Modeliranje sanacije površinskih kopova boksita na primjeru ležišta "Tribošić" kod Širokog Brijega

Soldo, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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:169:940653

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

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







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Diplomski studij rudarstva

MODELIRANJE SANACIJE POVRŠINSKIH KOPOVA BOKSITA NA PRIMJERU LEŽIŠTA „TRIBOŠIĆ“ KOD ŠIROKOG BRIJEGA

Diplomski rad

Ivan Soldo

R 119

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Diplomski rad

MODELIRANJE SANACIJE POVRŠINSKIH KOPOVA BOKSITA NA PRIMJERU LEŽIŠTA „TRIBOŠIĆ“ KOD ŠIROKOG BRIJEGA

IVAN SOLDO

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za rudarstvo i geotehniku
Pierottijeva 6, 10 002 Zagreb

Sažetak

Opisani su osnovni geološki i zemljopisni podatci o području. Iznesena je problematika ne saniranih kopova u Županiji zapadno hercegovačkoj, na kojoj se temelji diplomski rad, te najbitnije, razlozi neophodnosti njenog rješavanja. Kao ogledno rješenje, predložena je sanacija površinskog kopa Tribošić, u 6 varijanti. Po 3 varijante za gornji i donji dio područja sanacije. Predložena je po jedna varijanta kao moguće konačno rješenje za svaki dio područja sanacije. Koncept sanacije površinskog kopa Tribošić bi svojim rješenjem, eventualno, mogao poslužiti za primjer rješavanju problema i ostalih kritičnih lokaliteta. Prilikom izrade modela sanacije korišten je program inRoads, proizvođača Bentley.

Ključne riječi: Široki Brijeg, površinski kop, boksit, otpad, podzemne vode, model sanacije, Tribošić

Diplomski rad sadrži: 55 stranica, 4 tablice, 1 prilog, 40 slika, 13 referenci

Jezik izvornika: Hrvatski

Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

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

Ocjenjivači: 1. Dr. sc. Ivo Galić, izvanredni profesor, RGNF
2. Dr. sc. Ivan Dragičević, redoviti profesor, RGNF
3. Dr. sc. Trpimir Kujundžić, redoviti profesor, RGNF

Datum obrane: 14.10.2016., Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet

University of Zagreb
Faculty of mining, Geology
and Petroleum Engineering

Master's Thesis

MODELLING OF THE OPEN BAUXITE PITS REHABILITATION IN THE CASE OF "TRIBOŠIĆ" DEPOSIT NEAR SIROKI BRIJEG

IVAN SOLDO

Thesis complited in: University of Zagreb
Faculty of mining, Geology and Petroleum Engineering
Department of Mining Engineering and Geotechnics
Pierottijeva 6, 10 002 Zagreb

Abstract

Basic geological and geographical information about the area are described. Problem of unrepaired mines and pits in West Hercegovina County is also presented, which serves as the basis for this master thesis, and, most importantly, the reasons for the necessity of their repair. As a conceptual solution, the repair of the surface mine Tribošić is suggested in six versions, three versions for the upper and three versions for lower part of the repair area. One version is suggested as a possible solution for each part of repair area. The concept of the Tribošić surface mine repair and the solution it brings could, possibly, serve as an example for solving the problems of other critical sites. Repair model was created using inRoads program, produced by Bentley.

Keywords: Široki Brijeg, Surface mine, Bauxite, Waste, Underground waters, Sanation model,Tribošić

Thesis contains: 55 pages, 4 tables, 1 enclosure, 40 figures, 13 references

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Library of the Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering
Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: PhD Ivo Galić, Assistant Profesor

Reviewers: PhD Ivo Galić, Assistant Profesor
PhD Ivan Dragičević, Full Professor
PhD Trpimir Kujundžić, Full Professor

Date of defense: October 14th, 2016., University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering

SADRŽAJ

SADRŽAJ ..... **I**

POPIS SLIKA ..... **III**

POPIS TABLICA ..... **V**

POPIS PRILOGA ..... **V**

POPIS KORIŠTENIH OZNAKA ..... **V**

1. UVOD **1**

2. OPĆI PODACI O PODRUČJU **2**

2.1. ZEMLJOPISNI POLOŽAJ 2

2.2. MORFOLOŠKO HIDROLOŠKE I KLIMATSKE PRILIKE 2

3. GEOLOŠKE ZNAČAJKE **3**

3.1. GEOLOŠKE ZNAČAJKE ŠIREG PODRUČJA 3

3.1.1. Donja kreda- K_1 3

3.1.2. Alb-cenoman- $K_{1,2}$ 4

3.1.3. Cenoman-turon- $K_2^{1,2}$ 4

3.1.4. Paleogen 5

3.1.4.1. Liburnijski vapnenci- PcE_1 5

3.1.4.2. Alveolinsko-numulitni vapnenci- $E_{1,2}$ 5

3.1.4.3. Eocenski fliš-lapori, pješčenjaci, kalkareniti i konglomerati 6

3.1.5. Neogen 6

3.1.6. Kvartar 7

3.2. GEOLOŠKE ZNAČAJKE UŽEG PODRUČJA LEŽIŠTA 7

4. OPIS ZNAKOVITIH NESANIRANIH KOPOVA BOKSITA **10**

5. PRAVNI OKVIRI SANACIJE I PRENAMJENE **13**

6. OSNOVNA NAČELA SANACIJE **17**

7. MODEL SANACIJE POVRŠINSKOG KOPA TRIBOŠIĆ 20

7.1. IZRADA RAČUNALNOG MODELA 22

7.1.1. Izrada situacijske karte u inRoadsu..... 23

7.1.2. Prijenos situacijske karte iz 2D u 3D polje 24

7.2. PROJEKTNI PARAMETRI 30

7.3. IZRADA I ANALIZA MODELA SANACIJE PK TRIBOŠIĆ 32

7.3.1. Sanacija Gornjeg dijela kopa 32

7.3.2. Sanacija donjeg dijela kopa 37

7.4. OPIS ODABRANOG MODELA SANACIJE 41

7.5. PRORAČUN OBUJMA 46

8. PRIJEDLOG PRENAMJENE SANIRANOG PROSTORA 47

8.1. MOGUĆA RJEŠENJA PRENAMJENE SANIRANOG KOPA TRIBOŠIĆ . 47

8.2. REKULTIVACIJA SANIRANOG KOPA TRIBOŠIĆ 47

9. PROCJENA TROŠKOVA TEHNIČKE SANACIJE 52

10. ZAKLJUČAK 54

11. LITERATURA 55

POPIS SLIKA

Slika 2-1. Isječak topografske karte Mostar sa područjem PK Tribošić, M 1:25 000 2

