

ZNAČAJ GEOLOŠKIH RESURSA I UTICAJ NJIHOVE EKSPLOATACIJE NA ŽIVOTNU SREDINU

**Ivana Carević¹, Natalija Batoćanin¹, Sanja Manojlović¹,
Mikica Sibinović¹, Tanja Srejić¹**

Apstrakt: Eksploatacija geoloških resursa je oduvek imala značajnu ulogu u razvoju društva. Širom sveta, pa i na teritoriji Srbije, rudarstvo ima dugu tradiciju i predstavlja važnu privrednu delatnost. Savremenom društvu su neophodni resursi mineralnih sirovina, a samim tim i rudarska industrija, jer proizvodi dobijeni ovom delatnošću poboljšavaju kvalitet života i omogućavaju društveni rast. Podizanjem ekološke svesti i usvajanjem novih zakonskih regulativa, gotovo sve rudarske kompanije usvajaju rigoroznu politiku i procedure zbog potrebe održivosti. U razvijenim zemljama rudarska aktivnost je sada usko regulisana, a uticaji na životnu sredinu se sve više kontrolišu. Obavezan deo plana zatvaranja rudnika predstavlja svakako rekultivacija zemljišta, odnosno vraćanje zemljišta na kom se odvijala eksploatacija mineralnih sirovina u prirodno ili ekonomski upotrebljivo stanje sa ciljem ublažavanja posledica rudarske aktivnosti na životnu sredinu. Sastavni je deo zakonskih regulativa i procene uticaja na životnu sredinu u mnogim zemljama.

Cljučne reči: geološki resursi, životna sredina, rudarstvo, eksploatacija, rekultivacija

SIGNIFICANCE OF GEOLOGICAL RESOURCES AND THE IMPACT OF THEIR EXPLOITATION ON THE ENVIRONMENT

Abstract: Exploitation of geological resources has always played a significant role in the society development. Around the world, as well on the territory of Serbia, mining has a long tradition and represents an important economic activity. Modern society needs the mineral resources, as also the mining industry, because the products obtained by this activity improve the quality of life and enable the social growth. By raising environmental awareness and adopting new legislation, almost all mining companies adopt rigorous policies and procedures due to the need of sustainability. In developed countries, mining operations are now tightly regulated, and environmental impacts are increasingly controlled. An obligatory part of the mine closure plan is certainly the land reclamation, that is, the return of a land on which the exploitation of mineral resources took place to a natural or economically usable site with the aim of mitigating the consequences of mining activity on the environment. It is an integral part of legislation and environmental impact assessment in many countries.

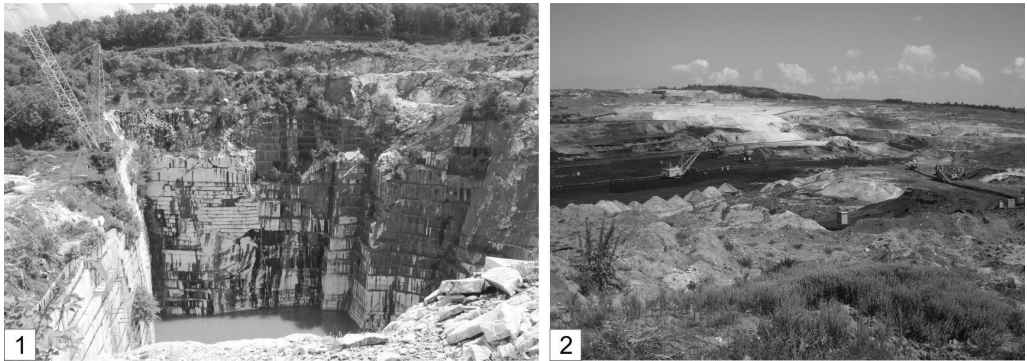
Key words: Geological resources, environment, mining, reclamation

