Тумач за металогенетску карту Републике Српске 1:300 000*, Републички завод за геолошка истраживања, Зворник
- Исмир Хајдаревић, 2025. *Перспективе истраживања и експлоатације агрегата за бетоне и сировина за производњу цемента у Федерацији БиХ*, Институт за грађевинарство, грађевинске материјале и неметале д.о.о. Тузла, Тузла
- Милоје Илић, 2003. *Методе истраживања лежишта неметаличних минералних сировина*, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, Београд
- Мирнеса Мерић, Ирма Омић, Алмир Селимовић, Фарук Мехачевић, 2025. *Лабораторијска искуства у примјени индустријских нуспроизвода као минералних додатака у цементним мјешавинама*, Институт за грађевинарство, грађевинске материјале и неметале д.о.о. Тузла, Тузла
- Раде Јеленковић, Владимир Симић, Александар Костић, Драгана Животић, 2010. *Лежишта минералних сировина*, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, Београд
- Сабина Бегећ, 2025. *Минерални додаци цементу и бетону: сировински потенцијал БиХ и могућности за одрживу примјену*, Институт за грађевинарство, грађевинске материјале и неметале д.о.о. Тузла, Тузла

ОЦЕНА УПОТРЕБЉИВОСТИ СЕРПЕНТИНИСАНОГ ПЕРИДОТИТА КАО ТЕХНИЧКО-ГРАЂЕВИНСКОГ КАМЕНА

Небојша Кнежевић¹, Станислава Кецман², Томислав Дубочанин², Душко Зорић²

¹nebojsa.knezevicrf@unibl.org

¹Рударски факултет Универзитета у Бања Луци, Република Српска, ²Грађевински Институт д.о.о. Бања Лука, Република Српска

Апстракт

У току геолошких истраживања, једна од обавезних и изузетно важних фаза је детаљно лабораторијско испитивање материјала, које обухвата минералошко-петрографску, хемијску и физичко-механичку карактеризацију, што је посебно значајно при оцјени употребљивости камена у различите сврхе. У раду су анализирани узорци серпентинисаног перидотита са различитих дубинских интервала и експлоатационих зона, с циљем оцјене њихове погодности за примјену у цестоградњи и грађевинарству. Истраживање је обухватило испитивање физичко-механичких својстава, отпорности на хабање и дејство мраза, као и минералошко-петрографску и хемијску карактеризацију материјала. Добијени резултати показују да испитивани материјал карактеришу високе вриједности притисне чврстоће, низак садржај упијања воде и мала порозност, што указује на компактну структуру и добру отпорност на спољашње утицаје. Резултати испитивања отпорности на хабање и мраз потврђују стабилност материјала у условима интензивних механичких и климатских оптерећења. Минералошко-петрографском анализом утврђено је доминантно присуство серпентинисаног перидотита са израженим учешћем MgO и SiO₂ компоненти. На основу добијених резултата може се закључити да испитивани материјал посједује повољне техничке карактеристике и значајан потенцијал за примјену у производњи каменних агрегата и изградњи инфраструктурних објеката

Кључне речи: серпентинисани перидотит, физичко-механичка својства, техничко-грађевински камен, камени агрегати.

Тема скупа: Геологија и геолошка истраживања и заштита животне средине-актуелна питања и дилеме

Увод

Развој савремене инфраструктуре уско је повезан са доступношћу квалитетних минералних сировина за производњу грађевинских материјала. Природни камени агрегати представљају основни материјал у изградњи саобраћајница, хидротехничких објеката, жељезничких коридора и бетонских конструкција.

Њихова дуготрајност и функционалност директно зависе од физичко-механичких карактеристика стијенске масе из које су произведени.

Ултрабазичне стијене, а посебно серпентинисани перидотити, представљају значајан потенцијал за производњу техничко-грађевинског камена. Међутим, степен серпентинизације и геолошке карактеристике лежишта могу значајно утицати на њихова техничка својства. Циљ овог рада је оцјена техничке употребљивости серпентинисаног перидотита на основу лабораторијских испитивања физичко-механичких, хемијских и минералошко-петрографских карактеристика стијенске масе.

Материјали и методе испитивања

Истраживањем су обухваћени узорци серпентинисаног перидотита добијени са локалитета на којем је активна експлоатација техничко-грађевинског камена. Узорци су подијељени према:

- дубинском интервалу бушотина BBN-1 и BBN-2 (нпр. 15–18 m, 20–23 m, 35–40 m, итд.)
- експлоатационим зонама/позицијама означеним као KN и DN (KN-1 до KN-15; DN-1 до DN-8)

Комплетна физичко-механичка и хемијска анализа урађена је за узорке KN-1 до KN-4, док је за остале узорке (DN-1 до DN-8 и KN-9 до KN-15) извршена дјелимична анализа, са фокусом на параметре који су најзначајнији за оцјену употребљивости у цестоградњи (притисна чврстоћа, запреминска маса, упијање воде, отпорност на хабање и мраз).

За потребе овог рада, из примарних лабораторијских резултата израчунати су:

- просјечне вриједности притисне чврстоће и осталих параметара по групама узорака (комплетне vs. дјелимичне анализе)
- распони вриједности (минимум, максимум) по дубинским интервалима
- основни трендови промјене својстава са дужином (нпр. варијација притисне чврстоће по дубини BBN-1 и BBN-2)

Резултати су приказани у виду табела и описаних графичких корелација (дијаграми зависности чврстоће од дубине, упијања воде од порозности и сл.).

Сва лабораторијска испитивања спроведена су у акредитованој лабораторији у складу са важећим националним и међународним стандардима.

Резултати испитивања и коментари

Физичко-механичка својства - комплетне анализе (KN-1 до KN-4)

У Табели 1 приказани су основни параметри комплетних анализа за узорке

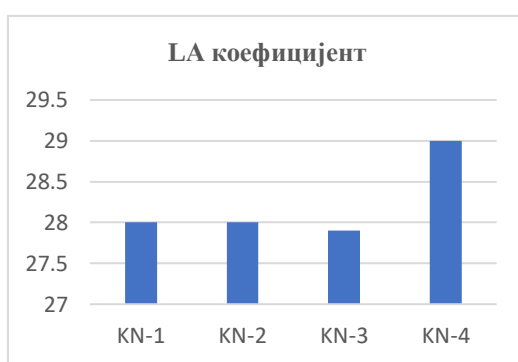
KN-1 до KN-4.

Табела 1. Основни физичко-механички и хемијски параметри - комплетна анализа (KN-1 до KN-4)

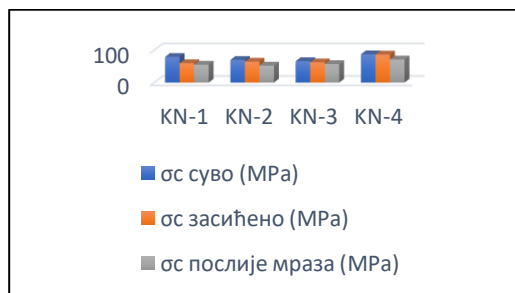
Ознака узорка	Дубина / зона	σ суво (MPa)	σ засићено (MPa)	σ после мрза (MPa)	LA (%)	Беме (cm ³ /50 cm ²)	Упијање воде (%)	ггар (kg/m ³)	Порозност (%)	SiO ₂ (%)	MgO (%)	CaO (%)	Губитак жавањем (%)	Петрографија
KN-1	BBN-1, 25-30 m	79,0	59,5	55,2	28,0	12,8	0,20	2850	0,81	40,0	32,2	5,5	8,10	серпентиниса ни перидотит
KN-2	BBN-2, 20-25 m	69,72	64,45	52,2	28,0	12,7	0,44	2870	0,75	41,0	33,1	8,6	10,2	серпентиниса ни перидотит
KN-3	ЕРК	65,81	62,41	57,10	27,9	12,9	0,51	2750	0,65	45,0	31,9	7,2	7,9	серпентиниса ни перидотит
KN-4	ЕРК	87,2	86,3	71,0	29,0	15,3	0,33	2840	0,79	43,0	32,7	9,1	8,8	серпентиниса ни перидотит



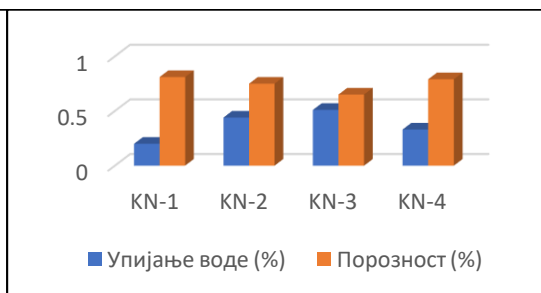
Слика 1. Притисна чврстоћа у сувом стању



Слика 2. LA коефицијент



Слика 3. Пад чврстоће након засићења и замрзавања



Слика 4. Упијање воде и порозност

- Све вриједности притисне чврстоће у сувом стању (65,81 - 87,2 МПа) указују на врло чврст материјал, погодан за високо оптерећене слојеве коловоза и бетонске елементе.

Округли сто: Геологија и рударство као прилике за привредни развој и еколошки изазови, Приједор, 2026.

- Пад чврстоће при засићењу водом и након замрзавања је релативно умерен, што сведочи о доброј микроструктурној повезаности зрна и ниској микропукотинској порозности.
- Вриједности LA индекса (~28-29%) и Беме губитка (~12,7 - 15,3 cm³/50 cm²) указују на добру до задовољавајућу отпорност на хабање и дробљење, што је у складу са захтјевима за носеће слојеве коловозних конструкција.
- Упијање воде (0,20 - 0,51%) и порозност (<1%) су врло ниски, што потврђује компактан карактер материјала и добру трајност у условима изложености води и цикличном смрзавању-одмрзавању.
- Хемијски састав (висок MgO и значајан садржај SiO₂) потврђује ултрамафитни карактер серпентинисаног перидотита, са релативно ниским садржајем CaO и умјереним садржајем Al₂O₃ и Fe₂O₃.

Физичко-механичка својства - дјелимичне анализе (DN-1 до DN-8, KN-9 до KN-15)

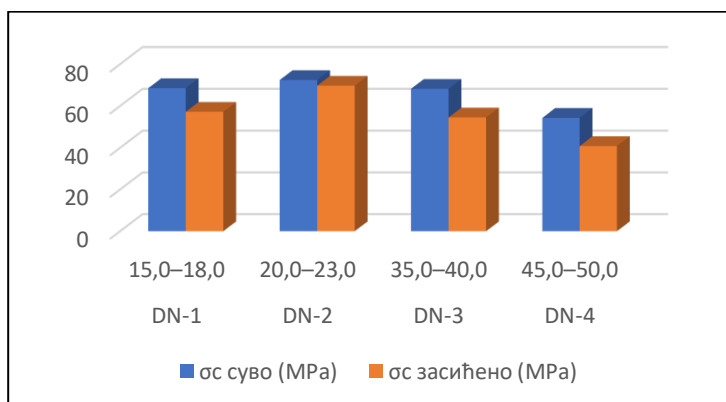
Због обима података, у доњим табелама су приказане слиједеће групе узорака:

- DN-1 до DN-4 (BBN-1, различити дубински интервали)
- DN-5 до DN-8 (BBN-2, различити дубински интервали)
- KN-9 до KN-15 (ЕПК зона)

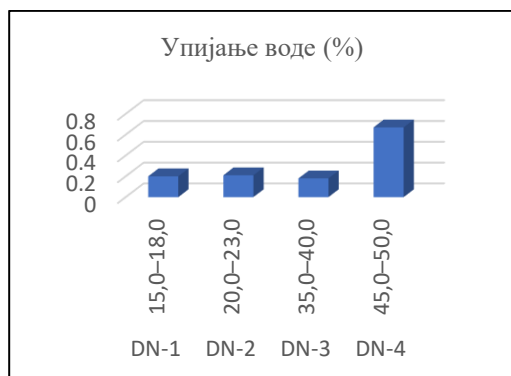
- Узорци DN-1 до DN-4 (BBN-1)

Табела 2. Физичко-механичка својства - DN-1 до DN-4 (BBN-1)

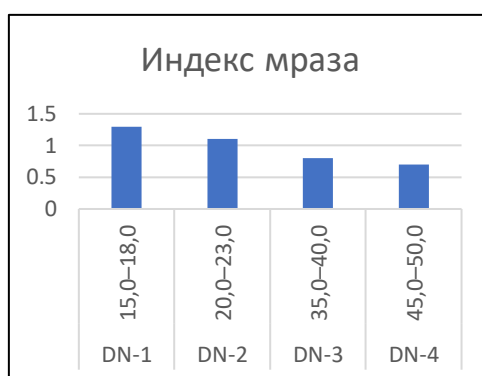
Ознака	Дубина (m)	σс суво (MPa)	σс засићено (MPa)	Упијање воде (%)	ρ _{зрп} (kg/m ³)	Индекс мрза	Беме (cm ³ /50 cm ²)
DN-1	15,0–18,0	68,5	57,2	0,20	2805	1,3	12,8
DN-2	20,0–23,0	72,4	69,7	0,21	2790	1,1	13,0
DN-3	35,0–40,0	68,2	54,5	0,18	2800	0,8	13,0
DN-4	45,0–50,0	54,3	40,8	0,67	2730	0,7	13,4



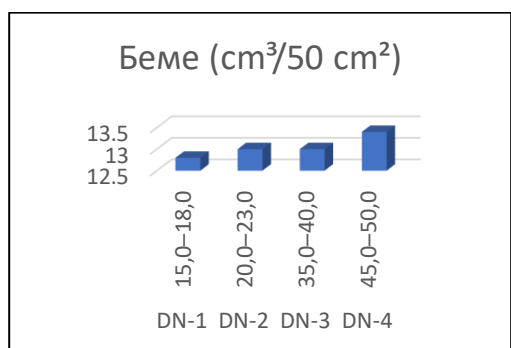
Слика 5. Притисна чврстоћа у сувом и засићеном стању



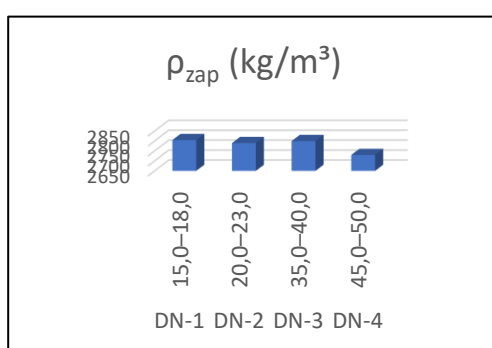
Слика 6. Упијање воде



Слика 7. Индекс мрза



Слика 8. Беме



Слика 9. $\rho_{\text{зар}}$

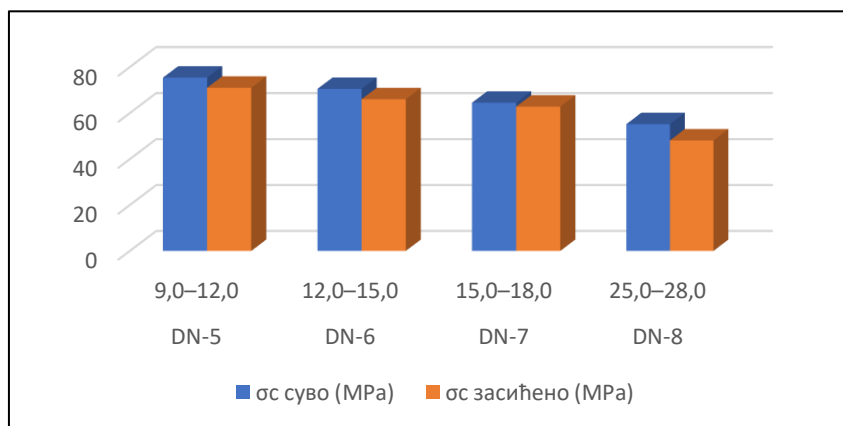
- Узорци до ~ 40 m дубине (DN-1 до DN-3) имају сличне и релативно високе вриједности притисне чврстоће и ниско упијање воде.
- DN-4 (45–50 m) показује осјетан пад притисне чврстоће и пораст упијања воде, уз нешто мању запреминску масу. Ово може указивати на локалну зону интензивније серпентинизације, расиједне зоне или повећану испуцалост.

Индекс мрза за све узорке је низак, што потврђује задовољавајућу постојаност на циклично смрзавање-одмрзавање.

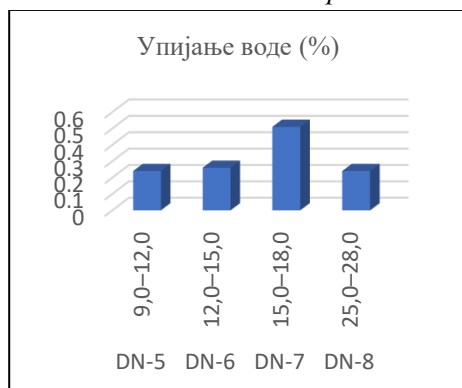
- Узорци DN-5 до DN-8 (BBN-2)

Табела 3. Физичко-механичка својства - DN-5 до DN-8 (BBN-2)

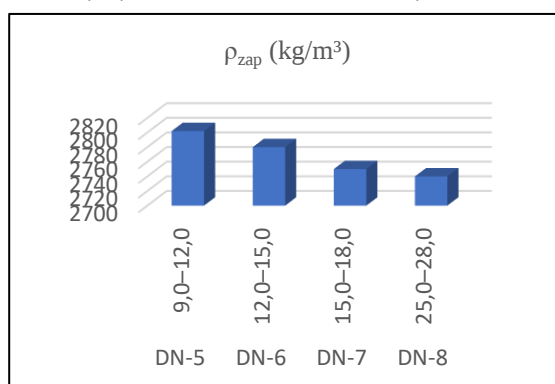
Ознака	Дубина (m)	$\sigma_{\text{суво}}$ (MPa)	$\sigma_{\text{засићено}}$ (MPa)	Упијање воде (%)	$\rho_{\text{зар}}$ (kg/m³)	Индекс мрза	Беме (cm³/50 cm²)
DN-5	9,0–12,0	75,4	71,0	0,24	2802	1,4	12,7
DN-6	12,0–15,0	70,5	66,0	0,26	2780	1,6	13,4
DN-7	15,0–18,0	64,5	62,8	0,51	2750	1,20	15,1
DN-8	25,0–28,0	55,2	48,1	0,24	2740	1,15	16,2



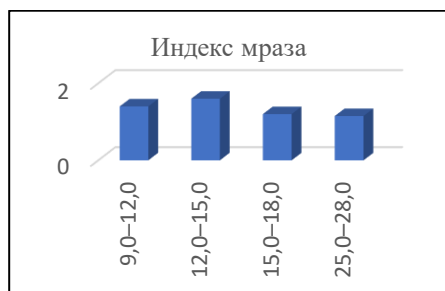
Слика 10. Притисна чврстоћа у сувом и засићеном стању



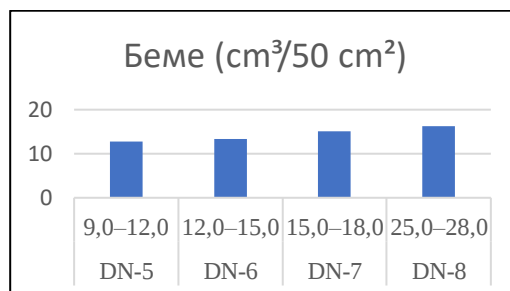
Слика 11. Упијање воде



Слика 12. Резултати ρ_{zap}



Слика 13. Индекс мрза



Слика 14. Резултати Беме

- Вриједности притисне чврстоће су углавном веће од 60 МПа за плиће нивое (DN-5, DN-6, DN-7), док DN-8 (25 - 28 m) показује нешто ниже, али и даље задовољавајуће вриједности (~ 55 МПа).
- Беме показатељи расту у узорцима DN-7 и DN-8 (15,1 - 16,2 cm³/50 cm²), што указује на благо смањену отпорност на абразију у односу на плитке нивое.

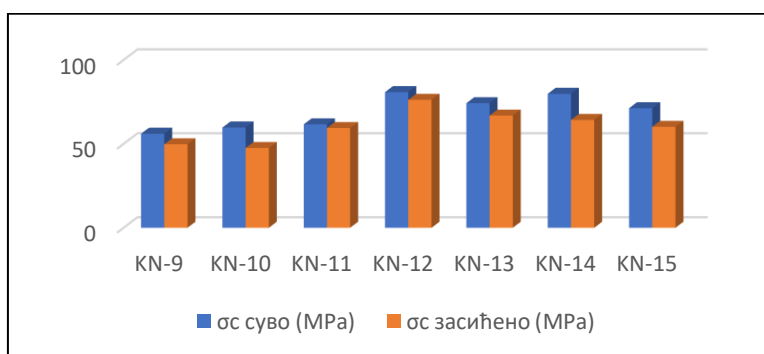
Округли сто: Геологија и рударство као прилике за привредни развој и еколошки изазови, Приједор, 2026.

- Упијање воде се креће у опсегу 0,24 - 0,51 %, што је и даље врло повољно за природни камен.

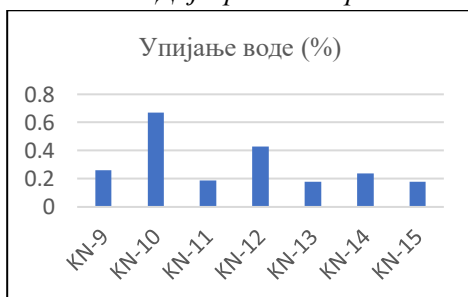
- Узорци KN-9 до KN-15 (ЕРК зона - дјелимичне анализе)

Табела 4. Физичко-механичка својства - KN-9 до KN-15 (ЕРК)

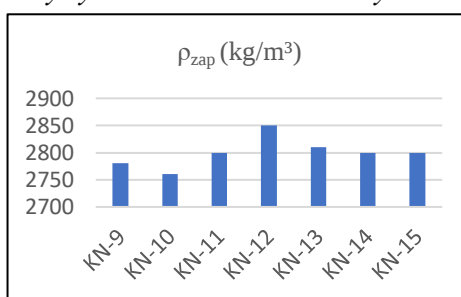
Ознака	σ_c суво (MPa)	σ_c zasiћено (MPa)	Упијање воде (%)	ρ_{zap} (kg/m ³)	Индекс мрза	Беме (cm ³ /50 cm ²)
KN-9	56,0	49,7	0,26	2780	1,22	15,8
KN-10	59,7	47,5	0,67	2760	1,31	16,1
KN-11	61,6	59,4	0,19	2800	1,24	14,2
KN-12	80,8	76,2	0,43	2850	1,14	13,9
KN-13	74,2	66,8	0,18	2810	1,8	13,8
KN-14	79,8	64,2	0,24	2800	1,01	15,8
KN-15	71,2	60,1	0,18	2800	0,98	16,1



Дијаграм 15. Притисна чврстоћа у сувом и zasiћеном стању



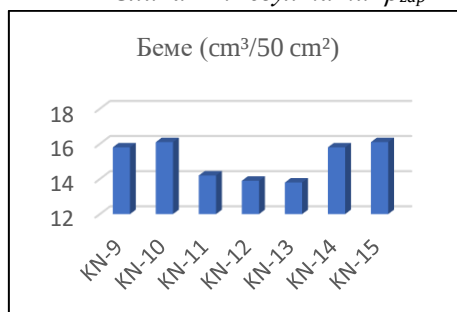
Слика 16. Упијање воде



Слика 17. Резултати ρzap



Слика 18 - Индекс мрза



Слика 19. Резултати Беме

- Већина узорака KN-9 до KN-15 показује се суво > 60 МПа, са неколико изузетака (KN-9, KN-10) који се налазе близу доње границе, али и даље у опсегу прихватљивом за употребу у носећим слојевима мањег оптерећења.
- Упијање воде је стабилно ниско (0,18 - 0,67 %), уз благо повећање код KN-10, што би могло бити повезано са локалним структурним особеностима.
- Беме индикатори (13,8 - 16,1 $\text{cm}^3/50 \text{ cm}^2$) говоре о доброј до умјерено доброј отпорности на абразију, што је прихватљиво за већину типова коловозних слојева и тампон слојева.

