Model sanacije površinskih kopova boksita na području Crnih Lokava

Kožul, Andreja

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:240878

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Diplomski studij rudarstva

MODEL SANACIJE POVRŠINSKIH KOPOVA BOKSITA NA PODRUČJU CRNIH LOKAVA

Diplomski rad

Andreja Kožul

R 194

Zagreb, 2018.

Veliku zahvalnost dugujem mentoru dr. sc. Ivi Galiću na velikom strpljenju i podršci te dragocjenoj pomoći koju mi je nesebično pružao tijekom mog studiranja na RGN fakultetu te samoj izradi ovog rada.

Zahvaljujem asistentu dr. sc. Branimiru Farkašu na pomoći i doprinosu kvaliteti diplomskog rada.

Zahvaljujem Rudnicima boksita Široki Brijeg na pruženom prostoru, vremenu i opremi koji su mi pomogli pri izradi ovog rada.

Hvala svim dragim prijateljima i kolegama koji su mi pomagali tijekom studija i uljepšali ovo nezaboravno životno razdoblje.

Najviše hvala cijeloj mojoj obitelji i dečku Mislavu za strpljenje i bezrezervnu podršku tijekom čitavog studiranja, bez vas ništa od ovog ne bi bilo moguće.

Sveučilište u Zagrebu

Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Diplomski rad

MODEL SANACIJE POVRŠINSKI KOPOVA BOKSITA NA PODRUČJU CRNIH LOKAVA

Andreja Kožul

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

Sažetak

Opisane su osnovne geološke i ostale značajke šireg područja predmetnog površinskog kopa, te geološke značajke ležišta. U radu je prikazan i utjecaj rudarskih radova na okoliš naročito na rijeku Ugrovaču. Situacija postojećeg stanja, odnosno površina terena i trenutno stanje kopa modelirani su u računalnom programu *Power InRoads*. Za područje predmetnog eksploatacijskog polja izrađen je i model tehnički saniranog površinskog kopa sa parametrima s kojima postižemo sigurnost i stabilnost kosine. Za potpunu sanaciju predložena je i prikazana u programu *Power InRoads* rekultivacija i prenamjena ležišta na području eksploatacijskog ležišta Crne Lokve-Gnjat.

Ključne riječi: boksit, površinski kop, sanacija, prenamjena

Završni rad sadrži: 47 stranica, 1 tablica, 23 slike, i 12 referenci.

Jezik izvornika: Hrvatski

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

Mentori: Dr.sc. Ivo Galić, izvanredni profesor, RGNF

Pomagao pri izradi: Dr.sc. Branimir Farkaš, asistent, RGNF

Ocjenjivači: Dr.sc. Ivo Galić, izvanredni profesor, RGNF
Dr.sc. Davor Pavelić, redoviti profesor , RGNF
Dr.sc. Vječislav Bohanek, docent, RGNF

Datum obrane: 14.12.2018, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering

Master's Thesis

A MODEL OF SANATION OF A SURFACE BAUXITE MINE IN THE AREA CRNE LOKVE

Andreja Kožul

Thesis completed at: University of Zagreb
Faculty of mining, Geology and Petroleum Engineering
Department of Mining Engineering and Geotechnics
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract

Basic geological and other features of the wider area of the surface mine in question covered and the geological features of the bed are described. The paper also shows the impact of mining works on the environment, especially on the river Ugrovača. The current state of the surface area and the quarry were modeled in the Power InRoads computer program. For the area of the subject exploitation field in question, a model of a technically repaired surface was also created with the parameters to achieve the safety and stability of the slope. For complete renovation, the Power InRoads recultivation and relocation of deposits in the area of exploitation reservoir Crne Lokve-Gnjat have been proposed and presented.

Keywords: bauxite, surface mine, recovery, conversion
Thesis contains: 47 pages, 1 tables, 23 figures, i 12 references.
Original in: Croatian
Archived in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, Zagreb
Supervisors: Associate Professor Ivo Galić, PhD
Tech. assistance: Senior Assistant Branimir Farkaš, PhD
Reviewers: Associate Professor Ivo Galić, PhD
Full Professor Davor Pavelić, PhD
Asistent Professor Vječislav Bohanek, PhD

Defence date: December 14, 2018, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. OPĆI DIO 2
2.1. Zemljopisni položaj i komunikacije 2
2.2. Povijesni osvrt 4
2.3. Morfološko-hidrogeološke i klimatske karakteristike 4
3. GEOLOŠKE ZNAČAJKE 6
3.1. Geološke značajke šireg područja 6
3.1.1. Donja kreda- K_1 6
3.1.2. Alb-cenoman- K1,2 7
3.1.3. Cenoman-turon 7
3.1.4. Paleogen 7
3.1.4.1. Liburnijski vapnenci- PcE1 7
3.1.4.2. Alveolinsko-numulitni vapnenci- E1,2 8
3.1.4.3. Eocenski fliš-lapori, pješčenjaci, kalkareniti i konglomerati 8
3.1.5. Neogen 9
3.1.6. Kvartar 9
3.2. Geološke značajke užeg područja ležišta 9
3.2.1. Geološka građa ležišta 9
3.2.2. Tektonika ležišta 10
4. PROCJENA NEGATIVNIH UTJECAJA POVRŠINSKIH LEŽIŠTA 12
4.1. Procjena utjecaja rudarskih radova na okoliš 12
4.1.1. Utjecaj na kvalitet zraka 12
4.1.1.1. Utjecaj prašine 13
4.1.1.2. Utjecaji motora sa unutarnjim sagorjevanjem 13
4.1.1.3. Utjecaj miniranja 14
4.1.2. Utjecaj rudarskih radova na zemljište 14
4.1.3. Utjecaj na podzemne i površinske vode 15
4.1.3.1. Utjecaj na rijeku Ugrovaču 15
4.1.4. Utjecaj na mikroklimu 18
4.1.5. Utjecaj buke 18
5. SANACIJA LEŽIŠTA „ORAŠNICA“ L-45 19
5.1. Važnost sanacije 19

5.2. 3D Modeliranje postojećeg stanja PK „Orašnica“ L-45 20
5.2.1. Opis postojećeg pogona ležišta „Orašnica“ 20
5.2.2. 3D Model terena 22
5.2.3. 3D Model postojećeg stanja 24
5.3. Tehnička sanacija PK „Orašnica“ L-45 26
5.3.1. Model tehničke sanacije 26
5.3.2. 3D Model tehnički saniranog kopa 27
5.4. Rekultivacija saniranog kopa Orašnica 28
5.5. Moguća rješenja prenamjene saniranog kopa Orašnica 31
6. PROCJENA TROŠKOVA TEHNIČKE SANACIJE I REKULTIVACIJE 35
6.1. Proračun obujma MRM metodom 35
7. ZAKLJUČAK 37
8. LITERATURA 38

POPIS SLIKA

Slika 2-1 Topografska karta s položajem eksploatacijskog polja Crne Lokve-Gnjat i ležišta boksita „Orašnica“ L-45, M1:100 000 3
Slika 2-2 Pogled na ležište „Orašnica“ L-45 i kanjon rijeke Ugrovače 3
Slika 4-1 Prikaz ležišta Crne Lokve sa naglaskom na površinski kop Orašnica (Google Earth, 2018) 16
Slika 4-2 Tribošić, aksonometrijski pogled u *Google maps* aplikaciji (Soldo, 2016) 17
Slika 4-3 Crne Lokve, aksonometrijski pogled u *Google maps* aplikaciji (Soldo, 2016) 17
Slika 5-1 Prikaz trenutnog stanja kopa, pogled sa sjeveroistoka 21
Slika 5-2 Pogled na radnu kosinu ležišta „Orašnica“ L-45 21
Slika 5-3 Topografske karte, list Ličtica 23,24,32,33,34,35,43,44 i 45 22
Slika 5-4 Prikaz slojnica u 3D, pogled *dynamic* 23
Slika 5-5 Renderirani triangulirani 3D model šireg područja sa položajem PK Orašnica ..24
Slika 5-6 3D model postojećeg stanja površinskog kopa Orašnica sa naznačenim konturama 25
Slika 5-7 3D model postojećeg stanja površinskog kopa Orašnica 25
Slika 5-8 Situacija sanacije površinskog kopa Orašnica 27
Slika 5-9 3D model tehničke sanacije površinskog kopa boksita 28
Slika 5-10 Izbor biljaka za rekultivaciju etaža 30
Slika 5-11 Izbor autohtonih biljaka za rekultivaciju 30
Slika 5-12 Prikaz prirodnog izgleda okolnog područja 31
Slika 5-13 Idejno rješenje potpune sanacije i prenamjene ležišta L-44, L-45, L-47 i L48 .32
Slika 5-14 Pogled na etaže ležišta Orašnica 33
Slika 5-15 Detaljni pogled na rekultivirana i prenamjenjena ležišta 33
Slika 5-16 Bočni prikaz stepeničasti platoa koji imaju različite zanimljive sadržaje 34
Slika 5-17 Detaljni prikaz prenamjene u vidikovce 34
Slika 6-1 Prikaz trianguliranih površina potrebnih za proračun 35

POPIS TABLICA

Tablica 2-1 Koordinate vršnih točaka eksploatacijskog polja Crne Lokve-Gnja.....2

Popis korištenih oznaka i jedinica

Oznaka	Jedinica	Opis
h	m	Visina etaže
B	m	Širina etaže
αe	°	Kut etažne kosine
αz	°	Kut završne kosine
xe	m	Horizontalna projekcija etažne kosine
Tuk	€	Ukupni troškovi sanacije
Tt	€	Troškovi tehičke sanacije
Tr	€	Troškovi rekultivacije
Pt	m^2	Površina tehničke sanacije
Cr	€	Cijena rekultivacije

1. UVOD

Ovaj diplomski rad bavi se eksploatacijskim poljem boksita, Crne Lokve Gnjat koji se nalazi na području grada Široki Brijeg, Zapadnohercegovačka županija, Bosna i Hercegovina. Eksploatacijsko polje Crne Lokve-Gnjat čini grupa ležišta, no isključivo je pažnja posvećena ležištu „Orašnica“ L-45. Spomenuta su i ležišta čija sanacija je se odvijala tijekom same eksploatacije boksita u ležištu Orašnica, a to su kopovi Kučište L-47 i L-48 te Oraška draga L-44.

Predmet ovoga rada je obrada štetnih utjecaja koje je prouzročila površinska i jamska eksploatacija boksita koja se na ovom eksploatacijskom polju odvijala vec 30-ih godina prošlog stoljeća. Nadalje u radu je i iznesena važanost sanacije naročito na ovom krškom području gdje je potrebno naglasiti opasnost zagađenja podzemnih voda. S ciljem uspješnog predstavljanja idejnog rješenja sanacije već spomenutih ležišta korišten je računalni program Bentley Microstation, Power inRoads.

Prikazali smo izradu terena ležišta pomoću topografskih karata koje nam služe kao podloga za dobivanje vektorskog oblika. Upravo pomoću modeliranja postojećeg stanja terena uspjeli smo vjerodostojnije prikazati dominatni negativni utjecaj površinske eksploatacije, a to je narušavanje prirodnog stanja krajolika. Kako bi uspješno obradili temu sanacije površinskog kopa krećemo od tehničke sanacije koja predstoji biološkoj rekultivaciji i prenamjeni područja. U nastavku diplomskog rada je prikazan 2D i 3D model tehničke sanacije, nakon čega smo obradili tematiku rekultivacije te posebno obratili pozornost da uvjeti ovoga područja odgovaraju agroekološkim uvjetima biljaka koje koristimo za ozelenjavanje. Na samom kraju je pomoću 3D modela predstavljena ideja za moguću prenamjenu ležišta koja ima društveno korisnu dobrobit te oplemenjuju prostor.

2. OPĆI DIO

2.1. Zemljopisni položaj i komunikacije

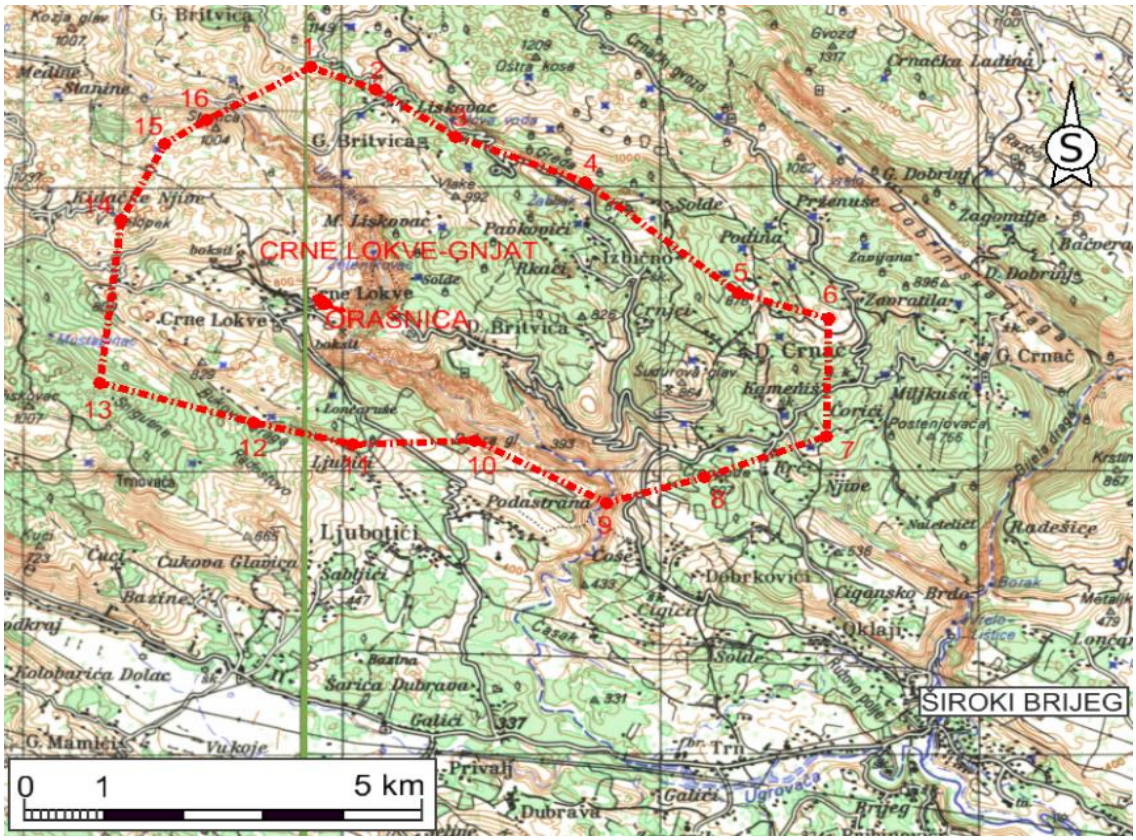
Eksploatacijsko polje "Crne Lokve – Gnjat " nalazi se na području mjesta Crne Lokve, kod Širokog Brijega, u Zapadnohercegovačkoj Županiji (BiH). Unutar eksploatacijskog polja "Crne lokve – Gnjat" nalaze se ležišta L-45 Orašnica.