¹ Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet, Studentski trg 3/3, Beograd, Srbija, E-mail adrese: ivana.carevic@gef.bg.ac.rs; natalija.batocanin@gef.bg.ac.rs; sanja.manojlovic@gef.bg.ac.rs; mikica.sibinovic@gef.bg.ac.rs; tanja.srejic@gef.bg.ac.rs

UVOD

Geološki resursi obuhvataju prostor sa svim svojim geološkim, ambijentalnim i drugim karakteristikama, mineralne resurse, resurse podzemnih voda i geotermalne resurse. Savremenom društvu su neophodni ovakvi resursi, a samim tim i rudarska industrija, jer proizvodi dobijeni ovom delatnošću poboljšavaju kvalitet života i omogućavaju društveni rast. S druge strane, tehnologije koje omogućavaju da se umanju čovekov uticaj na životnu sredinu, u svakom slučaju opet zahtevaju metale i njihove proizvode (Walther, 2014).

Uticaj eksploatacije neobnovljivih resursa na životnu sredinu je neminovna i predstavlja deo cene koja mora da se plati zbog potrebe za mineralnim sirovinama. Eksploatacija mineralnih resursa koji su neophodni za proizvode koji su sastavni deo savremenog života nije moguća bez uticaja na okolinu (Sl. 1). Ali prilagođavanjem načina eksploatacije i prerade, rudarska industrija može da napravi veliku razliku kada je u pitanju krajnji uticaj na ekosisteme i biodiverzitet (Kesler i Simon, 2015).



Sl. 1. Vizuelni uticaj rudarskih aktivnosti. 1 – Površinski kop mermera „Venčac“; 2 – Površinski kop lignita „Kolubara“ (foto: I.Carević)

GEOLOŠKI RESURSI I ŽIVOTNA SREDINA

U prošlom veku, a i mnogo ranije, nije se posvećivala pažnja uticaju rudarske proizvodnje na životnu sredinu. Podizanjem ekološke svesti i usvajanjem novih zakonskih regulativa, gotovo sve rudarske kompanije usvajaju rigoroznu politiku i procedure zbog potrebe održivosti, kao i procene i ublažavanja rizika eksploatacije na životnu sredinu. Nova strategija podrazumeva i dugoročan doprinos razvoju lokalne zajednice, odgovoran odnos prema životnoj sredini i opštem ekonomskom prosperitetu (Mahmoudi i dr. 2013). Trenutno, mnoge kompanije aktivno rade na sanaciji ekološke štete prethodnih rudarskih operacija u oblastima u kojima su imale svoje aktivnosti. Danas se rudnici projektuju, razvijaju i zatvaraju na ekološki prihvatljiv način i dosta se ulaže u kontinuirano poboljšanje ekoloških standarda kroz primenu tehnologija koje ograničavaju uticaj rudnika na životnu sredinu (Stevens, 2010). Takođe, vodi se računa i o socijalnom i ekonomskom okruženju u kojem rudnik posluje uz unapređivanje socijalne dobrobiti ljudi koji žive u rudarskim oblastima. Da bi uspešno poslovao, rudnik mora imati podršku zajednice i zemlje u kojoj posluje. Ovakav vid podrške dobija se obezbeđivanjem visokih standarda upravljanja zaštitom životne sredine (Halder, 2013). Eksploatacija mineralnih sirovina većeg obima ima znatan uticaj na lokalnu zajednicu, floru i faunu, zemljište i vodne resurse zbog velike količine jalovine čije odlaganje predstavlja problem, posebno u naseljenim oblastima. Budući

da se ekonomski rast ne može ostvariti bez mineralnih sirovina, racionalan je zaključak da je eksploatacija neophodna, ali se mora razvijati uz poštovanje ekoloških standarda (Pohl, 2011). Očigledno je da što je veći obim rudarskih radova, to će biti i veći uticaj na životnu sredinu (više jalovine, rudarskih zgrada, veća degradacija zemljišta...).

