

REKULTIVACIJA DEGRADIRANIH POVRŠINA POVRŠINSKOG KOPA ZAGRAĐE, SRBIJA

RECUltIVATION OF DEGRADED AREA OF OPEN PIT ZAGRAĐE, SERBIA

Miomir Mikić, Milenko Jovanović, Radmilo Rajković, Daniela Urošević

Institut za Rudarstvo i Metalurgiju Bor

Apstrakt

Ležište krečnjaka Zagrađe nalazi se 12 km istočno od Bora. Eksploatacija krečnjaka na području Zagrađa počela je 1962. godine i odvijala se na površinskim kopovima Zagrađe 1, 2, 3, 4, a trenutno je aktivan samo površinski kop Zagrađe 5., koji je otvoren 1970. godine. Površinski kop Zagrađe 5. udaljen je 2,5 km od postrojenja za proizvodnju kreča u Zagrađu i nalazi se na oko +410 mnv. Pri eksploataciji krečnog kamena dobija se i jalovi materijal, koji se odlaže istočno u odnosu na površinski kop, na postojećem odlagalištu jalovine. U cilju zaštite životne sredine i oplemenjivanja pejzaža, degradirane površine nastale eksploatacijom krečnjaka na površinskom kopu Zagrađe 5, analiziraće se radi određivanja optimalne metode rekultivacije. Na taj način, odnosno primenom biološke rekultivacije predviđene su sadnice crnog jasena, grabića i jorgovana. Naizmenična kombinacija ovih biljnih vrsta omogućava vezivanje supstrata i daju lep estetski izgled okolini.

ključne reči: krečnjak, jalovina, rekultivacija.

Abstract

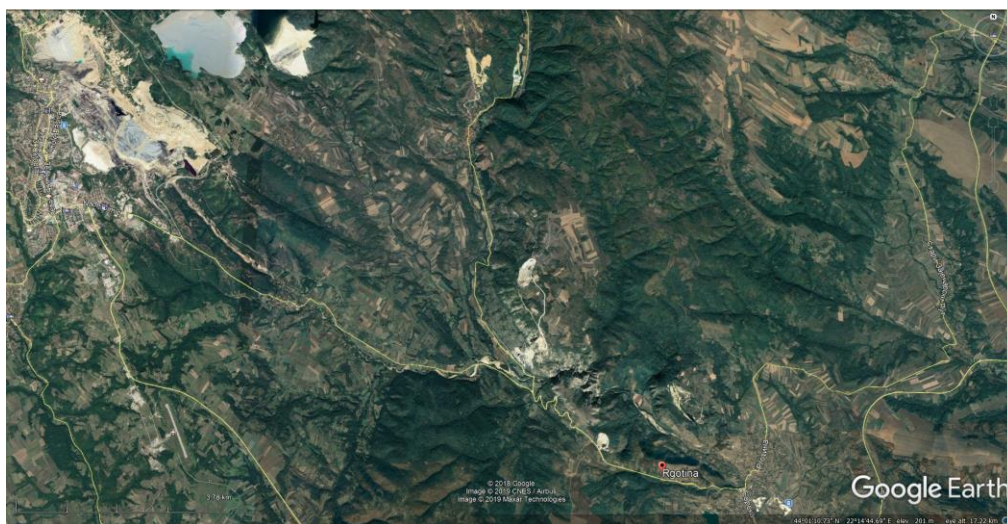
The limestone deposit of Zagrađe is located 12 km east of Bor. The exploitation of limestone in the area of Zagrađe began in 1962 and took place in the open pit Zagrađe 1, 2, 3, 4, and currently only the open pit Zagrađe 5 is active, which was opened in 1970. The surface mine Zagrađe 5. is located 2.5 km from the lime production plant in Zagrađe and is located at about +410 m above sea level. During the exploitation of limestone, waste material was obtained, which is disposed of to the east in relation to the surface mine, at the existing waste dump. In order to protect the environment and improve the landscape, the degraded areas created by the exploitation of limestone at the open pit Zagrađe 5, will be analyzed in order to determine the optimal method of reclamation. In that way, that is, by applying biological reclamation, seedlings of black ash, hornbeam and lilac are planned. The alternating combination of these plant species enables the binding of the substrate and gives a beautiful aesthetic appearance to the environment.

key words: limestone, waste, reclamation.