Slika 3-1. Isječak geološke karte Mostar (M 1:150 000) (Raić et al., 1967) 3

Slika 4-1. Studena Vrila, dinamični pogled u *Google maps* aplikaciji..... 11

Slika 4-2. Crne lokve, dinamični pogled u *Google maps* aplikaciji..... 11

Slika 4-3. Tribošić, dinamični pogled *u Google maps* aplikaciji 12

Slika 7-1. Pogled na lokaciju PK Tribošić u *Google Maps* aplikaciji..... 21

Slika 7-2. PK Tribošić, sjeverozapadno od Širokog Brijega, dinamični pogled u *Google Maps* aplikaciji 21

Slika 7-3. Pogled na Tribošić (Galić, 2016a) 22

Slika 7-4. Situacijska karta Britvica-Ljubotići 23

Slika 7-5. Naredba *Place feature*..... 24

Slika 7-6. Šire područje PK Tribošić u 3D, pogled *dynamic* 25

Slika 7-7. Spremanje površine za triangulaciju..... 25

Slika 7-8. Postavke površine 26

Slika 7-9. Generiranje triangulacijskog modela terena 27

Slika 7-10. Renderirani triangulirani model šireg područja PK Tribošić..... 27

Slika 7-11. *Perimeter*..... 28

Slika 7-12. Naredba *Loft surface*..... 29

Slika 7-13. Izrada isječka ispod terena pomoću naredbe *Loft surface* 29

Slika 7-14. Isječak ispod terena..... 30

Slika 7-15. Odnos visinske razlike i horizontalne projekcije završne kosine 31

Slika 7-16. Varijanta 1, gornji dio sanacije 33

Slika 7-17. 3D prikaz varijante 1..... 34

Slika 7-18. Varijanta 2, gornji dio sanacije 34

Slika 7-19. 3D prikaz varijante 2 35
Slika 7-20. Varijanta 3, gornji dio područja sanacije 36
Slika 7-21. Varijanta 1, donji dio područja sanacije 37
Slika 7-22. 3D prikaz varijante 1 38
Slika 7-23. Varijanta 2, donji dio područja sanacije 39
Slika 7-24. 3D prikaz varijante 2 40
Slika 7-25. Varijanta 3, donji dio područja sanacije 40
Slika 7-26. Sanirano stanje, gornji dio, pogled sa zapada 42
Slika 7-27. Sanirano stanje, gornji dio, pogled s istoka 42
Slika 7-28. Sanirano stanje, gornji dio, pogled s juga 43
Slika 7-29. Sanirano stanje, donji dio, pogled sa zapada 44
Slika 7-30. Sanirano stanje, donji dio, pogled s istoka 44
Slika 7-31 Položaj znakovitog presjeka a-a', M1:5000 45
Slika 7-32. Znakoviti presjek a-a', M1:2000 45
Slika 8-1. Model saniranog i rekultiviranog cjelokupnog kopa Tribošić, pogled sa zapada 50
Slika 8-2. Model saniranog i rekultiviranog cjelokupnog kopa Tribošić, pogled s jugoistoka 51
Slika 8-3. Model saniranog i rekultiviranog cjelokupnog kopa Tribošić, pogled iz zraka . 51

POPIS TABLICA

Tablica 7-1 Projektni parametri za gornji dio područja sanacije 32

Tablica 7-2 Projektni parametri za donji dio područja sanacije 37

Tablica 7-3 Proračun obujma 46

Tablica 9-1 Cijena tehničke sanacije 52

POPIS PRILOGA

Prilog 1 Situacijska karta Britvica-Ljubotići

POPIS KORIŠTENIH OZNAKA

Simbol	Značenje	Jedinica
O	Obujam	m^3
h	Visina etaže	m
B	Širina etaže	m
α_e	Kut etažne kosine	°
α_z	Kut završne kosine	°
x_z	Horizontalna projekcija završne kosine	m
x_e	Horizontalna projekcija etažne kosine	m
x_{ez}	Horizontalna projekcija najviše etažne kosine	m
P_R	Dobit tehničke sanacije	€
O_{UK}	Ukupno otkopani obujam	m^3

O_{NS}	Nasipani materijal	m^3
Tuk	Ukupni troškovi sanacije	€
Tt	Troškovi tehičke sanacije	€
Tr	Troškovi rekultivacije	€
Pt	Površina tehničke sanacije	m^2
Cr	Cijena rekultivacije	€