Поређење са захтјевима стандарда и праксе

У типичној пракси цестоградње:

- за носиве слојеве коловоза (подлоге и носеће слојеве) захтијевају се вриједности притисне чврстоће камена > 60 МПа, ниско упијање воде ($< 1\text{-}2\%$) и LA индекс обично $< 30 - 35 \%$;
- за асфалтне смјеше и хабајуће слојеве пожељни су агрегати са LA $< 30 \%$ и Беме $< 15 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$.

Сагледано у том контексту:

- већина испитиваних узорака испуњава или надмашује наведене критеријуме за чврстоћу и упијање воде;
- LA вриједности (27,9 - 29,0 %) су унутар пожељног опсега,

Беме вриједности су углавном $\leq 15 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$, осим код појединих узорака (нпр. KN-10, KN-15) гдје се крећу око $16 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$, што је и даље прихватљиво за већину намена

Хемијска и минералошко-петрографска карактеризација

Хемијски састав узорака KN-1 до KN-4 карактерише:

- $\text{SiO}_2 \approx 40 - 45 \%$
- $\text{MgO} \approx 31,9 - 33,1 \%$
- $\text{CaO} \approx 5,5 - 9,1 \%$
- $\text{Al}_2\text{O}_3 \approx 1,7 - 3,3 \%$
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 \approx 4,1 - 6,9 \%$
- губитак жарењем $\approx 7,9 - 10,2 \%$

Овај састав је типичан за серпентинисане ултрамафите, са доминантним присуством серпентина и реликтних олвина/пироксена.

Минералошко-петрографски опис свих узорака потврђује серпентинисани перидотит као доминантну стијену.

Са аспекта техничке употребљивости:

- висок MgO и умерен SiO_2 немају негативан утицај на механичка својства, али се морају узети у обзир при евентуалној употреби у контактима са цементним матрицама (потенцијалне хемијске реакције у дугом року - нпр. алкали-карбонатне, иако су овдје индиректне).
- губитак жарењем указује на присуство хидратних минерала (серпентин, могуће хлорит), што може утицати на понашање при високим температурама, али нема значајнијег утицаја на уобичајене грађевинске услове експлоатације.

Умјесто закључака

На основу приказаних резултата може се формулисати неколико кључних запажања:

1. Висока притисна чврстоћа и ниско упијање воде

Већина испитиваних узорака серпентинисаног перидотита показује притисну чврстоћу у сувом стању изнад 60 МПа, са врло ниским упијањем воде ($<0,7\%$) и малом порозношћу ($<1\%$). Ово указује на компактан и механички стабилан материјал.

2. Добра отпорност на хабање и мраз

LA и Беме показатељи свједоче о задовољавајућој до доброј отпорности на абразију, док ниски индекси мрза потврђују стабилност материјала при цикличном смрзавању-одмрзавању, што је кључно за употребу у коловозним конструкцијама.

3. Утицај дубине и позиције узорковања

Уочава се да поједини дубински интервали (нпр. DN-4, DN-8) показују нешто ниже вриједности притисне чврстоће и повећано упијање воде. Ово указује на потребу детаљнијег геолошко-структурног карактерисања лежишта, како би се у пракси избјегле потенцијално неповољне зоне при планирању фронта експлоатације.

4. Потенцијал за широк спектар примјена

Сагледано у цјелини, испитивани серпентинисани перидотит показује врло повољне техничке карактеристике за употребу као техничко-грађевински камен, посебно за:

- носеће и подлоге слојеве коловозних конструкција,
- тампон слојеве, насипе и језгра потпорних конструкција,
- производњу разних фракција каменог агрегата за бетон и асфалт (уз провјеру специфичних захтјева појединих стандарда).

Референце/Литература

BAS EN 1926:2009. Методе испитивања природног камена - Одређивање једнооксијалне чврстоће на притисак

BAS EN 1936:2009. Методе испитивања природног камена - Одређивање привидне и стварне густоће, опће (укупне) и отворене порозности

BAS EN 1097-2:2011. Испитивања механичких и физикалних својстава агрегата - Дио 2: Методе одређивања отпорности на дробљење

BAS EN 1097-6:2023. Одређивања механичких и физичких карактеристика агрегата - Дио 6: Одређивање стварне запреминске масе и упијње воде

BAS EN 932-3:2023. Испитивања опћих карактеристика агрегата - Дио 3: Поступак и терминологија за поједностављени петрографски опис

JUS B.B8.001. Постојаност на дејство мраза

JUS B.B8.015. Отпорност на брушење по Беме-у

JUS B.B8.043. Отпорност на хабање мицро Девал

JUS B.B8.042. Хемијски састав

ДА ЛИ ЈЕ ПОТРЕБНО И КАКВО РУДАРСТВО НАМ ЈЕ ПОТРЕБНО

Љиљана Станишљевић¹, Светлана Топић¹

e-mail: lj.stanisljevic@mgr.vladars.rs, s.topic@mgr.vladars.rs

1-Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију, Трг Републике Српске 1, Бања Лука,

Апстракт

Није упитно да ли је потребно? Није потребно, потребно је, само какво рударство нам треба? Да ли је могућ технолошки развој и напредак без рударства и критичних минералних сировина? Да ли је могућ прелазак на обновљиве изворе енергије? Није. Дакле, питање није да ли је рударство потребно. Потребно је, али само еколошки одрживо рударство.

Рударски сектор у Републици Српској треба да има значајну улогу у економији, мада тренутно то није случај и запошљава нешто мање од 5000 радника. Ова дјелатност ствара егзистенцију за десетине хиљада људи јер је познато да запошљава 4-7 других радних мјеста по једном запосленом у овом сектору и пружа сировине неопходне за производњу и изградњу инфраструктуре као темељ модерног индустријског друштва. Учешће у БДП-у би требало бити 4-8 %, мада то није случај данас у Републици Српској (према Статистичком годишњаку свега око 1,5 %). Рударство је потребно за функционисање модерне цивилизације и није само фокусирано на ископавање угља, већ постаје кључна грана за обезбјеђивање материјала за зелену енергију, али мора да се суштински трансформише како би било одрживо.

Економска стабилност друштва зависи од рударства, али и еколошка стабилност друштва и здравље људи зависи од заштите животне средине, односно од одрживог рударства.

Ниједна крајност не доноси друштву добро, зато рударство у Републици Српској треба да буде одрживо и еколошки прихватљиво, технолошки напредно, друштвено одговорно, циркуларно и сигурно.

Како то постићи ако је тренутно вађење и прерада сировина одговорно за 40 % губитка биодиверзитета на глобалном нивоу и представља око 30-40 % укупних емисија гасова стаклене баште (гдје само рударство производи око 7 % тих емисија), ако је за производњу једне средње плутајуће вјетроелектране потребно десетине тона бакра, за што је потребно прекопати најмање 50.000 тона земље и камења. Опет се поставља питање дугорочне одрживости, начина извлачења минералних материја, количине која се експлоатише и најважније питање за заштиту животне средине и здравља људи, има ли зелене транзиције?

Изазови и одговорности према природним ресурсима укључују многе актере, од оних који црпе ресурсе до крајњег потрошача. Потрага за рјешењима за одрживост

рударског сектора захтијева међународну сарадњу без преседана, која укључује јавно-приватна партнерства и промовише међусекторске иновације

Кључне речи: одрживост, заштита, економија, екологија, стабилност

Тема скупа: Рударство и заштита животне средине

Увод

Вјечита дилема, да ли је потребно, колико је потребно, како рударство тако и већина дјелатности која су у експанзији. Велика понуда поспјешује велику потражњу, да ли је за човјечанство боља оскудица или изобиље. За човјечанство какво данас познајемо изобиље је стил живота, али да ли је то одрживо. Имамо ли прошлост и будућност или само садашњост.

Количина обновљивих ресурса је фиксна, то је опште познато али колике су те резерве, то баш и није познато. Јасно је такође, колике год су количине не могу трајати заувјек. Питања њиховог коришћења су сложена и обухватају промјене у понуди и потражњи ресурса, као и у управљању са отпадом који се ствара при експлоатацији и коришћењу ресурса. Коришћење многих неопходних ресурса и стварање многих врста загађујућих материја већ су прешли стопе које су физички одрживе.

Добијени производи служе за задовољавање одређених људских потреба, а након употребе напуштају економски систем, и поново се враћају у природно окружење. Повезаност економског система и природног окружења огледа се, са једне стране, у коришћењу и исцрпљивању природних ресурса за потребе производње и потрошње, и са друге стране, у стварању резидуала, као последица реализације производње и потрошње, који се емитују и одлажу у природну средину.

Са глобалног аспекта, све већи утицај на животну средину има и повећање распорака између развијених и неразвијених земаља, не само по броју популације, него и по искоришћавању природних ресурса. Развијене земље учествују са 22% у укупној свјетској популацији, и са 80% свјетског економског богатства, користе око 80% свјетских минералних и енергетских ресурса и производе највећи дио свјетског загађења и отпада. Мање развијене земље карактерише нижи степен индустријализације, и нижи национални доходак по становнику, од просјечног нивоа. Оне учествују са 78% у укупној свјетској популацији, располажу само са 20% свјетског економског богатства, и користе само 20% свјетских минералних и енергетских ресурса. Другим ријечима, прекомјерна производња и потрошња изазивају поремећаје у природним процесима одржавања чистог ваздуха, воде, и земљишта, и ако земље наставе са таквим трендом развоја, негативне последице могу бити

несагледиве (Ризнић, 2009).

Криза на сектору сировина и енергије седамедестих година прошлог вијека била је прво упозорење на неодрживости досадашњег концепта привредног развоја. Прво су реаговале развијене земље доношењем програма штедње и рационалног коришћења примарних ресурса, те конзервацијом минералних сировина и енергије. У оквиру тих активности посебно мјесто има коришћење отпадних сировина (Урошевић, 2009).

Одрживост у рударству, као и у свим антропогеним активностима је једино могућа уз поштовање принципа економске и еколошке одрживости и друштвене одговорности

Приказ актуелног стања у Републици Српској у односу рударства и заштите животне средине

За потребе рада интензивно се радило на анализи доказа који се достављају уз захтјеве за процјену утицаја на животну средину, студију утицаја на животну средину, еколошке дозволе и дозволе за управљање отпадом, у којима је описан начин рада рударских постројења и дат приказ управљања отпадом, као и на анализи доступне литературе.

Процјена утицаја на животну средину је кључни инструмент за идентификацију и ублажавање потенцијалних негативних утицаја рударских пројеката. У ЕУ, ова процјена је обавезна за све рударске пројекте који могу имати значајан утицај на животну средину. Примјеном стратешке процјене утицаја у планирању, отвара се простор за сагледавање промјена насталих у простору и уважавање потреба предметне средине. Планирање подразумијева развој, а стратегија одрживог развоја захтијева заштиту животне средине. Студијом утицаја на животну средину се није могао усмјеравати развој због њене ограничене улоге у планирању, док примјена Стратешке процјене утицаја на животну средину омогућава постављање новог система процјене уз уважавање сазнања о степену нарушености одређеног простора.

У Републици Српској спровођење процјене утицаја на животну средину има своје упориште у Закону о заштити животне средине (Службени гласник Републике Српске, број 71/12, 79/15, 70/20) који успоставља правни оквир за издавање еколошких дозвола укључујући одредбе о помоћним процедурама као што је процјена утицаја, засновано на концепту интегралне превенције и контроле загађивања. Законом се прописује да сви погони који се налазе на листи дефинисаној подзаконским актом (односно Правилником о постројењима која могу бити изграђена и Студија утицаја на животну средину 11 пуштена у рад само уколико имају еколошку дозволу (Службени гласник

Републике Српске, број 124/12)) могу бити изграђени само уколико имају еколошку дозволу издату у складу са одредбама тог закона. Поред тога, нити једна овлашћена институција не може издати грађевинску дозволу нити било коју другу неопходну дозволу, укључујући еколошку дозволу, за пројекте који подлијежу процесу процјене утицаја на животну средину, уколико подносилац захтјева уз захтјев није приложио копију одобрене Студије утицаја на животну средину односно Рјешење о одобравању Студије. Процјена утицаја на животну средину је систематска идентификација и оцјена потенцијалних утицаја предложених пројеката, планова, програма или правних подухвата на физичкохемијске, биолошке, културне и социо-економске компоненте цијелокупне животне средине.

Имајући у виду обавезе према Закону о заштити животне средине као и Правилнику о пројектима за које се спроводи процјена утицаја на животну средину и критеријумима за одлучивање о обавези спровођења и обиму процјене утицаја на животну средину (Службени гласник Републике Српске, број 124/12), експлоатација угља на укупној површини од 1123 хектара спада у постројења за која Министарство одлучује о потреби спровођења процјене о утицају на животну средину, Интеграција процјене утицаја на животну средину у пројектни циклус може бити од велике користи инвеститору јер Студија утицаја на животну средину може дати правовремене информације у кључним фазама пројектног циклуса.

Прелиминарни налази из Нацрта студије утицаја на животну средину могу указати на неке практичне измјене у пројекту којима је могуће избјећи или умањити негативне утицаје на животну средину, или на бољи начин сагледати еколошке користи.

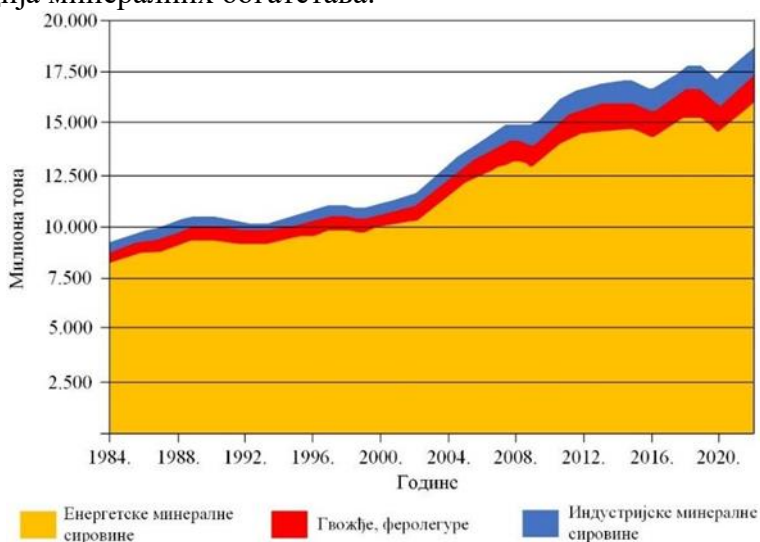
Усклађивање домаћег законодавства са европским стандардима у области рударства и заштите животне средине представља важан корак ка одрживом развоју. Имплементација међународних стандарда и смјерница у рударском сектору доприноси минимизирању негативних утицаја на животну средину. Активно учешће локалних заједница и поштовање њихових права представљају кључне елементе друштвене одговорности у рударском сектору. У наредним годинама, рециклажа и циркуларна економија ће играти све значајнију улогу у обезбјеђивању критичних сировина, али ће примарна експлоатација остати неопходна још најмање 20-25 година.

Метали се рециклирају без губитка квалитета, стога су по дефиницији „одрживи”: то је мисао многих када се говори о одрживости ове врсте материјала. И то је тачно. Али онај на одрживост је сложенија ствар: морамо узети у обзир потрошњу ресурса, утицај на животну средину процеса екстракције, проблеми везани уз управљање индустријским отпадом.

Гледано кроз ову призму, метали нису баш толико одрживи. А с обзиром на то да ће еколошка транзиција захтијевати потрошњу великих количина истих, за батерије за електричне аутомобиле и друго, све је хитније пронаћи рјешење за металну одрживост.

Анализирајући доступну литературу долази се до података да се сваке године у свијету вади више од 150 милијарди тона камена, за коначну производњу од 65 милијарди тона минерала, 72 милијарде тона отпадних стијена и 13 милијарди тона губљења. Бројке толико огромне да их је тешко замислити. Да би се створила некаква слика текуће потрошње ресурса, морамо да знамо да се сваке године експлоатише количина пијеска и шљунка довољна за изградњу зида висине 27 метара и једнаке ширине око цијеле Земље (у бројевима, 50 милијарди тона). То су подаци који произлазе из извјештаја УНЕП-а “Пијесак и одрживост: 10 стратешких препорука за спрјечавање кризе”, објављено у априлу 2022.

Тренутно је вађење и прерада сировина одговорно за 90 посто губитка биоразноврсности на глобалном нивоу и представља 50 посто укупних емисија стаклених гасова. Прелаз енергије, заједно с брзим развојем инфраструктуре на глобалном нивоу, ризикује стварање још критичније ситуације у погледу експлоатација минералних богатстава.



Слика 1. Тренд повећања укупне рударске производње у свијету од 1984. до 2022. године

Ако је истина да ће електрични аутомобили омогућити циркулацију с нултим емисијама, једнако је истина да је за возила на електрични погон потребно, у просјеку, најмање 6 пута више метала него у старом аутомобилу с мотором с унутрашњим сагоревањем.

Уважавајући експерте из предметне области, као и доступну литературу и праксе из ове области питање је да ли је могућ зелени прелаз. Минерали и метали окосница су великих индустрија, укључујући енергетику, грађевинарство, мобилност и електронику, те ако међународне владе и челници индустрије не пронађу начине за извлачење и кориштење ових ресурса имајући на уму дугорочну одрживост, упитна је зелена транзиција.

Изазови и одговорности, када су у питању природни ресурси, укључују бројне актере, од оних који црпе ресурсе до крајњег потрошача, проблем се тиче свих. Због тога потрага за рјешењима за одрживост рударског сектора захтијева међународну сарадњу без преседана, који укључује јавно-приватну сарадњу и промовише међусекторске иновације.

Према Међународној агенцији за енергију, глобална потражња за основним сировинама као што су пијесак, кобалт и ријетке легуре је предодређена да се учетверостручи до 2040. У случају литија потражња ће се повећати 42 пута.

Проблем је, што се заостаје са рециклажом и поновним искориштењем минералних ресурса. Пут кружне економије врло је обећавајући и можда једино ефикасно рјешење за смањење потражње за необрађеним сировинама, али је још увијек у процесу успостављања.

Осим губитка потенцијалне вриједности, што је посебно оптерећујуће за континент који је готово у потпуности овисан о ресурсима трећих земаља, "присилно" кориштење дјевичанских сировина генерише извор стреса који се може избјећи за околиш и климу. Због тога је у Савезном лабораторију за знаност и технологију материјала, као и у другим важним истраживачким институтима, усвојен приступ који промовише одговорно кориштење ресурса и подстиче истраживања како искористити затворене петље, углавном у вези батерија и електроничких уређаја.

Зашто рударство мора да постане „одрживо“ и где је место Републике Српске у свјетским трендовима заштите животне средине

Одрживо рударство има кључну улогу у постизању универзалног приступа енергији, једног од важних ESG (Environmental, Social, Governance) принципа. Република Српска са својим значајним резервама критичних метала попут бакра и литијума, има потенцијал да одигра кључну улогу у овом контексту. Ова сировинска богатства су од суштинског значаја за зелену транзицију и производњу батерија неопходних за електрична возила и обновљиве изворе енергије.

Република Српска располаже значајним потенцијалима минералних сировина, укључујући бакар и литијум, чија су истраживања изазвала велики интерес

страних компанија, али и оштро противљење локалног становништва због еколошких ризика.

Могућа налазишта литија као сировине која је добила стратешки значај досад у Босни и Херцеговини нису цјеловито истражена, а потврђена су једино у источном дијелу наше земље, гдје су пронађене залихе које се процјењују на више од милион тона концентрата.

Седам је локација у БиХ богатих овом рудом, показала су ранија истраживања. Поред Лопара гдје је истраживање завршено, магматске стијене од Србца до Фоче потенцијална су налазишта. "Углавном магматске киселе стијене. Перспективна мјеста на геолошкој карти су издвојена: Планина Мотајица на сјеверу, Просара до ње, комплекс магматских киселих стијена у реону Средње Босне, па исток Чајниче, Фоча, Горажде и Сребреница. То су локалитети који су повољни са стијенског аспекта, но свакако треба провести истраживања по питању концентрације литијума", наговјештава Елвир Бабајић, професор са Рударско-геолошког факултета у Тузли.

Дакле, ископавање литијума је економска прилика, прилика за зеленију транзицију али је и велики изазов за заштиту животне средине.

Важност одрживог рударства у ESG принципима огледа се у смањењу негативних утицаја на животну средину, поштовању права локалних заједница, тежњи ка климатској неутралности и промоцији друштвене одговорности. Овај приступ подразумијева усклађивање са строгим стандардима безбиједности, транспарентности у пословању, смањењу негативних еколошких ефеката и ангажовање са локалним заједницама.

Одрживо рударство не подразумева само експлоатацију сировина, већ и одговорно управљање цјелокупним животним циклусом рудника, укључујући рекултивацију и рехабилитацију подручја након експлоатације. Такође, активно учешће локалних заједница и поштовање њихових права представљају кључне елементе друштвене одговорности у овом сектору.

У контексту европских иницијатива попут Закона о критичним сировинама, важно је да експлоатација иде у корак са највишим стандардима заштите животне средине и друштвене одговорности како би се осигурала одрживост и подршка локалним заједницама.