Granice istražnog prostora Crne Lokve-Gnjat su određene linijama koje spajaju točke sljedećih koordinata tablici 2-1.

Tablica 2-1 Koordinate vršnih točaka eksploatacijskog polja Crne Lokve-Gnja

Broj točke	Koordinate eksploatacijskog polja	
	Y m'	X m'
1	6 459 610	4 813 960
2	6 460 423	4 813 380
3	6 461 433	4 812 711
4	6 463 060	4 812 711
5	6 464 870	4 812 070
6	6 466 130	4 810 500
7	6 466 100	4 810 150
8	6 464 570	4 807 910
9	6 463 330	4 807 550
10	6 461 680	4 808 430
11	6 460 140	4 808 370
12	6 458 900	4 808 680
13	6 456 960	4 809 240
14	6 457 230	4 811 540
15	6 457 780	4 812 610
16	6 458 300	4 812 945

Od Širkog Brijega ležište L-45 Orašnica je udaljeno oko 15 km, sjeverozapadno (Slika 2-1). Do ležišta dolazimo magistralnom cestom zatim seoskom cestom kroz selo Ljubotići i Crne Lokve te izvan sela makadamskim putem prema ležištu. U blizini ležišta se nalazi nekoliko naseljenih i nenaseljenih kuća (Slika2-2).



Slika 2-1 Topografska karta s položajem eksploatacijskog polja Crne Lokve-Gnjat i ležišta boksita „Orašnica“ L-45, M1:100 000



Slika 2-2 Pogled na ležište „Orašnica“ L-45 i kanjon rijeke Ugrovače

2.2. Povijesni osvrt

Prvi pisani dokumenti o istraživanju boksita na području Širokog Brijega datiraju još od davne 1917. godine. Svi pisani materijali su isključivo informativnog karaktera, gdje je ukratko opisan oblik ležišta i pokoja kemijska analiza. Već 1935. godine počinje intezivna eksploatacija boksita od strane više poduzeća s pravom eksploatacije. Prva sistematičnija geološka istraživanja počela su na području Širkog Brijega 1957. godine. U postojećim tadašnjim rudnicima s jamskom eksploatacijom izvršena su dodatna bušenja kojim su s kombinaciji s jamskim istražnim radovima utvrđene zalihe boksita u Crnim Lokvama i Soldama (Gea, 2013).

U eksploatacijskom polju Crne Lokve-Gnjat negdje oko šezdesetih godina istraživanje ležišta se vršilo isključivo rudarskim istražnim radovima ili pak ručnim bušenjem erozijom otkrivenog izdanka. Eksploatacija je započela šezdesetih godina prošlog stoljeća jamskim putem i samim time su se vršila istraživanja, sve do sedamdesetih godina. Kasnija istraživanja su vršena na osnovu geološkog kartiranja područja i definiranja tektonskih i stratigrafskih odnosa (Galić, 2017).

Na ovoj grupi ležišta Crne Lokve radilo se već 30-tih godina, a veći radovi počeli su 1950-1975. godine. Jedan dio ležišta „Orašnic“ L-45 rađen je površinskim putem, a najveći dio jamskim. Na ovom području je bilo izgrađeno rudarsko naselje gdje stare kamene zgrade danas stoje kao spomenici u ovom naselju koje je najorudnjeniji region. Ratna zbivanja osiromašila su rudnik jer su otuđeni svi strojevi i sva materijalna sredstva tako da se skoro deset godina nije radilo. Ponovni radovi na ovom ležištu su počeli u travnju 2011. godine (Gea, 2013).

2.3. Morfološko-hidrogeološke i klimatske karakteristike

Područje u kojem se nalazi površinski kop Orašnica je mediteranske klime planinskog tipa. Izražena krška morfologija terena uzrokuje i izrazito kršku hidrografiju šireg područja. U hidrogeološkom smislu naslage imaju jasno definirane odnose. Jasno izraženim plohama slojevitosti i sustavima pukotina stijene su raspucane i u hidrološkom smislu mogu se svrstati u dobre kolektore pukotinsko-kavernozne porozosti odnosno dobre vodopropusnosti.

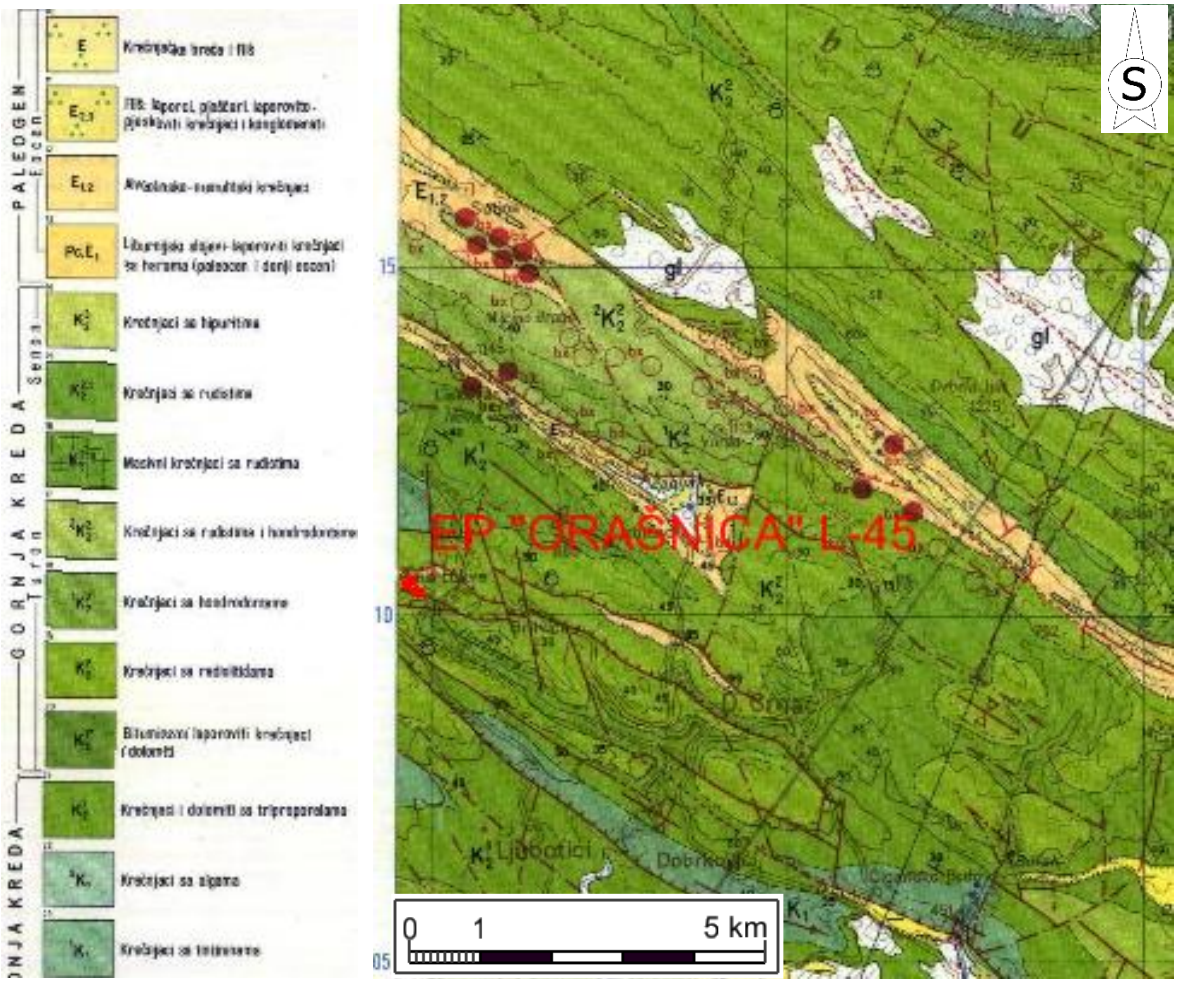
Zbog toga se oborinska voda vrlo malo zadržava i akumulira na površini ležišta već se gubi u dublje dijelove krša, s tokom prema hipsometrijskim nižim djelovima, a generalno prema istoku do, jugoistoku (Galić, 2017).

U blizini ležišta nema stalnih vodenih tokova, no južno od kopa nalazi se kanjon bujičnog toka rijeke Ugrovače koja se pojavi za vrijeme za veliki padalina. Klimu obiljezavaju duga suha ljeta i blage kišovite zime. Srednja siječanjska temperatura je oko 5°C, a samo nekoliko dana u godini temperatura padne ispod 0°C. Najviše oborina na ovom području padne tijekom studenog i prosinca, a najmanje u lipnju i srpnju (Dragičević i dr., 2009).

3. GELOŠKE ZNAČAJKE

3.1. Geološke značajke šireg područja

Osnovna litološka značajka ovog područja je prevladavanje krednih vapnenaca i dolomita, paleogenskih vapnenaca i fliša te neogenih naslaga u građi (slika 3-1).



Slika 3-1 Isječak geološke karte Mostar, (Mjerilo 1:100 000) (Mojićević i Laušević (1962-1967))

3.1.1. Donja kreda- K_1

Donjokredne naslage zauzimaju značajno prostranstvo u južnom dijelu terena kao i u istočnom i sjeveroistočnom dijelu. Najstariji slojevi donje krede otkriveni su u dvjema antiklinalama. Južna zona tih naslaga pruža se od Uzarića prema sjeverozapadu, južno od Ličtice, preko Privalja pa sve do Kočerina. U jezgrama tih antiklinala zastupljeni su sivosmeđi, dobro uslojeni vapnenci. Sadrže orbitoline i alge (*Salpingoporella dinarica*).

Vapnenci s orbitolinama u gornjem dijelu prelaze u dolomite, mjestimično se i izmjenjuju, pa se u dolomitima nalaze i ulošci vapnenaca s gore navedenom faunom.

3.1.2. Alb-cenoman- K1,2

Na donjokrednim dolomitima konkordantno leže plavičasto i smeđesivi mjestimično laporoviti i pločasti vapnenci. Vapnenci su snažno uborani u mnogobrojne male bore što otežava procjenu njihove debljine. Siromašni su fosilima. Rijetko se nađe po koja miliolida i ostrakodie, koji nemaju provodne vrijednosti. Zato im je starost superpozicijski određena. Na pojedinim dijelovima terena (Šudurova Glavica, Crnač, Lončari i Knešpolje) ovi vapnenci su u rasjednom kontaktu s ostalim krednim i paleogenskim vapnencima, te ih je veoma teško međusobno razlikovati. To stvara velike poteškoće kod detaljnog kartiranja, pogotovo zbog važnosti paleogenski vapnenci za boksite u odnosu na alb-cenomanske vapnence.

3.1.3. Cenoman-turon

U cenoman-turon uvršteni su bijeli, žućkasti i rumenkasti, masivni ili debelouslojeni vapnenci s rudistima. Mjestimično se u tim vapnencima mogu naći ulošci dolomita. Dolomiti su post dijagenetski, što se može zaključiti na osnovu nepravilnog zamjenjivanja vapnenaca i dolomita. Vapnenci sadrže brojne rudiste od kojih su određene vrste *Ichtyosarccolitos bicarinatus, Caprinula boissyi, Radiolitella mirabilis* i dr. Taj fosilni materijal označava cenoman-turon. Senonske naslage na ovome području nisu utvrđene. Vjerojatno je čitavo područje već krajem turona bilo izdignuto, pa je u senonu nastupilo jako trošenje uz okršavanje vapnenaca. Tada su formirani raznovrsni krški oblici, koji će početkom paleogena poslužiti za deponiranje glinovitog materijala iz kojeg će se formirati boksit.

3.1.4. Paleogen

U paleogenu su razvijeni smeđi liburnijski vapnenci (PcE_1), alveolinski-numulitski vapnenci, breče ($E_{1,2}$) i fliš ($E_{2,3}$)) (Sesar et al., 1987).

3.1.4.1. *Liburnijski vapnenci- PcE_1*

Smeđesivi ili pepeljastosivi vapnenci laporovitog izgleda, dobro uslojeni do pločasti, otkriveni su u području Kidačkih Njiva i Čelopeka, odakle se pružaju prema jugoistoku preko Crnih Lokava i Tribošića, Šudurove Glavice, Crnča, Lončara do Knešpolja. Ispod

Mostarskog blata vjerovatno se nastavljaju i dalje na jugoistok. Sjevernije ovakve naslage nisu poznate. Na Vardi i Grabovoj Dragi alveolinski-numulitski vapnenci leže direktno nakrednim vapnencima. Paleocenski vapnenci dolaze u obliku uskih zona i ukliješteni su rudistnim vapnencima. Obično su sa sjeveroistoka na te uske zone vapnenaca navučeni kredni vapnenci čak dotle da se mjestimično potpuno gube ispod krednih vapnenaca. Vapnenci su vrlo siromašni fosilima. Samo mjestimično nađe se mnoštvofragmenata moluska. U mikropreparatima su određene miliolide.