UTICAJ EKSPLOATACIJE MINERALNIH SIROVINA NA ŽIVOTNU SREDINU

Najveći problem za životnu sredinu predstavlja svakako jalovina, odnosno rudarski otpad koji je potrebno izmestiti da bi se obavljala eksploatacija korisne mineralne sirovine, dok flotacijska jalovina predstavlja otpad dobijen u procesu flotacije, odnosno prerade mineralne sirovine čije odlaganje treba da se vrši na osnovu odobrene projektne dokumentacije (Sl. 2). Tokom prošlog veka, a i ranije, neplansko odlaganje jalovine često je dovelo do zagađenja zemljišta, izvorišta i podzemnih voda. Štaviše, urbana područja pretrpela su izvesna oštećenja usled sleganja terena izazvanog podzemnom eksploatacijom. Iako su rudarske kompanije uglavnom pokazivale nedostatak zabrinutosti za životnu sredinu, to ne znači da društvo nije bilo svesno ekoloških posledica izazvanih rudarenjem (Jantunen i Kauppila, 2015).

Veća svest o značaju okruženja dovela je do pooštavanja propisa koje sprovode mnoge zemlje kako bi se umanjio uticaj rudarskih aktivnosti. U razvijenim zemljama, rudarski radovi su sada usko regulisani, a uticaji na životnu sredinu se sve više kontrolišu. Savremeni rudnici vezani su za postojeće zakone o zaštiti životne sredine koji postaju strogi u razvijenim zemljama (Bell i Donnelly, 2006).



Sl. 2. Jalovište u selu Vina, opština Knjaževac (foto: I.Carević)

U savremenoj rudarskoj proizvodnji, tehnički rudarski projekti izrađuju se u skladu sa glavnim i dopunskim rudarskim projektom za tehnološke operacije bušenja i miniranja, otkopavanja, transporta i deponovanja korisne mineralne sirovine, odlaganja jalovine i zaštite rudarskih obje-

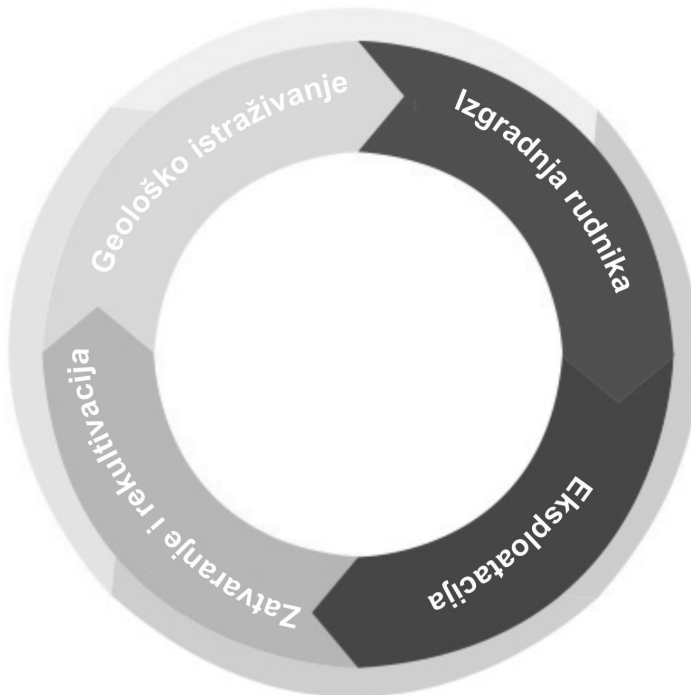
Značaj geoloških resursa i uticaj njihove eksploatacije na životnu sredinu

kata od dotoka površinskih i podzemnih voda. Po završetku rada rudnika izvode se radovi tehničke rekultivacije i u skladu sa istim daje postupak biološke rekultivacije zemljišta na kojem se vršila eksploatacija. Prema „Zakonu o rudarstvu i geološkim istraživanjima“ Republike Srbije, nosilac eksploatacije je dužan da u toku i po završetku izvođenja radova na eksploataciji, a najkasnije u roku od jedne godine od dana završetka radova na površinama na kojima su rudarski radovi završeni, izvrši rekultivaciju zemljišta prema tehničkom projektu tehničke i biološke rekultivacije, koji je sastavni deo glavnog ili dopunskog rudarskog projekta.