1. UVOD

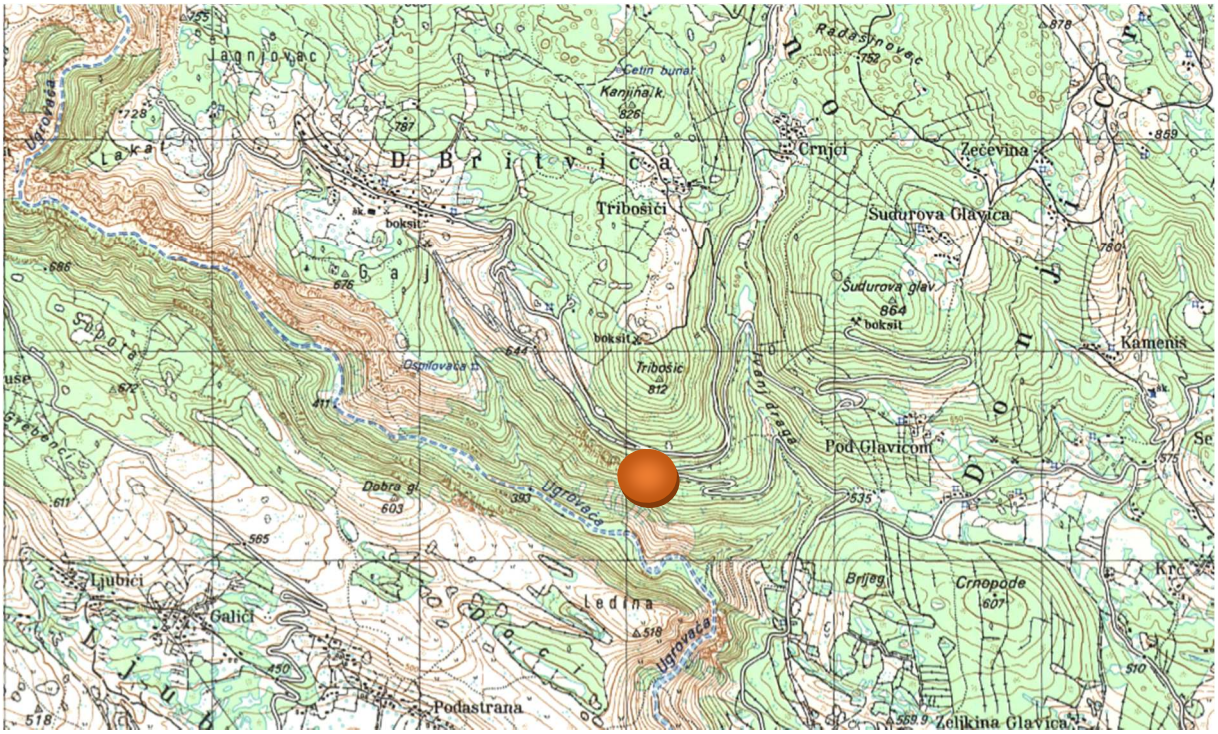
Opisano je nekoliko znakovitih aktivnih i ne aktivnih kopova boksita u području Grada Širokog Brijega koji se nalazi u Zapadno-hercegovačkoj županiji, u Republici Bosni i Hercegovini. Izrada rada se temelji na računalnoj obradi modela sanacije konkretnog primjera. Radi se o ne saniranom lokalitetu Tribošić, gdje se odvijala eksploatacija boksitne rude. Za izradu modela koristio se računalni program Bentley Power inRoads, koji omogućuje računalno modeliranje u 2D i 3D okruženju.

Rudarski radovi imaju značajan i dugotrajan utjecaj na okoliš čak i nakon završetka eksploatacije mineralne sirovine. Zato je potrebno provesti tehničko uređenje (sanaciju) kopa a po potrebi i biološku rekultivaciju ili drugi, prihvatljivi oblik prenamjene, kako bi se taj utjecaj sveo na najmanju moguću mjeru. Štetni utjecaji se očituju, dominantno u obliku narušavanja površine terena, onečišćenja voda i mnogih drugih utjecaja na sastavnice okoliša ali dva prethodno navedena su od izrazite važnosti u primjeru površinskog kopa Tribošić koji je glavna tema ovog rada. Osim površinskog kopa Tribošić biti će, primjera radi, spomenute i neke druge ne sanirane lokacije u Zapadno hercegovačkoj županiji.

2. OPĆI PODACI O PODRUČJU

2.1. ZEMLJOPISNI POLOŽAJ

Površinski kop Tribošić nalazi se u Zapadno hercegovačkoj županiji u blizini grada Širokog Brijega, u Republici Bosni i Hercegovini, na približnoj udaljenosti od 7 kilometara sjeverozapadno od grada, na pola puta između Dobrkovića i Donje Britvice. Lokacija je prikazana na slici 2-1.



Slika 2-1. Isječak topografske karte Mostar sa područjem PK Tribošić, M1:25 000

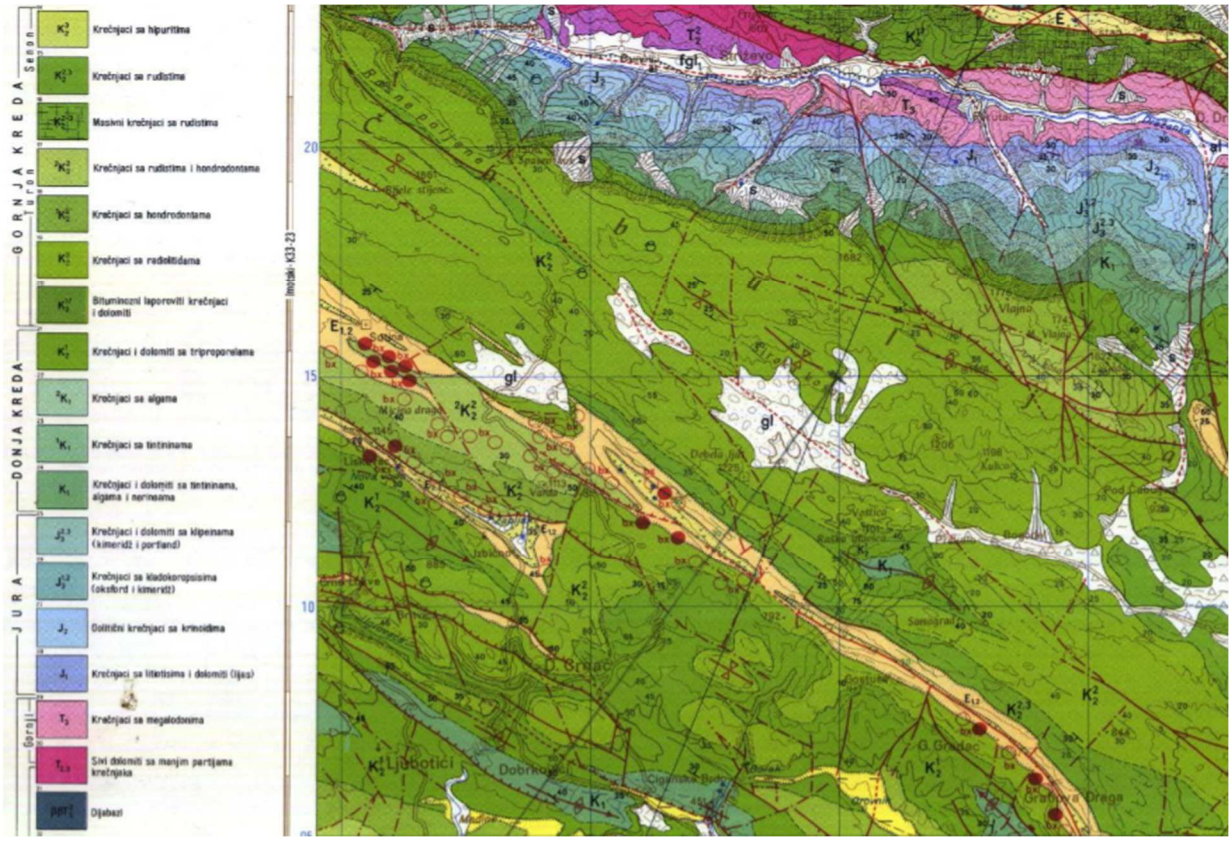
2.2. MORFOLOŠKO HIDROLOŠKE I KLIMATSKE PRILIKE