1. UVOD

Osnovni cilj dobijanja krečnog kamena na ležištu krečnjaka Zagrađe jeste proizvodnja pečenog komadnog kreča u krečnim pećima za potrebe flotacija u Boru i Velikom Krivelju radi regulisanja pH vrednosti pri flotiranju bakarne rude. Pored industrijskog kreča u pogonu krečane proizvodi se hidratisani mleveni kreč za građevinarstvo i rizla. Pri drobljenju krečnjaka dobijaju se i manje frakcije od potrebnih za krečne peći. Prilikom

pečenja krečnog kamena dobija se i kreč filer kao otpad, koji se koristi u poljoprivredi za popravku pH vrednosti zemljišta. Lokacija Zagrađe se nalazi jugoistočno od Bora, na prostoru između sela Slatine (zapadno), sela Rgotina na istoku i sela Donja Bela Reka (na severu) (slika 1). Područje na kome se nalazi površinski kop i Krečana Zagrađe je retko naseljen. Ima pojata, koje su napuštene, jer za stalno boravište vlasnici pojata imaju kuće u okolnim selima. Pristupni put do pogona krečane Zagrađe (K+220 m nv) odvaja se od regionalnog asfaltnog puta Bor - Majdanpek na K+195 m nv (put 166).

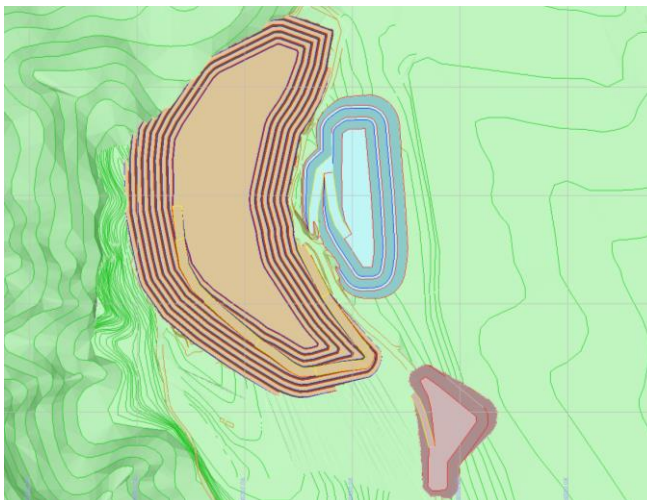


Slika 1. Lokacija rudarskog kompleksa Zagrađe

Površinski kop Zagrađe 5. udaljen je 2,5 km od postrojenja za proizvodnju kreča u Zagrađu i nalazi se na oko +410 m nv. Pri eksploataciji krečnog kamena dobija se i jalovi materijal, koji se odlaže istočno u odnosu na površinski kop, na postojećem odlagalištu jalovine. Postrojenje za proizvodnju kreča locirano je na K+220 m nv. Pristupni put do pogona Zagrađa odvaja se na K+195 m nv sa asfaltnog puta Bor - Majdanpek.

2. DEGRADIRANE POVRŠINE

Na površinskom kopu Zagrađe 5 primenjivaće se diskontinualni sistem eksploatacije. Eksploatacija krečnjaka na površinskom kopu Zagrađe 5 podrazumeva degradiranje okolnog zemljišta pri formiranju projektovanih kontura površinskog kopa. Za odlaganje jalovine dobijene prilikom eksploatacije krečnog kamena izabrana je postojeća lokacija istočno od kopa Zagrađe 5 (slika 2). Zemljani material dobijen širenjem površinskog kopa u jugoistočnom delu odlagaće se na novu lokaciju, tj. pozajmištu južno od površinskog kopa Zagrađe 5 (slika 2). Takođe, pre nastavka napredovanja odlagališta jalovine, izvršiće se izmeštanje postojećih količina zemljanog materijala sa trenutne lokacije na novu lokaciju pozajmišta.