3.1.4.2. *Alveolinsko-numulitni vapnenci- $E_{1,2}$*

Javljaju se također u dugačkim nešto širim zonama i to na liburnijskim i krednim vapnencima. U području Kidačkih Njiva nisu do sada otkriveni ovakvi vapnenci. Alveolinski vapnenci su više zastupljeni u području Prusina, Mratnjače, Varda planinei Grabove Drage. Često su u rasjednom odnosu sa krednim vapnencima. Zanimljiv je položaj tih vapnenaca u Grabovoj Dragi. Sjeveroistočno krilo te sinklinale je normalno - alveolinski vapnenci leže na krednim vapnencima. Jugozapadno krilo je poremećeno - kredni vapnenci su navučeni na alveolinske vapnence. Tu su tektonski poremećaji djelovali i suprotno od uobičajenog kretanja u Dinaridima (od sjeveroistoka k jugozapadu). Alveolinsko-numulitski vapnenci su svijetlosivi, smeđi ili bijeli. Slabije su uslojeni od liburnijskih, a ponegdje su masivni. U najnižim dijelovima obično ne sadrže alveoline, što otežava njihovo odvajanje od krednih vapnenaca, pogotovo u onim dijelovima terena gdje su kredni vapnenci siromašni rudistima. Alveolinski vapnenci su najviše okršeni od svih stijena, te čine reljef sa škrapama, vrtačama i raznim udubljenjima, koji čine teren gotovo neprohodnim.

3.1.4.3. *Eocenski fliš-lapori, pješčenjaci, kalkareniti i konglomerati*

Otkriveni su u području Prusina, Varde i Grabove Drage. U području Prusina leže u jezgri snažno poremećene sinklinale. Tu je fliš izgrađen gotovo isključivo od lapora i kalkarenita. Kalkareniti prelaze u breče i konglomerate, ali ove stijene imaju šire prostiranje. Na lokalitetu Prusine nalaze se kalkareniti s mnogobrojnim puževima (*Velates schmidelianus*) taloženi izravno na krednim vapnencima, dok fliš leži na alveolinsko–numulitskim vapnencima. Moguće je da se radi o ekvivalentnim sedimentimataloženim isto vrijeme. U laporima i kalkarenitima nalaze se uz puževe, još i alveoline i numulitie. Zbog takvog fosilnog sadržaja i litološke građe alveolinskih vapnenaca i fliša, nije moguće točno odrediti granicu. Ovakav odnos ukazuje na kontinuitet taloženja u ovom području,

nasuprot oplićavanjima i prekidu sedimentacije između alveolinsko-numulitnih vapnenaca i fliša u drugim dijelovima Hercegovine.

3.1.5. Neogen

Naslage neogena sačuvane su na tri lokaliteta i to: Trn, Mokro i Donji Gradac. Neogenske naslage Trna pružaju se sve do Širokog Brijega. Izgrađene su od lapora, laporovitih vapnenaca, zatim pjeskovitih glina u izmjeni ss pjeskovitim laporima i proslojcima konglomerata.

Naslage neogena leže diskordantno na starijim stijenama (kredni vapnenci i dolomiti). Ispod neogenih naslaga Trna nabušena su veća ležišta boksita slabe kvalitete.

3.1.6. Kvartar

Kvartarne tvorevine se nalaze na Mostarskom Blatu i na manjim površinama, u vrtačama i dolinama. Tvorevine su izgrađene od kršja vapnenaca izmješanog s pjeskovitom crvenom ilovačom i humusom (Sesar et al., 1987).

3.2. Geološke značajke užeg područja ležišta

Gotovo sve geološke značajke spomenutih ležišta su toliko slične da bi svako pojedinačno prikazivanje značilo njihovo ponavljanje. Zato su osnovne zajedničke značajke ležišta prikazane općenito, a značajke isključivo jednog ili više ležišta posebno. Prema područjima i stratigrafskoj pripadnosti, obrađena ležišta se mogu podijeliti na slijedeće grupe:

-kontakt gornja kreda-paleocen (Kidačke Njive, Crne Lokve, Tribošić)

-gornja kreda-alveolinsko numulitski vapnenci (Mratnjača, Varda i Grabova Draga)

-kontakt gornja kreda-neogen (Trn) (Sesar et al., 1987).

3.2.1. Geološka građa ležišta

Uže područje istražnog prostora “Crne Lokve –Gnjat“ , odnosno tereni oko samog ležišta uglavnom izgrađuju karbonatne stijene kojim dominiraju vapnenci , dok se dolomiti rijeđe nalaze. Tereni ovog područja su izgrađeni od stijena kredne i paleogenske starosti Kvartne naslage su predstavljene siparištima na obroncima rijeke Ugrovače.

Kreda je zastupljena s dolomitima cenomanske i rudistnim vapnencima tuoronske starosti. Kredne naslage su razvijene u litološki jednoličnim sedimentima koji su vrlo

siromašni fosilima. Od fosila nalazimo miliolide, ostrakode i rudiste. Rudistni vapnenci su svijetlosive boje, bijeli i rumenkasti u kojima se nalaze radiolitidies i duranije. Masivni su ili se javljaju u vidu debelih slojeva.

U paleogeni su razvijeni: smeđi liburnijski vapnenci (PcE1), alveolinski-numulitski vapnenci i breče (E1,2) i filiš(E2,3).

Liburnijski vapnenci (PcE1) su smeđosivi ili pepeljasto sivi vapnenci loporovitog izgleda, dobro uslojeni do pločasti, sa smjerom pružanja SZ ka JI. Dolaze u obliku uskih zona i snažno su uklješteni u rudistnim vapnencima . Vrlo su siromašni fosilima, s rijetkim fragmentima moluska, haracejama i miliolidama.

Alveolinsko-numulitni vapnenci (E1,2) se javljaju u nešto širim zonama na liburnijskim ili izravno na krednim naslagama. Svijetlosivi su, smeđi ili bijeli, slabo uslojeni i, negdje masivni. U najnižim dijelovima obično ne sadrži alveoline.

3.2.2. Tektonika ležišta

Obrađivani teren Crnih Lokava odlikuje se složenim strukturnim oblicima, koji su nastali kao rezultat intezivnih tektonskih pokreta. Međutim, osnovnu strukturu čine polegle bore, te reversni rasjedi i razlomci. Kao značajnu ulogu u formiranju tektonskih struktura imali su snažni pritisci, potisci i litološki sastav.

Snažni pritisci i potisci, koji su dolazili sa sjevera i sjeveroistoka nisu bilo razmjerno raspoređeni niti istog inteziteta. Zbog ovoga se njihova jačina mjenjala na vrlo kratkim razmacima, što je naročito vidljivo na užem području Crnih Lokava. Tim procesima pogodovao je litološki sastav ovoga terena, gdje su dolomiti i vapnenci bili krute mase, a laporoviti sedimenti i boksit, kao plastične mase koje su bile podložne složenom boranju u deformacijama.

Opća tektonska karakteristika ovoga područja slična je kao i cijeloj Hercegovine. Pružanje slojeva je sjeverozapad-jugoistok, s generalnim padom prema sjeveroistoku, i polijeganju na jugozapadu.

U kanjonu Ugrovače dolomitična serija gradi antiklinalu dinarskog pravca pružanja. Ona se na sjeverozapadu sučeljava s rudistnim vapnencima duž poprečnog rasjeda. Jugoistočni dio antiklinale nastavlja se na rudistne vapnence, gdje je djelomično navučena na rudistne vapnence duž reversnog rasjeda.

Pa području terena Crne Lokve-Tribošić utvrđeno je pet reverznih rasjeda različitih karakteristika, međusobno približno paralelnih i orjentiranih u dinarskom pravcu. Pored pet glavnih rasjeda na ovome području ima još niz manjih rasjeda ograničenog pružanja, a

utvrđeni su na osnovi pojave tektonskih breča. Glavne karakteristike glavnih i lokalnih rasjeda su te, da se tektonske breče na njim javljaju samo na mjestima gdje nedostaju liburnijski slojevi. Na ovome terenu ima i normalnih rasjeda koji su obično okomiti na reversne rasjede odnosno na dinarski pravac pružanja.

Na osnovu iznjetih činjenica može se zaključiti da je poslije stvaranja gornjokrednih sedimenata došlo do prekida taloženja i stvaranja boksitnog materijala (Boksitni rudnici Mostar, 1964).

4. PROCJENA NEGATIVNIH UTJECAJA POVRŠINSKIH LEŽIŠTA

4.1. Procjena utjecaja rudarskih radova na okoliš

„Danas čovjek ima ogromnu ulogu u evoluciji biosvere, a ova se uloga približava utjecaju geoloških procesa te naučnici smatraju da „čovječanstvo uzevši u cjelini postaje močna geološka sila““ (Komadina i dr., 2013). Ulaskom čovjeka i njegove tehnike u zemljinu koru dolazi do raznih posljedica koje se mogu klasificirati na sljedeći način:

1) Geomorfološke posljedice
   - narušavanje prirodnog reljefa i stvaranje novog oblika „tehnoreljef“
   - provokacija novihgeoloških pojava (erozija, klizišta i dr.)
   - promjena toka postojećih geoloških pojava

2) Geokemijske posljedice
   - izbacivanje na površinu elemenata i spojeva iz dubine Zemljine kore tj. promjena bilanse tvari u ovom dijelu.
   - zagađivanje zemljišta, vode i zraka
   - promjena toka postojećih geoloških pojava

3) Inženjersko geološke posljedice
   - stvaranje mase geoloških materijala koji se razlikuju od onih u izvornom stanju
   - utjecaj na floru i faunu
   - promjena uvijeta privređivanja na novom prostoru

4) Hidrogeološke posljedice
   - promjena stanja podzemnih i površinskih voda

Kada se radi o rudarstvu ova četri čimbenika su najznačajniji i stoga čemo njih obraditi tj razmotriti njihov utjecaj na okolinu.

4.1.1. Utjecaj na kvalitet zraka

Pod zagađivanjem zraka smatra se utjecaj na smanjenje korisnih elemenata u zraku za čovjeka i biljke, prije svega kisika ili na povećanje štetnih elemenata u zraku kojih u prirodi zrak ne sadrži.

S obzirom na tehnologiju eksploatacije i transporta boksita mogući su sljedeći izvori zagađenja :

- prašina nastala radom strojeva
- motori sa unutarnjim sagorjevanjem
- miniranje (Komadina i dr., 2013)

4.1.1.1. *Utjecaj prašine*

Prašina nastaje prilikom otkopavanja, utovara, prijenosa i istresanja jalovine i mineralne sirovine. Nastaje također i prilikom bušenja, miniranje i prijevoza materijala. Vjetar također može sa saobraćajnica i odlagališta dići i nositi prašinu, prije svega finu (0,1 – 10), ali i običnu i grubu (> 10 mikrona). Štetnost prašine je u tome što se ona taloži na asimilacionu prašinu pa time mehanički smanjuje fotosintezu. Ona može i kemijski štetno da djeluje kako na čovjeka, biljku tako i na zemljište. Kod podzemne eksploatacije utjecaj je neznatan, a kod površinske ima utjecaj pri čemu je bitan i ljudski faktor za ublažavanje zaprašivanja. S obzirom na dislokaciju ležišta, obim radova i tehnologiju ocjenjujemo da nismo ozbiljni zagađivači zraka. U prilog ove konstatacije ide i reljef lokaliteta i vremenske prilike ovog područja, izražen reljef osigurava jača zračna strujanja poput bure štetne tvari brzo razrjeđuju i gube. Važno je napomeniti da u ljetnim periodima kada su moguća veća zaprašenja treba se pobrinuti da se ukoliko se uvidi da je potrebno navlažiti transportne putovi i najugroženija mjesta (Komadina i dr., 2013).

4.1.1.2. *Utjecaji motora sa unutarnjim sagorjevanjem*

Prilikom rada motora s unutrašnjim sagorijevanjem zrak se zagađuje emisijom para goriva preko sustava za napajanje motora, emisijom iz samog motora , a najviše emisijom toksičnih komponenata iz dušnih plinova motora.

Pri izgradnji dizel goriva stvaraju se sljedeći polutanti:

- Ugljenmonoksid (CO)
- Ugljikovodici (CH)
- Sumpor oksidi ($SO_{x)}$
- Dušični oksidi (NO_x)

Pošto se u rudarstvu koriste skoro uvijek dizel motori, nama zagađenjem olovom jali ima malo više čađe i dima. Obzirom na mali obim proizvodnja i skromnu mehanizaciju kojom Rudnik raspolaže može se procijeniti da emisija polutanata koji će nastati pri sagorijevanju

dizel goriva je minimalna. Dakle, motori s unutrašnjim sagorijevanjem neće imati nikako veliki učinak na kvalitetu zraka (Komadina i dr., 2013).

4.1.1.3. *Utjecaj miniranja*

Predstavlja izvor zagađenja vezan za sagorijevanje i dizanje prašine. Prilikom miniranja stvara se najviše ugljenmonoksida (CO) i ugljendioksida ($CO_{2)}$. Kako se ovdje radi o malim količinama eksploziva kao i rijetkosti nastajanja može se reći da nemaju neki značajan utjecaj na kvalitet zraka u bližoj i široj okolini (Komadina i dr., 2013).

4.1.2. Utjecaj rudarskih radova na zemljište

Rudarstvo je veliki potrošač zemljišta naročito od prelaska s površinske na podzemnu eksploataciju. Površinska eksploatacija mineralnih sirovina dovodi do promjena u konfiguraciji terena i mijenja oblik prirodnog krša. Mora se napomeniti da od svih utjecaja na kvalitete zraka i očuvanje okoliša ovaj fizički utjecaj na zemljište je najvažniji.

Tehnološki proces eksploatacije sastoji se od faza otkrivanja i faze dobivanja mineralnih sirovina. Dio otkrivke mora se odložiti na vanjski dio kopa i narušiti prirodni reljef, ali treba napomeniti da te površine oštećenog zemljišta nisu velike i ne remete značajno prirodni pejzaž. Kod utjecaja eksploatacije boksita na zemljište treba imati na umu da su ova zemljišta tipično kršnog područja pod velikim utjecajem polivijalne erozije kako zbog pljuskovitih kiša tako i zbog velikih nagiba. Otuda snažnom i dugom erozijom došlo je do odnošenja plitkog zemljišta u negativne elemente reljefa (vrtače, uvale i sl.) ili je zemljište bujicama odnijeto. Zbog toga su na ovom kršu, često i preko 80% ogoljele stijene. Zemljište se ravnalo između ovih stijena samo u manjim krpama, vrlo je plitko, ali je dobre plodnosti. Vegetacija im je pod degradiranim šikarama, rijeđe degradiranim niskim šumama ili slabim pašnjacima.