Zbog gore navedenog, rudarske kompanije vrše značajna nastojanja da smanje uticaj na životnu sredinu rudarskim aktivnostima uz obnavljanje ekosistema nakon završene eksploatacije. Da bi postigle ovaj cilj, a i radi očuvanja imidža, razvijaju sopstvene kodekse kako bi osigurale što manju degradaciju životne sredine (Revuelta, 2018).

ZATVARANJE RUDNIKA I REKULTIVACIJA ZEMLJIŠTA

Svi rudnici imaju svoj životni vek koji podrazumeva sledeće faze: geološka istraživanja, izgradnju rudnika, eksploataciju, zatvaranje i rekultivaciju (Sl. 3). Kad je ležište na kraju eksploatacije, odnosno kad su bilansne rezerve iscrpljene, rudnik se zatvara, a prirodno okruženje se vraća u produktivno prvobitno stanje. Na taj način, završnu fazu rada rudnika predstavlja rekultivacija, odnosno vraćanje zemljišta na kom se odvijala eksploatacija mineralnih sirovina u prirodno ili ekonomski upotrebljivo stanje. Iako se proces rekultivacije rudnika odvija nakon što je otkopavanje završeno, planiranje aktivnosti rekultivacije rudnika sprovodi se pre nego što je izdata dozvola za eksploataciju i započinjanje rudarske aktivnosti (EPA, 2015).



Sl. 3. Životni vek rudnika

Čak i u razvijenim zemljama, sve do 70-ih godina prošlog veka, nakon završetka eksploatacije rudnici su obično napušteni. Zbog toga danas, obavezan proces plana zatvaranja rudnika i rekultivacije zemljišta predstavlja sastavni deo zakonskih regulativa i procene uticaja na životnu sredinu koji se sprovodi u mnogim zemljama. Što se tiče finansijskih zahteva zatvaranja i rekultivacije, rudarska kompanija snosi odgovornost ovih troškova. Da bi se izbeglo napuštanje rudnika, od rudarskih preduzeća se sve češće zahteva da pruže finansijsku garanciju u formi depozita ili obveznica.

Plan zatvaranja rudnika koji uključuje fizičku rehabilitaciju i socio-ekonomske aspekte kao integralni deo projektnog ciklusa rudnika treba utvrditi tako da (a) buduće javno zdravlje i bezbednost ne budu ugroženi, (b) da prostor bude dugoročno korisno i održivo mesto za lokalnu zajednicu i (c) da su nepovoljni socio-ekonomski uticaji svedeni na minimum (IFC, 2007; Arce-Gomez i dr. 2015). Štaviše, plan zatvaranja je dinamičan dokument koji se mora neprestano ažurirati.

Termin „rekultivacija“ uglavnom ima opšte značenje i odnosi se na vraćanje prirodnog okruženja uz, vrlo često, prenamenu prostora. Podrazumeva uspostavljanje stabilnog i samoodrživog ekosistema, ali ne i neizostavno onog koji je postojao pre rudarskih aktivnosti. Koristi se da se otklone uticaji izazvani rudarskim aktivnostima na životnu sredinu. Dugoročni ciljevi postupka rekultivacije podrazumevaju dovođenje područja u sigurno i stabilno stanje kako bi se podržala održivost budućnosti lokaliteta: fizička stabilizacija zemljišta, uređenje terena, sanacija gornjeg sloja tla, itd. U većini slučajeva, celokupna rekultivacija je gotovo nemoguća, ali ispravna sanacija može uspostaviti funkcionalni ekosistem. Prenamena nekadašnjeg rudnika prvenstveno zavisi od geoloških i hidrogeoloških uslova, kao i od prirode i obima rudarskih aktivnosti.