Džon Stin је истакнути научник у области глобалне будућности рударства и директор Истраживачке иницијативе "Bredšo" за минерале и рударство. Његов истраживачки рад фокусиран је на иновације и одрживи развој у рударском сектору, са посебним нагласком на прелазак ка дигиталним пословним моделима, технолошке екосистеме, стратегију иновација и перформансе у мегакапиталним пројектима вриједним преко милијарду долара. Савјетовао је израду Мапе пута иновација у рударству за Рударско удружење Британске

Колумбије и владу ове провинције и наглашава да ће технологија бити кључна за одрживи развој у рударству, а вода и енергија главни изазови за одрживи развој у рударству заједнице.

Изазови и правци развоја одрживог рударства

Да ли постоји универзалан модел развоја рударског сектора на одржив начин?

Три су главна изазова за одрживи развој у рударству: заједнице, вода и енергија. Локална заједница мора имати користи од рудника који се налази близу њихових земљишта. Постоји тенденција да се оправдава постојање рудника глобалним економским користима, али те користи морају такође бити усјмерене ка локалној заједници. Критичне сировине постају кључни фактор у глобалним економским и политичким стратегијама. Нема довољно метала за подршку производњи производа обновљиве енергије потребних за транзицију ка свијету који је пријатељски према клими. Ако желимо да постигнемо климатске циљеве, производња метала мора драстично да се повећа, чак и ако постигнемо 100% рециклаже. Као што је Свјетска банка изјавила, биће нам потребно исто толико бакра у наредних 30 година колико смо произвели током цијеле историје човјечанства. Потражња је још већа за друге метале попут литијума и метала ријетке земље. Поред ове потражње, постоји растући јаз између Русије, Кине и Запада, што значи да ће критични минерали бити коришћени у будућим трговинским ратовима. Непостојање западних извора метала иде на руку Русији и Кини, омогућавајући им доминацију у геополитичком пејзажу 21. вијека.

Квалитет прописа о заштити животне средине кључан је за постизање одрживог исхода пројеката везаних за рударство. Мора се створити повјерење у те прописе и натјерати компаније које се баве рударством да поштују исте, посебно када је реч о животној средини. Консултације и изградња повјерења су од суштинске важности. Такође, локални актери морају имати повјерења да ће утицаји на животну средину бити минимални – а изградња повјерења захтијева вријеме.

Сарадња између јавног и приватног сектора је од суштинског значаја за напредак иновација. Такође, употреба аналитике података за праћење утицаја на животну средину, попут предвиђања истицања рударских отпадних вода и праћења биодиверзитета у близини рударских локација је област технологије која се брзо развија и треба је искористити.

Као и све дјелатности модерног доба, тако и рударство тражи изворе нових технологија из других индустрија у потрази за продуктивношћу и одрживошћу, од биотехнологије до квантне физике и вјештачке интелигенције,

и индустрија прихвата што више добрих идеја. Тренд који ће се ширити у годинама које долазе.

Концепт одрживог рударства приказан је у табели бр. 1.

Концепт одрживог рударства

Кружна економија	Поновна употреба рударског отпада и рециклирање материјала уз максимално искоришћавање ресурса
Чисте технологије	Имплементација модерних метода које смањују емисије и потрошњу енергије
Укључивање заједнице	Транспарентно праћење и извјештавање локалног становништва о утицајима на околину
Регулаторни оквири	Примјена строгих стандарда (Consolidated Mining Standard Initiative - CMSI) како би се ускладила индустријска производња са еколошким захтјевима.

Рударство има значајан утицај на животну средину, укључујући загађење воде и земљишта, губитак биодиверзитета и емисије гасова стаклене баште. Традиционално рударство може имати негативне последице по здравље локалних заједница и екосистем. Упркос изазовима, рударство је неопходно за зелену транзицију. Развој одрживих рударских пракси и технологија може ублажити негативне утицаје и омогућити ефикасније коришћење ресурса.

Табела 2: Изазови у прихватању одрживог рударства

Изазов	Опис проблема
Постојећи ресурси	Утврђивање експлоатационих права, ширење истраживачких подручја, коришћење отпада на одржив начин
Замјена технологија	Технолошка рјешења, машине, алати и транспортна средства могу да се замјене
Одрживо пословање	Пословни концепти управљања, мониторинг и контроле процеса; успостављање сарадње са партнерима кроз јавно-приватно партнерство; кључни моменат је улагање средстава у одрживо пословање
Задовољна локална заједница	Локалне групе, удружења и заинтересовани појединци могу бити подршка ако се послови обављају одговорно и одрживо за друштвену средину
Чиста животна средина	Почетак мора да буде заснован на дозволама државе, сагласностима локалне управе и пристанком локалних удружења,

Заштита животне средине представља један од најважнијих изазова савременог рударства. Европска комисија је у марту ове године објавила предлог Закона о критичним сировинама, чији је циљ смањење зависности од увоза критичних сировина, посебно из Кине, и достизање нето нула емисије гасова стаклене

баште до 2050. године.



Слика 2. Три стуба одрживог рударства

Управљање отпадом у рударству и рекултивација након завршетка експлоатације су критични за минимизирање негативних утицаја на животну средину. Дјелотворни планови рекултивације могу помоћи у обнављању екосистема и смањењу отпада.

У закључку, експлоатација критичних сировина захтијева пажљиво управљање како би се минимизирали еколошки ризици. Друштвено и еколошки одговорно рударство може помоћи у заштити животне средине и обезбиједити одрживу будућност. Следећа генерација рудника треба бити дефинисана ефикасношћу процеса и њиховом способношћу да оставе минималан еколошки отисак.

Умјесто закључака

Ако је заштита природе и животне средине постала цивилизацијски проблем, а профит економски мотив привређивања произвођача и других привредних субјеката, онда се не може игнорисати ни једно од ових питања. Пракса је показала да у овом рјешавању има посла и за државу и њене институције. Остваривање баланса између еколошког и економског подсистема унутар сложеног екосоцијалног система, све више је предмет расправе стручњака. Да би се то остварило, неопходно је извршити трансформацију досадашњег система економског вредновања материјалног благостања и досадашњег економског механизма повећања истог. Потребно је преусмјерити економско понашање људи, тако да систем људских вриједности и институција утиче на уобличавање система понуде и тражње у правцу унапређивања квалитета животне средине. Све то води развијању нове економске дисциплине назване зелена (еколошка) економија, која треба да пружи одговор на два питања која су од изузетног значаја: како заштитити и сачувати ресурсе природне

(животне) средине, а да се истовремено обезбиједи континуиран и економичан развој у будућности, и које услове треба обезбиједити да би се омогућио прелазак са потрошачки оријентисаног неограниченог економског развоја на дугорочно одрживи економски развој, који је усклађен са могућностима и ограничењима екосистема.

Сама експлоатација није штетна, питање је како ће се и гдје одлагати јаловина и колико је има, јер ње нужно мора да буде. Нема ни једног рудника у свијету који нема јаловину. Интегритет једне државе данас зависи управо од тога шта као земља посједује и колико је независна у односу на разне потребе савременог друштва, јер све оно што немамо морамо да увозимо.

Референце/Литература

- Историја српског рударства, <http://ribeograd.ac.rs/wp-content/uploads/2018/08/Istorija-Srpског-рударства-цирилица-1.пдф>
- ISO - International Organization for Standardization. (2024). Sustainable critical minerals supply chains (IWA 45:2024).
- M. Onifade, T. Zvarivadza, J.A. Adebisi, K.O. Saidd, O.Dayo-Oluponae, A.I. Lawalf, M. Khandelwala. Advancing toward sustainability: The emergence of green mining technologies and practices, Green and Smart Mining Engineering 1 (2024) 157–174
- Игњатовић Драган, Павловић Владимир, Ђенадић Стеван, Павловић Наталија, Стање и одрживи развој рударства у Републици Србији, ТЕХНИКА – РУДАРСТВО, ГЕОЛОГИЈА И МЕТАЛУРГИЈА 76 (2025)-1
- Катастар рударског отпада, <https://kro.mre.gov.rs/jkro>

ОДРЖИВИ РАЗВОЈ И ПЕРСПЕКТИВЕ РУДАРСКОГ ИНЖЕЊЕРСТВА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ И НА БАЛКАНУ

Владимир Малбашић¹, Светлана Средић¹

e-mail: vladimir.malbasic@rf.unibl.org

1-Универзитет у Бањој Луци-Рударски факултет

Апстракт

Глобализација, убрзавање привредних и технолошких промјена су у великој мјери промијенили улогу и значење минералних сировина у цивилизацији XXI вијека.

При дефинисању концепта одрживог развоја истичу се потреба сарадње у стварању одрживе економије у индустрији набавке минералних сировина и стварању нових технологија за њихово коришћење.

Неравнојерна географска расподјела и локација минералних ресурса и типова постројења такође одражава геолошка, економска и политичка разматрања, што још више утиче на глобални дискурс о рударству и искривљавање праве слике о рударству, и то доводи до данас актуелне глобалне приче да глобални југ извози минералне сировине на глобални сјевер гдје се вишеструко увећавају вриједности овог вида производње.

Свјетска потражња за минералним сировинама ће се обликовати кроз три општа фактора и то кроз видове употребе минералних сировина, ниво становништва који ће конзумирати ове минералне производе и животни стандард који ће одредити колико свака особа троши.

Рударство неће моћи бити ускоро прекинуто па чак стручњаци предвиђају нови пораст рударства метала и неметала у наредним деценијама, што још више забрињава да ће интензивније рударске активности вјероватно створити више негативних утицаја на земљиште и уопште на животну средину. Због тога се могу навести кључни изазови које рударска индустрија треба да ријеш и ублажи: Климатски, друштвени и еколошки притисци, здравље и безбједност, геополитика, индустријски захтјеви и тржиште, сталне иновације и технолошке промјене и недостатак вјештина одржавања и управљања.

И зато је неопходно поновити да је потребно анализирати и дефинисати значај наших/постојећих минералних ресурса и сировина у глобалним политичким процесима и економским трендовима у ери глобализације и коришћења модерних технологија.

Кључне речи: одрживи развој у рударству, климатски, друштвени и еколошки притисци, геополитика, иновације и технолошке промјене

Тема скупа: Рударство и заштита животне средине

Увод

Минералне сировине представљају основу материјалне производње и савремене привреде. Експлоатација и прерада минералних сировина, метала и горива из земље је једна од најстаријих индустрија човечанства а потребе временом само расту. Те се промјене могу уочити у релативизацији али и стратешком сагледавању улоге метала, потом у повећању улоге неметала као и у повећаном искоришћавању неких специјалних „критичних“ минералних сировина, чије коришћење је до прије неколико деценија било ограничено. Осим тога, доминантно расте улога енергетске потрошње, а с тим и важност енергетских минералних сировина. Све је то утицало на промјену али не и на смањивање улоге минералних сировина у савременој привреди. Напротив, експлоатација неких минералних сировина данас постаје питање геополитике и вођења стратешке међународне политике, а рударство и геологија „носе“ управљање минералним ресурсима и утичу на свеукупни привредни развој државе.

Глобално гледано друштва постају све више зависна од све веће разноликости и веће количине ископаних минералних сировина него икада раније. Просјечна потрошња минералних сировина је **17 до 26 тона минералних сировина годишње по особи**, у зависности од стандарда поједине земље (Bendall, 2022). Говорећи о будућности рударства у контексту одрживог развоја неопходно је реално процијенити значење тог појма, и нужно је напоменути да он добија посебан одјек у случају рударства. Неки основни принципи би требали бити **разумно и економично истраживање, проналажење и коришћење минералних ресурса** (Dubiński, 2013).

Рударске активности имају негативне утицаје по животну средину, па је разумљива појачана брига за еколошко стање планете Земље, али и за технолошке, економске и културолошке промјене које су резултоване рударским активностима. Екстракција нових материјала кроз рударске производне процесе је и даље јефтинија од рециклирања односно поновне употребе многих материјала, због чега се јавља све већи број упозорења на све већи притисак рада рудника на природу и животну средину кроз губитке биодиверзитета и други негативне утицаје на локалне заједнице (Franks, 2020). Научна и стручна сазнања о минералним сировинама у савременом друштву осим искоришћавања све се више протежу и на санирање и заштиту животне средине.

Анализирајући значај и улогу минералних ресурса и сировина могуће је уочити одређене специфичности рударства, као привредне гране:

-Необновљивост резерви минералних сировина,

- Употребна вриједност минералних сировина,
- Локацијска одређеност минералних сировина ,
- Регионални утицаји при експлоатацији минералних сировина,
- Еколошки утицаји при експлоатацији минералних сировина и смјернице за заштиту животне средине.

Глобално се све чешће постављају питања могућег планирања потпуног заустављања употребе фосилних горива и минералних сировина у циљу боље заштите животне средине. Човјечанство би се заустављањем употребе фосилних горива и минералних сировина суочило са многим тешкоћама, јер је евидентна зависност од садашњег нивоа експлоатације минералних сировина (Cole,2022).

То са собом носи дилеме како рационалније користити минералне ресурсе, и све веће количине технолошке и експлоатационе јаловине из досадашње производње, односно на који начин данас можемо и требамо користити материјале.

Будућност рударства у контексту одрживог развоја

Када се говори о одрживом развоју широко прихваћена дефиниција би била да је потребно омогућити развој који задовољава потребе садашње генерације без угрожавања потреба будућих генерација. Потражња за минералним ресурсима, узимајући у обзир динамику и глобалне трендове у глобалној привреди даје тренутно незамјенљив значај минералних сировина у њеном развоју, па је дефинисање одрживог развоја рударског сектора основа која обликује даљи развој рударства у будућности (Kesler,2017).

Концепт одрживог развоја данас је широко коришћен термин у многим областима и активностима које се односе на живот човјека и реакција је на динамичан привредни раст у многим земљама свијета (што је карактеристично за другу половину 20 и прве двије деценије 21 вијека).

Имплементација одрживог развоја подразумијева интеграцију активности на том плану у следеће три кључне области:

- **еколошки, обезбјеђујући заштиту природних ресурса и животне средине** - то подразумијева бригу о лежиштима и заштиту ресурса његовим рационалним коришћењем уз предузимање мјера које минимизирају негативан утицај различитих рударских процеса у вези са експлоатацијом минералних ресурса на различите облике геолошке средине и природног окружења на површини.

- **социјални, односно брига о запосленима и развој заједнице у области са рударским активностима** – што носи са собом друштвену одговорност, обезбјеђивање безбједних услова за рад, и друштвених аспеката

рударства укључујући рударске породице, развој локалне заједнице итд.

• **техничке и економске активности које обезбјеђују привредни раст** -економски раст подразумијева постизање дугорочне одрживости како упогледу планираних обима производње, тако и у задовољавању потреба купаца, као и постизање економске ефикасности остварене продајом ископаног минерала (bdo global,2023)

Одрживи развој је континуалан процес са јасно дефинисаним циљевима и средствима за њихово постизање, гдје су наведене области стубови одрживог развоја рударства и коришћења природних ресурса. При томе временом расте спектар проблема, чијим рјешавањима се ова важна индустрија приближава постизању циљева обезбјеђивања пуне одрживости, уз ангажовање науке и методе и технологије развијене у оквиру наука о Земљи и рударству (Bendall, 2022).

Глобални дискурс о рударству и одрживом развоју пати од фундаменталног извртања праве слике о рударству и његовог значаја. Преиспитивање улоге минералних сировина у глобалном развоју и постављање питања да ли су државе и заједнице правилно анализирале кључне производе, питања, актере и путеве развоја рударства (Dubinski,2013).

Прошли су дани када су рударска предузећа и компаније могле једноставно да истражују одређена лежишта минералних сировина, и у будућем пословању су неопходна унапређења и иновације потребне за развој нових производа и процеса како би се увећали финансијски ефекти рада и олакшало задовољавање свих захтјева у смислу заштите животне средине. Одлични финансијски резултати рударских компанија (али и већине капацитета за прераду и дораду минералних сировина) у 2021. години, уз нејасно трајање актуелних услови тржишта и пословања изискују промјене - потражња за „критичним минералима“ наставља да расте, радна окружења постају све изазовнија, а нови „играчи“ се појављују. Дакле, кључно питање је **довољно брза трансформација** при стварању вриједности усред нестабилности тржишта, све веће потражње за минералним сировинама и трке ка нултој емисији а у циљу напретка и зарађивања повјерења за будућност (Bendall, 2022).

Анализирајући значење појма "одрживи развој", треба напоменути да он добија посебан одјек у случају рударства, а неки основни принципи би требали бити разумно и економично истраживање, проналажење и коришћење минералних ресурса. Циљ савремене рударске дјелатности је коришћење-експлоатација широког спектра минералних сировина, који се користе за задовољавање разноврсних потреба људи, почев од енергетике, грађевинарства, хемијске, фармацеутске, аутомобилске, електронике,

свемирске технологије др. Експлоатација минералних ресурса у свјетским размјерама континуално расте, а евидентна је веза између експлоатације минералних ресурса и економског раста.

Кључни елемент одрживог развоја је рационално и исплативо откопавање минерала, али савремени човјек, навикнут на доступност минералних ресурса, заборавља најважнију чињеницу, а то је неминовно исцрпљивање необновљивих сировина.

Анализирајући проблем обезбјеђивања одређених минералних сировина, неравномјерност дистрибуције различитих минералних лежишта у географском погледу ствара ограничен приступ одређеним групама сировина, посебно оних које су најчешће тражене на тржишту, па се тиме ствара привилегован положај неких земаља. Проблем се односи и на приступ сировинама и на имплементацију политике у вези са коришћењем сировинама и концесионарством у неким земљама. Нема сумње да ће проблем везан за доступност и безбједност снабдијевања минералних ресурса ће наставити да расте. Значајан фактор је брзи раст свјетске популације, па се може поставити питање какав ће бити утицај ових глобалних трендова на одрживи развој коришћења минералних сировина.

Важно је напоменути да ће порасти не само потражња за енергентима, већ ће, према глобалним процјенама, расти и потражња за другим минералним ресурсима и нема сумње да ће заправо ресурси не само директно утицати на даљи економски раст, већ прије свега на позицију дате државе у креирању политике у погледу глобалног тржишта сировинама. Када се анализирају описани трендови на свјетском тржишту минералних сировина, треба обратити пажњу на најбрже растуће економије у свијету. То је отприлике група земаља позната као БРИКС, а то су Бразил, Русија, Индија, Кина и Јужна Африка. Треба напоменути да су ове земље изузетно богате ресурсима и да су већ између 2000. и 2008. биле носиоци 50% глобалног економског раста. Према различитим прогнозама, економски потенцијал земаља БРИКС-а ставља их у позицију свјетских лидера најразвијенијих економија до 2050. године (Dubiński, 2013).

Потпуно другачија ситуација у погледу прогноза развоја рударства, може се видети у Европској унији, која је додатно кренула у амбициозну борбу против глобалног загађивања, те се удаљава од фосилних горива, а тиме и од изворних ресурса, мада се тај тренд последњих 5-7 година ипак мијења у неким правцима барем што се тиче металних минералних сировина. Ова чињеница се несумњиво негативно одражава на претходно поменути енергетску безбједност земаља ЕУ гледајући глобална догађања последњих година. Политика Европске уније везана за безбједност осигурања довољних количина појединих минералних сировина се огледа, између осталог, и у потрази за

стабилним иностраним добављачима минералних сировина дефинисаних као „критичних“ за привреду земаља ЕУ (Kesler,2017).

Стварна улога минералних сировина и материјала који се копају, прерађују, производе и користе у домаћим индустријама као што су грађевинарство, производња, инфраструктура и пољопривреда увелико одређују однос између минералних сировина, развоја, средстава за живот и смањења сиромаштва и питања индустријализације, урбанизације и пољопривреде поготово у земљама у развоју. Неопходно је апострофирати све већи приоритет развоја производње нових минералних сировина као и повећање вриједности производње те околности њихове производње као теме креирања политике и програмирања развоја. Улога минералних сировина у глобалном развоју уз пораст производње метала, енергетских сировина (које количински представљају мањину у свјетској производњи минералних сировина) и великог броја других минералних сировина које се не извозе (индустријски грађевински материјали и др.). При томе мали број великих мултинационалних компанија представља већину произвођача у минералној индустрији за уски спектар роба.

Глобални дискурс о рударству и искривљавање праве слике о рударству довело је до данас актуелне глобалне приче да глобални југ извози минералне сировине на глобални сјевер, а гдје се вишеструко увећавају вриједности овог вида производње а неки од основних разлога за такво стање су:

- резултат неједнаког нивоа индустријализације, гдје су геолошка истраживања у смислу снабдијевања минералним сировинама у прошлости плански вршена на колонијалној периферији,
- ради напријед наведеног велика тржишта и потребе су на сјеверу, са постојањем много већег капитала и интензивнијег новчаног тока
- форсирање успостављања разних зелених агенди, „амбициозна“ борба сјевера против глобалног загријавања, и удаљавање од фосилних горива и др.

Неравномјерна географска расподела типова постројења такође одражава геолошка, економска и политичка разматрања, при чему се рудници налазе тамо гдје се налазе минерали, гдје је позитивно окружење за инвестиције тог вида. Топионице и рафинерије се често налазе близу лука или производних индустрија које снабдијевају крајње потрошаче. И ту долази до данас познате подјеле на глобални сјевер и глобални југ..... (icmm,2025).

Шта год да је историјски или геополитичко-економски разлог, искривљена слика и наше разумијевање о томе како се минералне сировине откопавају, преобликују и стављају у службу друштва има велике али тренутно постојеће посљедице по глобални развој. Из тих разлога се могу анализирати значај и утицај на развој друштва данашње рударске производње „вриједнијих“ минералних сировина које су предмет међународне трговине и минералних сировина који имају мању вриједност али се количински значајно производе

иако нису предмет међународног трговања јер служе са развој појединих држава и локалних заједница. Тако се може уочити да постоје:

- Минералне сировине које имају већу вриједност и предмет су међународне трговине имају карактеристичности везане за инвестиције гдје иностране компаније доминирају у земљама са слабо развијеном економијом (60-90 % инвестиција у рударство), гдје извоз континуално драстично расте (30-40 % укупног извоза) а приходи представљају значајан удио у виду прихода од опорезивања експлоатације минералних сировина (3-20 % прихода државе). Ипак БДП и укупни приходи тих држава су лимитирани јер се процесуирање и вишеструко увећавање вриједности минералних сировина ради централизовано и у развијеним земљама те углавном ван земаља гдје се те минералне сировине откопавају. Поред тога степен запошљавања домицилних радника у односу на укупан број расположиве снаге у одређеној држави је веома мали (1-2 % укупног броја запослених).