Značaj za okoliš: U ovakvim uvjetima pedopokrivača i reljefa, rudarskim radovima ne prave se velike štete. Naprotiv, često se rudarenjem dolazi do geoloških serija (lapori, gline, konglomerati, brečasti i pješčarski materijali) koji su rekurtabilni i imaju značaj meliorativnog sredstva za krš. Pored toga, rudarenjem se može stvoriti i bolji i mirniji reljef pogodnije kako za vegetaciju tako i za konzervaciju vlage. Novostvorene površine od nekultibilnog krečnjaka, bit će pogodnije, bit će produktivnije od ranije homogene krečnjačke mase, pogotovo ako je uslojenost stijena bila paralelna s površinom terena. Rudnici boksita su svojom mehanizacijom i planskim radom, mogu biti ne „potrošači“

zemljišta, već ozbiljan faktor za meliorizaciju krša i „proizvođač“ boljih zemljišta i prostora.

Dakle eksploatacija boksita uz primjenu mjera rekultivizacije i zapunjavanja otkopanih radova neće značajno narušiti pejzažne karakteristike, a sigurno ima i pozitivan bilans čak i kada prostor prepusti autorekultivaciji (spontanoj rekultivaciji).

4.1.3. Utjecaj na podzemne i površinske vode

Voda ne ulazi u proces proizvodnje boksita niti su boksiti izvori zagađenja voda. Na lokalitetu Crne Lokve nije konstatiran niti jedan površinski tok vode. Glavni površinski tok je okosnica sliva za velike vode je povremeni vodotok kanjona Ugrovača koji nastaje od brojnih izvora u Rakitskom polju. Ugrovača se ulijeva u rijeku Lišticu, a ova utječe u Mostarsko Blato. Aluvijalne naslage duž Ugrovače imaju ulogu sprovodnika podzemnih voda. Zbog snažnih tektonskih poremećaja formirane su u karbonskim naslagama brojne pukotine, prsline kojim voda nesmetano teče u niže dijelove. Dubinska bušenja na ovom području nisu pokazala neki nivo podzemnih voda (Komadina i dr., 2013).

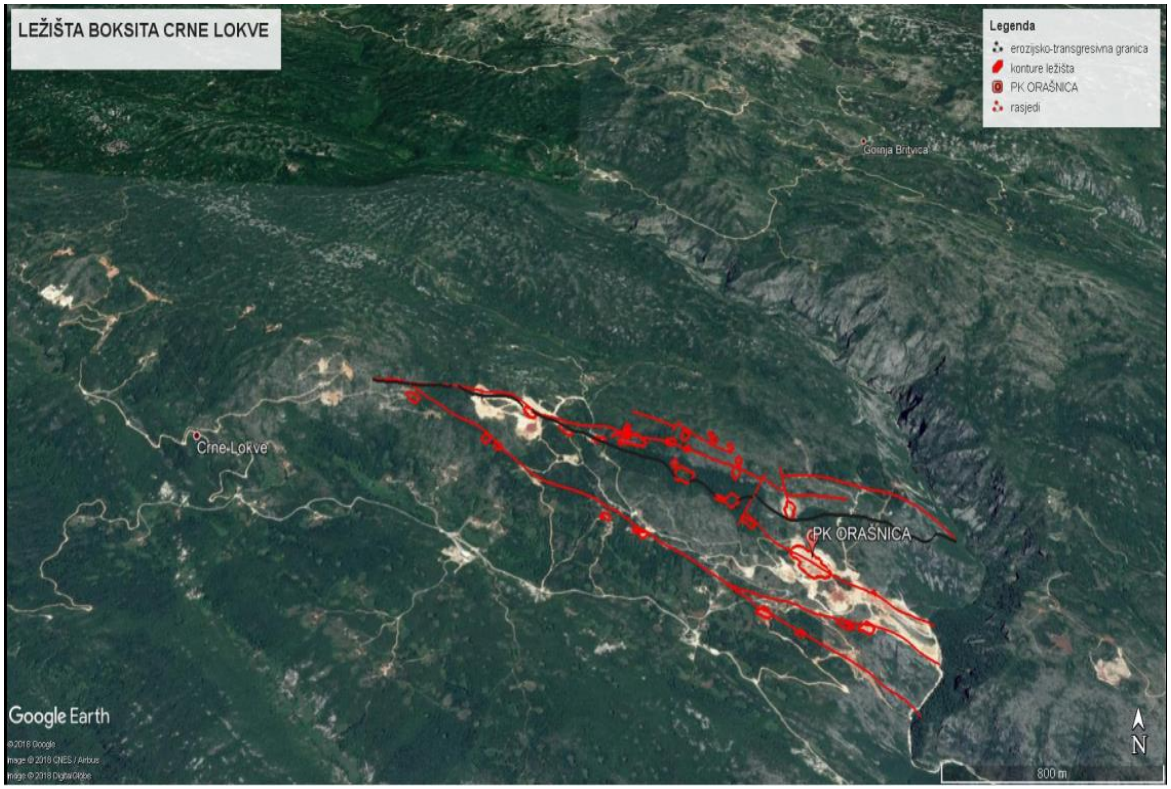
Osim narušavanja krajobraza, ne sanirani lokaliteti imaju i znatno negativnije utjecaje na prirodu. U krškom podneblju, kakvo je ovo u Zapadno hercegovačkoj županiji, pojave ne saniranih podzemnih i površinskih kopova mogu prouzročiti nemjerljivu štetu, posebice sustavu podzemnih voda. Kao najveći problem nameće se otpad. Na velikoj većini ovih napuštenih kopova i jama dolazi do ilegalnog odlaganja otpada, od komunalnog i glomaznog otpada pa čak sve do uginule stoke i opasnih kemikalija. Otpad se odlaže nekontrolirano i u velikim količinama te kada se uzme u obzir kako se radi o krškom terenu, s podzemnim vodotocima, nije teško zaključiti o kakvom se problemu radi i koliku opasnost predstavlja. Mnoge boksitne jame su otkopane do razine podzemne vode te je na taj način otvoren direktan put onečišćujućim tvarima i otpadu (Dragičević, 2016).

4.1.3.1. *Utjecaj na rijeku Ugrovaču*

Ležište boksita su puno plića od kanjona Ugrovače tako da nemaju utjecaj na njezin nivo. Dakle eksploatacija rudne sirovine ne bih značajno imalo negativnih utjecaja na vode da prilikom veliki padalina ne dolazi do sapiranja ostataka rude sa vanjskih odlagališta otkrivke koji se nalazi na kosinama konjona izrazito strmnog nagiba te završavaju u samom koritu rijeke te stvaraju crvenjenje rijeke Ugrovače. Također negativni vizualni utjecaj na rijeku se javlja prilikom sapiranja napuštenih podzemnih hodnika koji su ostali

prilikom eksploatiranja boksita jamskim putem. Otvori tih hodnika nalaze se također na brini odnosno kosini kanjona rijeke.

Na kanjonu rijeke Ugrovače možemo spomenuti nekoliko lokacija koje predstavljaju upravo taj veliki problem i nose brojne opasnosti, no u ovom radu naglasak ćemo staviti na ležištima na području Crnih Lokava (Slika 4-1).



Slika 4-1 Prikaz ležišta Crne Lokve sa naglaskom na površinski kop Orašnica (Google Earth, 2018)

Neki od značajnijih primjera ne saniranih i opasnih kopova su Tribošić (Slika 4-2), Studena Vrila i Crne Lokve (Slika 4-3), a postoje i desetci drugih. Na ovim kopovima nije provedena zakonom propisana sanacija te su ostavljeni u stanju kakvo je prouzročila eksploatacija mineralne sirovine čak i nakon njenog prestanka. Ovakvi ne sanirani kopovi sadrže brojne kratere i ne rijetko velike količine otkopane jalovine koja je odlagana na kosinama kanjona.

U daljnom tekstu na eksploatacijskog polju Crne Lokve ćemo spomenuti na koji način možemo ovaj negativni utjecaj djelomično umanjiti.



Slika 4-2 Tribošić, aksonometrijski pogled u *Google maps* aplikaciji (Soldo, 2016)



Slika 4-3 Crne Lokve, aksonometrijski pogled u *Google maps* aplikaciji (Soldo, 2016)

4.1.4. Utjecaj na mikroklimu

Na široj lokaciji Crnih Lokava nikada nije nađena i nema podataka o stanju mikroklime. Nema meteorološke stanice i teško je procijeniti utjecaj rudarskih radova na mikroklimatske faktore. Mogući utjecaji nisu sigurno zamjetni ili su zanemarivi (Komadina i dr., 2013).

4.1.5. Utjecaj buke

Za tehnološke procese proizvodnje i transporta boksita ili jalovine se koristi rudarska mehanizacija koja prilikom rada proizvodi buku. Obzirom na mali broj strojeva i kamiona na radilištu i njihova razmještenost nema efekta kumulativnog djelovanja buke (Komadina i dr., 2013).

5. SANACIJA LEŽIŠTA „ORAŠNICA“ L-45

5.1. Važnost sanacije

Površinska eksploatacija najčešće za posljedicu ima znatno izmijenjene vizure krajolika u odnosu na krajolik prije početka eksploatacije te mu je umanjena estetska vrijednost.

Prostorni planovi definiraju područja koja su pogodna za eksploataciju određenih mineralnih sirovina i odvajaju ih od onih koja za to nisu pogodna. No ciljana sanacija odnosno prenamjena može ne samo oplemeniti prostor, nego i utjecati na odluku o prihvatljivosti eksploatacije na određenoj lokaciji. Kako bi prenamjena uopće mogla biti provedena važan čimbenik su prostorno planske dokumentacije, u ovom slučaju županije, u kojma je unešena odgovarajuća prenamjena saniranih prostora u različite moguće namjene za društveno korisnu dobrobit. Određeni kopovi su od većeg prioriteta za sanaciju od ostalih a ti prioriteti se određuju, između ostalog, prema krajobraznoj izloženosti kopova. Značajniji utjecaj na krajobraz imaju kopovi površine veće od 2 hektara, koji se možebitno nalaze u urbanom području ili neposredno uz glavnu prometnicu i vidljivi su s udaljenosti i do deset kilometara. Takve kopove nazivamo kopovima dominantnog utjecaja na krajobraz.

Prihvatljiva sanacija je jedino ona koja sadrži i tehničku i biološku sanaciju. Tehničkom sanacijom se dovode završne kosine kopa u stabilno i bezbijedno stanje, bez urušavanja i klizanja teren. Provođenje tehničke rekultivacije se stvaraju uslovi za izvođenje biološke sanacije (rekultivacija) devastiranih zemljišta. Biološka sanacija prvenstveno se odnosi na postupak u kojem se na stijenskom materijalu nanosi tlo pogodno za razvoj biljaka odnosno flore i faune.

Već spomenuti nesanirani i napušteni kopovi u Zapadnohercegovačkoj županiji, kojih ima na desetak, su velika i direktna prijetnja kako eko sustavu tako i ljudskom zdravlju. Osim znatno izmijenjene vizure krajolika mogući su i ostali štetni utjecaji kao što su onečišćenje zraka i vode. Kako krški reljef lako drenira vodu zbog prisutnosti mnogobrojnih pukotina, a posebno na otkopanim lokalitetima. Kada se tome pridodaju znatne količine otpada koje se svakodnevno odlažu onda je to zaista veliki problem. Kako bi zaštitili kopove od ilegalnog odlaganja otpada provodimo mjere kao što su zatrpavanje kopova ili postavljanjem fizičkih pregrada koje bi onemogućile bespravno odlaganje otpada odnosno pristup samom kopu.

Od velike važnosti je i sanacija negativnih posljedica na rijeku Ugrovaču. Postizanjem stabilnosti vanjskih odlagališta kako ne bih dolazilo do odrona materijala tako i mjera

ozelenjavanja koja zaustavlja sapiranje rude boksita. Već poznata mjera moguće sanacije je ideja izgradnje akumulacijskog jezera kako bi došlo do prirodnog taloženja boksita.

5.2. 3D Modeliranje postojećeg stanja PK „Orašnica“ L-45

U novije vrijeme se, zahvaljujući razvoju računalne tehnike, u rudarstvu sve više koriste namjenski programi za grafički dizajn. Microstation je računalni programski paket za tehničko crtanje kojim možemo izraditi dvodimenzionalni i trodimenziolni prikaz, proračun obujma i površine. Daju mnogo jasniju sliku nego dvodimenzionalni prikaz na papiru koji je i iskusnom promatraču teško predočiv u trodimenzionalnom obliku. U ovom diplomskom radu korišten je Bentley-ev program Power InRoads. Power InRoads namjenski je program za grafičku obradu podataka kojim možemo izraditi dvodimenzionalni i trodimenzionalni prikaz, proračun obujma i površine.
Modeliranje postojećeg stanja obuhvaća izradu modela terena i modela površinskog kopa ležišta boksita "Orašnica". Pri izradi modela terena i modela površinskog kopa boksita korišteni su Power InRoads alati koji služe za triangulaciju.

5.2.1. Opis postojećeg pogona ležišta „Orašnica“

Površinski kop Orašnica ima nepravilan ovalni oblik (Slika 5-1). Širine oko 100 m a dužine od oko 230m. Visinska razlika između najviše točka grebena (kota 761 m. n.v.) i dna zahvata odnosno najniže točke na osnovnom platou (kota 691 m. n. v.) je 98m (Slika 5-2). Treća odnosno najviša etaža se nalazi na koti 743m, dok se druga nalazi na kvoti približno 720m. S obzirom da je ležište okontureno bez istražnih bušotina teško je i elaborirati pravu količinu rezervi, zato je otkopavanje vršeno po pojednostavljenom projektu po već ucrtkanim i otkrivenim konturama ležišta. U ležište se ušlo usjekom sa kote 718m i spuštalo se do kote 691m. Prva odlagališta jalovine bila su vanjska. Sjevernozapadni dio ležišta bio je zasut većim dijelom otkrivke iz ležišta „Matkovića staje“ L-63 koji je eksploatiran 1980-te godine. Ovaj dio jalovine je posebno stvorio poteškoće jer cijeli dio je morao biti prebačen na vanjsko odlagalište. Što se tiče površine koja je zauzeta površinskim kopom ležišta L-45 „Orašnica“ je 17 000m^2 (1,7ha).