Rekultivacijom se može izvršiti pozitivna prenamena zemljišta pri čemu se ona mogu pretvoriti u područja za: rekreaciju, golf terene, tržne centre, aerodrome, podzemna skladišta, industrijsko zemljište, ribnjake i mnoge druge ekonomske i ekološke prihvatljive namene zemljišta koje mogu imati društvenu korist. Jedan od impresivnih primera rekultivacije se nalazi u blizini Damfriza (Dumfries) u Škotskoj, u napuštenom rudniku uglja. Projekat nosi naziv „Cravick Multiverse“ i predstavlja model svemira sa sazveždima „Andromeda“ i „Mlečni put“ (Sl.4). Takvi projekti su važni jer mogu nadahnuti one koji su uključeni u rudarsku aktivnost na kreativne ideje za izgradnju novih kulturnih, ekoloških i društveno-ekonomskih vrednosti na starim rudničkim lokacijama.

Važno je napomenuti da u Srbiji, kao i u mnogim zemljama širom sveta, postoje ostaci nekadašnjih rudarskih objekata koji danas propadaju, a mogu se revitalizovati i integrisati u turističku promotivnu ponudu (Carević i dr. 2017).



Sl. 4. „Cravick Multiverse“, Damfriz (Dumfries), Škotska
(izvor: <https://futureterrains.org/charles-jencks-post-mining-multiverse>)

LITERATURA

- Arce-Gomez, A., Donovan, J., Bedggood, R.D. (2015). Social impact assessments: developing a consolidated conceptual framework. *Environmental Impact Assessment Review* (50), 85-94.
- Bell, F.G., & Donnelly, L.J. (2006). *Mining and its impact on the environment*. Taylor and Francis, London, 1-547.
- Carević I., Sibinović M., Jovanović V., Stojadinović V. (2017). Objekti rudarskog nasleđa kao perspektiva za razvoj industrijskog turizma: Primeri revitalizacije rudarskih objekata u susednim zemljama u regionu. U: Filipović D., Šećerov V., Dragičević S., Radosavljević Z. (Ur.): *Deveti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem: Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine*. Asocijacija prostornih planera Srbije. Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet uz podršku Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Pokrajinskog sekretarijata za urbanizam i zaštitu životne sredine (str. 297-303). Palić 11-13.05.2017.
- EPA (2015). *Guidelines for preparing mine Closure plans*. Environmental Protection Authority, Department of Mines and Petroleum, Western Australia, Perth, 1-96.
- Haldar, S.K. (2013). *Mineral exploration: principles and applications*. Elsevier, Amsterdam, 1-372.
- IFC (2007). *Environmental, health and safety guidelines for mining*. International Finance Corporation, World Bank Group, Washington, DC, 1-33.
- Jantunen, J., & Kauppila, T. (2015). *Environmental impact assessment procedure for mining projects in Finland*. Ministry of Employment and the Economy, Finland, Helsinki, 1-102.
- Kesler, S.E., & Simon, A.C. (2015). *Mineral resources, economics and the environment*. Cambridge University Press, 1-434.
- Mahmoudi, H., Renn, O., Vanclay, F., Karami, E. (2013). A framework for combining social impact assessment and risk assessment. *Environmental Impact Assessment Review* (43), 1-8.
- Pohl, W.L. (2011). *Economic geology: principles and practise*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, 1-663.
- Revelta, M.B. (2018). *Mineral resources. From exploration to sustainability assessment*. Springer, 1-653.
- Stevens, R. (2010). *Mineral exploration and mining essentials*. Pakawau Geomanagement Inc, Port Coquitlam, 1-322.
- Walther, J.V. (2014). *Earth's natural resources*. Jones & Bartlett Learning, 1-428.
- Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima: 101/2015-3, 95/2018-267 (dr. zakon), 40/2021-45