Područje u kojem se nalazi površinski kop Tribošić je mediteranske klime planinskog tipa. Izražena krška morfologija terena uzrokuje i izrazito kršku hidrografiju šireg područja. Pomoću vertikalnih i subvertikalnih pukotina oborinska voda se lako drenira u podzemlje. U blizini ležišta nema nikakvih stalnih vodenih tokova, no južno od kopa nalazi se kanjon bujičnog toka rijeke Ugrovače koja se pojavi za vrijeme velikih padalina. Klimu obilježavaju duga suha ljeta i blage kišovite zime. Srednja siječanjska temperatura je oko 5 ^{0}C, a samo nekoliko dana u godini temperatura padne ispod 0 ^{0}C. Najviše oborina na ovom području padne tijekom studenog i prosinca, a najmanje u lipnju i srpnju (Dragičević et al., 2013).

3. GEOLOŠKE ZNAČAJKE

3.1. GEOLOŠKE ZNAČAJKE ŠIREG PODRUČJA

Osnovna značajka ovog područja je izgrađenost od krednih vapnenaca i dolomita, paleogenskih vapnenaca i fliša i neogenih naslaga (slika 3-1.).



Slika 3-1. Isječak geološke karte Mostar, M1:100 000 (umanjeno na M1:150 000) (Raić et al., 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 Lištice, 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 nalazimo u dolomitima uloške vapnenaca sa gore navedenom faunom (Sesar et al., 1987).

3.1.2. Alb-cenoman- $K_{1,2}$

Na donjokrednim dolomitima konkordantno leže plavičasto i smeđesivi mjestimično laporoviti i pločasti vapnenci. Vapnenci su jako uborani u bezbroj sitnih bora što otežava procjenu njihove debljine. Siromašni su fosilima. Rijetko se nađe po koja miliolida i ostrakode, koji nemaju nikakve provodne vrijednosti. Zato im je starost superpoziciono određena. Na pojedinim dijelovima terena (Šudurova Glavica, Crnač, Lončari i Knešpolje) ovi vapnenci dolaze u rasjednom kontaktu sa ostalim krednim i paleogenim vapnencima, te ih je veoma teško međusobno razlikovati. To stvara ogromne poteškoće kod detaljnog kartiranja, pogotovo kad su od tolike važnosti paleogenski vapnenci za boksite u odnosu na alb-cenomanske vapnence (Sesar et al., 1987).

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. Mjestimično su uz rudiste utvrđene i konodonte. Taj fosilni materijal označava cenoman-turon. Senon nije nigdje utvrđen. Vjerojatno je čitavo područje već krajem turona bilo izdignuto, pa je u senonu nastupilo jako okršavanje vapnenaca. Tada su formirani raznovrsni krški oblici, koji će početkom paleogena poslužiti za deponiranje glinovitog materijala iz kojeg će se formirati boksit (Sesar et al., 1987).

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 na krednim vapnencima.

Paleocenski vapnenci dolaze u obliku uskih zona i ukliješteni su u 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 veoma siromašni fosilima. Samo mjestimično nađe se mnoštvo fragmenata moluska. U mikropreparatima su određene miliolide (Sesar et al., 1987).

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. Vjerojatno su prije ubiranja erodirani.

Alveolinski vapnenci su više zastupljeni u području Prusina, Mratnjače, Varda planine i Grabove Drage. Često su u rasjednom odnosu sa krednim vapnencima.

Interesantan 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 bili suprotni od uobičajenog kretanja u Dinaridima (od sjeveroistoka ka jugozapadu).

Alveolinsko-numulitski vapnenci su svijetlosivi, smeđi ili bijeli. Slabije su uslojeni od liburnijskih, a ponegdje su potpuno 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 svakojakim udubljenjima, koji čine teren gotovo neprohodnim (Sesar et al., 1987).

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 jako poremećene sinklinale. Tu je fliš izgrađen gotovo isključivo od lapora i kalkarenita. Kalkareniti prolaze u breče i konglomerate, ali ove stijene imaju prostiranje. Na lokalitetu Prusine nalaze se kalkareniti sa mnogobrojnim puževima (Velates schmidelianus) taloženi direktno na krednim vapnencima, dok inače fliš tu leži na alveolinsko-numulitskim vapnencima. Moguće je da se radi o ekvivalentnim sedimentima-taloženi u isto vrijeme.

U laporima i kalkarenitima nalaze se uz puževe, alveoline i numulite. Zbog takvog fosilnog sadržaja i litološke građe alveolinskih vapnenaca i fliša, nije moguće fiksirati granicu. Ovakav odnos ukazuje na kontinuitet taloženja u ovom području, nasuprot oplićavanjima i prekidu sedimentacije između alveolinsko-numulitivnih vapnenaca i fliša u drugim dijelovima Hercegovine (Sesar et al., 1987).

3.1.5. Neogen

Naslage neogena sačuvane su na tri lokaliteta i to: Trn, Mokro i Donji Gradac. Neogen Trna pruža se sve do Širokog Brijega. Naslage su izgrađene od lapora, laporovitih vapnenaca, zatim pjeskovitih glina u izmjeni sa 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 (Sesar et al., 1987).

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).

Turon-K_2

Gornjokredne turonske naslage predstavljene su u čitavom obrađivanom području sa svijetlosivim i bijelim bankovitim vapnencima koji u višim dijelovima postaju ružičasti do potpuno crvenkasti. Crvenkastu boju prate sitne pukotine. Ta činjenica upućuje da su boju dobile naknadno tj. obojile su ih otopine bogate Fe-oksidima.

Turonski vapnenci imaju dinarski pravac pružanja i predstavljaju završni član taloženja krednih naslaga. Mnoga udubljenja u njihovim najgornjim dijelovima zapunjena su boksitom. To se lijepo vidi već u otkopanim ležištima kao i u novonabušenim neotkopanim ležištima (Sesar et al., 1987).