Slika 5-1 Prikaz trenutnog stanja kopa, pogled sa sjeveroistoka

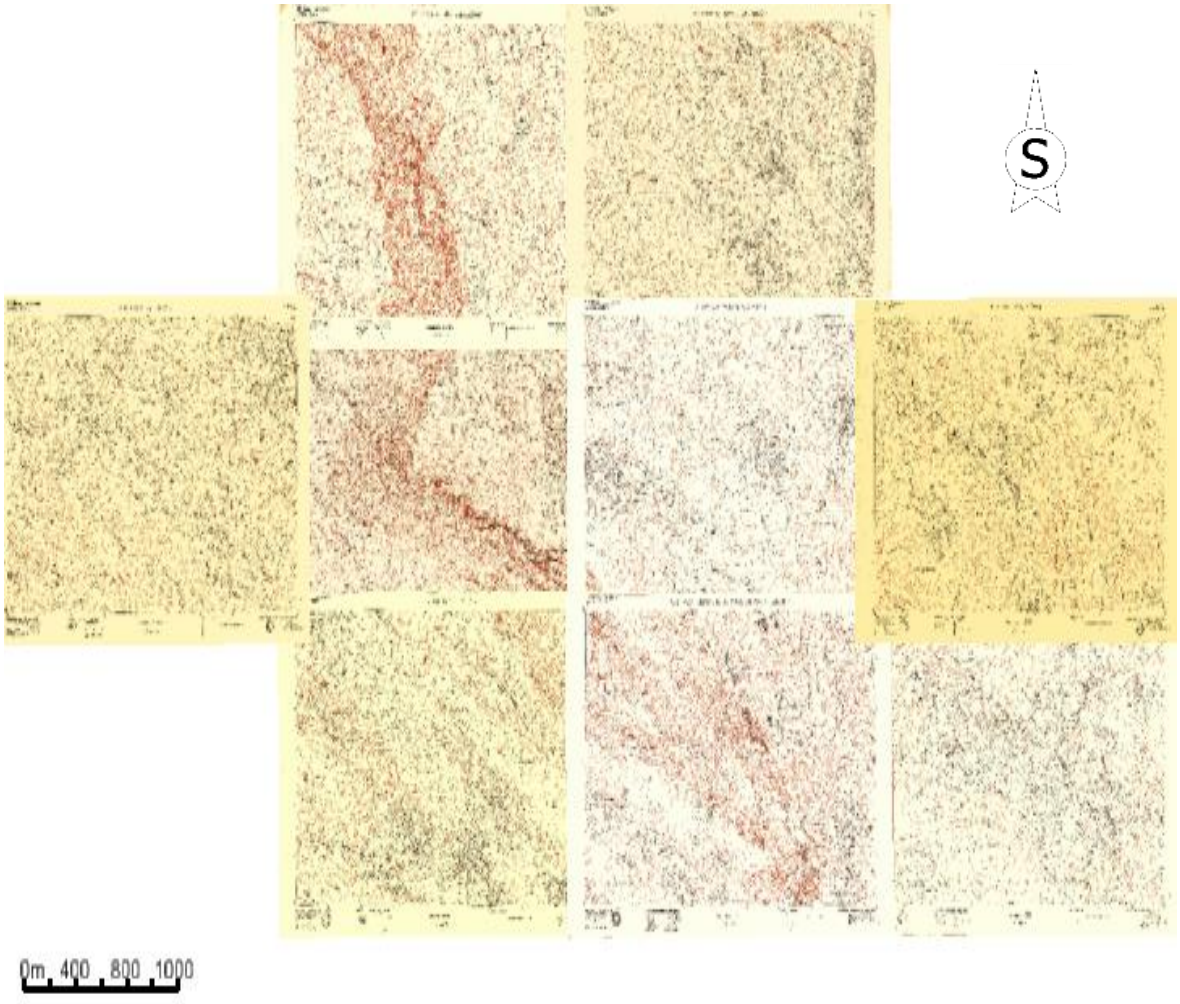


Slika 5-2 Pogled na radnu kosinu ležišta „Orašnica“ L-45

5.2.2. 3D Model terena

Za izradu modela postojećeg stanja potrebne su topografske karte odgovarajućeg područja koje je za rad u Power InRoads-u potrebno skenirati (ako nisu obrađene u digitalnoj formi), a onda i geokodirati.

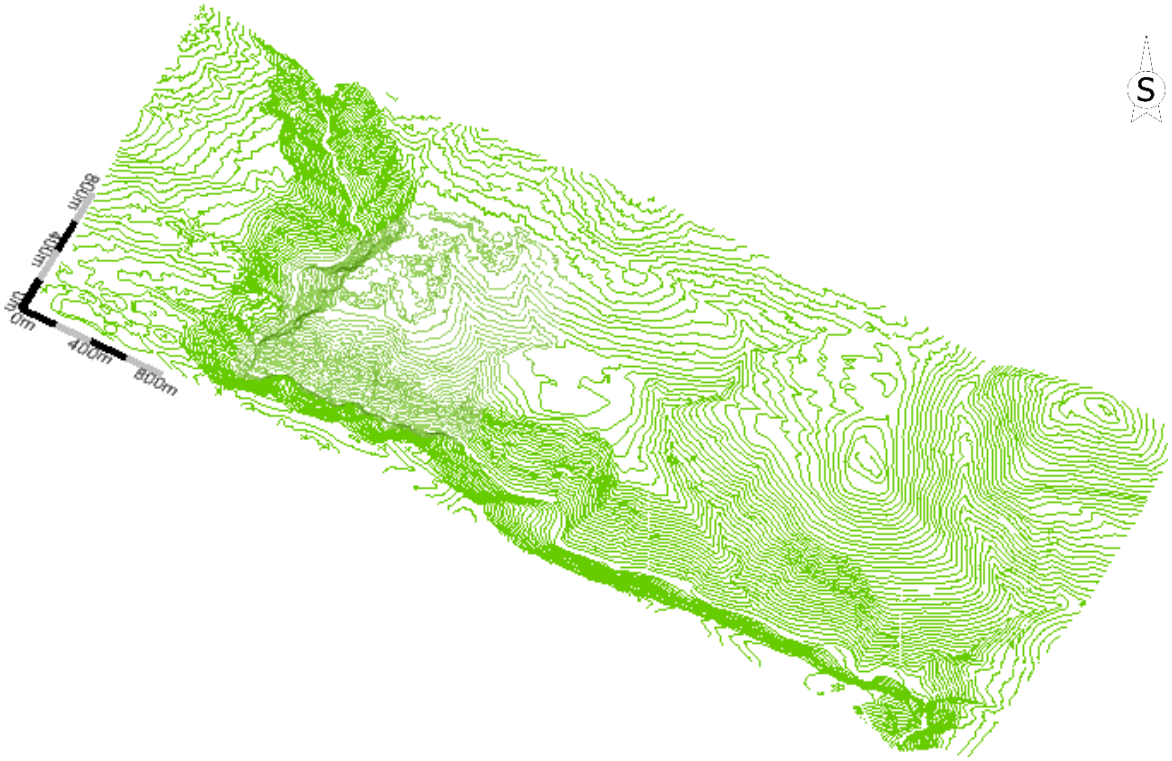
U ovom radu smo uzeli šire područje kako bi uspješno prikazali kanjon rijeke Ugrovače i stvorili bolji uvid na moguću prenamjenu kanjona. Korišteno je 9 listova topografske karte u mjerilu 1:2500 (Slika 5-3).



Slika 5-3 Topografske karte, list Lištica 23,24,32,33,34,35,43,44 i 45

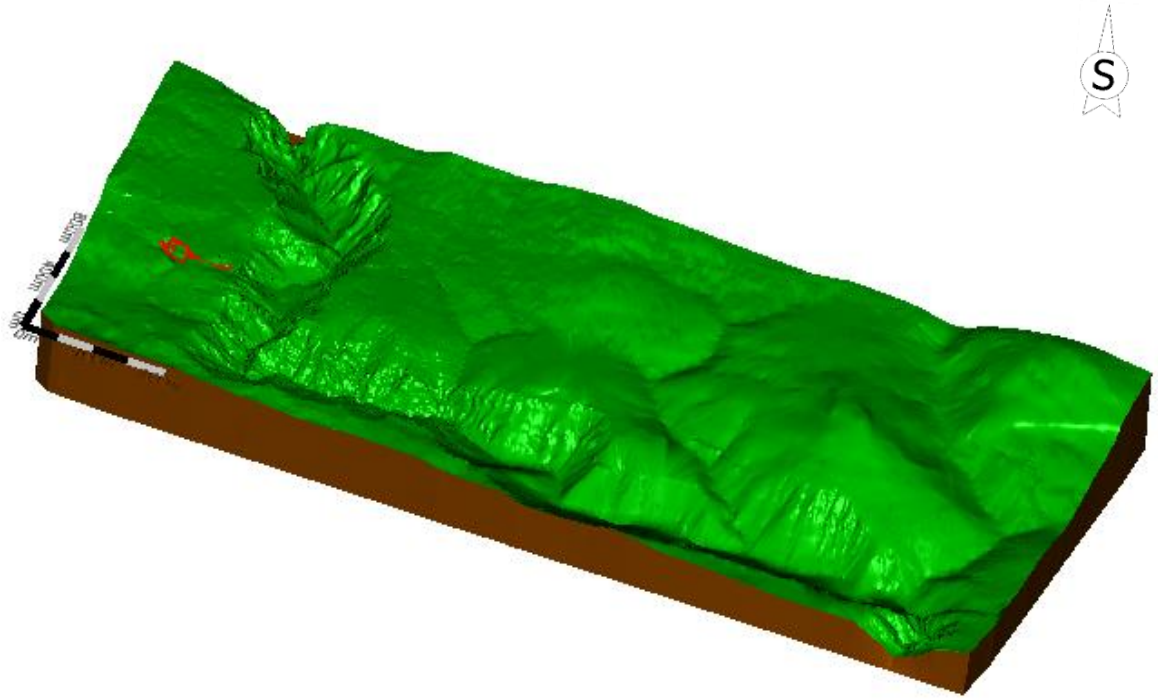
Nakon geokodiranja potrebno je ucrtati slojnice pomoću alata „B-spline by Points“ koji se nalazi na alatnoj traci za crtanje. Ovaj alat je najpogodniji za izvlačenje iskrivljenih slojnica terena. Pošto su sve slojnice iscrtane u 2D-u potrebno ih je dignuti u prostor na odgovarajuću visinu (3D) (Slika5-4). Taj postupak izvodi se pomoću aplikacije MODZ. Za

korištenje ove aplikacije potrebna je aktivacija, koja se izvodi tako da se u glavnom izborniku odabere opcija „Utilities“ a potom „MDL Aplications“. Nakon aktivacije otvara se novi prozor u kojem se odabire MODZ. U prozor aplikacije „MODZ“ upisuje se odgovarajuća nadmorska visina te odabirom odgovarajuće slojnice i pritiskom „Single“ u prozoru aplikacije odabrana slojnica se podiže na upisanu nadmorsku visinu. Nakon što su sve slojnice podignute u prostoru za odgovarajuću nadmorsku visinu dobiva se podloga za izradu trodimenzionalnog modela terena.



Slika 5-4 Prikaz slojnica u 3D, pogled *dynamic*

Preostala je triangulacija terena kojom će se dobiti vjerodostojniji i kvalitetniji trodimenzionalni model terena. Triangulacija je proces stvaranja površine pomoću trokuta koji spajaju znakovite točke u prostoru (Slika 5-5).

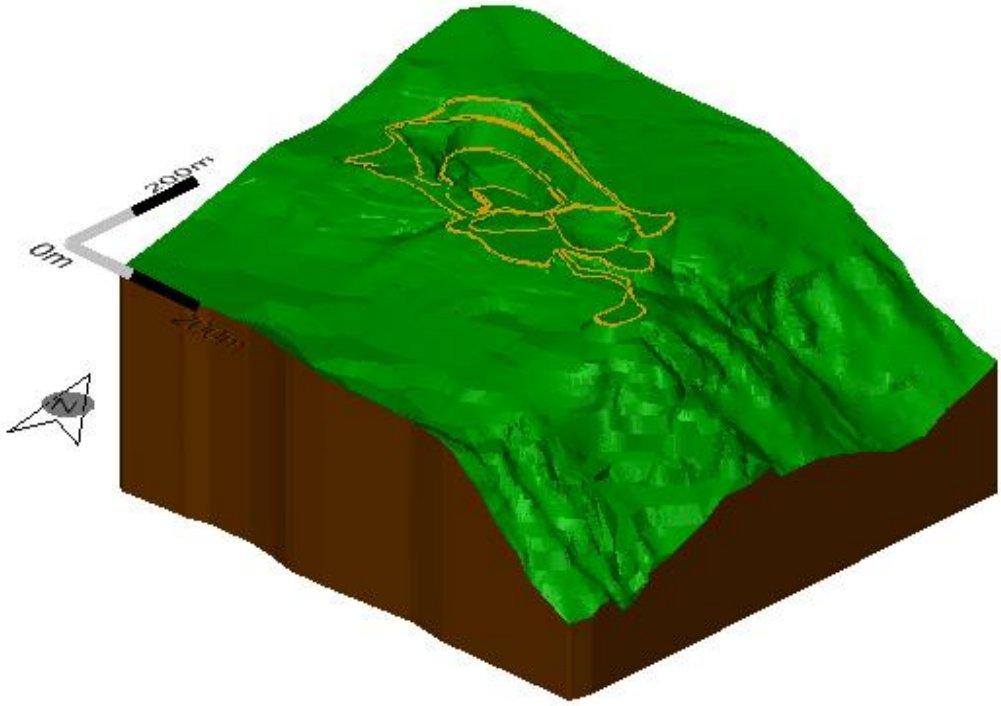


Slika 5-5 Renderirani triangulirani 3D model šireg područja sa položajem PK Orašnica