Slika 2. Prostorni raspored objekata: površinski kop (1), odlagališta jalovine (2) i pozajmišta zemljanog materijala (3)

Ovo se radi iz razloga da se zemljani materijal može kasnije upotrebiti kao završni sloj pri izvođenju biološke rekultivacije degradiranih površina. Ukupna površina koja je degradirana iznosi 241370 m². Pri čemu je projektovano odlagalište jalovine zauzelo površinu od 54370 m², a projektovani površinski kop površinu od 187000 m².

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. 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. U svetu i kod nas koriste se tri kategorije rekultivacije. Za rekultivaciju u Zagrađu se predlaže rekultivacija sa metodama pošumljavanja i zatravljivanja. Radovi na rekultivaciji se odvijaju po sledećim fazama rekultivacije:

1. Tehnička faza rekultivacije
2. Agrotehnička faza rekultivacije, i
3. Biološka faza rekultivacije

4. TEHNIČKA FAZA REKULTIVACIJE

Tehnička faza rekultivacije na odlagalištu jalovine na PK Zagrađe 5. predstavlja etapu pripremnih radova (naknadno nivelisanje završne ravni), koji omogućavaju izvođenje

agrotehničke i 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).

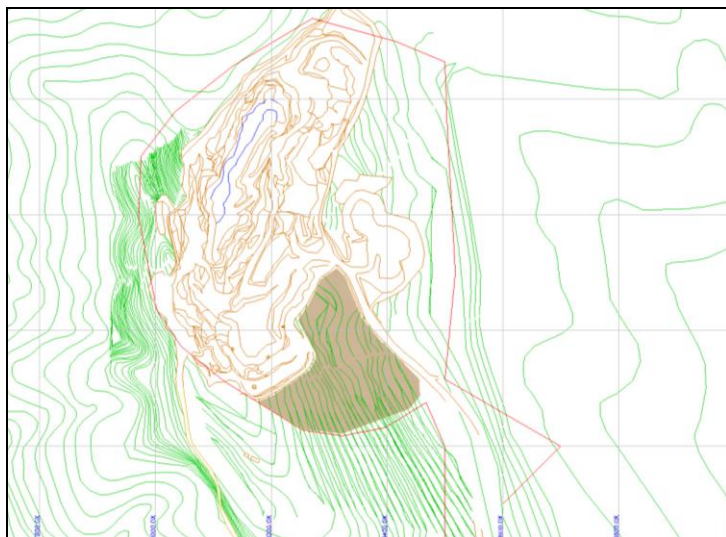
U sledećoj etapi se podrazumeva nanošenje zemljišnog materijala. Zemljani materijal će se koristiti za:

- formiranje sloja na ravnoj površini odlagališta visine 0,5 m;
- zapunjavanje jama pri sađenju sadnica;
- formiranje sloja na dnu površinskog kopa u visini od 0,5 m, i na centralnom delu u visini od 1 m;
- nanošenje po kosinama i etažama odlagališta jalovine u visini od 0,25 m.

Unošenjem organskih materija u vidu humusa u supstrat ubrzava se mikrobiološki proces i omogućava se kontuirani priliv asimilativa za razvoj biljaka. Tehnička faza eurekultivacije uključuje utovar sa odlagališta zemljišnog materijala, transport i planiranje istog na završnoj ravni odlagališta jalovine K+420m i najnižoj etaži tj. dnu površinskog kopa K+335m.