Liburnijske naslage-PcE$_1$

Izdvojene su u čitavoj boksitnoj zoni Kidačke Njive-Crne Lokve-Tribošić. Širina im se kreće od 5 do 260 m. To je jedna neprekinuta zona naslaga koja predstavlja samo ostatak južnog krila jedne sinklinale dinarskog pravca pružanja, a čije je sjeverno krilo usljed snažnih potisaka sa sjeveroistoka, gotovo nestalo.

Liburnijske naslage su predstavljene vapnencima, brečama, laporovitim i ugljevitim škriljcima i laporima. Čine neposrednu geološku krovinu ležištima visokokvalitetnog boksita kao što su Tribošić i Čelopek (Sesar et al., 1987).

Alveolinsko-numulitski vapnenci E$_{1,2}$

Zastupljeni su u obrađivanim boksitonosnim područjima Mratnjače, Varde i Grabove Drage.

Leže diskordantno na gornjokrednim, turonskim vapnencima. Debljina im je veoma ne ujednačena, što je rezultat velike poremećenosti.

Osnovno značenje ovog stratigrafskog člana je da predstavlja neposrednu geološku krovinu svim ležištima boksita terena Mratnjače, Varde i Grabove Drage. Iako je teren tektonski jako poremećen, sa aspekta istraživanja boksita od velike je važnosti naći i najmanje pojave ovih vapnenaca na terenu. Mnogobrojna erozijom otkrivena ležišta koja su eksploatirana ili još netaknuta, mogu se u geološkom smislu (tektonskom ili stratigrafskom) dovesti u direktnu vezu sa ovim vapnencima (Sesar et al., 1987).

Naslage neogena-N

Sastavljene su od lapora, laporovitog pijeska i glinovitog pijeska. U Trn polju čine neposrednu krovinu (u geološkom smislu) ležišta boksita. Ležište boksita popunjavaju udubljenja nepravilnog oblika u krednim vapnencima i prekrivena su pretežito neogenim laporima. Kvaliteta boksita je neujednačena-promjenjiva i uglavnom visok sadržaj štetnih komponenti (SiO_2) (Sesar et al., 1987).

Razvrstavanje ležišta

Osnovna značajka svih obrađenih ležišta je da su međusobno različita, kako po obliku, tako i po veličini. Tu gotovo da nema pravilnosti. Površina im se kreće do 10 000 m^2, što

ih svrstava u četvrtu i petu grupu ležišta, sa slijedećim specifičnim uvjetima u boksitonosnim prostorima:

-ležišta na kontaktu kreda-paleocen i kreda-neogen (Čelopek, Tribošić i Trn-Uzarići) su po površini općenito veća (između 2000 i 10 000 m^2) i one pripadaju četvrtoj grupi, osim ležišta Podi koje pripadaju petoj grupi.

-ležišta na kontaktu kreda-alveolinski vapnenci su općenito manja (Mratnjača i Varda) sa površinama ispod 2000 m^2 kao i sva erozijom otkrivena ležišta i pripadaju petoj grupi ležišta crvenih boksita (Sesar et al., 1987).

4. OPIS ZNAKOVITIH NESANIRANIH KOPOVA BOKSITA

U Zapadno hercegovačkoj županiji postoje na desetci ne saniranih i opasnih površinskih kopova i u manjem broju jama, koji su velika i direktna prijetnja kako eko sustavu tako i ljudskom zdravlju. U radu je dotaknuto nekoliko lokacija koje predstavljaju veliki problem i nose brojne opasnosti. Na ovim kopovima nije provedena zakonom propisana sanacija te su ostavljeni u stanju kakvo je prouzročila eksploatacija mineralne sirovine čak i nakon njenog prestanka, bilo da se radi o boksitnoj rudi, tehničko građevnom kamenu, arhitektonsko građevnom kamenu, koji se najčešće eksploatiraju na ovim prostorima, ili, rjeđe, o nekoj drugoj mineralnoj sirovini (Dragičević, 2016).

Ovakvi ne sanirani kopovi sadrže brojne kratere i ne rijetko velike količine otkopane jalovine koja je odlagana u blizini (Dragičević, 2016). Na taj način narušene su vizure krajobraza te mu je umanjena estetska vrijednost. Otkopani kopovi često sadrže i kosine pod kritičnim nagibom koje predstavljaju opasnost od urušavanja, te su skupa sa jamama prijetnja po ljudski život ali i po divlje životinje (Galić, 2016a). 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). 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.

Iako su takvi kopovi uglavnom napušteni i zatvoreni, na nekima se i dalje obavlja eksploatacija u vrlo opasnim uvjetima gdje se ne poštuju pravila struke i mjere sigurnosti, te se koriste i prevelike količine eksploziva koji imaju štetne seizmečke efekte (Galić, 2016a). Neki od značajnijih primjera ne saniranih i opasnih kopova su Tribošić (slika 4-3.), Studena Vrila (slika 4-1.) i Crne Lokve (slika 4-2.), a postoje i desetci drugih.



Slika 4-1. Studena Vrila, aksonometrijski pogled u *Google maps* aplikaciji



Slika 4-2. Crne lokve, aksonometrijski pogled u *Google maps* aplikaciji



Slika 4-3. Tribošić, aksonometrijski pogled u *Google maps* aplikaciji

Rješavanje ovog problema bi trebalo biti visoko na ljestvici tijela lokalne i regionalne uprave, ali i šire jer on direktno utječe na široko područje. Sanaciju svih ovakvih lokaliteta ili barem onih najkritičnijih potrebno je unijeti u prostorno plansku dokumentaciju.

5. PRAVNI OKVIRI SANACIJE I PRENAMJENE

U Republici Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini sanacija otkopanih prostora definirana je **Zakonom o rudarstvu** ("*Narodne novine*" BR. 56/13), s tim da je u BiH rudarska djelatnost definirana i županijskim zakonskim aktom. U nastavku se daje definicija sanacije kopova prema modelu Zakona o rudarstvu u RH jer bi isti mogao poslužiti kao ogledni primjer za sve slične situacije na širem prostoru.

Sanacija prostora zahvaćenih otkopavanjem može biti redovita i izvanredna.

Sanacija prostora (Članak 12.)

