

# REKULTIVACIJA DEGRADIRANIH POVRŠINA KAMENOLOMA VELIKI KRIVELJ, SRBIJA

## RECUltIVATION OF DEGRADED AREA OF QUARRY VELIKI KRIVELJ, SERBIA

Miomir Mikić, Emina Požega, Zorica Sovrlić, Sandra Milutinović

Institut za Rudarstvo i Metalurgiju Bor

### Apstrakt

*U organizacionom pogledu Kamenolom Veliki Krivelj posluje u sastavu Serbia Zijin Copper doo Bor. Nalazi se severnije od Bora, u blizini sela Brezanik. Osnovni cilj dobijanja krečnog kamena jeste za građevinske potrebe. Pri eksploataciji krečnog kamena dobija se i jalovi materijal, koji se odlaže jugoistočno u odnosu na kamenolom. U cilju zaštite životne sredine i oplemenjivanja pejzaža, degradirane površine nastale eksploatacijom krečnjaka na Kamenolomu Veliki Krivelj, izvrši će se analiza radi određivanja optimalne metode rekultivacije. Na taj način, odnosno primenom tehničke i biološke rekultivacije uspostaviće se novi ekosistem i prevođenje degradiranih površina u njihovu novu funkciju.*

**ključne reči:** kamenolom, odlagalište, jalovina, rekultivacija.

### Abstract

*In terms of organization, the Veliki Krivelj Quarry operates within Serbia Zijin Copper doo Bor. It is located north of Bor, near the village of Brezanik. The main goal of obtaining limestone is for construction needs. During the exploitation of limestone, waste material was obtained, which is deposited of in the southeast in relation to the quarry. In order to protect the environment and improve the landscape, an analysis will be performed to determine the optimal method of reclamation. In that way, that is, by applying technical and biological reclamation, a new ecosystem will be established and the degraded areas will be translated into their new function.*

**Key words:** quarry, waste dump, waste, reclamation.

### 1. UVOD

U organizacionom pogledu Kamenolom Veliki Krivelj posluje u sastavu Serbia Zijin Copper doo Bor. Nalazi se severnije od Bora, na udaljenosti od oko 4,5 km, u blizini sela Brezanik (slika 1). Od većih objekata u blizini se nalazi flotacija Veliki Krivelj i površinski kop Veliki Krivelj. Osnovni cilj dobijanja krečnog kamena jeste za građevinske potrebe. Pri eksploataciji krečnog kamena dobija se i jalovi materijal, koji se odlaže jugoistočno u odnosu na površinski kop (slika 1). Morfologija terena Kriveljski kamen je takva da se isti nalazi u okviru brda koji dominira okolinom (slika 1). Teren sa najnižom kotom 350 m je u podnožju brda na ušću Ujove i Kriveljske reke, dok je najviša kota na vrhu Kriveljskog kamena 655 m.



Slika 1. Prikaz šire okoline predmetne lokacije

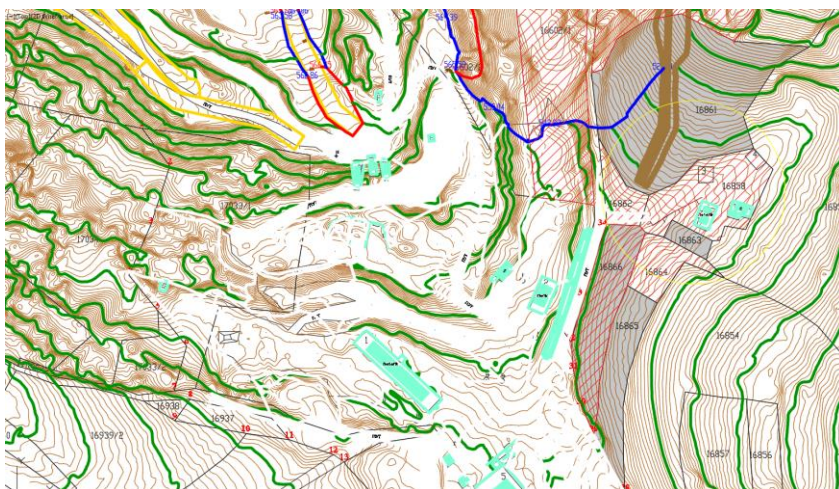
Ležište krečnjaka Kriveljski kamen, izdvojeno je u centralnom delu ležišta i sa svih strana nema prirodne granice (slika 2). Ležište je izgrađeno od krednih sedimenata: krečnjaka, mermera i andezita (II faze) i od paleogenih mermera i proboja kvarcdioritporfirita, od kojih najveće rasprostranjenje imaju krečnjaci i mermeri. Krečnjaci se odlikuju slabom kompaktnošću, pripadaju pukotinsko-kavernoznom tipu uz tektonsku izlomljenost duž raseda. Duž kaverni i rasednih linija koje su obično zapunjene produktima raspadanja prvobitne osnovne mase, moguće je prodiranje vode i u dublje delove ležišta.