- Минералне сировине са мањом тржишном вриједности (неметаличне минералне сировине и др.) имају улагања домаћих инвеститора односно домаћих компанија и предузећа, извозе се мање количине (и то углавном минералних сировина екстремно доброг квалитета) а приходи држава се остварују углавном кроз секундарна опорезивања (мање концесионе накнаде, једнократне накнаде, плаћања обавеза на примања радника и индиректних пореза). Ове врсте минералних сировина се користе у локалној индустрији и привреди увећавајући вриједност производње коришћењем сировина у другим домаћим привредним гранама (грађевински објекти, путоградња, керамичка индустрија и др.) док са аспекта запошљавања велики број радних мјеста има мале плате, ангажована је релативно слабо обучена радна снага. Потражња у овом сектору минералних сировина је вођена потребама локалног развоја, а не међународном потрошњом и пошто имају релативно ниску цијену по тони, може се констатовати и да се њихов утицај на животну средину разликује од металичних руда које садрже сулфиде, и имају потенцијал стварања великих ризика за водене токове процесима дренажа киселих и металних процесних хемикалија код метала. Ове минералне сировине обично не генеришу исте фискалне приносе, али су неопходне за основни развој инфраструктуре и појединог друштва, и нису повезана са макроекономским и политичким изазовима и нису предмет глобалне трговине (bdo global,2022)..

Као примјер великих промјена на глобалном тржишту минералних сировина се може навести примјер аутомобилске индустрије. У овој индустрији се интензивно користе метали али када нпр поредимо конвекционалне и електричне аутомобиле потребе за манганом и бавром су много веће код електричних аутомобила док су постојеће и додатне потребе за литијумом, кобалтом, никлом, графитом и ријетким земљаним елементима али и доста других минерала (итријум, тербијум диспрозијум, тулијум, итербиум и др.) –

извор Mining technology/IEA. Потрошња је тих метала за израду једне батерије заиста „импресивна“. За једну стандардну батерију у електричном аутомобилу је потребно око 8 kg литијума, 35 kg никла, 20 kg мангана и 14 kg кобалта. Када су се такве батерије појавиле 90-их, биле су око 30 пута скупље него данас (Franks,2020).

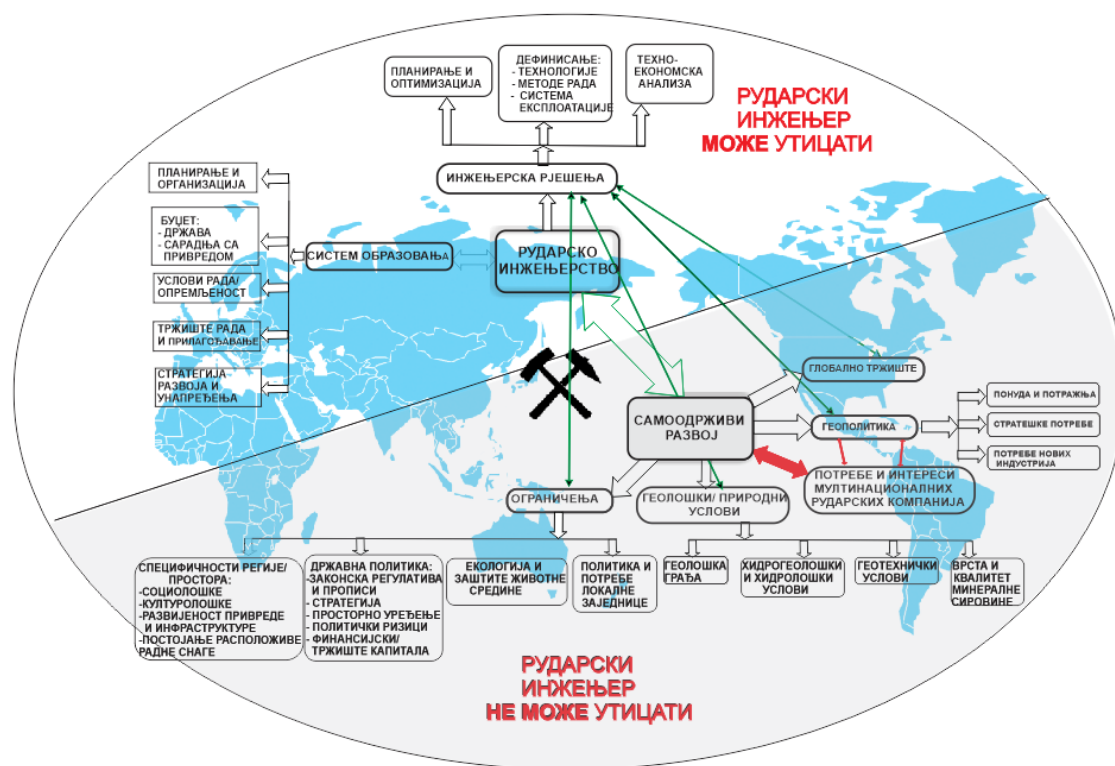
Поред тога **транспарентност пословања, постизање нових система опорезивања, проналажења нових извора финансирања рударских пројеката** су такође питања и изазови који рударске компаније у 21. вијеку требају да ријеше. Поред тога ће бити веома важно имати важну улогу у свјетској транзицији на коришћењу чисте енергије **уз економски оправдану експлоатацију свих заинтересованих страна (компанија, држава, локалних заједница и др)**. Очекује се да ће потреба за критичним минералима расти у наредне три деценије, а неке процјене сугеришу да ће годишња потражња за енергетски чистим технологијама достизати вриједности у стотинама милијарди долара.

Могуће смјернице за даљи развој рударских компанија и рударства уопште подразумевају и више улагања напора и активности на принципе експлоатације, удруживања и инвестиција у рударству у складу са заштитом животне средине, потребама друштва и управљањем у складу са регулативом **(ESG-Environmental, Social and Governance)**. То подразумева одговорност у смислу рударске експлоатације и одрживих услова пословања на принципу OECD двостубног рјешења плаћања минималних такси и пореза (Kessler,2017).

Владе, као власници ресурса и драгоцјене имовине у земљи – лежишта минералних сировина постају свјесне да се иста могу експлоатисати само једном, али привлачење капитала често ствара ситуацију у којој постоји велика неизвјесност колика ће бити њихова вриједност. Ту **постоји основни „сукоб“ између рударских компанија и влада око подјеле ризика и потенцијалне добити из експлоатације минералних ресурса**. Обје стране желе да максимализују своју добит и пребаце што је могуће више ризика на другу страну (bdo global,2022). *Концесиони и уговори о експлоатацији*, пореска правила и заштита животне средине везана за одређену експлоатацију су средства за стварање интересног идентитета између рударских компанија и владе. Тим уговорима се дефинишу све видове обавеза инвеститора у смислу плаћања одређених накнада за коришћење ресурса у току трајања пројекта - бонуса, накнада, тантијема, пореза или других видова плаћања али и других обавеза везаних за одговорно пословање рударских компанија у одређеној заједници.

Рударска индустрија је природно конкурентна, али изградња повјерења у „рударске брендове“ не може се постићи сама јер је одговорност на рударским компанијама у смислу сарадње са заинтересованим странама и јачање

„друштвеног одобравања“ рударства. ESG стандарди постају минимални захтјеви у смислу одговорног пословања и пореске транспарентности. Повећање вриједности и раст рударских производњи уз јачање заштите животне средине и друштава се може постизати само развојем и одржавањем повјерења са широким спектром заинтересованих страна у неком друштву.



Слика 1: Позиција рударских инжењера у савременим процесима минералне индустрије (Малбашић, 2023)

Неопходност рударске производње

Рударство неће моћи бити ускоро прекинуто па чак стручњаци предвиђају нови пораст рударства метала и неметала у наредним деценијама. Са изузетком неколико елемената, као што су олово и калај, експлоатација и издвајање свих метала се чак повећава по глави становника. Можда више забрињава чињеница да ће интензивније рударске активности вјероватно створити више негативних утицаја на земљиште и уопште на животну средину. Постоје упозорења да ће откопавање материјала потребних за обновљиву енергију повећати пријетње биодиверзитету, које би надмашиле оне које се избјегавају ублажавањем климатских промјена. Концепт ефеката дегарације земљишта и материјалних деградација, негативни ефекти угљеникових гасова треба

схватити у циљу вођења више рачуна о свим нашим необновљивим ресурсима (Cole,2022). Већина земаља експлоатише и користи неке минералне сировине, али водеће економије предњаче по вриједности производње минералних сировина кроз издвајање корисних супстанци из руда што чини далеко већи удио у приходима створеним у овој привредној грани али и цјелокупној привреди.

Свјетска популација расте брже него раније, а потрошња минерала расте брже од популације уз повећање броја нових „играча“ на тржишту минералних сировина. Глобални животни стандард расте, па се поставља питање постојања могућности суочавања са кризом снабдијевања минералним сировинама у 21. вијеку. **Све се то може ријешавати повећањем истраживања минерала, сакупљања више геолошких информација али и бољим и рационалнијим приступом у коришћењу минералних сировина са истраживањем могућности рециклаже што већих количина.** Поред тога су потребна одређена предвиђања свјетске потражње за минералним сировинама у 21. вијеку, и боље разумијевање односа између глобалних резерви минералних сировина и оних које се налазе у појединим земљама или појединачним налазиштима.

Свјетска потражња за минералним сировинама ће се обликовати кроз три општа фактора и то кроз **видове употребе минералних сировина, ниво становништва који ће конзумирати** ове минералне производе и **животни стандард** који ће одредити колико свака особа троши. Као примјер се може навести да је, према подацима из 2024. године, неопходно за једног америчког грађанина у току године обезбиједити **17 до 26** тона минералних сировина - метала, неметала и енергената, не рачунајући воду односно снабдјевање питком, техничком и другим врстама воде (минералне, термоминералне и др) (Bendall, 2022).

Како се проналазе нови материјали и примјена, тржишта минералних сировина могу се значајно проширити уз енергетска ограничења која ће захтијевати да се већина ових производа углавном састоји од елемената и минерала који се могу добити из земље уз минимално улагање енергије, чиме минерали задржавају своју доминантну улогу као основа за производе које користи друштво, а самим тим и као основа свјетске производње и привреде. Све док нови и знатно јефтинији извори енергије не постану широко доступни, глобална потражња за минералима ће се вјероватно фокусирати на исте метале и минерале који су и данас од интереса.

Становништво ће имати већи утицај на будућу потражњу минерала него стварање нових производа и тржишта. Пројекције будућег броја становништва се широко крећу, у зависности од процијењених стопа фертилитета. Ако се потражња за минералним сировинама повећа по стопи од 1% годишње, како је

процијењено, она ће до 2050. године бити за око 60 одсто већа него данас, што није довољно да промијени општи закључак да Земља још увијек „посједује адекватне“ резерве минералних сировина за снабдијевање становништва (Cole,2022).

Престанак рударске експлоатације

Постоје одређени глобални правци будућег технолошког развоја који се у овом тренутку не могу временски предвијети а поготово колики би трошкови таквих производа и технологија били. Овдје се могу навести само неки потенцијални пројекти и активности, који би могли промијенити правце даљег развоја:

- Развој нових биоматеријала који би били замјена метала,
- развој технологија за екстракцију мањих концентracија ријетких земних метала,
- открића у технологији рециклирања и кружном дизајну,
- развој метода сакупљања метала без експлоатације чврстих минералних сировина (електролиза морске воде и слане воде)
- ремонт и измјена електричне мреже, са преласком са великих централизованих систем преноса, и производња метала потребних за производњу соларне енергије и вјетротурбина на децентрализовану и нискотехнолошку дистрибуцију топлотне енергије и гравитационе батерије за складиштење енергије).

Из тих разлога је битно навести само неке од „посљедица“ заустављања рударства у овом времену и тренутку (Cole,2022):

1. У случају наглог заустављања рударских активности широм планете би се обуставом радова на површинским коповима или јамама, сукцесивно дешавали поједини веома негативни процеси. Окончањем рударства би се тренутно укинуло око 4 милиона формалних радних мјеста у овој индустрији, а индиректно, имајући у виду да једно радно мјесто у руднику "носи" за собом минимално 4-7 других радника различитих професија, те запослене у прерађивачким капацитетима и више нивое прераде сировина **губитак би врло брзо износио минимално 100 милиона радних мјеста** повезаних са минералном индустријом.

2. У друштвима би се осјетили огромни таласи несташница и поскупљења а енергија би била главна брига (комуникације, топлотне енергија и др.). Грађевински материјали би постали ријетки и скуп, а грађевинска индустрија би стала, а завршетком производње бензина, дизела, пластике и путног асфалта, те експлоатације метала настале би несташнице које би откриле колико је овај мали број минералних сировина постао жила куцавица друштва. Престанак рударске производње би довео такође до исцрпљивања залиха ријетких земних метала и других метала корисних за нове технологије би се

завршиле, што би довело до забрињавајућих трендова у многим индустријама и до масовне незапослености.

3. Недостатак синтетских ђубрива би утицао и на глобалне залихе хране, јер би мањи приноси могли довести до несташице хране а нарочито у земљама у којима клима не подржава производњу хране. Обновљиви извори енергије би били крајњи креатори енергије али парадокс истих је у томе што су им, у свом садашњем облику, потребне невиђене количине необновљивих ископаних материјала (иако то значи мање фосилних горива из земље, то имплицира велики пораст метала за батерије као што су кобалт и никл, силицијума за соларне панеле, ријетких земних метала за вјетротурбине...)

4. Неједнакост у тренутној дистрибуцији већ екстрахованих метала широм свијета - гдје се већина ископаних и обрађених метала користи на глобалном сјеверу, гдје су увезени са југа, значило да би становништво на глобалном југу имало мањи приступ материјалима који се могу рециклирати. Најбогатијих 20% глобалне популације има приступ 60-75% свјетских залиха метала у употреби по глави становника, што је чак и неједнакост у неједнакости емисије угљеника. Нови свијет без рударства морао би пажљиво да размисли о једнаком приступу материјалима.

5. Еколошки проблеми заустављања рада рудника - сценарио прекида рударства, и сувише рестриктивне еколошке политике без јасне визије могле би довести до нових компликација. Контроверзна производња биогорива могла би да надокнади мањак енергије (огромним површинама земљишта које су предате шумарским праксама) како би се обезбиједило дрво као извор грађевинског материјала, енергије и биогорива. Нагло затворени рудници би били велики извор забринутости и заустављањем рударских активности би и даље постојала подручја са деградираним и у неким случајевима опасним нивоима концентрација тешких метала (рекултивације одлагалишта јаловине, подземни рудници без одводњавања стварају киселе резервоаре воде и др), тако да би глобалне неједнакости изашле на видјело при могућностима чишћења површина захваћених рударским активностима. Примјећује се већина званичних рудника данас налази на глобалном југу кроз процесе који трају током прошлог вијека и данас. У дијеловима свијета који је завршио рударске активности постојали би већи терети пројеката чишћења.

Глобални изазови рударске индустрије

Рударска индустрија широм свијета суочава се са сложеним изазовима у сваком смислу. Неки од најважнијих су притисци са питањима животне средине и климатских промјена, трговински ратови и геополитика, промјенљива и неизвјесна потражња и тржиште, технолошке промјене и глобални недостатак вјештина управљања и одржавања. Рјешавање ових изазова је приоритет за дугорочну одрживост рударства.

Рударске компаније и акционари морају се директно суочити са овим изазовима или ће попустити у притисцима током детаљних испитивања рударског сектора у јавности.

Прошло је вријеме када су рударске компаније добијале лако и брзо дозволе за истраживање и рад. Неопходно је да „зараде“ повјерење јавности, државних органа и докажу да рударска производња није неповратно деструктивна, да рударски пројекти доносе више користи него штете и да у одређеном тренутку и на одређеном простору тај вид производње доноси више зараде и користи него неки други видови активности. Сљедећих 6 кључних изазова које рударска индустрија треба да ријеш и ублажи (dynaway,2026):

1. Климатски, друштвени и еколошки притисци - овај фактор је веома значајан и у последње вријеме истакнут за многе индустрије, али рударство је под посебном контролом и пажњом.

а) Рударство значајно доприноси глобалним емисијама гасова стаклене баште мада је, према неким подацима, одговорно за 4 до 7 % емисија гасова стаклене баште. Рударски сектор се суочава са растућим притиском влада, инвеститора и друштва да смањи емисије.

б) Друштвени и утицај на заједницу је све већи фокус акционара и спољних заинтересованих страна како би се осигурало да се према локалним заједницама поступа праведно и уз поштовање њихових људских права гдје локалне заједнице теже економском и друштвеном расту, али желе исто тако да осигурају да рударске компаније оставе трајно позитивно наслеђе након што се рударство заврши.

г) Вода је још један кључни изазов за рударске компаније, јер је овај већ у неким регијама оскудан ресурс, неопходан за рударске производне процесе. У подручјима западног дијела САД, сјеверног Чилеа, централне Азије и источне Аустралије, гдје се већ уочавају недостаци воде, предвиђа се да ће се ситуација значајно погоршати у наредним деценијама. Да би остали конкурентни, рударске компаније морају учинити више како би се суочили са климатским, друштвеним и еколошким изазовима у својим стратегијама, извјештавању и доношењу одлука на високом нивоу.

2. Здравље и безбједност - било да се ради о површинском копу или подземном руднику, рударство је ризичан посао у погледу здравља и безбједности запослених. Екстрактивне индустрије су одувјек биле такве. Ризици се нису много промијенили током деценија и вјероватно се неће ни на дужи рок. Данас рударска индустрија има нове приступе ублажавања вјероватноће ризика – дигитализацију, увезивање, аутоматизацију за ублажавање вјероватноће ризика: дигитализацију и повезивање (GPS системи, електропогони рударских машина и сл) .

3. Геополитика – овај аспект је нарочито последице пандемије Ковид-19 дошао до изражаја а хладнији односи између Запада и Кине, рат у Украјини и

нестабилност ЕУ директно и индиректно су утицали на рударски сектор, поготово у западним земљама, гдје се неке раније утврђене стратегије даљег развоја морају донекле кориговати. Глобални трговински и ресурсни сукоби се појављују у различитим регионима свијета, гдје се појављује појам „ресурсни национализам“ и често значи краткорочнију или дугорочнију политичку нестабилност. Тако су повећани ризици у ланцу снабдијевања у погледу сировина, резервних дијелова, технологије и резултујућих повећаних трошкова. Потражња за литијумом због наглог пораста електричних возила и технологије батерија је јасан примјер ризика од раста цијена робе. Тако су сада геополитичка управљања природним ресурсима кључна за сектор метала и рударства. Геополитичке тензије утичу на индикаторе на страни потражње. Став свјетског економског форума је да ће рударске компаније морати да буду проактивне у рјешавању геополитичких питања као што су трговински ратови, ресурсни национализам (како то западне земље називају) и политичка превирања. Ово ће захтјевати вишестрани приступ који активно сарађује са добављачима, владама и трговинским тијелима како би се осигурало да је дугорочни ланац снабдијевања довољно чврст и отпоран.

4. Индустриски захтјеви и тржиште – актуелни главни изазови за рударске компаније су да изграде флексибилан посао који може да се носи са флукуацијама нестабилних цијена, неизвјесном потражњом и пријетњом замјене производа или извора сировина. Свјетски прелазак на обновљиве изворе енергије постепено повећава потражњу за минералима и материјалима неопходним за складиштење енергије - батерија и електрична возила. То подразумева и откопавање и прераду двадесетак врста минерала који нису били актуелни раније (прије неких 20-30 година) али и који се налазе у веома малим концетрацијама у стијенама. Да би се носили са овим изазовом снабдијевања, рударске компаније ће морати да превазиђу препреке за приступ капиталу, добијању лиценци за рад и пословање на малом броју тржишта гдје се минерали налазе. Као и код готово свакодневног напретка у технологији, рудари морају стално бити свјесни пријетње замјене, посебно на пројектима са дугим роком реализације. Нпр, како се енергетска транзиција развија, може доћи до промјена у потражњи за одређеним робама, а често рудари не могу да прате корак. Најбоље рударске компаније оптимизују своје профиле ризика користећи моделирање сценарија како би предвидјели било какав утицај на промјену потражње и могу такође да примјене споразуме о откупу како би се носили са претњом нестабилности цијена (мада је и то радити све теже без неких других „алата“- дефинисања и наметања одређених правила, економских санкција и других видова пристисака које је могуће урадити).

5. Сталне иновације и технолошке промјене - као што је раније поменуто, када је ријеч о здрављу и безбједности, иновације и технологија су извор сталних изазова и промјена, при чему су дигиталне иновације у првом

плану актуелних промјена у већини индустрија. Рударске компаније покушавају да подстакну промјене како би се позабавиле актуелним проблемима повезаним са повећањем продуктивности, побољшањем безбједносних евиденција и смањењем ризика по животну средину. Рударске компаније сада имају обавезе да се више улаже у технологију како би се пронашла рјешења за данашње изазове – од ESG стандарда (Environmental-Social- Governmental) до продуктивности и начина за смањење трошкова.

Изазов за рударство је да усвоји приступ управљања имовином како би користили моделирање података и планирање сценарија као алате за доношење одлука. Водеће компаније у овој области користе дигиталну технологију за управљање удаљеним оперативним центрима и остварују значајне уштеде трошкова. Аутоматизација и извјештавање о здрављу и безбједности су такође кључна подручја која се побољшавају кроз дигиталну трансформацију. Нове технологије побољшавају многе аспекте рударства: минимизују поремећаје тла и утицај на животну средину; дронови се користе за аероснимање, а сензори побољшавају продуктивност и сигнализирају предстојеће кварове опреме и постројења али и самог земљишта. Тренутни изазови у рударству су да прате корак и наставе да улажу у иновације и технологију тамо гдје су ефикасност и повећање продуктивности доказани.

6. Недостатак вјештина одржавања и управљања - недостатак ових вјештина и постојање довољног броја стучних појединаца у рударству је свјетски феномен. Рударским компанијама недостају стручни појединци, јер ограничења путовања и индустрија која се често доживљава као непривлачна, отежавају проналажење и задржавање правих талената.

Кључни изазов за рударску индустрију је како привући и задржати талентоване појединце у сектору који је непопуларан за млађе генерације, доживљава се као штетан по животну средину, и који захтјева прљав и тежак физички рад. Фокус мора бити на инклузивној и отвореној култури са чврстим каријерним путевима отвореним за све. А то значи побољшање услова рада, бенефиције, културе и могућности за рад на даљину и обуку.

Баш као и већина индустрија, рударство се суочава са значајним промјенама и изазовима у 2020-им, што значи да компаније морају да уравнотеже ризике и трошкове како би остала испред својих конкурената. Кључни изазови су у агилности, спремности за промјене и континуалној тежњи унапређења у свим дијеловима рударских операција.