Sanacijom prostora, u smislu ovoga Zakona, smatraju se rudarski radovi radi provedbe mjera osiguranja rudarskim radovima otkopanih prostora kojima se isključuje mogućnost nastanka opasnosti za ljude i imovinu, kao i za prirodu i okoliš, kao i radi privođenja namjeni određenoj dokumentima prostornog uređenja ako su za to ispunjene pretpostavke.

Zahtjev za davanje koncesije (Članak 73.)

(1) Zahtjev za donošenje odluke i sklapanje ugovora o koncesiji podnosi rudarski gospodarski subjekt kao ovlaštenik eksploatacijskog polja koji je odabran kao najpovoljniji ponuditelj iz članaka 34. ili 48. ili 66. ovoga Zakona, ako su ispunjeni propisani uvjeti iz ovoga Zakona, odnosno dovršeni istražni radovi, potvrđene rezerve mineralne sirovine ili potvrđena građa, oblik, veličina i obujam geoloških struktura pogodnih za skladištenje ugljikovodika i trajno zbrinjavanje plinova, te utvrđeno eksploatacijsko polje sukladno lokacijskoj dozvoli ishođenoj od nadležnog tijela za prostorno uređenje.

(2) Uz uvjete iz stavka 1. ovoga članka, za koncesiju je potrebno:

1. ishoditi izvršnu lokacijsku dozvolu od nadležnog tijela za prostorno uređenje,

2. ishoditi izjavu ministarstva nadležnog za rudarstvo o obavljenoj provjeri i prihvaćanju projektnih rješenja na glavni rudarski projekt i/ili dopunski rudarski projekt,

3. riješiti imovinskopravne odnose za zemljišne čestice unutar eksploatacijskog polja, usklađeno s dinamikom izvođenja rudarskih radova iz provjerenog glavnog rudarskog

projekta i/ili dopunskog rudarskog projekta za vremensko razdoblje na koje se sklapa ugovor o koncesiji za eksploataciju mineralnih sirovina.

***Prava koja se stječu ugovorom o koncesiji* (Članak 78.)**

Ugovorom o koncesiji stječe se pravo za izvođenje rudarskih radova radi gospodarskog korištenja mineralnih sirovina, odnosno pravo za izvođenje rudarskih radova za izvanrednu sanaciju prostora.

Rok na koji se sklapa ugovor o koncesiji (Članak 79.)

(1) Ugovor o koncesiji se može dati na rok ne duži od 40 godina.

(2) Iznimno od odredbi stavka 1. ovoga članka ugovor o koncesiji za izvanrednu sanaciju prostora može se dati uvjetno na rok do pet godina.

(3) Koncesionar za izvanrednu sanaciju prostora dužan je tijelu nadležnom za rudarstvo dostaviti do 15. ožujka tekuće godine potvrdu Državnog inspektorata da se sanacija prostora provodi sukladno uvjetima i ograničenjima određenim ugovorom o koncesiji za sanaciju prostora.

Redovna sanacija (Članak 101.)

(1) Svaki rudarski gospodarski subjekt dužan je sanirati prostor na kojem je obavljao rudarske radove.

(2) Ako koncesionar ne provede sanaciju, odnosno sukcesivno ne sanira prostor na kojem izvodi rudarske radove, sukladno provjerenom rudarskom projektu na temelju kojeg je dodijeljena koncesija, tijelo nadležno za rudarstvo koje je dodijelilo koncesiju naložit će koncesionaru provođenje radova sanacije u primjerenom roku.

(3) Ako ni nakon ostavljenog roka koncesionar ne provede sanaciju, to će se učiniti putem treće osobe, na trošak koncesionara. Radi provođenja odluke tijela nadležnog za rudarstvo koje je dodijelilo koncesiju u svrhu prisilne sanacije, nadležno državno odvjetništvo poduzet će pravne radnje pred sudom.

Izvanredna sanacija (Članak 102.)

(1) Ako ne postoji ili je nepoznata osoba koja je eksploatirala mineralnu sirovinu, a nije provela sanaciju, provest će se izvanredna sanacija prostora.

(2) Za provedbu sanacije prostora iz stavka 1. ovoga članka potrebno je:

1. provesti dodatno istraživanje mineralnih sirovina,

2. ishoditi koncesiju za sanaciju prostora,

3. s tijelom nadležnim za rudarstvo sklopiti i potpisati ugovor o koncesiji za sanaciju prostora.

(3) Na postupak izvanredne sanacije odgovarajuće se primjenjuju odredbe ovoga Zakona koje uređuju davanje koncesije za eksploataciju mineralnih sirovina.

(4) Iznimno od odredbi ovoga Zakona kojima je određen postupak odobrenja za dodatno istraživanje mineralnih sirovina radi davanja koncesije za eksploataciju, za provedbu sanacije prostora rudarski gospodarski subjekt dužan je prije početka izvođenja rudarskih radova izraditi i pri ministarstvu nadležnom za rudarstvo provjeriti idejni rudarski projekt.

(5) Rudarski gospodarski subjekt dužan je Elaborat o rezervama mineralne sirovine radi sanacije prostora, izraditi u skladu s projektnim rješenjima iz provjerenog idejnog rudarskog projekta iz stavka 4. ovoga članka.

(6) Elaboratom o rezervama mineralne sirovine radi sanacije prostora utvrđuju se količine rezervi mineralnih sirovina koje se rudarskim radovima smiju eksploatirati isključivo radi provedbe mjera osiguranja prostora kojima se isključuje mogućnost nastanka opasnosti za ljude i imovinu, kao i za prirodu i okoliš.¸

***Izvođenje rudarskih radova u posebnim situacijama (*Članak 104.)**

(1) Za provođenje sanacije prostora po propisima o zaštiti okoliša ili radi privođenja prostora drugoj namjeni po propisima o uređenju prostora, ako je istodobno potrebno na tom prostoru rudarskim radovima provesti i ograničenu eksploataciju, potrebna je lokacijska dozvola, uvjeti ministarstva nadležnog za rudarstvo, te posebna odluka.

(2) Odluku o sanaciji uz eksploataciju, odnosno odluku o izvođenju radova uz eksploataciju iz stavka 1. ovoga članka donosi Vlada Republike Hrvatske.