4.1. IZBOR LOKACIJE POZAJMIŠTA HUMUSNOG SLOJA ZEMLJIŠTA

Predviđena lokacija za sav zemljani materijal dobijen proširivanjem viših etaža u južno-jugoistočnom delu površinskog kopa odlagaće se na novu lokaciju pozajmišta južno od površinskog kopa zgrađe 5 (slika 3). Na novu lokaciju pozajmišta odložiće se i ranije odložen zemljani materijal na trenutnoj lokaciji pozajmišta. Pozajmište je projektovano sa zapreminom od 172.504 m³ što je dovoljno za smeštaj ukupno potrebnih količina zemljanog materijala. Sa ove lokacije će se obezbediti potrebna količina zemljišnog materijala za rekultivaciju. Faza nanošenja zemljišnog materijala na površine predviđene za biološku rekultivaciju spada u tehničku fazu rekultivacije i uključuje utovar, transport i istovar, a planiranje zemljišnog materijala će se vršiti u agrotehničkoj fazi. Radovi će se izvoditi na degradiranim površinama i to: etaže i kosine odlagališta jalovine i etažama površinskog kopa. Izvođenje tehničke i agrotehničke rekultivacije vrši se za vreme letnjeg (sušnog) perioda: jun, jul, avgust i septembar sa produženom smenom rada u trajanju od 12 časova.



Slika 3. Relevantne lokacije za planiranje odlaganja

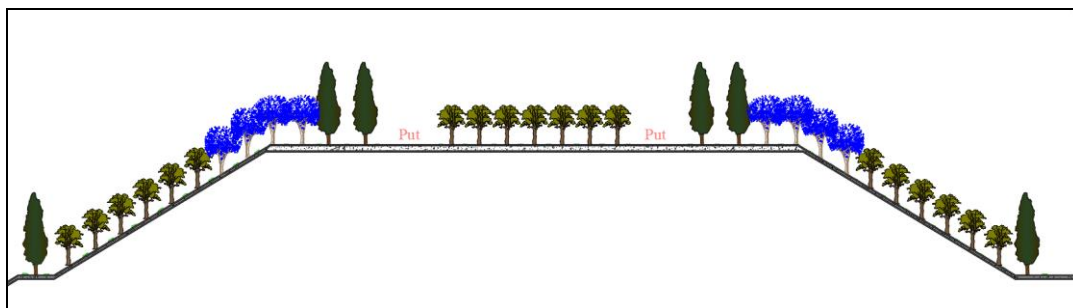
5. AGROTEHNIČKA REKULTIVACIJA

Agrotehnička faza rekultivacije obuhvata nivelisanje i rasplaniranje humusnog sloja zemljišta po odlagalištu jalovine i dnu površinskog kopa i fazu bušenja i miniranja u cilju formiranja (iskopavanja) jama (levka) za sadnice na etažama površinskog kopa. Radi optimizacije radova radovi agrotehničke i tehničke faze se dopunjuju i time se dobija i na maksimalnom iskorišćenju mašina i skraćivanju vremena završetka radova.

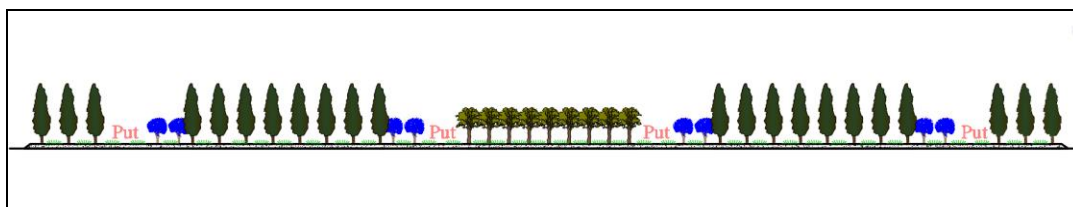
6. BIOLOŠKA FAZA REKULTIVACIJE

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]. Uzimajući u obzir faktore koji utiču na biološku rekultivaciju, a pre svega kvalitet podloge (supstrata), odnosno fizičko-hemijske osobine, uslovi staništa i eksponiranost odlagališta jugu, zatim kontinentalna klima i visoka čestina vetrova iz WNW i NW, izabrana je kombinovana metoda pošumljavanja i zatravljivanja. Izbor biljnih vrsta je takođe, bio ograničen. Najpovoljnija metoda biološke faze rekultivacije na kosini odlagališta jalovine PK Zagrađe 5. je pošumljavanje primenom trougaone šeme. Na ravnoj površini odlagališta primeniće se zatravljivanje travnom smešom koje rastu na krečnjačkim terenima (slika 4). Po obodu travnate površine (završne ravni K+420) podići će se zaštitni pojas od jorgovana. Po površini platoa odlagališta izvršiće se pošumljavanje o kvadratnoj šemi. Na etažama površinskog kopa izvršiće se pošumljavanje po trougaonoj