Умјесто закључака - Перспективе рударства на Балкану

Ако се узме генерално данас геолошки потенцијал, те потенцијал тржишта балканских економија, односно готово извјесна оријентисаност у овом тренутку на извоз у европске државе са јачим економијама, рударство на овим

просторима би требало у наредном периоду још увијек бити засновано на експлоатацији-откопавању и примарној преради минералних сировина (Malbašić, 2021).

Неопходно је стратешки планирати развој прерађивачких капацитета са вишим нивоима прераде и дораде те производних процеса за стварање финалних производа из палете новијих технологија, али то поред економских могућности појединих компанија или држава са балканског простора зависи и од глобалних кретања и формирања тржишта, како постојећих, тако и нових врста минералних сировина које ће нове технологије свакако захтјевати. Обзиром на величину и значај тржишта али и економију поготово западнобалканских земаља, и то без неког значаја или утицаја у свјетским оквирима, неопходно је имати на уму с чиме се располаже у смислу минералних и природних ресурса да се што рационалније користе или дају на коришћење другима иностраним компанијама, по прописаним и договореним условима, које имају довољно средстава, обезбјеђена тржишта и послују на принципу ESG стандарда (Малбашић и сар. ,2023).

Примјер Републике Српске - минералне сировине се откопавају и прерађују у металној, металопрерађивачкој, грађевинској, хемијској индустрији, индустрији цемента, керамике и грађевинских материјала и др. Највећи дио (нажалост преко 90 % вриједносно гледано) су репродукциони материјали за прераду у другим индустријским гранама тако да је учешће ове дјелатности-„Вађење руде и камена“ у остваривању БДП готово незнатно. У условима све већег и бржег технолошког развоја и са тенденцијом све већег искоришћавања природних ресурса у свијету и промјенама досадашњих концепција живота, долази до потребе за анализирањем одрживости коришћења минералних сировина и природних ресурса у циљу даљег развоја и јачања привредне структуре и геополитичког положаја Републике Српске и Босне и Херцеговине у односу на земље окружења. Рударски сектор у Републици Српској остварује свега 2 % БДП, што је мало када се упореди са већим и бољим економијама свијета. Минералне сировине и сектор рударства немају онај привредни и економски значај који би требало да имају а дефинисање могућности развоја, рационалног коришћења и управљања су веома битни привредном сектору. Процес глобализације се не може спријечити али се свакако јасније могу обезбиједити боље позиције и коришћење постојећег ако се тачно зна с чиме се располаже и колико то може вриједити (Малбашић и сар. ,2023).

На глобалном нивоу геологија је постала важан геополитички фактор у 21. вијеку, а значај располагања или познавања гдје, колико и каквих врста минералних ресурса имамо, могуће је остварити кроз неколико стратешких активности. И поново је неопходно поновити да је потребно анализирати и дефинисати значај наших/постојећих минералних ресурса и сировина у

глобалним политичким процесима и економским трендовима у ери глобализације и коришћења модерних технологија кроз (Малбашић и сар. ,2023):

-израду Стратегије управљања и коришћења минералних ресурса и сировина, са планирањем и дефинисањем циљева коришћења минералних сировина, јаснијим одређивањем потенцијалних минералних ресурса, и основних полазних података за креирање економски ефикаснијег управљања природним ресурсима у Републици Српској,

- израду „централне интерактивне“ базе података о минералним ресурсима и

- формирање Агенције или Дирекције за минералне ресурсе

- класификацију и категоризацију стратешког значаја појединих минералних сировина.

Ако полазимо од чињенице да привредни раст зависи од глобалног економског и друштвеног развоја, коришћења нових и информационих технологија, те све већег и бржег технолошког развоја свијета, ово би били предуслови одрживости и даљег развоја Републике Српске али и јачања привредне структуре и геополитичког положаја РС и БиХ (Малбашић и сар. ,2023).

Посебна пажња би се обратила на пројекцију/анализу тржишта за металичне, неметаличне минералне сировине, минералне, термоминералне и питке воде, техногене минералне сировине и енергетске минералне сировине што је посао који зависи од геополитичких пројекција и динамичких процјена потрошње минералних сировина у будућем временском периоду. Координисан рад Министарства енергетике и рударства, Министарства просторног уређења, грађевинарства и екологије, Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде, Комисије за концесије Републике Српске, и других државних институција на свим нивоима управе (локалне управе, заводи, агенције), предузећа која се баве експлоатацијом минералних сировина и пословима инжењеринга у рударству и геологији би довео до планског и стратешког сагледавања будућности геологије и рударства на овим просторима.

Референце/Литература

- Jozef Dubiński,2013, Sustainable Development of Mining Mineral Resources, Journal of Sustainable Mining, Volume 12, Issue 1, Pages 1-6
<https://doi.org/10.7424/jsm130102>(преузето 13.априла 2023.)
- Paul Bendall, 2022, Mine 2022-critical transition, Global Mining Leader , article
<https://www.pwc.com/gx/en/industries/energy-utilities-resources/publications/mine.html>(преузето 10.април 2023.)
- Daniel M.Franks,2020, *Reclaiming the neglected minerals of development*, Elsevier The Extractive Industries and Society, Volume 7, Issue 2, Pages 453-460 (12. март 2023.)

- L. Cole, 2022, How ending mining would change the world , <https://www.bbc.com/future/article/20220413-how-ending-mining-would-change-the-world> (преузето 21. мај 2024.)
- Stephen E. Kesler, 2017, *Mineral Supply and Demand into the 21st Century*, Proceedings, Workshop on Deposit Modeling, Mineral Resource Assessment, and Sustainable Development, pp 55-62, <https://pubs.usgs.gov/circ/2007/1294/reports/paper9.pdf> (преузето 11. септембар 2023.)
- Vladimir Malbašić, 2021, The strategy of management and utilization of mineral raw materials in the Republic of Srpska through the globalization era , Review article, Archives for Technical Sciences, 25(1), p 17-28, UDK 551.782:553.04]:005.5(497.6RS), DOI: 10.7251/afts.2021.1325.017M Cobiss.RS-ID 134499073
- Малбашић и сар., 2023, Минерални ресурси и сировине као значајан потенцијал Републике Српске. У: Матаруга М, Јањић В, Пржуљ Н (уредници) Природни ресурси у функцији развоја друштва XXI вијека. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија ***: 57-137
- bdo global- Natural Resources & Energy: 2023: The near future of mining <https://www.bdo.global/en-gb/industries-en/natural-resources-energy/the-near-future-of/2023-the-near-future-of-mining> - (преузето 11. октобар 2022)
- <https://www.dynaway.com/blog/6-challenges-that-mining-industry-is-facing-now> (преузето 10. фебруар 2026)
- <https://www.icmm.com/en-gb/research/data/2025/global-mining-dataset> (преузето 20. фебруар 2026. године)

ОДРЖИВИ РАЗВОЈ И ПЕРСПЕКТИВЕ РУДАРСКОГ ИНЖЕЊЕРСТВА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ И НА БАЛКАНУ

Владимир Малбашић¹, Светлана Средић¹

e-mail: vladimir.malbasic@rf.unibl.org

1-Универзитет у Бањој Луци-Рударски факултет

Апстракт

Глобализација, убрзавање привредних и технолошких промјена су у великој мјери промијенили улогу и значење минералних сировина у цивилизацији XXI вијека.

При дефинисању концепта одрживог развоја истичу се потреба сарадње у стварању одрживе економије у индустрији набавке минералних сировина и стварању нових технологија за њихово коришћење.

Неравнојерна географска расподјела и локација минералних ресурса и типова постројења такође одражава геолошка, економска и политичка разматрања, што још више утиче на глобални дискурс о рударству и искривљавање праве слике о рударству, и то доводи до данас актуелне глобалне приче да глобални југ извози минералне сировине на глобални сјевер гдје се вишеструко увећавају вриједности овог вида производње.

Свјетска потражња за минералним сировинама ће се обликовати кроз три општа фактора и то кроз видове употребе минералних сировина, ниво становништва који ће конзумирати ове минералне производе и животни стандард који ће одредити колико свака особа троши.

Рударство неће моћи бити ускоро прекинуто па чак стручњаци предвиђају нови пораст рударства метала и неметала у наредним деценијама, што још више забрињава да ће интензивније рударске активности вјероватно створити више негативних утицаја на земљиште и уопште на животну средину. Због тога се могу навести кључни изазови које рударска индустрија треба да ријеш и ублажи: Климатски, друштвени и еколошки притисци, здравље и безбједност, геополитика, индустријски захтјеви и тржиште, сталне иновације и технолошке промјене и недостатак вјештина одржавања и управљања.

И зато је неопходно поновити да је потребно анализирати и дефинисати значај наших/постојећих минералних ресурса и сировина у глобалним политичким процесима и економским трендовима у ери глобализације и коришћења модерних технологија.

Кључне речи: одрживи развој у рударству, климатски, друштвени и еколошки притисци, геополитика, иновације и технолошке промјене

Тема скупа: Рударство и заштита животне средине

Увод

Минералне сировине представљају основу материјалне производње и савремене привреде. Експлоатација и прерада минералних сировина, метала и горива из земље је једна од најстаријих индустрија човечанства а потребе временом само расту. Те се промјене могу уочити у релативизацији али и стратешком сагледавању улоге метала, потом у повећању улоге неметала као и у повећаном искоришћавању неких специјалних „критичних“ минералних сировина, чије коришћење је до прије неколико деценија било ограничено. Осим тога, доминантно расте улога енергетске потрошње, а с тим и важност енергетских минералних сировина. Све је то утицало на промјену али не и на смањивање улоге минералних сировина у савременој привреди. Напротив, експлоатација неких минералних сировина данас постаје питање геополитике и вођења стратешке међународне политике, а рударство и геологија „носе“ управљање минералним ресурсима и утичу на свеукупни привредни развој државе.

Глобално гледано друштва постају све више зависна од све веће разноликости и веће количине ископаних минералних сировина него икада раније. Просјечна потрошња минералних сировина је **17 до 26 тона минералних сировина годишње по особи**, у зависности од стандарда поједине земље (Bendall, 2022). Говорећи о будућности рударства у контексту одрживог развоја неопходно је реално процијенити значење тог појма, и нужно је напоменути да он добија посебан одјек у случају рударства. Неки основни принципи би требали бити **разумно и економично истраживање, проналажење и коришћење минералних ресурса** (Dubiński, 2013).

Рударске активности имају негативне утицаје по животну средину, па је разумљива појачана брига за еколошко стање планете Земље, али и за технолошке, економске и културолошке промјене које су резултоване рударским активностима. Екстракција нових материјала кроз рударске производне процесе је и даље јефтинија од рециклирања односно поновне употребе многих материјала, због чега се јавља све већи број упозорења на све већи притисак рада рудника на природу и животну средину кроз губитке биодиверзитета и други негативне утицаје на локалне заједнице (Franks, 2020). Научна и стручна сазнања о минералним сировинама у савременом друштву осим искоришћавања све се више протежу и на санирање и заштиту животне средине.

Анализирајући значај и улогу минералних ресурса и сировина могуће је уочити одређене специфичности рударства, као привредне гране:

-Необновљивост резерви минералних сировина,

- Употребна вриједност минералних сировина,
- Локацијска одређеност минералних сировина ,
- Регионални утицаји при експлоатацији минералних сировина,
- Еколошки утицаји при експлоатацији минералних сировина и смјернице за заштиту животне средине.

Глобално се све чешће постављају питања могућег планирања потпуног заустављања употребе фосилних горива и минералних сировина у циљу боље заштите животне средине. Човјечанство би се заустављањем употребе фосилних горива и минералних сировина суочило са многим тешкоћама, јер је евидентна зависност од садашњег нивоа експлоатације минералних сировина (Cole,2022).

То са собом носи дилеме како рационалније користити минералне ресурсе, и све веће количине технолошке и експлоатационе јаловине из досадашње производње, односно на који начин данас можемо и требамо користити материјале.

Будућност рударства у контексту одрживог развоја

Када се говори о одрживом развоју широко прихваћена дефиниција би била да је потребно омогућити развој који задовољава потребе садашње генерације без угрожавања потреба будућих генерација. Потражња за минералним ресурсима, узимајући у обзир динамику и глобалне трендове у глобалној привреди даје тренутно незамјенљив значај минералних сировина у њеном развоју, па је дефинисање одрживог развоја рударског сектора основа која обликује даљи развој рударства у будућности (Kesler,2017).

Концепт одрживог развоја данас је широко коришћен термин у многим областима и активностима које се односе на живот човјека и реакција је на динамичан привредни раст у многим земљама свијета (што је карактеристично за другу половину 20 и прве двије деценије 21 вијека).

Имплементација одрживог развоја подразумијева интеграцију активности на том плану у следеће три кључне области:

- **еколошки, обезбјеђујући заштиту природних ресурса и животне средине** - то подразумијева бригу о лежиштима и заштиту ресурса његовим рационалним коришћењем уз предузимање мјера које минимизирају негативан утицај различитих рударских процеса у вези са експлоатацијом минералних ресурса на различите облике геолошке средине и природног окружења на површини.

- **социјални, односно брига о запосленима и развој заједнице у области са рударским активностима** – што носи са собом друштвену одговорност, обезбјеђивање безбједних услова за рад, и друштвених аспеката

рударства укључујући рударске породице, развој локалне заједнице итд.

• **техничке и економске активности које обезбјеђују привредни раст** -економски раст подразумијева постизање дугорочне одрживости како упогледу планираних обима производње, тако и у задовољавању потреба купаца, као и постизање економске ефикасности остварене продајом ископаног минерала (bdo global,2023)

Одрживи развој је континуалан процес са јасно дефинисаним циљевима и средствима за њихово постизање, гдје су наведене области стубови одрживог развоја рударства и коришћења природних ресурса. При томе временом расте спектар проблема, чијим рјешавањима се ова важна индустрија приближава постизању циљева обезбјеђивања пуне одрживости, уз ангажовање науке и методе и технологије развијене у оквиру наука о Земљи и рударству (Bendall, 2022).

Глобални дискурс о рударству и одрживом развоју пати од фундаменталног извртања праве слике о рударству и његовог значаја. Преиспитивање улоге минералних сировина у глобалном развоју и постављање питања да ли су државе и заједнице правилно анализирале кључне производе, питања, актере и путеве развоја рударства (Dubiński,2013).

Прошли су дани када су рударска предузећа и компаније могле једноставно да истражују одређена лежишта минералних сировина, и у будућем пословању су неопходна унапређења и иновације потребне за развој нових производа и процеса како би се увећали финансијски ефекти рада и олакшало задовољавање свих захтјева у смислу заштите животне средине. Одлични финансијски резултати рударских компанија (али и већине капацитета за прераду и дораду минералних сировина) у 2021. години, уз нејасно трајање актуелних услови тржишта и пословања изискују промјене - потражња за „критичним минералима“ наставља да расте, радна окружења постају све изазовнија, а нови „играчи“ се појављују. Дакле, кључно питање је **довољно брза трансформација** при стварању вриједности усред нестабилности тржишта, све веће потражње за минералним сировинама и трке ка нултој емисији а у циљу напретка и зарађивања повјерења за будућност (Bendall, 2022).

Анализирајући значење појма "одрживи развој", треба напоменути да он добија посебан одјек у случају рударства, а неки основни принципи би требали бити разумно и економично истраживање, проналажење и коришћење минералних ресурса. Циљ савремене рударске дјелатности је коришћење-експлоатација широког спектра минералних сировина, који се користе за задовољавање разноврсних потреба људи, почев од енергетике, грађевинарства, хемијске, фармацеутске, аутомобилске, електронике,

свемирске технологије др. Експлоатација минералних ресурса у свјетским размјерама континуално расте, а евидентна је веза између експлоатације минералних ресурса и економског раста.

Кључни елемент одрживог развоја је рационално и исплативо откопавање минерала, али савремени човјек, навикнут на доступност минералних ресурса, заборавља најважнију чињеницу, а то је неминовно исцрпљивање необновљивих сировина.

Анализирајући проблем обезбјеђивања одређених минералних сировина, неравномјерност дистрибуције различитих минералних лежишта у географском погледу ствара ограничен приступ одређеним групама сировина, посебно оних које су најчешће тражене на тржишту, па се тиме ствара привилегован положај неких земаља. Проблем се односи и на приступ сировинама и на имплементацију политике у вези са коришћењем сировинама и концесионарством у неким земљама. Нема сумње да ће проблем везан за доступност и безбједност снабдијевања минералних ресурса ће наставити да расте. Значајан фактор је брзи раст свјетске популације, па се може поставити питање какав ће бити утицај ових глобалних трендова на одрживи развој коришћења минералних сировина.

Важно је напоменути да ће порасти не само потражња за енергентима, већ ће, према глобалним процјенама, расти и потражња за другим минералним ресурсима и нема сумње да ће заправо ресурси не само директно утицати на даљи економски раст, већ прије свега на позицију дате државе у креирању политике у погледу глобалног тржишта сировинама. Када се анализирају описани трендови на свјетском тржишту минералних сировина, треба обратити пажњу на најбрже растуће економије у свијету. То је отприлике група земаља позната као БРИКС, а то су Бразил, Русија, Индија, Кина и Јужна Африка. Треба напоменути да су ове земље изузетно богате ресурсима и да су већ између 2000. и 2008. биле носиоци 50% глобалног економског раста. Према различитим прогнозама, економски потенцијал земаља БРИКС-а ставља их у позицију свјетских лидера најразвијенијих економија до 2050. године (Dubiński, 2013).

Потпуно другачија ситуација у погледу прогноза развоја рударства, може се видети у Европској унији, која је додатно кренула у амбициозну борбу против глобалног загријавања, те се удаљава од фосилних горива, а тиме и од изворних ресурса, мада се тај тренд последњих 5-7 година ипак мијења у неким правцима барем што се тиче металних минералних сировина. Ова чињеница се несумњиво негативно одражава на претходно поменути енергетску безбједност земаља ЕУ гледајући глобална догађања последњих година. Политика Европске уније везана за безбједност осигурања довољних количина појединих минералних сировина се огледа, између осталог, и у потрази за

стабилним иностраним добављачима минералних сировина дефинисаних као „критичних“ за привреду земаља ЕУ (Kesler,2017).

Стварна улога минералних сировина и материјала који се копају, прерађују, производе и користе у домаћим индустријама као што су грађевинарство, производња, инфраструктура и пољопривреда увелико одређују однос између минералних сировина, развоја, средстава за живот и смањења сиромаштва и питања индустријализације, урбанизације и пољопривреде поготово у земљама у развоју. Неопходно је апострофирати све већи приоритет развоја производње нових минералних сировина као и повећање вриједности производње те околности њихове производње као теме креирања политике и програмирања развоја. Улога минералних сировина у глобалном развоју уз пораст производње метала, енергетских сировина (које количински представљају мањину у свјетској производњи минералних сировина) и великог броја других минералних сировина које се не извозе (индустријски грађевински материјали и др.). При томе мали број великих мултинационалних компанија представља већину произвођача у минералној индустрији за уски спектар роба.

Глобални дискурс о рударству и искривљавање праве слике о рударству довело је до данас актуелне глобалне приче да глобални југ извози минералне сировине на глобални сјевер, а гдје се вишеструко увећавају вриједности овог вида производње а неки од основних разлога за такво стање су:

- резултат неједнаког нивоа индустријализације, гдје су геолошка истраживања у смислу снабдијевања минералним сировинама у прошлости плански вршена на колонијалној периферији,
- ради напријед наведеног велика тржишта и потребе су на сјеверу, са постојањем много већег капитала и интензивнијег новчаног тока
- форсирање успостављања разних зелених агенди, „амбициозна“ борба сјевера против глобалног загријавања, и удаљавање од фосилних горива и др.

Неравномјерна географска расподела типова постројења такође одражава геолошка, економска и политичка разматрања, при чему се рудници налазе тамо гдје се налазе минерали, гдје је позитивно окружење за инвестиције тог вида. Топионице и рафинерије се често налазе близу лука или производних индустрија које снабдијевају крајње потрошаче. И ту долази до данас познате подјеле на глобални сјевер и глобални југ..... (icmm,2025).

Шта год да је историјски или геополитичко-економски разлог, искривљена слика и наше разумијевање о томе како се минералне сировине откопавају, преобликују и стављају у службу друштва има велике али тренутно постојеће посљедице по глобални развој. Из тих разлога се могу анализирати значај и утицај на развој друштва данашње рударске производње „вриједнијих“ минералних сировина које су предмет међународне трговине и минералних сировина који имају мању вриједност али се количински значајно производе

иако нису предмет међународног трговања јер служе са развој појединих држава и локалних заједница. Тако се може уочити да постоје:

- Минералне сировине које имају већу вриједност и предмет су међународне трговине имају карактеристичности везане за инвестиције гдје иностране компаније доминирају у земљама са слабо развијеном економијом (60-90 % инвестиција у рударство), гдје извоз континуално драстично расте (30-40 % укупног извоза) а приходи представљају значајан удио у виду прихода од опорезивања експлоатације минералних сировина (3-20 % прихода државе). Ипак БДП и укупни приходи тих држава су лимитирани јер се процесуирање и вишеструко увећавање вриједности минералних сировина ради централизовано и у развијеним земљама те углавном ван земаља гдје се те минералне сировине откопавају. Поред тога степен запошљавања домицилних радника у односу на укупан број расположиве снаге у одређеној држави је веома мали (1-2 % укупног броја запослених).

- Минералне сировине са мањом тржишном вриједности (неметаличне минералне сировине и др.) имају улагања домаћих инвеститора односно домаћих компанија и предузећа, извозе се мање количине (и то углавном минералних сировина екстремно доброг квалитета) а приходи држава се остварују углавном кроз секундарна опорезивања (мање концесионе накнаде, једнократне накнаде, плаћања обавеза на примања радника и индиректних пореза). Ове врсте минералних сировина се користе у локалној индустрији и привреди увећавајући вриједност производње коришћењем сировина у другим домаћим привредним гранама (грађевински објекти, путоградња, керамичка индустрија и др.) док са аспекта запошљавања велики број радних мјеста има мале плате, ангажована је релативно слабо обучена радна снага. Потражња у овом сектору минералних сировина је вођена потребама локалног развоја, а не међународном потрошњом и пошто имају релативно ниску цијену по тони, може се констатовати и да се њихов утицај на животну средину разликује од металичних руда које садрже сулфиде, и имају потенцијал стварања великих ризика за водене токове процесима дренажа киселих и металних процесних хемикалија код метала. Ове минералне сировине обично не генеришу исте фискалне приносе, али су неопходне за основни развој инфраструктуре и појединог друштва, и нису повезана са макроекономским и политичким изазовима и нису предмет глобалне трговине (bdo global,2022)..