(3) Odluka iz stavka 2. ovog članka mora sadržavati:

– svrhu donošenja odluke (dozvola za sanaciju uz eksploataciju ili dozvola za izvođenje radova radi prenamjene prostora uz eksploataciju),

– nekretnine na koje se odnosi,

– količinu i kakvoću mineralne sirovine koja će se izvaditi tijekom radova,

– način, uvjete i rok ograničene eksploatacije,

– visinu naknade,

– obvezu podnošenja mjesečnih izvješća o obavljenim rudarskim radovima, sukladno Odluci iz stavka 2. ovoga članka,

– broj, datum i oznaku izdavatelja lokacijske dozvole, odnosno drugih akata koji su povod donošenja odluke,

– rok važenja odluke.

(4) Rok za ograničenu eksploataciju iz stavka 1. ovoga članka ne može biti duži od pet godina.

(5) Za nadzor nad provođenjem odluke iz stavka 2. ovoga članka nadležno je, osim Državnog inspektorata, ministarstvo nadležno za rudarstvo kao i tijelo nadležno za upravljanje državnom imovinom te druga tijela ovisno o razlozima donošenja odluke.

6. OSNOVNA NAČELA SANACIJE

Prostorno planiranje je jedan od bitnih čimbenika koji utječu na eksploataciju mineralnih sirovina. Ono se najčešće izvodi na regionalnoj i lokalnoj razini što je slučaj u većini zemalja članica Europske Unije. Prostorni planovi definiraju područja koja su pogodna za eksploataciju određenih mineralnih sirovina i odvajaju ih od onih koja za to nisu pogodna. Za početak rudarske djelatnosti presudna je procjena utjecaja na okoliš. Poznata su osnovna načela rudarske djelatnosti, a to su na prvom mjestu sigurnost, a zatim zaštita okoliša i racionalnost (Šumarski fakultet, 2015).

Površinska eksploatacija najčešće za posljedicu ima znatno izmjenjene vizure krajolika od onih prije početka eksploatacije, a tu su i ostali štetni utjecaji kao što su onečišćenje zraka i vode. Upravo kako bi se osigurala sanacija, namjena i preoblikovanje prostora nakon završetka rudarske djelatnosti, bi morali biti poznati čak i prije početka radova, a sigurno u fazi eksploatacije, (Šumarski fakultet, 2015) te bi morala postojati jamstva za njihovu provedbu na način da sanacija i namjena otkopanog prostora nakon završetka eksploatacije bude uvrštena u dokumentaciju kojom su odobreni istražni radovi i eksploatacija. Ovakav način umanjuje naknadne troškove sanacije i osigurava da će ona biti i učinjena. Na žalost, to u praksi često nije slučaj, što se može prepoznati na području čitave Zapadno hercegovačke županije.

Prihvatljiva sanacija je jedino ona koja sadrži i tehničku i biološku sanaciju, a njeno izvođenje bi moralo biti uneseno u polazišnu dokumentaciju, projekte i rješenja (Galić, 2016b). Bitno je naglasiti i ranije spomenutu važnost prostorno planske dokumentacije, u ovom slučaju županije, u koju mora biti unesena i odgovarajuća prenamjena saniranih prostora u različite moguće namjene za društveno korisnu dobrobit kako bi prenamjena uopće mogla biti provedena. Mogućnosti za to su velike i mogu sadržavati sve sadržaje, od sportsko rekreacijskih centara, kina na otvorenom, ugostiteljskih objekata, parkova, biciklističkih staza, gospodarskih i trgovačkih djelatnosti pa na dalje. Prenamjena odnosno ciljana sanacija može ne samo oplemeniti prostor, nego i utjecati na odluku o prihvatljivosti eksploatacije na određenoj lokaciji. Oblikovanje površinskog kopa u fazi sanacije mora biti ekonomski opravdano. Uz ekonomsku opravdanost najvažniji čimbenici su stabilnost prostora dobivenih sanacijom i riješen sustav odvodnje voda. Sve ranije navedeno se većinom odnosi na tehničku sanaciju. Biološka sanacija se izvodi na kraju tehničke sanacije i prvenstveno se odnosi na postupak u kojem se na stijenskom materijalu

nanosi tlo pogodno za razvoj biljaka odnosno flore i faune (Šumarski fakultet, 2015). Biološka sanacija te njena kvaliteta a samim time i uspješnost će u mnogočemu ovisiti o vrsti stijena na kojima se ona provodi. Biološka sanacija se uspijeva dovršiti u roku i do 4 godine ali u slučaju najpovoljnijeg materijala kao što je les. U suprotnom, to vrijeme može biti produženo i na znatno duže razdoblje kao što je slučaj kod dolomita. U pravilu ovakva biološka sanacija, sa manje ili više za to pogodnijom podlogom, završava u roku do deset godina. Razdoblje od deset godina se premašuje ukoliko se ostavi da se biljke same prirodno rasprostrane. To se ne odnosi na etaže, odnosno na etažne kosine i ravnine, koje se moraju posebno pripremiti pomoću usitnjenog kamenog materijala ili humusa (Šumarski fakultet, 2015).

Osnovna načela sanacije površinskih kopova opisana su u nastavku:

- **Određivanje vrste sanacije prema dinamici formiranja kopova**

Sanacije površinskih kopova možemo podijeliti prema dinamici nastanka kopa na redovitu sanaciju i na izvanrednu sanaciju. Redovita sanacija podrazumijeva provedbu projektnih rješenja uz redovitu eksploataciju. Izvanredna sanacija odnosi se na sanaciju kopova nastalih ne legalnom eksploatacijom ili bez potrebne dokumentacije odnosno bez provedbe projektnih rješenja (Galić, 2016a).

- **Određivanje prioriteta sanacije prema krajobraznoj izloženosti kopova**

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. Kopovi površine manje od 2 hektara, u ne naseljenim područjima, udaljeni od glavnih prometnica i nisu vidljivi u prostoru s udaljenosti većih od 100 metara, nazivaju se kopovi perifernog utjecaja na krajobraz (Galić, 2016a).

- **Zaštita kopova radi sprječavanja ilegalnog odlaganja otpada**

Ove mjere se provode zatrpavanjem kopova ili postavljanjem fizičkih pregrada koje bi onemogućile bespravno odlaganje otpada odnosno pristup samom kopu (Galić, 2016a).