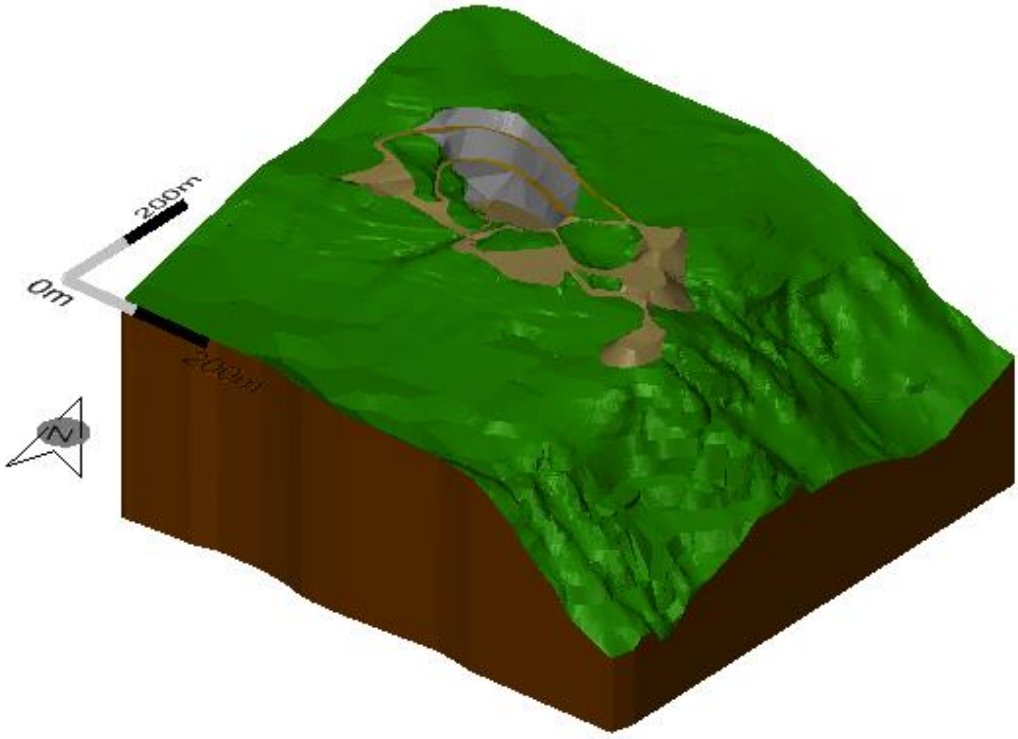
5.2.3. 3D Model postojećeg stanja

Pri izradi modela površinskog kopa zbog nedostatka geodetske snimke postojećeg stanja kopa bilo je potrebno geodetske podatke dobiti ručno. Sa raspoloživom opremom odnsono GPS uređajem načinili smo niz točaka njih 400 koje nakon unosa u Microstation čine rubne konture postojećeg stanja. Nakon unosa točaka sa ključnim informacijama geografske širine i dužine te podizanje točaka na odgovarajući nadmorsku visinu u PowerInRoads-u dobivamo sve potrebne informacije o postojećem stanju. Odgovarajuće točke potrebno je spojiti linijama te učiniti novu površinu, nakon čega se vrši triangulacija. Renderiranjem modela trokuti se ispunjavaju bojom tako da se dobije zaglađena površina. Ovaj 3D model služi nam kao osnova pri izradi modela saniranog kopa.

Na slikama 5-6 i 5-7 prikazan je model postojećeg stanja koji se sastoji od površinskog kopa boksita “Orašnica“, pristupnih puteva, vanjskih odlagališta te okolnog terena.



Slika 5-6 3D model postojećeg stanja površinskog kopa Orašnica sa naznačenim konturama



Slika 5-7 3D model postojećeg stanja površinskog kopa Orašnica

5.3. Tehnička sanacija PK „Orašnica“ L-45

Za početak rudarske djelatnosti presudna je procjena utjecaja na okoliš, koja je za kop Orašnica napravljen u sklopu Plana aktivnosti za dobivanje okolinske dozvole.

Na kopu Orašnica se obavlja redovita sanacija gdje tokom same eksploatacije kopa višak materijala, odnosimo u stare kopove Kučište L-47 i L-48 te Oraška draga L-44, koji se nalaze u neposrednoj blizini kopa, kako bi na taj način sanirali stare radove. U zadnjim fazama eksploatacije višak materijala odlaže se i u unutarnji dio kopa. Također dobar dio otkrivke koja je bila u rastresitom stanju iskoristili smo za tamponiranje i sanciju prilaznih makadamskih puteva do obližnjih kuća.

Osiguranje i sanacija eksploatiranog ležišta površinskog kopa vršit će se na sljedeći način. Kop će se ograditi kamenim suhozidom visine 1m kao privremeno rješenje, a zatim prilikom eksploatacije ležišta Matkovića staje L-64 i L-65, koji se nalaze na tom lokalitetu, odlagati će se jalovinu u ležište Orašnica. Sanacija se provodi u svrhu rekultivacije tog prostora i privođenja prvobitnoj namjeni shodno obavezama po osnovi odredbi članaka Zakona o rudarstvu i odredbi Zakona o prostornom uređenju. Sanacija devastiranog prostora se vrši na osnovi tehnički rješenja definiranih u rudarskom projektu i pod nazorom stručnog lica. Potreban sredstva za radove rekultivacije se osiguravaju iz prihoda dobivenih plasmanom u boksitu.

Osim tehničke sanacije u vidu zatrpavanja površinskog kopa „Orašnica“, koja je uvrštena u projekt, u ovome radu ćemo obraditi tehničku sanaciju cijelokupnog kopa u vidu postizanja stabilnosti kosina sa odgovarajućim parametrima te sanaciju pristupnih puteva. Vanjska odlagališta viška materijala također su dio sanacije čija je glavna svrha zaustaviti eroziju i odron materijala sa viših dijelova uzvišenja u kanjon Ugrovače. Biološka rekultivacija koja je pogodna za ovo područje te prenamjena će također biti obrađivani u posebnim poglavljima rada.

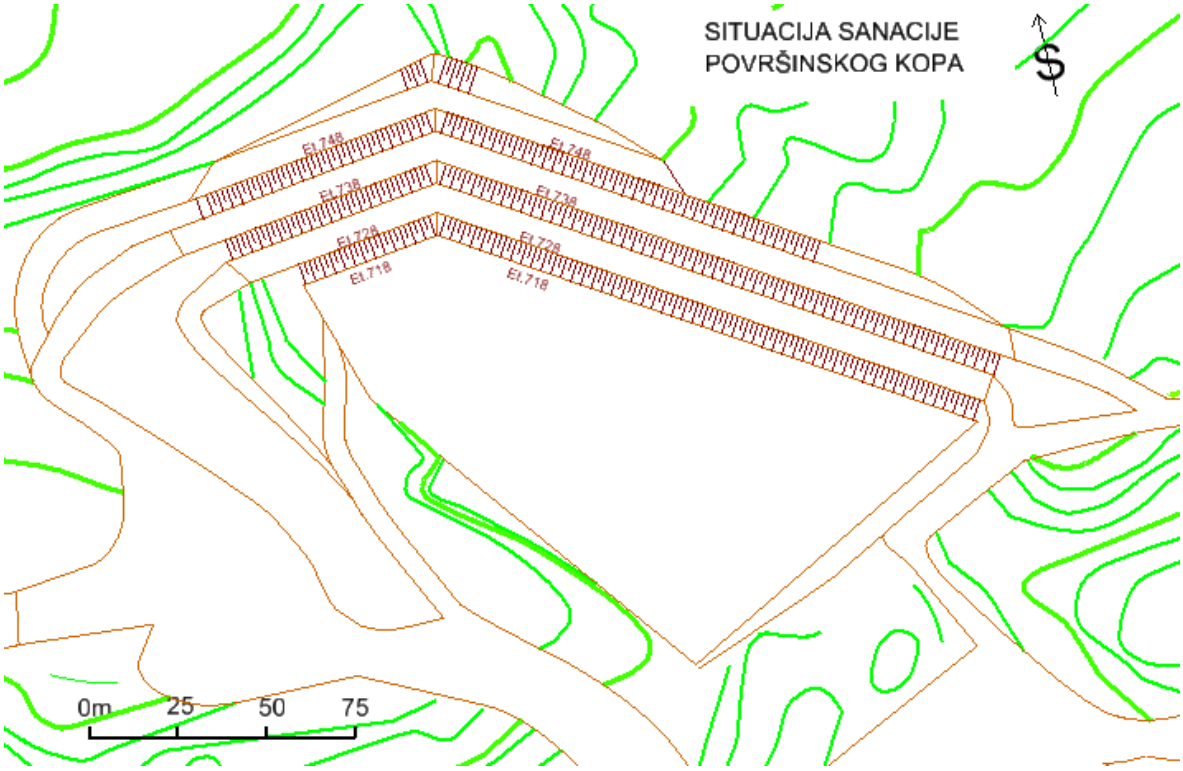
5.3.1. Model tehničke sanacije

Kako bi se lokacija površinskog kopa "Orašnica" ponovo vratila u estetski i ekološki prihvatljivo stanje nužno je da se provede tehnička i biološka sanacija. U sklopu ovog diplomskog rada predložena je tehnička sanacija površinskog kopa koja se provodi u 4 etaže (Slika 5-8).

- etaže 718m – osnovni plato
- etaže 728m – visine (h) 10m

- etaže 738m – visine (h) 10m
- etaža 748m – visine (hmax 13m

Širina etažnih ravnina odnosno berma B iznosi 7 metara. Nagib etažne kosine αe iznosi 60 stupnjeva, a završna kosina αz se nalazi pod nagibom od 40 stupnjeva što je izuzetno povoljno po pitanju sigurnosti. Da bi se postigao etažni kut od 60° dno i vrh etaže su međusobno horizontalno udaljeni za 5,8m (x_e) Ovi projektni parametri su dobiveni pomoću proračuna gdje su poznati ulazni podaci bili kut završne kosine, kut etažne kosine i visinska razlika između najniže i najviše točke. Osim tehničke sanacije radne kosine potrebno je sanirati i okolno područje poravnavanje vanjskih odlagališta te pristupnih puteva koji su se koristili za vrijeme eksploatacije.

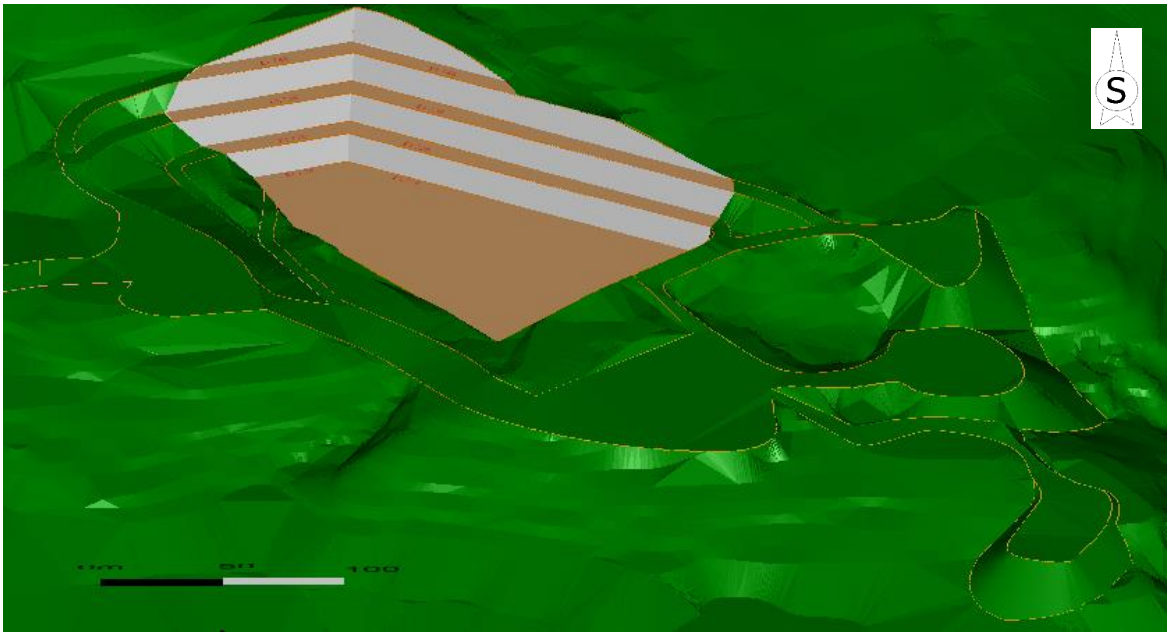


Slika 5-8 Situacija sanacije površinskog kopa Orašnica

5.3.2. 3D Model tehnički saniranog kopa

Pri izradi 3D modela saniranog kopa korišten je nacrt sanacije koji je prikazan na slici 5-7. Nakon završetka ucrtavanja u 2D, datoteka se prebaci u 3D teren, te se etaže i nove ceste dignu na odgovarajuće projektirane visine (Slika 5-9). Sam postupak izrade modela

sanacije unutar *inRoadsa* se neće detaljno opisivati u radu jer on podrazumijeva poznavanje osnovnih naredbi *inRoadsa* koje nije potrebno detaljno navoditi.



Slika 5-9 3D model tehničke sanacije površinskog kopa boksita

5.4. Rekultivacija saniranog kopa Orašnica

Svaki zahvat koji čovjek učini u prirodi, pa tako i eksploatacija boksita, narušava dotadašnju ravnotežu ekosustava i prirodnu sliku krajolika. Otvaranjem eksploatacijskog polja dolazi do bitnih fizičkih promjena u prirodnom prostoru čiji izgled više nije moguće vratiti u prvotno stanje. Ako se prostor nakon završene eksploatacije prepusti razvoju i prirodnoj sukcesiji vegetacije došlo bi do daljnje degradacije i destrukcije tog područja, a i područja bliže okolice. Stoga bi naš zadatak trebao biti sprječavanje takovih događaja, te bi svojim djelovanjem trebali pripomoći prirodi i prirodnim razvojnim tijekovima da čim prije započnu procesi progresije vegetacije. O pravilnoj biološkoj sanaciji površine treba razmišljati već u tijeku njezina korištenja. Radovima u tijeku eksploatacije treba stvoriti uvjete koji će omogućiti brzu i prihvatljivu tehničku sanaciju terena, odnosno pripremu istog za biološku rekultivaciju. Ovisno o vrsti kopa, njegovoj veličini, te trajanju eksploatacije proces biološke sanacije može se izvoditi postupno, odnosno radovi na biološkoj sanaciji mogu se provoditi još u tijeku eksploatacije ili se sanacija može izvršiti odjednom nakon završene eksploatacije (Harmina, 2007).