Као примјер великих промјена на глобалном тржишту минералних сировина се може навести примјер аутомобилске индустрије. У овој индустрији се интензивно користе метали али када нпр поредимо конвекционалне и електричне аутомобиле потребе за манганом и баком су много веће код електричних аутомобила док су постојеће и додатне потребе за литијумом, кобалтом, никлом, графитом и ријетким земљаним елементима али и доста других минерала (итријум, тербијум диспрозијум, тулијум, итербиум и др.) –

извор Mining technology/IEA. Потрошња је тих метала за израду једне батерије заиста „импресивна“. За једну стандардну батерију у електричном аутомобилу је потребно око 8 kg литијума, 35 kg никла, 20 kg мангана и 14 kg кобалта. Када су се такве батерије појавиле 90-их, биле су око 30 пута скупље него данас (Franks,2020).

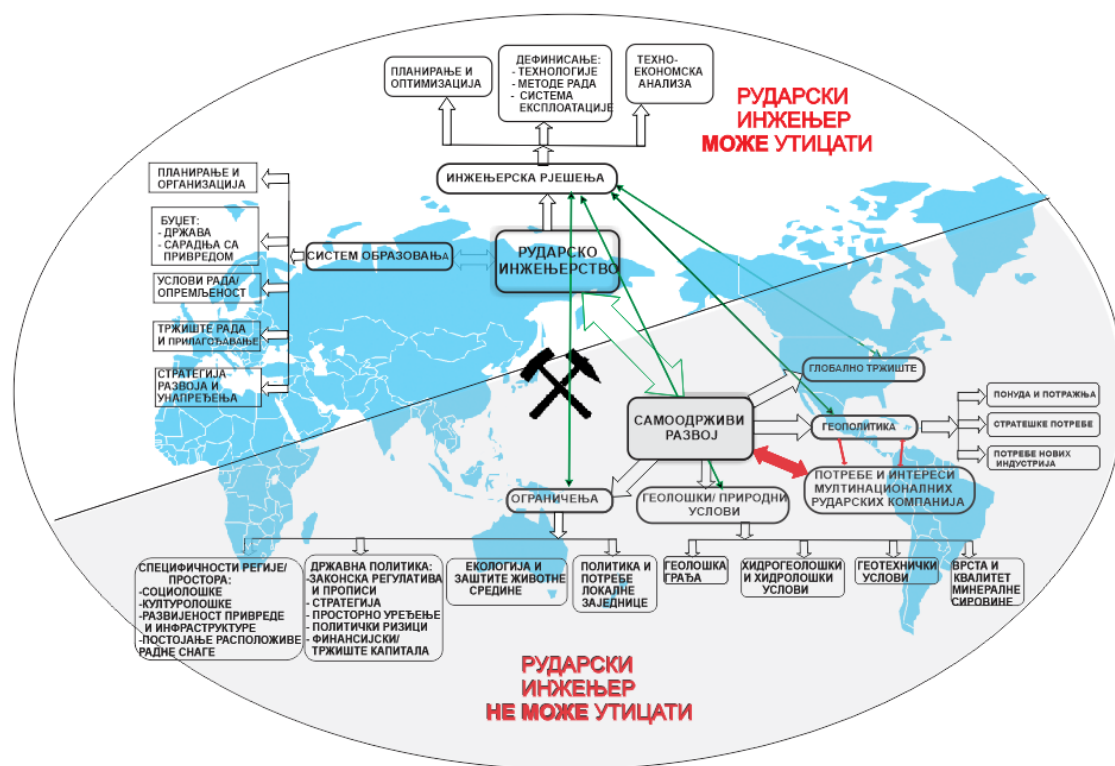
Поред тога **транспарентност пословања, постизање нових система опорезивања, проналажења нових извора финансирања рударских пројеката** су такође питања и изазови који рударске компаније у 21. вијеку требају да ријеше. Поред тога ће бити веома важно имати важну улогу у свјетској транзицији на коришћењу чисте енергије **уз економски оправдану експлоатацију свих заинтересованих страна (компанија, држава, локалних заједница и др)**. Очекује се да ће потреба за критичним минералима расти у наредне три деценије, а неке процјене сугеришу да ће годишња потражња за енергетски чистим технологијама достизати вриједности у стотинама милијарди долара.

Могуће смјернице за даљи развој рударских компанија и рударства уопште подразумевају и више улагања напора и активности на принципе експлоатације, удруживања и инвестиција у рударству у складу са заштитом животне средине, потребама друштва и управљањем у складу са регулативом **(ESG-Environmental, Social and Governance)**. То подразумева одговорност у смислу рударске експлоатације и одрживих услова пословања на принципу OECD двостубног рјешења плаћања минималних такси и пореза (Kessler,2017).

Владе, као власници ресурса и драгоцјене имовине у земљи – лежишта минералних сировина постају свјесне да се иста могу експлоатисати само једном, али привлачење капитала често ствара ситуацију у којој постоји велика неизвјесност колика ће бити њихова вриједност. Ту **постоји основни „сукоб“ између рударских компанија и влада око подјеле ризика и потенцијалне добити из експлоатације минералних ресурса**. Обје стране желе да максимализују своју добит и пребаце што је могуће више ризика на другу страну (bdo global,2022). *Концесиони и уговори о експлоатацији*, пореска правила и заштита животне средине везана за одређену експлоатацију су средства за стварање интересног идентитета између рударских компанија и владе. Тим уговорима се дефинишу све видове обавеза инвеститора у смислу плаћања одређених накнада за коришћење ресурса у току трајања пројекта - бонуса, накнада, тантијема, пореза или других видова плаћања али и других обавеза везаних за одговорно пословање рударских компанија у одређеној заједници.

Рударска индустрија је природно конкурентна, али изградња повјерења у „рударске брендове“ не може се постићи сама јер је одговорност на рударским компанијама у смислу сарадње са заинтересованим странама и јачање

„друштвеног одобравања“ рударства. ESG стандарди постају минимални захтјеви у смислу одговорног пословања и пореске транспарентности. Повећање вриједности и раст рударских производњи уз јачање заштите животне средине и друштава се може постизати само развојем и одржавањем повјерења са широким спектром заинтересованих страна у неком друштву.



Слика 1: Позиција рударских инжењера у савременим процесима минералне индустрије (Малбашић, 2023)

Неопходност рударске производње

Рударство неће моћи бити ускоро прекинуто па чак стручњаци предвиђају нови пораст рударства метала и неметала у наредним деценијама. Са изузетком неколико елемената, као што су олово и калај, експлоатација и издвајање свих метала се чак повећава по глави становника. Можда више забрињава чињеница да ће интензивније рударске активности вјероватно створити више негативних утицаја на земљиште и уопште на животну средину. Постоје упозорења да ће откопавање материјала потребних за обновљиву енергију повећати пријетње биодиверзитету, које би надмашиле оне које се избјегавају ублажавањем климатских промјена. Концепт ефеката дегарације земљишта и материјалних деградација, негативни ефекти угљеникових гасова треба

схватити у циљу вођења више рачуна о свим нашим необновљивим ресурсима (Cole,2022). Већина земаља експлоатише и користи неке минералне сировине, али водеће економије предњаче по вриједности производње минералних сировина кроз издвајање корисних супстанци из руда што чини далеко већи удио у приходима створеним у овој привредној грани али и цјелокупној привреди.

Свјетска популација расте брже него раније, а потрошња минерала расте брже од популације уз повећање броја нових „играча“ на тржишту минералних сировина. Глобални животни стандард расте, па се поставља питање постојања могућности суочавања са кризом снабдијевања минералним сировинама у 21. вијеку. **Све се то може ријешавати повећањем истраживања минерала, сакупљања више геолошких информација али и бољим и рационалнијим приступом у коришћењу минералних сировина са истраживањем могућности рециклаже што већих количина.** Поред тога су потребна одређена предвиђања свјетске потражње за минералним сировинама у 21. вијеку, и боље разумијевање односа између глобалних резерви минералних сировина и оних које се налазе у појединим земљама или појединачним налазиштима.

Свјетска потражња за минералним сировинама ће се обликовати кроз три општа фактора и то кроз **видове употребе минералних сировина, ниво становништва који ће конзумирати** ове минералне производе и **животни стандард** који ће одредити колико свака особа троши. Као примјер се може навести да је, према подацима из 2024. године, неопходно за једног америчког грађанина у току године обезбиједити **17 до 26** тона минералних сировина - метала, неметала и енергената, не рачунајући воду односно снабдјевање питком, техничком и другим врстама воде (минералне, термоминералне и др) (Bendall, 2022).

Како се проналазе нови материјали и примјена, тржишта минералних сировина могу се значајно проширити уз енергетска ограничења која ће захтијевати да се већина ових производа углавном састоји од елемената и минерала који се могу добити из земље уз минимално улагање енергије, чиме минерали задржавају своју доминантну улогу као основа за производе које користи друштво, а самим тим и као основа свјетске производње и привреде. Све док нови и знатно јефтинији извори енергије не постану широко доступни, глобална потражња за минералима ће се вјероватно фокусирати на исте метале и минерале који су и данас од интереса.

Становништво ће имати већи утицај на будућу потражњу минерала него стварање нових производа и тржишта. Пројекције будућег броја становништва се широко крећу, у зависности од процијењених стопа фертилитета. Ако се потражња за минералним сировинама повећа по стопи од 1% годишње, како је

процијењено, она ће до 2050. године бити за око 60 одсто већа него данас, што није довољно да промијени општи закључак да Земља још увијек „посједује адекватне“ резерве минералних сировина за снабдијевање становништва (Cole,2022).

Престанак рударске експлоатације

Постоје одређени глобални правци будућег технолошког развоја који се у овом тренутку не могу временски предвијети а поготово колики би трошкови таквих производа и технологија били. Овдје се могу навести само неки потенцијални пројекти и активности, који би могли промијенити правце даљег развоја:

- Развој нових биоматеријала који би били замјена метала,
- развој технологија за екстракцију мањих концентратија ријетких земних метала,
- открића у технологији рециклирања и кружном дизајну,
- развој метода сакупљања метала без експлоатације чврстих минералних сировина (електролиза морске воде и слане воде)
- ремонт и измјена електричне мреже, са преласком са великих централизованих систем преноса, и производња метала потребних за производњу соларне енергије и вјетротурбина на децентрализовану и нискотехнолошку дистрибуцију топлотне енергије и гравитационе батерије за складиштење енергије).

Из тих разлога је битно навести само неке од „посљедица“ заустављања рударства у овом времену и тренутку (Cole,2022):

1. У случају наглог заустављања рударских активности широм планете би се обуставом радова на површинским коповима или јамама, сукцесивно дешавали поједини веома негативни процеси. Окончањем рударства би се тренутно укинуло око 4 милиона формалних радних мјеста у овој индустрији, а индиректно, имајући у виду да једно радно мјесто у руднику "носи" за собом минимално 4-7 других радника различитих професија, те запослене у прерађивачким капацитетима и више нивое прераде сировина ***губитак би врло брзо износио минимално 100 милиона радних мјеста*** повезаних са минералном индустријом.

2. У друштвима би се осјетили огромни таласи несташница и поскупљења а енергија би била главна брига (комуникације, топлотне енергија и др.). Грађевински материјали би постали ријетки и скуп, а грађевинска индустрија би стала, а завршетком производње бензина, дизела, пластике и путног асфалта, те експлоатације метала настале би несташнице које би откриле колико је овај мали број минералних сировина постао жила куцавица друштва. Престанак рударске производње би довео такође до исцрпљивања залиха ријетких земних метала и других метала корисних за нове технологије би се

завршиле, што би довело до забрињавајућих трендова у многим индустријама и до масовне незапослености.

3. Недостатак синтетских ђубрива би утицао и на глобалне залихе хране, јер би мањи приноси могли довести до несташице хране а нарочито у земљама у којима клима не подржава производњу хране. Обновљиви извори енергије би били крајњи креатори енергије али парадокс истих је у томе што су им, у свом садашњем облику, потребне невиђене количине необновљивих ископаних материјала (иако то значи мање фосилних горива из земље, то имплицира велики пораст метала за батерије као што су кобалт и никл, силицијума за соларне панеле, ријетких земних метала за вјетротурбине...)

4. Неједнакост у тренутној дистрибуцији већ екстрахованих метала широм свијета - гдје се већина ископаних и обрађених метала користи на глобалном сјеверу, гдје су увезени са југа, значило да би становништво на глобалном југу имало мањи приступ материјалима који се могу рециклирати. Најбогатијих 20% глобалне популације има приступ 60-75% свјетских залиха метала у употреби по глави становника, што је чак и неједнакост у неједнакости емисије угљеника. Нови свијет без рударства морао би пажљиво да размисли о једнаком приступу материјалима.

5. Еколошки проблеми заустављања рада рудника - сценарио прекида рударства, и сувише рестриктивне еколошке политике без јасне визије могле би довести до нових компликација. Контроверзна производња биогорива могла би да надокнади мањак енергије (огромним површинама земљишта које су предате шумарским праксама) како би се обезбиједило дрво као извор грађевинског материјала, енергије и биогорива. Нагло затворени рудници би били велики извор забринутости и заустављањем рударских активности би и даље постојала подручја са деградираним и у неким случајевима опасним нивоима концентрација тешких метала (рекултивације одлагалишта јаловине, подземни рудници без одводњавања стварају киселе резервоаре воде и др), тако да би глобалне неједнакости изашле на видјело при могућностима чишћења површина захваћених рударским активностима. Примјећује се већина званичних рудника данас налази на глобалном југу кроз процесе који трају током прошлог вијека и данас. У дијеловима свијета који је завршио рударске активности постојали би већи терети пројеката чишћења.

Глобални изазови рударске индустрије

Рударска индустрија широм свијета суочава се са сложеним изазовима у сваком смислу. Неки од најважнијих су притисци са питањима животне средине и климатских промјена, трговински ратови и геополитика, промјенљива и неизвјесна потражња и тржиште, технолошке промјене и глобални недостатак вјештина управљања и одржавања. Рјешавање ових изазова је приоритет за дугорочну одрживост рударства.

Рударске компаније и акционари морају се директно суочити са овим изазовима или ће попустити у притисцима током детаљних испитивања рударског сектора у јавности.

Прошло је вријеме када су рударске компаније добијале лако и брзо дозволе за истраживање и рад. Неопходно је да „зараде“ повјерење јавности, државних органа и докажу да рударска производња није неповратно деструктивна, да рударски пројекти доносе више користи него штете и да у одређеном тренутку и на одређеном простору тај вид производње доноси више зараде и користи него неки други видови активности. Сљедећих 6 кључних изазова које рударска индустрија треба да ријеш и ублажи (dynaway,2026):

1. Климатски, друштвени и еколошки притисци - овај фактор је веома значајан и у последње вријеме истакнут за многе индустрије, али рударство је под посебном контролом и пажњом.

а) Рударство значајно доприноси глобалним емисијама гасова стаклене баште мада је, према неким подацима, одговорно за 4 до 7 % емисија гасова стаклене баште. Рударски сектор се суочава са растућим притиском влада, инвеститора и друштва да смањи емисије.

б) Друштвени и утицај на заједницу је све већи фокус акционара и спољних заинтересованих страна како би се осигурало да се према локалним заједницама поступа праведно и уз поштовање њихових људских права гдје локалне заједнице теже економском и друштвеном расту, али желе исто тако да осигурају да рударске компаније оставе трајно позитивно наслеђе након што се рударство заврши.

г) Вода је још један кључни изазов за рударске компаније, јер је овај већ у неким регијама оскудан ресурс, неопходан за рударске производне процесе. У подручјима западног дијела САД, сјеверног Чилеа, централне Азије и источне Аустралије, гдје се већ уочавају недостаци воде, предвиђа се да ће се ситуација значајно погоршати у наредним деценијама. Да би остали конкурентни, рударске компаније морају учинити више како би се суочили са климатским, друштвеним и еколошким изазовима у својим стратегијама, извјештавању и доношењу одлука на високом нивоу.

2. Здравље и безбједност - било да се ради о површинском копу или подземном руднику, рударство је ризичан посао у погледу здравља и безбједности запослених. Екстрактивне индустрије су одувјек биле такве. Ризици се нису много промијенили током деценија и вјероватно се неће ни на дужи рок. Данас рударска индустрија има нове приступе ублажавања вјероватноће ризика – дигитализацију, увезивање, аутоматизацију за ублажавање вјероватноће ризика: дигитализацију и повезивање (GPS системи, електропогони рударских машина и сл) .

3. Геополитика – овај аспект је нарочито последице пандемије Ковид-19 дошао до изражаја а хладнији односи између Запада и Кине, рат у Украјини и

нестабилност ЕУ директно и индиректно су утицали на рударски сектор, поготово у западним земљама, гдје се неке раније утврђене стратегије даљег развоја морају донекле кориговати. Глобални трговински и ресурсни сукоби се појављују у различитим регионима свијета, гдје се појављује појам „ресурсни национализам“ и често значи краткорочнију или дугорочнију политичку нестабилност. Тако су повећани ризици у ланцу снабдијевања у погледу сировина, резервних дијелова, технологије и резултујућих повећаних трошкова. Потражња за литијумом због наглог пораста електричних возила и технологије батерија је јасан примјер ризика од раста цијена робе. Тако су сада геополитичка управљања природним ресурсима кључна за сектор метала и рударства. Геополитичке тензије утичу на индикаторе на страни потражње. Став свјетског економског форума је да ће рударске компаније морати да буду проактивне у рјешавању геополитичких питања као што су трговински ратови, ресурсни национализам (како то западне земље називају) и политичка превирања. Ово ће захтјевати вишестрани приступ који активно сарађује са добављачима, владама и трговинским тијелима како би се осигурало да је дугорочни ланац снабдијевања довољно чврст и отпоран.

4. Индустрijски захтјеви и тржиште – актуелни главни изазови за рударске компаније су да изграде флексибилан посао који може да се носи са флукуацијама нестабилних цијена, неизвјесном потражњом и пријетњом замјене производа или извора сировина. Свјетски прелазак на обновљиве изворе енергије постепено повећава потражњу за минералима и материјалима неопходним за складиштење енергије - батерија и електрична возила. То подразумева и откопавање и прераду двадесетак врста минерала који нису били актуелни раније (прије неких 20-30 година) али и који се налазе у веома малим концентracијама у стијенама. Да би се носили са овим изазовом снабдијевања, рударске компаније ће морати да превазиђу препреке за приступ капиталу, добијању лиценци за рад и пословање на малом броју тржишта гдје се минерали налазе. Као и код готово свакодневног напретка у технологији, рудари морају стално бити свјесни пријетње замјене, посебно на пројектима са дугим роком реализације. Нпр, како се енергетска транзиција развија, може доћи до промјена у потражњи за одређеним робама, а често рудари не могу да прате корак. Најбоље рударске компаније оптимизују своје профиле ризика користећи моделирање сценарија како би предвидјели било какав утицај на промјену потражње и могу такође да примјене споразуме о откупу како би се носили са претњом нестабилности цијена (мада је и то радити све теже без неких других „алата“ - дефинисања и наметања одређених правила, економских санкција и других видова пристисака које је могуће урадити).

5. Сталне иновације и технолошке промјене - као што је раније поменуто, када је ријеч о здрављу и безбједности, иновације и технологија су извор сталних изазова и промјена, при чему су дигиталне иновације у првом

плану актуелних промјена у већини индустрија. Рударске компаније покушавају да подстакну промјене како би се позабавиле актуелним проблемима повезаним са повећањем продуктивности, побољшањем безбједносних евиденција и смањењем ризика по животну средину. Рударске компаније сада имају обавезе да се више улаже у технологију како би се пронашла рјешења за данашње изазове – од ESG стандарда (Environmental-Social- Governmental) до продуктивности и начина за смањење трошкова.

Изазов за рударство је да усвоји приступ управљања имовином како би користили моделирање података и планирање сценарија као алате за доношење одлука. Водеће компаније у овој области користе дигиталну технологију за управљање удаљеним оперативним центрима и остварују значајне уштеде трошкова. Аутоматизација и извјештавање о здрављу и безбједности су такође кључна подручја која се побољшавају кроз дигиталну трансформацију. Нове технологије побољшавају многе аспекте рударства: минимизују поремећаје тла и утицај на животну средину; дронови се користе за аероснимање, а сензори побољшавају продуктивност и сигнализирају предстојеће кварове опреме и постројења али и самог земљишта. Тренутни изазови у рударству су да прате корак и наставе да улажу у иновације и технологију тамо гдје су ефикасност и повећање продуктивности доказани.

6. Недостатак вјештина одржавања и управљања - недостатак ових вјештина и постојање довољног броја стучних појединаца у рударству је свјетски феномен. Рударским компанијама недостају стручни појединци, јер ограничења путовања и индустрија која се често доживљава као непривлачна, отежавају проналажење и задржавање правих талената.

Кључни изазов за рударску индустрију је како привући и задржати талентоване појединце у сектору који је непопуларан за млађе генерације, доживљава се као штетан по животну средину, и који захтјева прљав и тежак физички рад. Фокус мора бити на инклузивној и отвореној култури са чврстим каријерним путевима отвореним за све. А то значи побољшање услова рада, бенефиције, културе и могућности за рад на даљину и обуку.

Баш као и већина индустрија, рударство се суочава са значајним промјенама и изазовима у 2020-им, што значи да компаније морају да уравнотеже ризике и трошкове како би остала испред својих конкурената. Кључни изазови су у агилности, спремности за промјене и континуалној тежњи унапређења у свим дијеловима рударских операција.

Умјесто закључака - Перспективе рударства на Балкану

Ако се узме генерално данас геолошки потенцијал, те потенцијал тржишта балканских економија, односно готово извјесна оријентисаност у овом тренутку на извоз у европске државе са јачим економијама, рударство на овим

просторима би требало у наредном периоду још увијек бити засновано на експлоатацији-откопавању и примарној преради минералних сировина (Malbašić, 2021).

Неопходно је стратешки планирати развој прерађивачких капацитета са вишим нивоима прераде и дораде те производних процеса за стварање финалних производа из палете новијих технологија, али то поред економских могућности појединих компанија или држава са балканског простора зависи и од глобалних кретања и формирања тржишта, како постојећих, тако и нових врста минералних сировина које ће нове технологије свакако захтјевати. Обзиром на величину и значај тржишта али и економију поготово западнобалканских земаља, и то без неког значаја или утицаја у свјетским оквирима, неопходно је имати на уму с чиме се располаже у смислу минералних и природних ресурса да се што рационалније користе или дају на коришћење другима иностраним компанијама, по прописаним и договореним условима, које имају довољно средстава, обезбјеђена тржишта и послују на принципу ESG стандарда (Малбашић и сар. ,2023).