Slika 2. Kamenolom Kriveljski kamen (avgust 2020.god.)

## 2. DEGRADIRANE POVRŠINE

Eksploatacija krečnjaka na Kamenolomu Veliki Krivelj, podrazumeva degradiranje okolnog zemljišta pri formiranju projektovanih kontura površinskog kopa. Ukupna površina koja je degradirana iznosi 48.735 m<sup>2</sup>. Pri čemu je projektovano odlagalište jalovine zauzelo površinu od 8.760 m<sup>2</sup>, a projektovani površinski kop površinu od 39.975 m<sup>2</sup>. Degradirane površine površinskim kopom namenjene su za ozelenjavanje primenom rekultivacije za podizanje šumskih zasada. Prilikom eksploatacije kamenoloma Veliki Krivelj nije se naišlo na slojeve zemljanog materijala čak ni u površinskim slojevima, zbog karakterističnog terena, dok će se dobijena jalovina odlagati na projektovano odlagalište jalovine. Obzirom da je za izvođenje rekultivacije neophodan zemljani materijal koji se koristi za zapunjavanje jama sadnica neophodno ga je nabaviti, u ovom slučaju, sa pozajmišta. Brojevi parcela koje su predviđene za pozajmište zemljanog materijala su: 16866, 16865, 16863 i deo parcele 16861. Ukupna površine parcela 16866, 16865 i 16863 iznose 3.010 m<sup>2</sup>. Imajući u vidu da će se koristiti 20-30 cm površinskog sloja dobija se dovoljna količina zemljanog materijala za izvođenje rekultivacije. Lokacijski parcele koje će predstavljati pozajmište zemljanog materijala se nalaze jugoistočno od površinskog kopa i južno od odlagališta jalovine, kako je i prikazano na slici 3.



Slika 3. Prikaz parcela namanjenih za pozajmište zemljanog materijala (označene brojem i sivom bojom)

## 3. IZBOR METODE REKULTIVACIJE

Osnovni cilj rekultivacije fizički, hemijski i bioloških oštećenih zemljišta je uspostavljanje funkcije upravljanja zemljišnim prostorom, kao resursom koji je narušen antropogenim aktivnostima. Cilj rekultivacije je da se kroz niz aktivnosti koje su predviđene projektom rekultivacije, u nekom obliku „vrati” ono što je prethodno eksploatacijom pozajmljeno od prirode. Prioritetni ciljevi rekultivacije jalovinskih materijala, pepelišta i flotacionih

materijala su privođenje određenim biljnim kulturama kao i uspostavljanje određene ekološke ravnoteže. Udeo hranljivih materija u supstratu površinskog kopa i jalovini na odlagalištu jalovine je nedovoljan za normalan razvoj biljaka i u cilju što bržeg ozelenjavanja degradiranih površina stvorenih površinskom eksploatacijom krečnjaka i odlaganjem jalovine treba koristiti zemljište pri izvođenju biološke rekultivacije. Za rekultivaciju kamenoloma Veliki Krivelj se predlaže rekultivacija sa metodom pošumljavanja. Radovi na rekultivaciji se odvijaju po sledećim fazama rekultivacije:

1. Tehnička faza rekultivacije
2. Biološka faza rekultivacije

Rekultivacija će se odvijati u dve faze, a dinamika izvođenje radova predviđena je u trajanju od jedne godine.