Što se tiče izbora biljnih vrsta za sanaciju treba voditi računa o biološkim svojstvima izabranih vrsta drveća i grmlja, ali isto tako i o kompatibilnosti pojedinih vrsta tla. Na

površinskom kopu Orašnica imamo područja sa različitim svojstvima tla samim time potrebno je obratiti pozornost i na odgovarajući izbor biljnih vrsta. Na površinskom kopu Orašnica smo rekultivaciju podjeliti na tri dijela:

- rekultivacija tehnički saniranih etaža
- rekultivacija kosina
- rekultivacija okolnog terena

Kod velikog izbora vrsta za biološku sanaciju odlučeno je da će se prvenstveno na tehnički saniranim etažama saditi niska kultura ekonomskih isplativih biljaka u ovom slučaju sadnja smilja, aronije ili šipka (Slika 5-10). Obzirom da se kao tehnologija otkopavanja koristi miniranje, sistemom rastresanja stijene miniranjem stvoriti će se znatan recipijent na vodu i u dubljim slojevima, što će omogućiti biljkama dobre uvjete za njihov daljnji razvoj. Stoga za samu rekultivaciju ovoga terena potrebna je relativno mala količina humusa s obzirom da odabrane biljke imaju nisko korjenje čiji rast je pogodan ovom krškom terenu. Spomenute biljke su idealni izbor s obzirom da uvjeti na terenu odgovaraju agroekološkim uvjetima uzogaja samih biljaka a to su: temperatura, voda i tlo.

Rekultivacija etažnih kosina te kosina na vanjskim odlagalištima osim biološke mjere sadrži i tehničku mjeru koja pospješuje značajke otpornosti i deformabilnosti, a samm time i poboljšavaju erozijsku stabilnost kosina. Prilikom izbora biljaka potrebno je obratiti pozornost upravo na tu mjeru no ukoliko je podloga koja se priprema za sanaciju slabijih geomehaničkih svojstava, moguća je i primjena geotekstila ili geomreže za ojačanje. U našem slučaju idealni izbor biljaka bio bih izbor puzavih biljaka, trave i niskog raslinja, za čiji rast je potrebno do 50 cm humusa (Živanović, 2008).

U slučaju sanacije ostalog dijela površinskog kopa Orašnica, zamišljeno je da rekultivacija bude provedena pretežito autohtonim biljem kao što su divlji hrast, divlja ruža, bor kako bi postigli prirodne uvijete na terenu (Slika 5-10) (Slika 5-11).



Slika 5-10 Izbor biljaka za rekultivaciju etaža



Slika 5-11 Izbor autohtonih biljaka za rekultivaciju



Slika 5-12 Prikaz prirodnog izgleda okolnog područja

5.5. Moguća rješenja prenamjene saniranog kopa Orašnica

Pod prenamjenom površinskih kopova podrazumijeva se izvođenje određenih tehničkih zahvata, gdje se po završetku sanacije otkopani prostori preuređuju za namjene i sadržaje koji su predviđeni prostorno-planskom dokumentacijom. Namjena tih prostora može biti poljoprivredna, turistička, gospodarska, sportsko-rekreacijska i dr., i ona ovisi o veličini tog prostora, izgledu, položaju u prostoru, o udaljenosti od urbanih, šumskih, morskih područja. Ipak, kako bi se površinski kopovi po završetku otkopavanja mogli prenamijeniti, moraju biti prethodno tehnički sanirani.

Puno je mogućih rješenja o prenamjeni površinskog kopa Orašnica. Jedno od ponuđenih rješenja koji je vezan za rekultivaciju je sadnja određeni biljaka (voćke, ljekovito bilje) koje imaju tržišnu vrijednost. Na taj način stvaramo prostor za bavljenje kulturom gdje osim što ozelenjavamo područje otvaramo mogućnost za stvaranje novih radnih mjesta, koji mogu biti idealni za radnike ovog poduzeća koji nisu više sposobni za aktivni rad na kopu. Drugi sadržaji koji svakako možemo predložiti u ovom modelu su zasigurno vidikovci sa postavljenim klupicama i stupovima javne rasvjete koji bi se nalazili na poravnatim platoima vanjskih odlagališta. Ova ideja je izrazito interesantna zbog očaravajućeg pogleda koji se pruža na kanjon rijeke Ugrovače. Ideja bi također bila povezana sa izgradnjom parkirališta za koji već postoji idealni prostor, koji je se za vrijeme

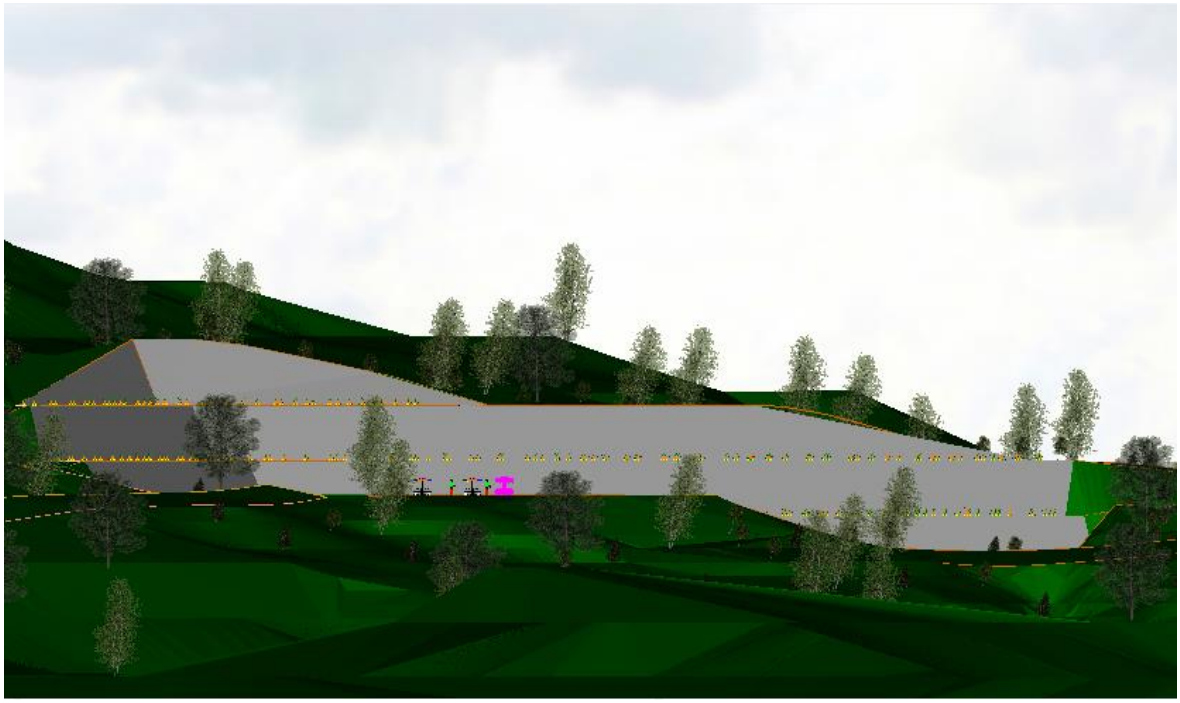
eksploatacije koristio za oplemenjivanje sirovine odnosno sijanje. Oblikovanje postojećih pristupnih puteva omogućili bi pristup automobilima i/ili autobusima.

Sveukupne ideje bi bile zaokružena cjelina projektu za koji postoji izrazit interes i želja. Radi se o obnovi i prenamjeni starih rudarskih zgrada, koje se nalaze u blizini kopa, u muzeje gdje bi bile prikazane zanimljive i povijesne činjenice o rudarenju na ovim prostorima. Na osnovnom platou postoji mogućnost izgradnje sportsko rekreacijskog centra, za što je površina osnovnog platoa i više nego dovoljna. Ovdje bi se mogla nalaziti igrališta za rukomet i mali nogomet, tenis i košarku. Uz sportsko rekreacijski sadržaj nalazili bi se i prateći objekti, sanitarni čvorovi te i ugostiteljski objekt.

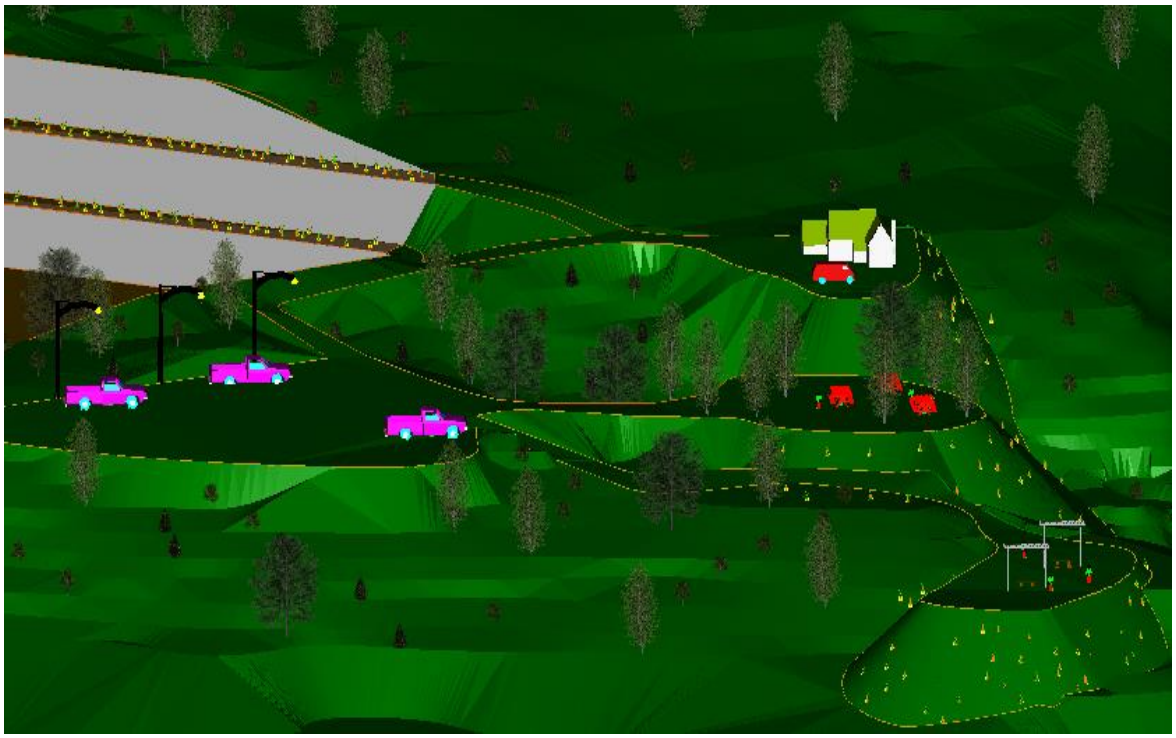
Prema predloženim rješenjima površinski kop Orašnica će se sanirati i biološki rekultivirati kao što je prikazano na slikama 5-13, 5-14, 15-15, 5-16 i 5-17.



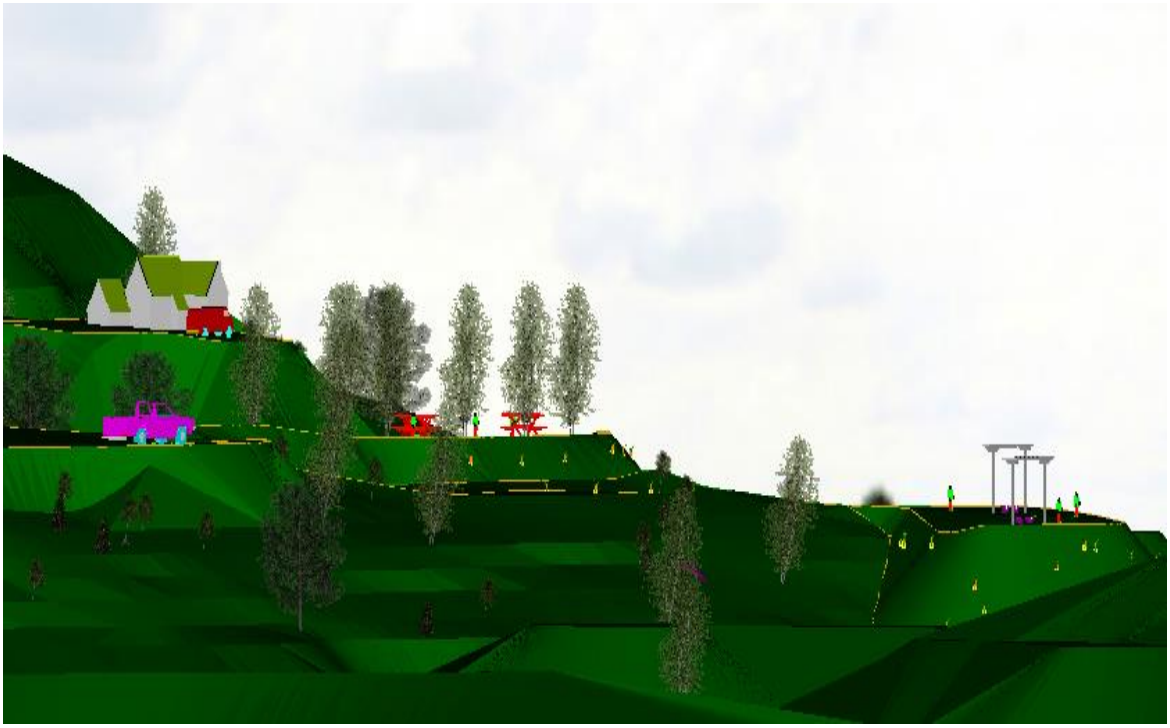
Slika 5-13 Idejno rješenje potpune sanacije i prenamjene ležišta L-44, L-45, L-47 i L48