Примјер Републике Српске - минералне сировине се откопавају и прерађују у металној, металопрерађивачкој, грађевинској, хемијској индустрији, индустрији цемента, керамике и грађевинских материјала и др. Највећи дио (нажалост преко 90 % вриједносно гледано) су репродукциони материјали за прераду у другим индустријским гранама тако да је учешће ове дјелатности-„Вађење руде и камена“ у остваривању БДП готово незнатно. У условима све већег и бржег технолошког развоја и са тенденцијом све већег искоришћавања природних ресурса у свијету и промјенама досадашњих концепција живота, долази до потребе за анализирањем одрживости коришћења минералних сировина и природних ресурса у циљу даљег развоја и јачања привредне структуре и геополитичког положаја Републике Српске и Босне и Херцеговине у односу на земље окружења. Рударски сектор у Републици Српској остварује свега 2 % БДП, што је мало када се упореди са већим и бољим економијама свијета. Минералне сировине и сектор рударства немају онај привредни и економски значај који би требало да имају а дефинисање могућности развоја, рационалног коришћења и управљања су веома битни привредном сектору. Процес глобализације се не може спријечити али се свакако јасније могу обезбиједити боље позиције и коришћење постојећег ако се тачно зна с чиме се располаже и колико то може вриједити (Малбашић и сар. ,2023).

На глобалном нивоу геологија је постала важан геополитички фактор у 21. вијеку, а значај располагања или познавања гдје, колико и каквих врста минералних ресурса имамо, могуће је остварити кроз неколико стратешких активности. И поново је неопходно поновити да је потребно анализирати и дефинисати значај наших/постојећих минералних ресурса и сировина у

глобалним политичким процесима и економским трендовима у ери глобализације и коришћења модерних технологија кроз (Малбашић и сар. ,2023):

-израду Стратегије управљања и коришћења минералних ресурса и сировина, са планирањем и дефинисањем циљева коришћења минералних сировина, јаснијим одређивањем потенцијалних минералних ресурса, и основних полазних података за креирање економски ефикаснијег управљања природним ресурсима у Републици Српској,

- израду „централне интерактивне“ базе података о минералним ресурсима и

- формирање Агенције или Дирекције за минералне ресурсе

- класификацију и категоризацију стратешког значаја појединих минералних сировина.

Ако полазимо од чињенице да привредни раст зависи од глобалног економског и друштвеног развоја, коришћења нових и информационих технологија, те све већег и бржег технолошког развоја свијета, ово би били предуслови одрживости и даљег развоја Републике Српске али и јачања привредне структуре и геополитичког положаја РС и БиХ (Малбашић и сар. ,2023).

Посебна пажња би се обратила на пројекцију/анализу тржишта за металичне, неметаличне минералне сировине, минералне, термоминералне и питке воде, техногене минералне сировине и енергетске минералне сировине што је посао који зависи од геополитичких пројекција и динамичких процјена потрошње минералних сировина у будућем временском периоду. Координисан рад Министарства енергетике и рударства, Министарства просторног уређења, грађевинарства и екологије, Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде, Комисије за концесије Републике Српске, и других државних институција на свим нивоима управе (локалне управе, заводи, агенције), предузећа која се баве експлоатацијом минералних сировина и пословима инжењеринга у рударству и геологији би довео до планског и стратешког сагледавања будућности геологије и рударства на овим просторима.

Референце/Литература

- Jozef Dubiński, 2013, Sustainable Development of Mining Mineral Resources, Journal of Sustainable Mining, Volume 12, Issue 1, Pages 1-6
<https://doi.org/10.7424/jsm130102>(преузето 13.априла 2023.)
- Paul Bendall, 2022, Mine 2022-critical transition, Global Mining Leader , article
<https://www.pwc.com/gx/en/industries/energy-utilities-resources/publications/mine.html>(преузето 10.април 2023.)
- Daniel M.Franks, 2020, *Reclaiming the neglected minerals of development*, Elsevier The Extractive Industries and Society, Volume 7, Issue 2, Pages 453-460 (12. март 2023.)

- L. Cole, 2022, How ending mining would change the world , <https://www.bbc.com/future/article/20220413-how-ending-mining-would-change-the-world> (преузето 21. мај 2024.)
- Stephen E. Kesler, 2017, *Mineral Supply and Demand into the 21st Century*, Proceedings, Workshop on Deposit Modeling, Mineral Resource Assessment, and Sustainable Development, pp 55-62, <https://pubs.usgs.gov/circ/2007/1294/reports/paper9.pdf> (преузето 11. септембар 2023.)
- Vladimir Malbašić, 2021, The strategy of management and utilization of mineral raw materials in the Republic of Srpska through the globalization era , Review article, Archives for Technical Sciences, 25(1), p 17-28, UDK 551.782:553.04]:005.5(497.6RS), DOI: 10.7251/afts.2021.1325.017M Cobiss.RS-ID 134499073
- Малбашић и сар., 2023, Минерални ресурси и сировине као значајан потенцијал Републике Српске. У: Матаруга М, Јањић В, Пржуљ Н (уредници) Природни ресурси у функцији развоја друштва XXI вијека. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија ***: 57-137
- bdo global- Natural Resources & Energy: 2023: The near future of mining <https://www.bdo.global/en-gb/industries-en/natural-resources-energy/the-near-future-of/2023-the-near-future-of-mining> - (преузето 11. октобар 2022)
- <https://www.dynaway.com/blog/6-challenges-that-mining-industry-is-facing-now> (преузето 10. фебруар 2026)
- <https://www.icmm.com/en-gb/research/data/2025/global-mining-dataset> (преузето 20. фебруар 2026. године)

СИМУЛАЦИОНИ МОДЕЛ ДИСКОНТУАЛНОГ СИСТЕМА НА ПОВРШИНСКИМ КОПОВИМА

Димшио Милошевић¹, Владимир Малбашић², Миро Максимовић³

e-mail: dimsomilosevic@gmail.com

1-Спољни сарадник РиТЕ Угљевик 1, 2- Универзитет у Бањој Луци, Рударски факултет 2, 3- РиТЕ угљевик

Апстракт

Значај информационих технологија (ИТ) у великим индустријским системима, већ неколико деценија расте експоненцијалном брзином. У области рударства информационе технологије постају незаобилазни елемент пословања, који отвара нове перспективе за унапријеђење производње. Реализација информационог система али и ефектног модела управљања, захтијева познавање низа, често разнородних дисциплина, као и знања потребних за процјену и моделирање будућих понашања реалног система и његовог окружења.

Систем за управљање производњом чини срце рудника. Компјутерска симулација различитих варијанти транспортних система подразумијева процес развоја и коришћења симулационог модела у програмском пакету TALPAC и HaulSim 3D, Runge Software. Симулациони модел даје функционални опис реалног система, његових технолошких процеса и компонената. Равнотежа између нивоа уграђених детаља у симулациони модел и жељених циљева истраживања симулационим експериментима одређује се концептним моделом

Кључне речи: површински коп, транспортни систем, симулациони модел

Тема скупа: Рударство и заштита животне средине

Увод

Систематска побољшања у управљању готово свим аспектима производних операција у површинској експлоатацији минералним сировинама је до сада првенствено била усредсређена на постизање бољих економских ефеката путем масовне производње, умјесто модификовања самог система производње. Систем за управљање производњом чини срце рудника, а фокус на систем за управљање производњом је довео до развоја производних и управљачких техника којима се могу повећати продуктивност и квалитет.

Оптимизација управљања дисконтинуалним системима површинске експлоатације представља веома сложен процес и комплексну материју који захтијева прецизно дефинисање свих релевантних показатеља који утичу на

рад површинског копа у цјелини. Модернизација управљања у већини рудника условљена је контролом производње и механизмима управљања. Рударска производња има значајне користи од богатства информација и могућности мониторинга и електронске контроле процеса рада.

Значај информационих технологија (ИТ) у свим областима људске дјелатности, а посебно у великим индустријским системима већ дуже вријеме расте великом (експоненцијалном) брзином. Тако и у области рударства информационе технологије постају незаобилазни елемент пословања, који отвара нове перспективе за унапређење производње. Побошање пословних перформанси производних система постиже се активностима усмјереним на смањење трошкова, оптимизацију производних процеса и већем искоришћењу постојећих ресурса.

Израда компјутерског симулационог модела дисконтинуалног система експлоатације угља

Компјутерска симулација различитих варијанти транспортних система подразумијева процес развоја и коришћења симулационог модела у програмском пакету TALPAC, Runge Software. Симулациони модел даје функционални опис реалног система, његових технолошких процеса и компонената. Са друге стране, симулациони експерименти одређују услове под којима се симулациони модел примјењује да би дао статистички поуздане процјене излазних перформанси реалног система. Равнотежу између нивоа уграђених детаља у симулациони модел и жељених циљева истраживања симулационим експериментима одређујемо концептним моделом.

Други концептуални приступ је лоцирање багера на радним етажама у центре маса које треба да се откопавају и његово повезивање транспортним трасама са дробиличним постројењем при комбинованом транспорту и одлагалиштем јаловине при камионском транспорту јаловине. Тиме се упросјечује дужина камионског транспорта и омогућава разматрање рада система у дужем временском периоду са овим статичким елементима. Према томе, можемо да закључимо да на нивоу концептне разраде модела са промјеном транспортних траса у реалном времену и статичке елементе у систему преводимо у динамичке.

Структура модела

У структури интегралног симулационог модела издваја се више подмодела по основу два критеријума:

- (1) јединствености процеса или стања, и
- (2) програмске цјеловитости (макрои-подпрограми).

За потребе реализације постављеног циља у овом раду, дефинисана су два концептна модела транспорта на бази којих ће бити развијени дискретни симулациони модели транспорта откривке и угља:

- модел дисконтинуалног система транспорта за откривку,
- модел дисконтинуалног дијела комбинованог система транспорта за угаљ.

Концептуалним моделом је одређен оквир транспортних процеса који се разматрају и везе између статичких и динамичких елемената у моделу. Као статички елементи у систему разматрају се багери, транспортне трасе. Могућност разматрања утицаја промјене положаја багера и/или дробиличног постројења у моделу се остварује уносом нових транспортних траса са свим потребним елементима за жељени временски интервал посматрања. Разматра се практично рад система багер-камион на П.К. „Бо гутово Село“:

Talpac је софтверски систем који се користи за одређивање продуктивности и економичности утоварно-транспортног система Багер - камион користећи логику која моделира стварне транспортне ситуације. *Talpac* омогућава разматрање већине фактора који штетно дјелују на продуктивност и осјетљивост продуктивности на ове факторе. У *Talpac*-у дефинишемо транспортне трасе, камион који користимо, утоварну јединицу, утоварну стратегију, особине материјала и организацију рада. Софтверски систем *Talpac* узима ове улазне податке и обавља бројне функције на њима, укључујући анализу производње, утоварну анализу, оптимизацију величине возног парка, снагу мотора, корисну носивост итд.

По завршетку уноса свих неопходних информација и података приступа се обради и приказу резултата. Табела резултата је средство за приказивање резултата из серије *Talpac*-ових анализа производње. Све врсте анализа производње могу бити приказане у табели резултата укључујући резултате:

- пуне симулације,
- анализе добитка,
- оптимизације параметара система, и
- брзе процјене.

Израдом симулационог модела у *Talpac*-у могу се анализирати следећи подаци и параметри:

- калкулација времена вожње која омогућава компаративну анализу циклуса транспорта у различитим алтернативама,
- упоређивање перформанси различите опреме на истој транспортној траси за одређивање оптималне селекције опреме,
- процјену и упоређивање продуктивности користећи различите утоварне методе за одређивање оптималне технике,

- одређивање оптималне опреме у смислу запремине кашике или снаге мотора утоварне јединице и сценарија транспорта,
- калкулација у смислу избора гума,
- одређивање трошкова транспорта и цијене транспорта,
- инкрементална анализа, гдје се при симулацији може аутоматски одредити сваки сегмент транспорта и резултати користити при изради подукционе криве, и
- анализу утоварне опреме за оптимизацију величине-запремине кашике, носивости камиона и броја кашика.

У изради овог модела кориштена је пуна симулација и оптимизација параметара система. Пуна симулација узима у обзир различите параметре камиона и утоварних јединица и врши стохастичку анализу, а параметри могу варирати – циклус кашике, пуњење кашике, вријеме вожње, вријеме истресања и вријеме расположивости камиона.

За сваку анализу производње табела резултата садржи све параметре (има их око 250) и они се могу приказати. Постоји могућност да се додају или бришу подаци са ове листе, односно да се формира листа података које желимо да прикажемо. Табела резултата се прилагођава и за графичко приказивање резултате анализе.

У *Talpac*-у постоје двије могућности симулације производње, пуна симулација и брза процјена. Пуна симулација користи промјењиве и непромјењиве податке, а као резултат је могуће приказати утицај ефеката чекања на ефективност возног парка. Брза процјена се обавља користећи само непромјењиве податке и ефекте процјене продуктивности возног парка. Брза процјена продуктивности је алтернатива пуне симулације, која као таква обавља и одређене прорачуне. То чини не узимајући у обзир класификацију која је постављена за камионске и утоварне параметре, користећи средње вриједности. Ова процјена подразумјева да нема варијација у избору параметара камиона и утоварне јединице и врши детерминистичку анализу, што је у конкретном случају могуће користити када је неопходан екстремно брз резултат и рјешење за одређену ситуацију.

Недостатак код кориштења брзе процјене продуктивности је то што се не могу добити стварни резултати за корисну носивост камиона, вријеме утовара, вријеме чекања и због тога ће камионска и продуктивност возног парка бити претпостављена. Предност је то што ће симулација узети много мање времена и резултати ће бити идентични у узастопним серијама, ако основна информација није мијењана ни на који начин. Подаци и формат резултата за брзу процјену продуктивности су исти и за пуну симулацију. Метод калкулације, кориштен да се добију резултати симулације, је истакнут на врху штампаног извјештаја.

Резултати који се могу прегледати и упоредити су :

- детаљи циклуса транспорта,
- потрошња горива, мазива и гума,
- приказ тока новца,
- графички приказ времена вожње због уочавања кључних сегмената циклуса транспорта, и
- инкрементална анализа за одређивање продуктивности флоте при различитој дужини транспорта.

Runge mining препоручује да се анализа пуне симулације увијек користи када се желе добити најреалнији резултати. Може се користити за аутоматско генерисање серија података, повезујући следеће параметре:

- косина сегментне дужине у транспортном циклусу,
- равнина сегментне дужине у транспортном циклусу, и
- било који параметар продуктивности створен у *Talpac*-у.

За сваку комбинацију дужине косине и равнине *Talpac* проводи пуну симулацију, резултати симулације исписани су у табели резултата. Помоћу дате дужине косине и равнине за одређени транспортни циклус, могу се прочитати параметри продуктивности који нас занимају.

Анализа тока новца највише је корисна у следећим ситуацијама, односно када имамо:

- 1) много различитих транспортних циклуса да анализирамо, нпр. при процјени продуктивности опреме за сваки блок експлоатације у моделу свог великог блока на лежишту,
- 2) модел са транспортним циклусима гдје се један од два сегмента непрекидно продужава како се фронт радова удаљује од мјеста истоваара и 3) потребу симулирати промјене у транспортном циклусу.

У *Talpac*-у се могу оптимизирати следећи параметри транспортног система:

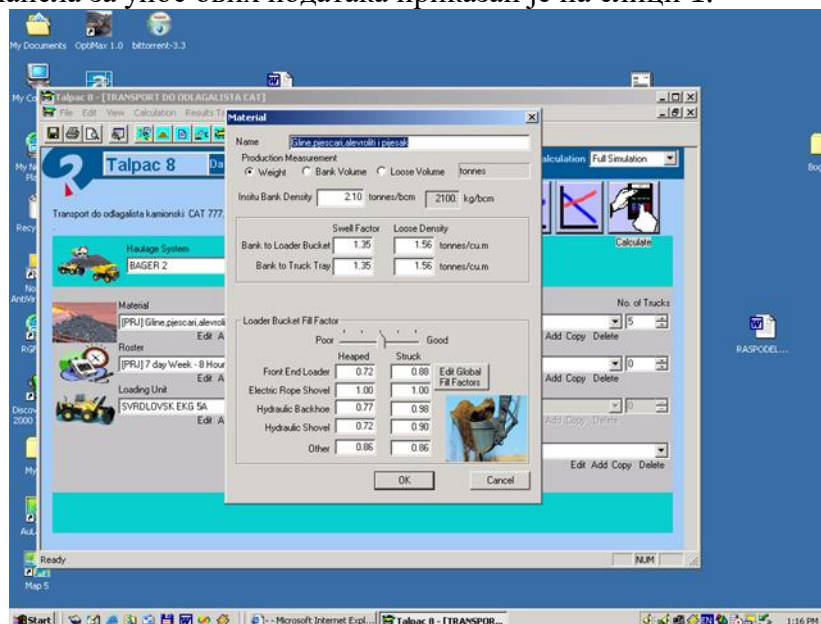
- а) величина возног парка,
- б) снага мотора,
- в) брзина преношења,
- г) коефицијент вуче,
- д) корисна носивост камиона и
- ђ) отпор котрљању.

Резултати оптимизације показују осјетљивост продуктивности и трошкова у повезаности са параметром који је оптимизиран и у неким случајевима могу осигурати оптималну вриједност за параметар базиран на трошковима и продуктивности. Било који параметар може бити обухваћен оптимализацијом, нпр. продуктивност возног парка, средња вриједност трошкова, вријеме

транспорта камионима итд. Анализа се може користити да се установи гдје се требају усмјерити активности да се побољша продуктивност и смање трошкови возног парка.

Дефинисање карактеристика материјала

Тип материјала који се транспортује дефинише се његовим карактеристикама. Изглед панела за унос ових података приказан је на слици 1.



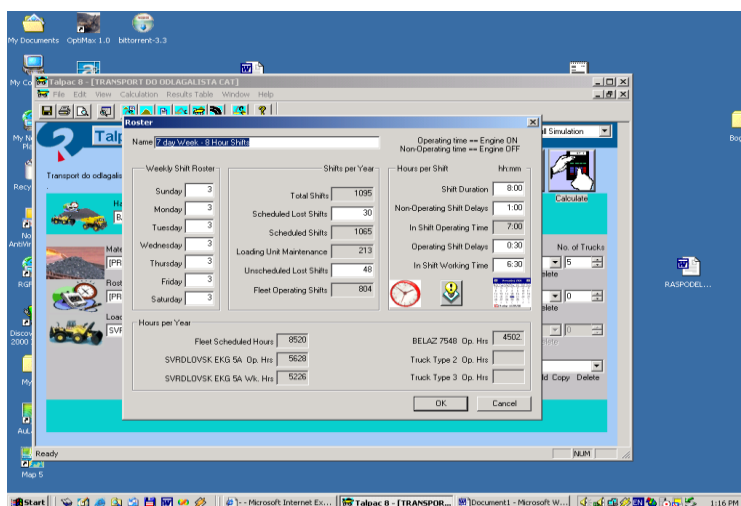
Слика 1. - Изглед панела за дефинисање врсте материјала

Подаци везани за материјал који се утовара и транспортује су похрањени у бази података материјала. Подаци дефинишу радне услове (густину материјала, коефицијент растреситости, коефицијент пуњења) и карактеристике материјала који се транспортује (запреминске масе стијена откривке и угља).

Тип материјала који припада текућем транспортном систему је излистан на врху лијеве стране екрана. Постоји могућност да се креира властити материјал или да се изабере један од стандардних материјала који се налази у бази података о материјалу.

Дефинисање организације рада

Организација рада подразумјева дефинисање шеме рада површинског копа или појединих технолошких операција у оквиру система експлоатације. На бази усвојене шеме рада површинског копа одређује се оперативно радно вријеме за извођење.



Слика 2 Изглед панела за дефинисање организације рада

При дефинисању организације рада се рачунају оперативни и радни сати опреме што се користи у симулацијама продуктивности (слика 2.). Оперативни сати се изводе из следећих улазних података за организацију рада:

- седмична организација рада,
- годишња организација рада, и
- смјенска организација рада.

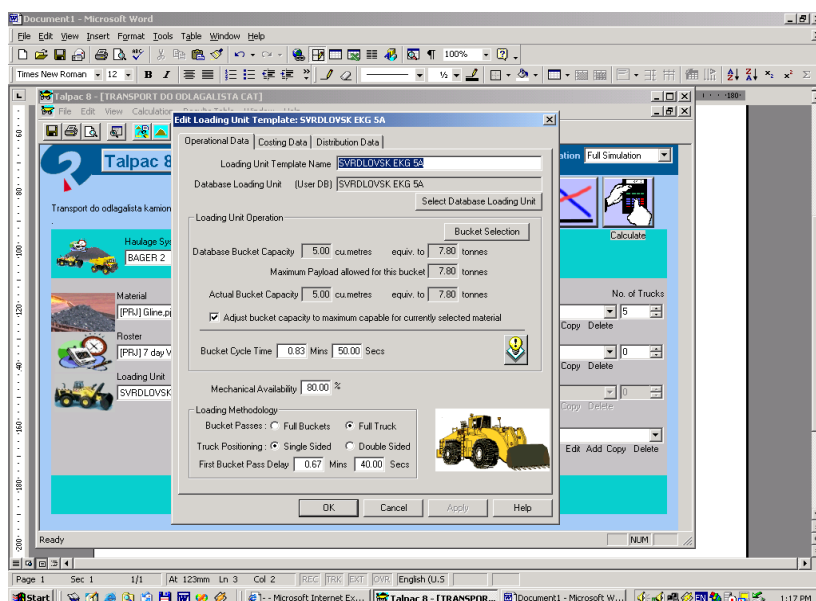
Расположивост опреме се такођер примјењује, похрањена је у постојећој бази података о камионима и утоваривачима. Оперативни сати опреме се примјењују за одређивање погонских трошкова и онда се користе у калкулисању просјечних трошкова за расположиви возни парк. Радни сати се користе у калкулисању годишње продуктивности опреме. Примјери типичних организација рада заступљени су у *Talpac*-у.

Избор типа утоварне машине

Подаци о техничко-експлоатационим карактеристикама утоварних машина се налазе у бази података. Подаци су структурирани по типовима утоварних машина. Уколико у бази не постоји одређени тип утоварне машине софтвер омогућава да се база допуни додатним подацима. Изглед панела за избор типа утоварне машине је приказан на слици 3.

Похрањене информације су комбинација карактеристика утоварних машина и података из базе података. То укључује вријеме утовара кашике, корисна носивост багера, расположивост, методологију утовара, оперативне и основне трошкове. Радни вијек утоварне машине је дефинисан са 45.000 радних сати или 10 година уз одговарајућу амортизациону стопу за тај период.