#### **4. TEHNIČKA FAZA REKULTIVACIJE**

Tehnička rekultivacija obuhvata površine platoa odlagališta jalovine i sve etaže površinskog kopa. Tehnička faza rekultivacije na odlagalištu jalovine na Kamenolomu Veliki Krivelj predstavlja etapu pripremnih radova (naknadno nivelisanje završne ravni), koji omogućavaju izvođenje biološke rekultivacije. Naknadno planiranje ili nivelisanje završne ravni se vrši buldozerom pre početka rekultivacije. Pri završnom procesu odlaganja poslednje iskipane gomile jalovine na završnoj ravni, zbog stabilnosti odlagališta se ne nivelišu (gomile ne dozvoljavaju formiranje bara i jezera pri atmosferskim padavinama i infiltriranje voda u telu odlagališta). Takođe će se izvršiti nivelisanje dna površinskog kopa. Nakon ove faze tehničke rekultivacije vrši će se priprema degradiranih površina za sadnju, odnosno formiranje jama za sadnice na površinskom kopu i platou odlagališta jalovine. To podrazumeva proces bušenja i miniranja u cilju formiranja (iskopavanja) jama (levka) za sadnice na etažama površinskog kopa. Ovo je neophodno jer je u pitanju takva vrsta podloge da se jame ne mogu iskopati ručno ili mehanizacijom. Na platou odlagališta jalovine, vrši će se iskopavanje jama za sadnice mašinski jer je u pitanju nasuti materijal, pa je podloga adekvatna za ovakav vid iskopavanja. Nakon toga se vrši transport zemljanog materijala na etaže površinskog kopa i platoa odlagališta jalovine, koji će se iskoristiti za ispunjavanje jama za sadnice.

#### **5. BIOLOŠKA FAZA REKULTIVACIJE**

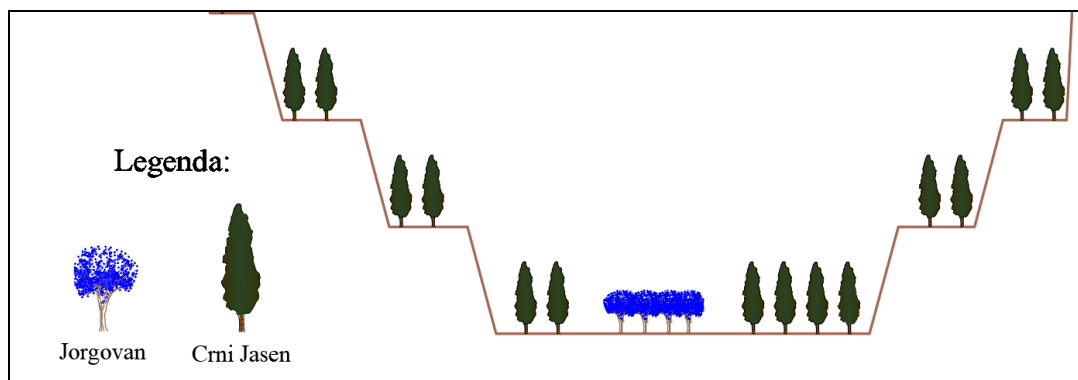
Biološka faza rekultivacije podrazumeva kompleks biotehničkih i fitomeliorativnih mera za gajanje šumskih kultura na pripremljenim površinama površinskog kopa i odlagališta u cilju ozelenjavanja i obnavljanja ekosistema.