šemi. Po dnu površinskog kopa je predviđeno zatravljanje, a zatim pošumljavanje oboda (formiranje pojasa) po trouganoj šemi. Na slici 5. prikazan je raspored biljnih vrsta na površinskom kopu. Na osnovu napred izloženog, projektom se nastoji da se biološkom rekultivacijom favorizuju ekološke funkcije budućih šumsko-livadskih ekosistema. Navedeni budući antropogeno stvoreni ekosistemi treba da obezbedi relativno zdravu životnu sredinu sa zdravim vazduhom, estetskim impresijama predeonih celina sa bogatim koloritom grupimično mešovitim različitim vrsta lišćara.



Slika 4. Poprečni presek odlagališta sa kulturama



Slika 5. Poprečni presek dna PK sa kulturama

Biološka faza rekultivacije obuhvata sledeće radove:

- ☐ Na platou odlagališta jalovine zatravljanje i pošumljavanje po mozaičnom rasporedu kultura;
- ☐ Na kosinama i etažama odlagališta jalovine zatravljanje i pošumljavanje po trouganoj šemi;
- ☐ Na dnu površinskog kopa zatravljanje i pošumljavanje po mozaičnom rasporedu kultura;
- ☐ Na etažnim površinama površinskog kopa pošumljavanje;

Za potrebe biološke rekultivacije neophodno je odrediti broj jama za sadnice, na osnovu čega će se odrediti i ukupan broj sadnica za kupovinu. Broj sadnica se uvećava za 10%, jer postoji mogućnost da se usled transporta i manipulacije pojedine sadnice oštete. Potreban broj jama se određuje na osnovu projektovanih površina za rekultivaciju. Pri tome se kulture jorgovan i grabić sade sa ukupno 2.000 sadnica po hektaru odnosno na međusobnom rastojanju sadnica od 2,24 m. Crni jasen se sadi sa ukupno 1.100 sadnica po

hektaru jer su sadnice na rastojanju od 3 m. Broj potrebnih jama za rekultivaciju degradiranih površina je dobijen na osnovu dva kriterijuma i to: dominantne površine i dominantne dužine reda.

Ukupan broj jama predstavlja zbir jama dobijenih na osnovu dominantnih površina i dužina odnosno:

$$Uj=11.486+12.127=23.613.$$

Broj sadnica je razvrstan na tri kulture koje će biti zastupljene na projektovanim površinama. Te kulture su: Jorgovan, Grabić, i Crni jasen. Ukupan broj sadnica po kulturama iznosi:

- Jorgovan – 5562
- Grabić - 5138
- Crni jasen - 12913

6.1. 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.

7. 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]. Rekultivacija degradiranih površina na odlagalištu jalovine u Zagrađu je u cilju očuvanja životne sredine i primenom predviđenih tehničkih i bioloških mera mogu se očekivati dobri rezultati i pored nepovoljne osnovne podloge. U ovom slučaju se ne očekuje ekonomska dobit od zasada već samo zaštita narušenog

zemljišta od erozije i poboljšanje mikro klime kao i očuvanje biljnih vrsta kao što je jorgovan. Pored toga korenov sistem sadnica i lišće koje opada i truli na degradiranim površinama pokrenuće pedološke procese u pravcu stvaranja humusa.

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.

☒ Primena travnog pokrivača na završnim ravnima ima za cilj da spreči eroziju humusa (zemlje) nanetog u sloju visine 50cm i omogući stvaranje travnatih površina koje bi se koristile u rekreativne svrhe.

☒ 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.