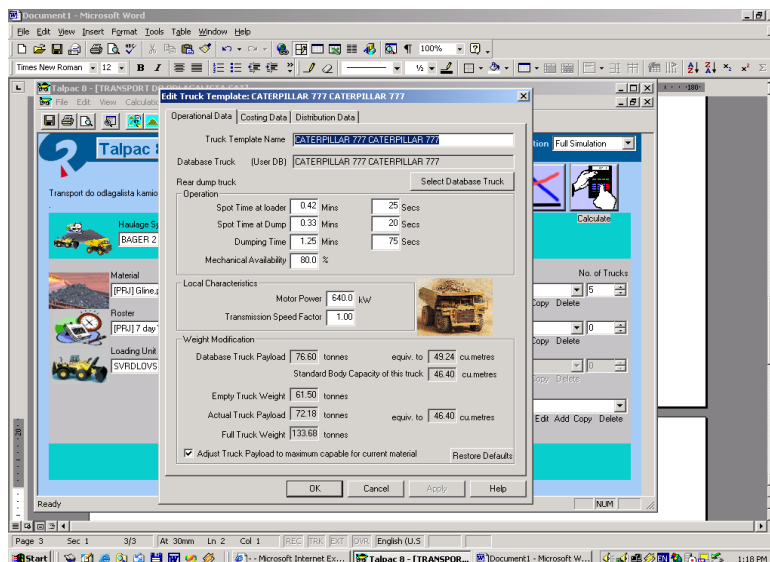
Округли сто: Геологија и рударство као прилике за привредни развој и еколошки изазови, Приједор, 2026.



Слика 3. - Изглед панела за избор утоварне машине

Избор типа камиона

Подаци о техничко-експлоатационим карактеристикама камиона се налазе у бази података. Подаци су структурирани по типовима камиона. Уколико у бази не постоји одређени тип камиона софтвер омогућава да се база допуни додатним подацима. Изглед панела за избор типа камиона је приказан на слици 4.



Слика 4. - Изглед панела за избор камиона

За типове камиона којима располаже Рудник Угљевик се дефинише раднијек вијек у броју радних сати или година рада уз дефинисану амортизациону стопу.

Подаци похрањени у узорцима камиона су комбинација локалних карактеристика камиона и података из базе података о камионима. То укључује капацитет камиона, вучну силу, потрошњу горива, оперативне и основне трошкове. Могу се изабрати три типа камиона у транспортном систему, међутим може бити било који број камиона за сваки тип. Сваки тип камиона је похрањен у одвојеним узорцима. Први тип камиона, типа 1, мора бити одређен да би се добили резултати анализе. Дефинисање 2. и 3. типа камиона је препуштено избору. Сваки узорак камиона садржи везу са камионом у бази података. Ова веза може бити за стандардни камион или кориснички одређен систем.

Транспортна траса

Транспортна траса се састоји од серије рампи и равних дионица. За моделирање транспорта Talpac захтијева да транспортна траса буде подијељена на низ сегмената који представљају дионице под нагибом и равне дионице (слика 5.). Нови сегмент је потребан сваки пут када се околина која контролише брзину камиона мијења. Следећи параметри се користе да се одреди сваки сегмент: 1) дужина дионице, 2) нагиб дионице, 3) отпорт котрљању, 4) максимално дозвољена брзина, 5) крајња брзина и 6) податак о томе да ли је камион пун или празан.

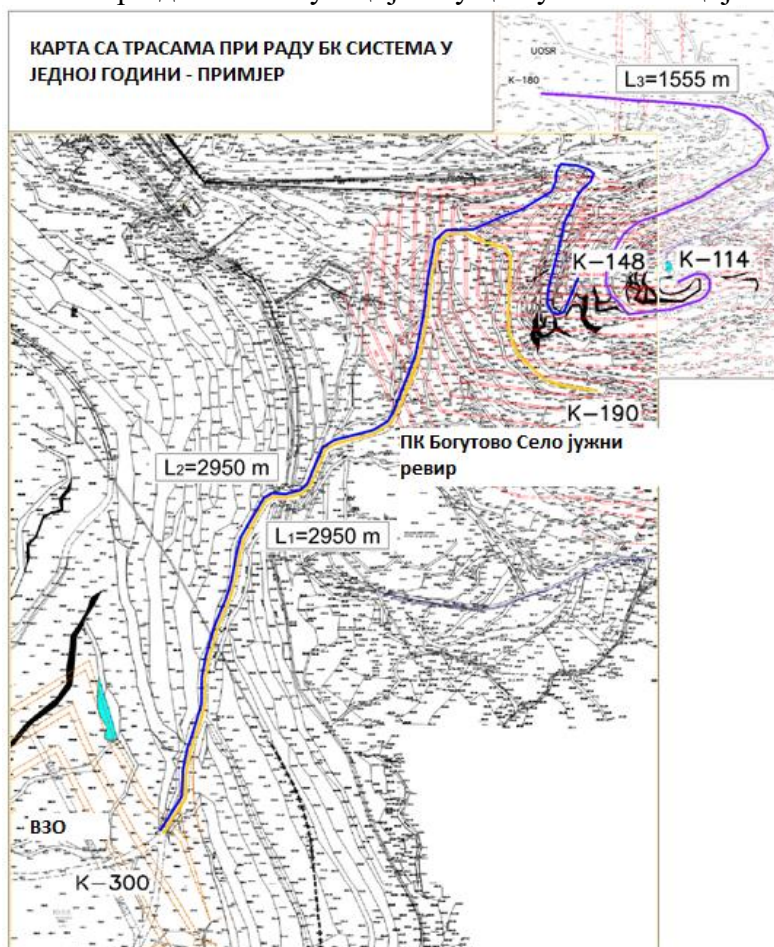
Type	Title	Distance metres	Grade %	Roll Res. %	Max km/h	Curve Angle	Final km/h	Load % of Full
1	Queue	Auto	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
2	Spot	Auto	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
3	Load	Auto	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
4	1	D 1	65.0	0.0	3.0	Max	0.0	Max Full
5	2	D 2	82.0	0.0	3.0	Max	65.0	Max Full
6	3	D 3	125.0	7.0	3.0	Max	0.0	Max Full
7	4	D 4	157.0	7.0	3.0	Max	60.0	Max Full
8	5	D 5	45.0	8.0	3.0	Max	23.0	Max Full
9	6	D 6	48.0	8.0	3.0	Max	142.0	Max Full
10	7	D 7	67.0	8.0	3.0	Max	0.0	Max Full
11	8	D 8	45.0	8.0	3.0	Max	72.0	Max Full
12	9	D 9	132.0	8.0	3.0	Max	16.0	Max Full
13	10	D 10	235.0	8.0	3.0	Max	41.5	Max Full
14	11	D 11	100.0	8.0	3.0	Max	0.0	Max Full
15	12	D 12	160.0	8.0	3.0	Max	27.0	Max Full
16	13	D 13	108.0	8.0	3.0	Max	45.0	Max Full
17	14	D 14	195.0	8.0	3.0	Max	26.5	Max Full

Слика 5. - Изглед панела за дефинисање транспортне трасе

Информације везане за транспортни циклус похрањене су у узорку транспортног циклуса. Похрањене информације обухватају редослед операција које се јављају за камионски циклус укључујући: 1. чекање, 2. маневрисање, 3. утовар, 4. транспорт и 5. истовар

Примјер добијених резултата оптимизације рада БК система

Обрадом наведених података у софтверском пакету Talpac Runge, њиховим уносом у модуле кроз панеле приказане у претходним поглављима, слика 6, добијамо резултате који се обликују у постављену форму извјештаја - слика 7, чиме дефинишемо почетни фиксни број камиона у флоти, као базна варијанта која се користи и при даљим симулацијама у циљу оптимизације.



Слика 6 Примјер шеме траса транспорта на ПК при раду БК система на откривци

За потребе унапријеђења ефикасности рада дисконтинуалних система експлоатације на површинским коповима кроз примјену флексибилне

Округли сто: Геологија и рударство као прилике за привредни развој и еколошки изазови, Приједор, 2026.

дистрибуције камиона, односно одговарајућег диспечинг мода користи се програмски пакет HAULSIM. HAULSIM је 3D програмски пакет за дискретно симулирање догађаја, урађен за симулацију дисконтинуалних система експлоатације на површинским коповима (*Discrete Event Simulation -DES*). HAULSIM користи дискретно моделовање процеса у њихову интеракцију између утоврано-транспортне опреме, мреже транспортних путева, откопних локација и дестинација транспорта по типовима материјала који се откопавају. Овакав начин оптимизације система укључује све релевантне технолошке утицаје на процјену ефикасности система експлоатације.

Production Summary - Full Simulation		
Haulage System:	BAGER 2 DROBIUGA II	
Haul Cycle:	Bager 1 Etaza 100 P.D. II	
Material:	[PRJ] Glina, pjescar, aleвролит i pijesak	
Roster:	[PRJ] 7 day Week + 12 Hour Shifts	
Loading Unit	SVRDLOVSK EKG 5A	
Availability	%	80
Average Bucket Volume	cu.metres	4.81
Bucket Fill Factor		1
Average Payload	tonnes	7.51
Operating Hours per Year	OpHr/Year	5,628.00
Operating Shifts per Year	shifts/Year	536
Average Bucket Cycle Time	min	0.83
Production per Operating Hour	tonnes	418.43
Production per Shift	tonnes	4,394
Production per Year	tonnes	2,354,947
Wait Time per Operating Hour	min	2.33
Truck	BELAZ 7548	
Availability	%	80
Payload in Template	tonnes	34.13
Operating Hours per Year	OpHr/Year	4,502.40
Average Payload	tonnes	34.3
Production per Operating Hour	tonnes	174.35
Production per Shift	tonnes	1,465
Production per Year	tonnes	784,982
Average Queue Time at Loader	min/cycle	1.99
Average Spot Time at loader	min/cycle	0.42
Average Loading Time	min/cycle	3.64
Average Travel Time	min/cycle	3.72
Average Spot Time at Dump	min/cycle	0.33
Average Dump Time	min/cycle	1.15
Average Cycle Time	min/cycle	11.25
Fleet Size		3
Average No. of Bucket Passes		4.57
Fleet		
Production per Year	tonnes/Year	2,354,947
Discounted Capital Cost	\$/tonnes	0.05 Loading Methodology
Discounted Operating Cost	\$/tonnes	0.51 Single Sided
Discounted Average Cost	\$/tonnes	0.56 Full Truck
		Average for 150 Shifts
Excavation Target	tonnes	1,400,000.00
Time to move Excavation Target	Days	217.14
Loading Unit Hours to move Target	Op. Hours	3,346
Total Truck Hours to move Target	Op. Hours	8,030
Total cost to move Target	\$	788,184

Productivity estimates allow for insufficient time at the end of the shift to complete another cycle.
Time for the first bucket pass coincides with the Truck queuing and maneuvering times.
This simulation is based on truck data provided by the equipment manufacturer.

Слика 7 : Форма извјештаја резултата симулације у програмском пакету Talpac и HaulSim 3D

Умјесто закључка

За опстанак рударске индустрије у 21. вијеку биће потребно да се изврше фундаменталне промјене, како у техничкој тако и у управљачкој технологији. Наведена два извора иновација омогућила су другим пословним секторима да остану профитабилни.

Операционо-симулациони модел управљања дефинисан је карактеристичном поставком комерцијалних рачунарских програма за статистику прикупљених информација, те симулацију дисконтинуланог система експлоатације чији резултати нису само погодни за директни диспечинг и алокацију опреме него и за саму валидацију важећих модела управљања.

Предложени симулациони модел даје могућност интерактивне двосмјерне везе између диспечерског центра са директним извршиоцима, пословођама и руководиоцима појединих производних цјелина, те нивоом техничког директора као тактичког, па и директора као стратешког управљања. То значи да је могуће много лакше управљање и специфично прилагођавање стратешких и оперативних планова и циљева.

Референце/Литература

- Четин, Н. (2004): *Open pit truck/shovel haulage system simulation*, Ph.D thesis., The Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University-Department of Mining Engineering, September 2004, 116 pages.
- Колоња, Б. (1992): *"Simulation Analysis of Dispatching Strategies for Surface Mining Operations Using SIMAN"*, M. Sc. Thesis, Pennsylvania State University.
- Колоња, Б., Васиљевић, Н. (2000): *"Computer Simulation of Open-Pit Transportation Systems"*, *Mine Planning and Equipment Selection*, Panagiotou and Michalakopoulos (Eds), Balkema, Rotterdam, pp. 613-618.
- Колоња, Б., Стевановић, Д. (2019): *Рударска економика минералних ресурса – Евалуација инвестиционих пројеката*. Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет Београд. Београд.
- Малбашић В. (2007): *Модел за евалуацију транспортних система у функцији дугорочног планирања површинских копова метала*. Докторска дисертација, РГФ Београд, 2007.
- Максимовић, М., Милошевић, Д. (2016): *Заштита животне средине-рекултивација пошумљавањем одлагалишта површинских копова угља*. Институт за рударство и металургију Бор. Бијељина.
- Милошевић, Д. (2018): *Модел управљања радом дисконтинуалних система експлоатације на површинским коповима*. Докторска дисертација. Универзитет у Бања Луци, Рударски факултет Приједор. Приједор

РАЗВОЈ РУДАРСКИХ РАДОВА НА ПК УГЉЕВИК ИСТОК 1 и ПК УГЉЕВИК ИСТОК 2 И НЕОПХОДНА ИНВЕСТИЦИОНА УЛАГАЊА У РУДНИК УГЉЕВИК

Димшо Милошевић²,

e-mail: dimsomilosevic@gmail.com

1-Спољни сарадник РиТЕ Угљевик

Апстракт

У овом раду се даје кратак приказ стања рударских радова у руднику Угљевик, са основним подацима о потребним количинама откритке и угља у 2026 и 2027 години које је неопходно откопати ради успостављања и одржавања континуалног снабдијевања термоелектране угљем. Уз то се приказује стање постојеће рударске механизације, са неопходним инвестиционим улагањима у наведеном периоду.

Кључне речи: Откривка, угљ, рударска механизација и инвестиције

Тема скупа: Геологија и геолошка истраживања и заштита животне средине-актуелна питања и дилеме

Увод

РиТЕ Угљевик је увијек давала и даје велики допринос у циљу остваривања планова по билансима Електропривреде Републике Српске, без обзира на велике проблеме са којима се суочава у свом раду.

Рударски радови на руднику се изводе на основу одобреног ГРП ПК „Угљевик Исток1.“, и остале Техничке документације.

Планиране количине откритке и угља за 2026 годину:

Откривка11.200.000 m³чm

Угља.....1.750.000 t

С обзиром да је квалитет угља на лежишту Угљевик Исток 1 нижих вриједности у односу на лежиште Богутово Село неопходно је радити на подизању годишњег капацитета на експлоатацији угља. Само на такав начин се може обезбиједити континуитет рада ТЕ Угљевик у наредном периоду. У вези с тим су дефинисане потребне количине откритке и угља и за 2027 годину:

Откривка13.440.000 m³чm

Угља.....2.100.000 t

Стање рударских радова и механизације на ПК „Угљевик Исток1“

Рударски радови се изводе у сложеним рударско-геолошким условима, завршне косине ПК су нестабилне (клизишта) и додатно отежавају извођење радова на откривци и производњи угља.

У овом периоду Рудник је имао на располагању следећу рударски механизацију:

- Багери (запремина кашике: 7-16 m ³)	5-6 ком
- Дампери (носивост 90-110 t)	19-21 ком
- Помоћна механизација (булдозери)	5-6 ком
- „Parnaby“ постројење	1 комплет
- Класирница	1 комплет
- Комбиновани транспорт угља	1 комплет

Након детаљног прегледа и анализе техничке документације утврђено је следеће:

- Отварање ПК Угљевик Исток 1 је извођено у периоду од 2019 до 2022 године са недовољном постојећом рударском механизацијом, без набављене нове опреме за овај рударски објекат.
- Затварањем ПК Богутово Село 2022/23 године, ПК Угљевик Исток 1 је требало да буде замјенски капацитет на производњи угља, који је за 35% неповољнији у односу на ПК Богутово Село и према коефицијенту откривке и према квалитетаивним карактеристикама самог угља
- Због ограниченог простора, недостатка рударске механизације, кашњења са експропријацијом, кашњења са измјештањем дијела регионалног пута Р II 4503, локалних путева и клизишта дошло је до кашњења на реализацији откривке и то у количинама:
 - 2025 год 3.671.044 m³чм,
 - 2024 год 1.507.213 m³чм,
 - 2023 год 1.252.065 m³чмУкупно од 6.430.322 m³чм.
- Према садашњем стању опреме на ПК Угљевик Исток 1 неопходно је радити 6- 8 мјесеци само на заостатку откривке,

Са ПК Угљевик Исток 1, због претходно наведене проблематике и са оваквим стањем и структуром механизације нема стабилне производње угља за краткорочан и дугорочан рад ТЕ Угљевик.

Развој рударских радова у Руднику Угљевик

С обзиром да је квалитет угља на лежишту Угљевик Исток 1 нижих вриједности у односу на лежиште Богутово Село неопходно је радити на подизању годишњег капацитета на експлоатацији угља. Само на такав начин се може обезбиједити континуитет рада ТЕ Угљевик у наредном периоду.

У вези с тим потребне количине откривке и угља за 2027 годину:

Откривке	13.440.000 m ³ чм
Угља	2.100.000 t

Узимајући у обзир заосталу откривку из претходног периода од $6,4 \times 10^6$ m³чм, укупна откривка износи 31×10^6 m³чм па се експлоатациони коефицијент откривке са $6,4 \text{ m}^3\text{чм} / \text{t}$, подиже на $8,0 \text{ m}^3\text{чм} / \text{t}$ угља.

За дугорочан рад на стабилној производњи угља, неопходно је прибављање одговарајуће техничке документације и отпочињања припремних рударских радова на отварању и експлоатацији угља на ПК Угљевик Исток 2., са техничким и организационим омогућавањем паралелног рада два површинска копа и подизања поузданости снабдијевања ТЕ Угљевик са довољним количинама угља у наредном периоду.

За интензивнији рад на експлоатацији угља на ПК „Угљевик Исток 1“ и ПК Угљевик Исток 2, неопходно је обезбиједити рад на откривци 7 багера ($V_k=15-18\text{m}^3$) и 35 дампера (носивости 110-140 тона), те 2 багера 7-9 m³, и 6 дампера 90-100 тона носивости на угљу, уз 8 булдозера и 3 грејдера.

Такође је потребно извршити измјештање и продужење транспортера са гуменом траком, измјештање дијела регионалног пута Р II-4503 (Р-459) ван зоне извођења рударских радова на површинском копу, изградњу ГТС 35/6kV за ПК „Угљевик Исток 1“ и ПК „Угљевик Исток 2“, и измјештање Угљевичке ријеке.

Активности и услови за реализацију плана у 2026-2027 години

Послови и активности које је неопходно урадити у наредном двогодишњем периоду у циљу успостављања континуалног снабдијевања термоелектране угљем су:

- Прибављање Техничке документације за Рудник Угљевик,
- Паралелан рад на два површинска копа Угљевик Исток 1 и Угљевик Исток 2,
- Набавка рударске механизације и то: 2 багера, 8 дампера, 3 булдозера и транспортер са гуменом траком за угаљ ,

Округли сто: Геологија и рударство као прилике за привредни развој и еколошки изазови, Приједор, 2026.

- Експропријација некретнина као услов развоја рударских радова на ПК „Угљевик Исток1“,
- Измјештање дијела регионалног пута РП-4503(Р-459) из Старог Угљевика и мреже локалних путева из зоне извођења радова.
- Измјештање Угљевичке ријеке западно до преливног канала.
- Обезбјеђење гума, енергената и резервних дијелова за рударску механизацију,
- Обезбјеђење квалификоване радне снаге.

Потребне инвестиције Рудника

Преглед планираних инвестиција од 2026 до 2027 год. (инвестиције по годинама) приказано у табели 1.:

Табела 1 Преглед планираних инвестиција				
Год		2026	2027	УКУПНО(КМ)
Инвест.				
Багер		1	1	17.000.000
Дампер		4	3	28.000.000
Булдоз.		3	3	7.200.000
Грејдер		1	1	2.000.000
Турнодозер		1	1	1.100.000
Транспортер ТР 4		1	1	5.000.000
ГТС 35/6кВ и ДВ 35 кВ				1.350.000
Изгр. дијела РП-4503				4.500.000
УКУПНО:				66.150.000
Експропријација: 8.000.000 КМ/год				16.000.000
СВЕ УКУПНО:				82.150.000

Умјесто закључка

На основу свега наведеног у раду може се закључити да се:

- Касни са набавком рударске механизације багера и дампера,
- Касни са развојем рударских радова на откривци,
- Касни са експропријацијом која је један од услова за развој радова.

Само обезбјеђењем услова за паралелан рад два површинска копа могу се обезбиједити довољне количине угља за рад ТЕ Угљевик у наредном периоду

Референце/Литература

- Миле Љубиновић и сар. (2000), Допунски рударски пројекат површинског копа Богутово Село, РИ Београд, Београд
- Идриз Морањкић и сар. (2015), Главни рударски пројекат ПК „Угљевик Исток 1”, РИ Тузла, Тузла
- Един Лопандић, Омер Јукић, Димшо Милошевић, Бошко Вуковић, (2019), Рударство БиХ у енергетској транзицији, Зборник о научно струног савјетовања о теми будућност постојећих и нових термоелектрана у Босни и Херцеговини у условима енергетског заокрета /транзиције у ЕУ, Сарајево
- Владимир Малбашић и сар, (2023), Технички рударски пројекат откривке и експлоатације угља на ПК”Угљевик Исток 1”- Угљевик, Рударски факултет Приједор.
- Васо Новаковић, Божидар Михајловић (2023), Елаборат о класификацији, категоризацији и прорачуну резерви на лежиштима „Богутово Село”-„Угљевик Исток 1“, Ипин д.о.о Бијељина

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна и универзитетска библиотека
Републике Српске, Бања Лука

622(497.6PC)(082)

**ГЕОЛОГИЈА и рударство као прилике за привредни
развој и еколошки изазови ; GEMIEN : зборник
радова. 1 / [припремили и уредили Владимир
Малбашић, Вања Бањац]. - Приједор : Рударски
факултет ; Бања Лука : Универзитет, 2026 (Приједор :
Print design). - 114 стр. : илустр. ; 25 cm. - (GEMIEN,
ISSN 3126-3925)**

Доступно и на:

[file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/GEMIEN%20online%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/GEMIEN%20online%20(2).pdf). - Према предговору, Зборник чине радови
са Округлог стола под називом "Геологија и рударство
као прилике за привредни развој и еколошки
изазови" одржаног у Приједору. - Тираж 40. -
Библиографија уз сваки рад.

ISBN 978-99976-067-1-6

COBISS.RS-ID 144536321