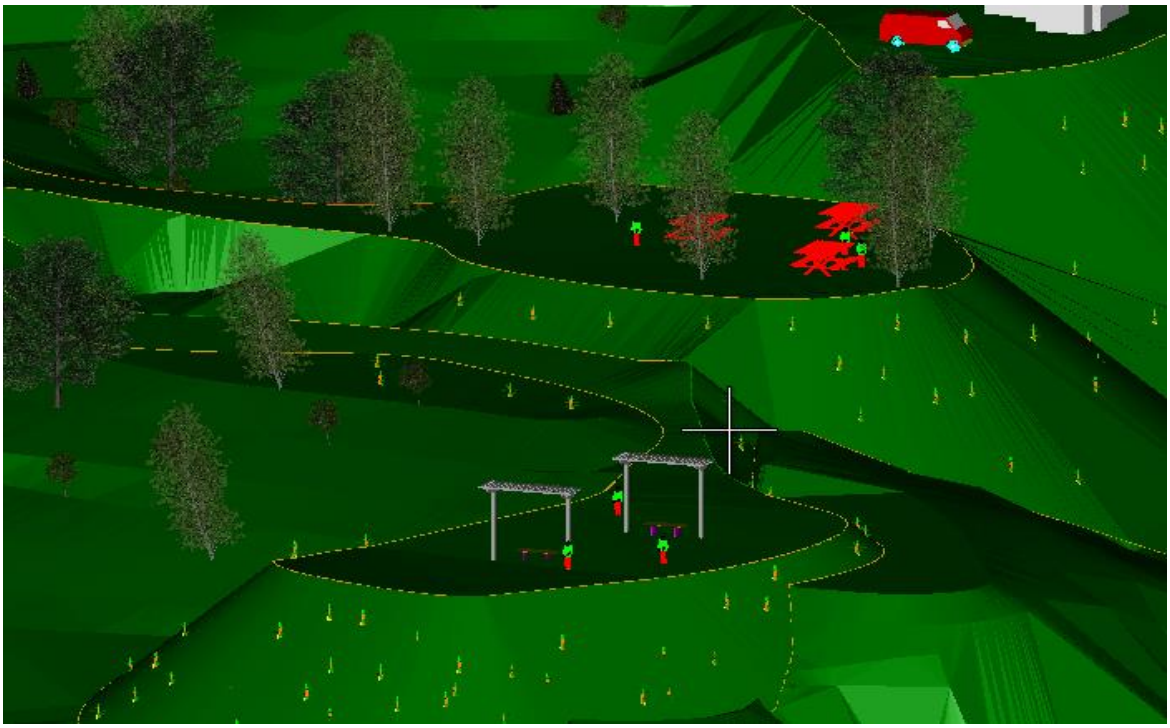
Slika 5-14 Pogled na etaže ležišta Orašnica



Slika 5-15 Detaljni pogled na rekultivirana i prenamjenjena ležišta



Slika 5-16 Bočni prikaz stepeničasti platoa koji imaju različite zanimljive sadržaje



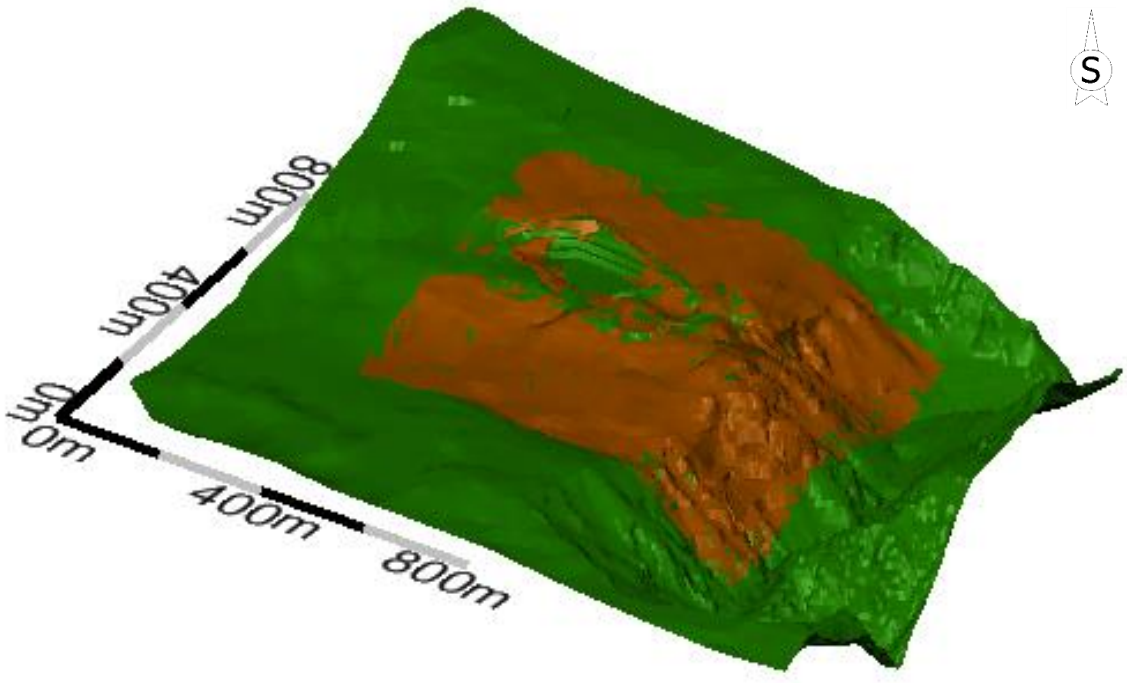
Slika 5-17 Detaljni prikaz prenamjene u vidikovce

6. PROCJENA TROŠKOVA TEHNIČKE SANACIJE I REKULTIVACIJE

Okvirna cijena tehničke sanacije iznosi 2 €/m^3, ovaj podatak dobili smo uz pomoć rudarskog idejnog projekta sanacije eksploatacijskog polja Pregrada II (Galić et al., 2011). Ukoliko se materijal dobiven tehničkom sanacijom prodaje po cijeni od 3 €/m^3 može se ostvariti i određena dobit, što bi bio poticaj lokalnim tvrtkama za izvođenje sanacijskih radova. No s obzirom na jako veliki dio koji je potrebno zatrpati kako bi dobili željni plato na 718 m ne predviđa se velika količina otkopanog materijala koja bi mogla ići na prodaju. No svakako velik plus u ovom primjeru je da buduće odlaganje viška materijala okolnih ležišta će imati korisnu namjenu. Potrebno je malo oblikovanje kako bih dobili završnu kosinu sa odabranim parametrim, te samo okolno područje je pretežito izravnato, dok ćemo trenutačne pristupne puteve iskoristiti kao puteve na sanirane etaže.

6.1. Proračun obujma MRM metodom

Otkopani obujam stijenske mase za sanaciju iznosi 45 209 m^3. Nasipani obujam stijenske mase iznosi 237 058 m^3, dok iz toga slijedi da je razlika u iznosu od 191 848 m^3. Ove vrijednosti dobili smo zahvaljujući razlici volumena trianguliranе površine postojećeg stanja te trianguliranе površine saniranog stanja (Slika 6-1).



Slika 6-1 Prikaz trianguliranih površina potrebnih za proračun

Ukupni troškovi (Tu) sanacije biti će najvećim dijelom opterećeni tehničkom sanacijom (Tu) dok se ne može sa sigurnošću detaljno izračunati točne troškove rekultivacije (Tr). Ipak, može se reći da troškovi rekultivacije, prema iskustvenim podatcima izv. prof. Dr. sc. Galića, okvirno iznose oko 0,3 €/m^2 zahvaćene (rekultivirane) površine.

Izračun troškova dobit ćemo zahvaljujući poznatim formulama za izračun ukupnih troškova sanacije (6-1) te izračun troškova rekultivacije (6-2).

$$Tuk = Tt + Tr \quad \textbf{(6-1)}$$

$$Tt = Pt * Cr \quad \textbf{(6-2)}$$

gdje su:

Tuk - ukupni troškovi sanacije (€)
Tt - troškovi tehničke sanacije (€)
Tr - troškovi rekultivacije (€)
Pt - površina tehničke sanacije (m^2)
Cr - cijena rekultivacije (€/m^2)

Vrijednosti troškova sanacije koje smo dobili korištenjem MRM metode iznose:

- 10 503 € za biološku sanaciju ovog površinskog kopa točnije za 35 011 m^2
- 564 534 € za tehničku sanaciju

Stoga ukupni troškovi sanacije iznose 575 037 € , s napomenom da u proračunu nisu uzeti u obzir građevinski radovi uređenja okoliša, što bi se izrazilo u tehničkoj dokumentaciji.

7. ZAKLJUČAK

U ovom diplomskom radu prikazano je ležište boksita „Orašnica“ L-45, model postojećeg stanja, model sanacije postojećeg stanja te model rekultivacije i prenamjene sve u svrhu izrade idejnog rješenja ukupne sanacije. Potpuna sanacija je jedino ona koja u sebi sadrži tehničku i biološku rekultivaciju i to je upravo ono što je u ovome radu obrađeno. Ovo je još jedan u nizu ne saniranih kopova u Zapadnohercegovačkoj županiji, čija problematika je više nego akutalna što govori brojka napisanih radova zadnjih godina upravo na ovu temu.

Sanacija na ovom kopu je prijeko potrebna upravo zbog velike opasnosti negativnih utjecaja kako na ekosustav tako i na zdravlje ljudi. Poznato je da površinska eksploatacija najčešće za posljedicu ima znatno izmjenjene vizure krajolika što je u ovom primjeru zbog veličine kopa bila jedna od najznačajnijih posljedica eksploatacije. S obzirom na današnji nedostatak kako ekonomskih mogućnosti tako i nedostatak ljudske osviještenosti za postizanjem održivog razvoja najčešći scenariji na ovom području je napuštanje kopova bez prethodne sanacije. Naš zadatak bi svakako trebao biti spriječiti takve događaje te pripomoći prirodi bar u tolikoj mjeri da tijekom eksploatacije iza sebe ostavljamo stabilni teren te stvorimo uvijete za brže prirodno ozelenjavanje devastiranog područja.

Od velike važnosti je i sanacija negativnih posljedica na rijeku Ugrovaču koja se postiže saniranjem i ozelenjavanjem viška materijala na brini. Zbog velikog broja kopova koji imaju upravo ovaj negativan utjecaj na rijeku nažalost ovaj problem će još dugo biti prisutan. Ukoliko ne dođe do realizacije ideje izradnje akumulacijskog jezera na kanjonu rijeke, bilo bi potrebno izgraditi male nasipe koji bi služili kao male brane te omogućili uspješno taloženje rude boksita. Ova opcija je ekonomski vrlo povoljna, samim time jer posjedujemo potrebiti nasipni materijal, a pozitivan učinak ove mjere može se već sada vidi u kanjonu rijeke gdje imamo prirodne taložnike.

Kako bi se osigurala odgovarajuća sanacija, namjena i preoblikovanje prostora nakon završetka rudarske djelatnosti, ukupna sanacija bi trebala biti poznata čak i prije početka radova, stoga ovakav tip projekta radi se na samom početku eksploatacije sirovine.

8. LITERATURA

BOKSITNI RUDNICI MOSTAR 1964. Elaborat o rudnim rezervama i kvalitetu boksita na sektoru Lištice za terene Crne Lokve – Solde – Tribošić – Šudrova Glavica. Mostar

DRAGIČEVIĆ I. 2016. *Istraživanje i sustavni prikaz kopanjem devastiranih i napuštenih objekata na području Zapadno-hercegovačke županije s prijedlogom sanacije te njihovi utjecaji na ekosustav s posebnim osvrtom na ugroženost i zaštitu podzemnih voda.* Prijedlog znanstveno-istraživačkog projekta, Široki Brijeg.

DRAGIČEVIĆ I., GALIĆ I., VRANJKOVIĆ A., GALIĆ M. 2009. *Elaborat o rezervama arhitektonsko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju „Kusačko Brdo“.* Proin 21 d.o.o. Široki Brijeg

GALIĆ I., FARKAŠ B., HAJSEK D. 2011. *Idejni projekt sanacije eksploatacijskog polja "Pregrada 2"*. Zagreb: Rudarsko-geološkonaftni fakultet.

GALIĆ S 2017. *Glavni rudarski projekat eksploatacije boksita iz ležišta L-45 Orašnica, Eksploatacijsko polje Crne Lokve – Gnjat*. Široki Brijeg

GEA D.O.O. TUZLA 2013. *Elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji i obračunu zaliha, crvenih boksita na području „Rudnika boksita Široki Brijeg“*. Tuzla

HARMINA Z. 2007. *Oblikovanje i prenamjena površinskog kopa "Gorjak 2"*. Diplomski rad. Zagrab: Rudarsko-geološko-naftni fakultet.

KOMADINA N., LAGANIN M., MANDIĆ D., TROGRLIĆ M., MIKULIĆ A., PENAVA, M. 2013. *Plan aktivnosti za dobivanje okolinske dozvole Rudnici boksita d.o.o. Široki Brijeg*. Mostar

MOJIĆEVIĆ M. i LAUŠEVIĆ M. 1962.-1967. *OGK, List MOSTAR (33-23)* Institut za geološka istraživanja Sarajevo.

SESAR T. I SURADNICI 1987. *Elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji i obračunu rezervi crvenih boksita na području OOUR-a rudnici boksita Široki Brijeg*. Mostar

SOLDO I. 2016. *Modeliranje sanacije površinskih kopova boksita na primjeru ležišta "Tribošić" kod Širokog Brijega*. Diplomski rad. Zagrab: Rudarsko-geološko-naftni fakultet.

ŽIVANOVIĆ M. 2008. *Rekultivacija degradiranog zemljišta kod površinske eksploatacije, Build br 8.* Mostar

GOOGLE EARTH 2018. *Crne Lokve*, Google inc.URL:https://earth.google .com/web/@43.43832951,17.48592995,727.06190295a,3848.47423666d,35y,3.72420423h,49.13531261t,0r , (05.11.2018.)