Najefikasnije mere za sprečavanje erozije i poboljšanje stabilnosti odlagališta je pošumljavanje. [1]. Razvojem sadnica dolazi do boljeg vezivanja supstrata na odlagalištu, čime se sprečava erozija, a takođe podizanje prašine vetrom [1].

Biološka faza rekultivacije obuhvata sledeće radove:

- Na platou odlagališta jalovine pošumljavanje po mozaičnom rasporedu kultura;
- Na dnu površinskog kopa pošumljavanje po mozaičnom rasporedu kultura;
- Na etažnim površinama površinskog kopa pošumljavanje;

Za pošumljavanje će se iskoristiti jame koje su izrađene u okviru tehničke rekultivacije. Sađenje sadnica se vrši ručno. Prilikom sađenja se vrši i đubrenje sadnica mineralnim đubrivom. Završne etažne ravni površinskog kopa su formirane u krečnjaku i na kraju veka eksploatacije površine predviđene su za rekultivaciju – etažne ravni se ostavljaju da imaju nagib prema unutrašnjoj kosini, što podrazumeva bušačko minerske radove. Na tako pripremljenim ravnim površinama se bušačko minerskim radovima kopaju jame za sadnice u dva reda na međusobnom rastojanju 3 m. Dno kopa na K+540 m predstavlja ravnu površinu u krečnjaku i kad prestaje eksploatacija na kopu, ova površina će biti namenjena za podizanje šumskih zasada (slika 4).



Slika 4. Profil površinskog kopa sa rasporedom biljnih kultura

Za ozelenjavanje degradiranih površina na predmetnoj lokaciji primeniće se biološka metoda rekultivacije i to:

- Žbunasto rastinje: Jorgovan - *Syringa vulgaris*. Kako je ova kultura otporna na sušu i zadovoljava se skromnim zemljištem, daje obilne korenove izdanke, izabrana je radi pošumljavanja degradiranih površina.
- Drvenaste biljke: Crni jase - *Fraxinus ornus* L. Izabran je radi svojih karakteristika da dobro veže tlo na strmim terenima.

Za žbunasto rastinje izabran je Jorgovan - *Syringa vulgaris*, koji je listopadni grm. Prirodno stanište je u Istočnoj Srbiji i dolini Ibra. Posедуje odlične karakteristike koje su neophodne za predmetno područje, pri čemu su najvažnije da je otporan je na sušu, zadovoljava se skromnim zemljištem i daje obilne korenove izdanke. Takođe, ceni se kao ukrasna biljka te se često uzgaja u dvorištima i parkovima, pa će se iskoristiti za formiranje mozaika. Drvenasta biljka koja će se takođe koristiti u biološkoj rekultivaciji je crni jase. Visoko drvo koje može da naraste do 20 metara visine. Uspeva na kamenitim i plitkim

skeletnim zemljištima, odgovaraju mu područja sa strmim terenima do 1200 m nadmorske visine. Sadnja listopadnih žbunastih kultura podrazumeva kvadratnu šemu, na ravnim površinama, sa međusobnim rasporedom od 2,24 m, pri tome se na jednom hektaru može zasaditi oko 2000 sadnica. Sadnja listopadnog drveća na dnu površinskog kopa i platou odlagališta jalovine vrši će se po kvadratnoj šemi na međusobnom rastojanju od 3 m. To znači da se na jednom hektaru može zasaditi 1.100 sadnica. Sadnja listopadnog drveća na etažama površinskog kopa, sa obzirom da je širina etaže 7,5 m, moguće je saditi drveće u dva reda po kvadratnoj šemi na međusobnom rastojanju od 3 m. To znači da se na jednom hektaru može zasaditi 1.100 sadnica. Vrlo značajan deo biološke faze rekultivacije predstavlja i sprovođenje mera edukacije izvođača radova (ukratko treba im izložiti način sadnje i zatravljivanja kako je Projektom dato), zatim nega i zaštita podignutih kultura u svim fazama njihovog razvoja.

Da bi se odredili ukupni troškovi nabavke sadnica neophodno je i odrediti ukupan broj sadnica. Ovaj broj se određuje na osnovu površina koje ove kulture pokrivaju. Određen je ukupan potreban broj sadnica za sadnju, i iznosi:

- za jorgovan- 91 sadnica
- za crni jasen – 2385 sadnica

## 5.1. NAČIN SADNJE

Opšte pravilo pri sađenju sadnica je da se biljka posadi na 1-2 cm dublje od položaja u kom je bila u rasadniku. Kad se zemlja oko sadnice slegne, korenov vrat će biti u nivou zemlje. U iskopane jame najpre se ubacuje do 1/3 visine zemlje. Sadnica se u jamu postavlja vertikalno kako bi žile korena zauzele što prirodniji položaj celom dubinom. Na koren biljke se nasipa preostala količina zemlje da se zapuni jama sadnice tako da korenov vrat bude 1-2 cm ispod nivoa ugažene zemlje. Po završenoj sadnji, neposrednu okolinu sadnice dobro ugaziti kako bi se zemlja sabila, a samim tim se eliminiše opasnost od formiranja "vazdušnih džepova" uz koren sadnica, koji dovode do sušenja sadnice. Prema dosadašnjim iskustvima, najčešći uzrok lošeg prijema sadnica je pored nedostatka vlage u zemljištu i nepravilna sadnja. Za sadnju se koriste zdrave sadnice sa slobodnim korenovim sistemom, starosti 2+1. Po zasađenoj sadnici dodaje se 150g NPK (15:15:15) mineralnog đubriva. Đubrivo se dodaje oko zasađene sadnice tek kad se koren potpuno prekrije zemljom, odnosno zapuni jama. U proleće, prilikom okopavanja, prihraniti sadnice KAN-om u količini 100 g po sadnici.

## 6. ZAKLJUČAK

Zauzimanje velikih površina zemljita, degradacija ekosistema i preseljenje stanovništva, tj. promene u mreži naselja su, svakako, najznačajnije strukturne promene koje u velikim rudarskim basenima izaziva eksploatacija mineralnih sirovina [2]. Ovome treba dodati i

relativno visok stepen zagađenja sredine: vazduha, vode, tla i živog sveta od štetnih emisija iz industrijskog kompleksa [2].

Obnavljanje i revitalizacija prostora predstavlja poslednju, veoma značajnu fazu (po završetku eksploatacije) i iziskuje odgovarajuće planske aktivnosti na njegovoj realizaciji.

Danas se u svetu postižu značajni rezultati na obnavljanju degradiranog zemljišta. Obnovljeni predeli dostižu ponekad veću ambijentalnu vrednost u odnosu na stanje pre početka eksploatacije.

U ovom slučaju, efekti rekultivacije degradiranih površina ogledaju se u tome da:

☐ Šumski zasadi omogućavaju bolje vezivanje zemljišta, stimulišu razvoj prizemne flore, aktiviraju pedološke procese u supstratu korenovim sistemom, sprečavaju insolaciju i sušenje tla, duvanje jakih vetrova i podizanje prašine.

☐ Pošumljavanjem degradiranih površina doprinosi se zaštiti životne sredine, poboljšavanju mikroklimе i estetskom izgledu okoline.

## **ZAHVALNICA**

Ovaj rad je finansijski podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, ugovor br. 451-03-9 / 2021-14 / 200052.

## **REFERENCE**

[1]. Miomir Mikić, Sanja Petrović, Ivana Jovanović, Radmilo Rajković: Reclamation the inner landfill of the coal open pit Cementara in Pljevlja, Montenegro. 48th International october conference on mining and metallurgy. Universitet of Belgrade Technical Faculty Bor. Bor, 2016. ISSN / ISBN 978-86-6305-047-1. DOI 226011916. pp. 285-288

[2]. Nenad Spasić, Božidar Stojanović, Marija Nikolić: „ Uticaj rudarstva na okruženje i revitalizacija degradiranog prostora”. UDK 622.271:502.171. Prostorno planiranje 75-85 str.