- **Određivanje sanacije prema funkcionalnosti-prenamjena prostora**

Postoje brojna potencijalna rješenja za prenamjenu saniranih kopova koja bi dodatno oplemenila sanirani prostor i učinila ga društveno korisnim, a neka od njih, koja su već nabrojana ranije u tekstu, su, sportsko rekreacijski centri, ugostiteljski objekti, parkovi, biciklističke staze, voćarstvo itd.

Za realizaciju projekata sanacije ovakvih kopova i rješavanje sličnih problema, potreban je, osim ekološkog interesa i dobrobiti za javno dobro i prirodu, i ekonomski interes. Osnovni preduvjeti za provođenje sanacije su definiranje javnog interesa, u ovom slučaju se može za primjer uzeti definiranje javnog interesa grada Širokog Brijega i Županije zapadno hercegovačke te osiguravanje financijskih sredstava za provedbu sanacije, što se može ostvariti kroz ekslopataciju mineralne sirovine za vrijeme ciljane sanacije ili primjerice iz fondova EU te prekogranične suradnje i slično (Galić, 2016a).

Možda i najvažniji faktor za provedbu sanacije su sami mehanizmi pomoću kojih ju je moguće ostvariti, a to su:

- **Formalno pravni mehanizmi**

Odluka vlade o potrebi sanacije površinskog kopa

- **Operativni mehanizmi**

Izrada prostorno planske dokumentacije u suglasju s rezultatima studije utjecaja nesaniranih kopova na okoliš i studije izvedivosti projekta sanacije ugroženih prostora.

Nadzor nad izvođenjem rudarskih radova u redovnoj eksploataciji odnosno dosljedno provođenje odobrenih rudarskih projekata te nadzor nad sanacijom kopova i odlagališta (Galić, 2016a).

- **Izvori financiranja**

Mogući izvori financiranja su vlastita sredstva ostvarena plasmanom mineralne sirovine ili sredstva ostvarena iz fondova (Galić, 2016a).

7. MODEL SANACIJE POVRŠINSKOG KOPA TRIBOŠIĆ

Svaka od lokacija predstavlja važan problem, međutim, u ovom je radu izabrana jedna lokacija čiji koncept rješenja može poslužiti za primjer eventualnog rješavanja i ostalih spornih lokacija. Izabran je površinski kop boksitne rude Tribošić. U radu je izrađen model sanacije i prenamjene površinskog kopa Tribošić. Izvori financiranja mogu biti ostvarivi primjerice kroz vlastita sredstva ostvarena eksploatacijom mineralne sirovine prilikom sanacije, sredstvima ostvarenim iz državnih fondova ili fondova EU ili kroz eventualnu prekograničnu suradnju s RH. No kako bi se išta od navedenog ostvarilo mora biti sluha lokalne, regionalne i državne uprave za rješavanjem ovog velikog problema.

Sanacija se sastoji od tehničkog dijela odnosno tehničke sanacije i biološkog dijela odnosno rekultivacije. Površinski kop se nalazi na oko 690 metara nadmorske visine, netom iznad lokalne prometnice, ali je radi efikasnosti zaustavljanja odrona materijala i erozije padinskog dijela terena zamišljen i dodatni dio sanacije i rekultivacije sa etažama i stazama, odvojen od samog PK Tribošić, a nalazio bi se ispod prometnice.

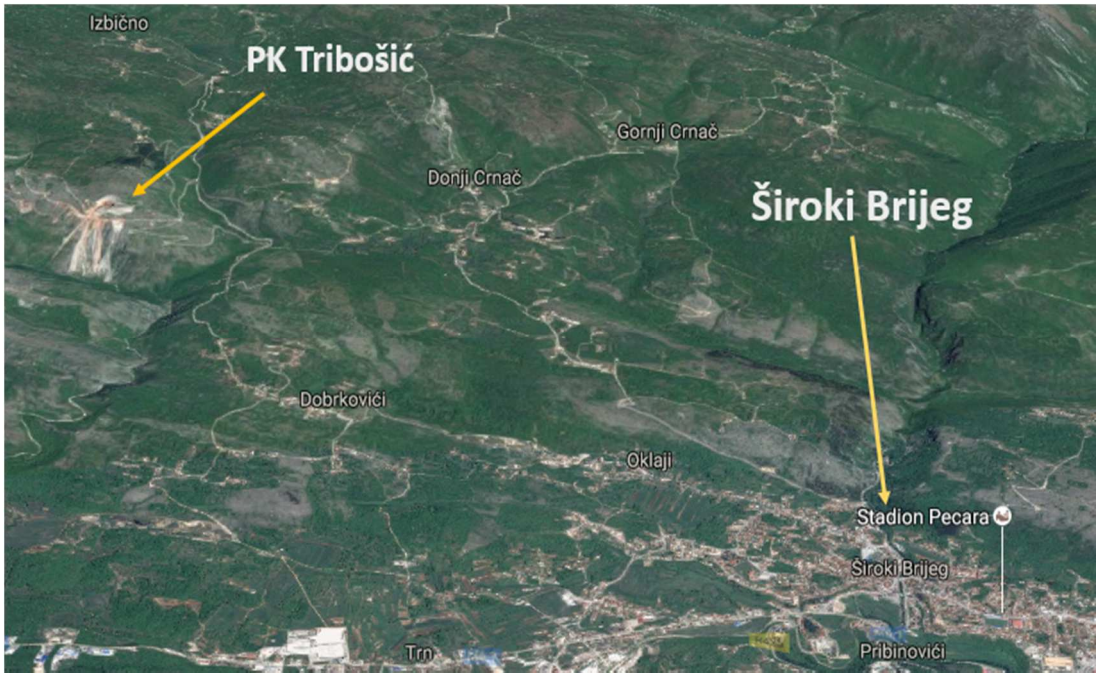
Tehnička sanacija je zamišljena tako da su se i za dio iznad i za dio ispod prometnice izradile po tri varijante tehničke sanacije u smislu rješenja sa različitim projektnim parametrima, te će za svaki dio područja sanacije biti predložena po jedna od izrađenih varijanti. Biološka rekultivacija i prenamjena će također biti obrađeni u posebnim poglavljima rada.

Površinski kop Tribošić nalazi se u Zapadno hercegovačkoj županiji u blizini grada Širokog Brijega na približnoj udaljenosti od 7 kilometara sjeverozapadno od grada, na pola puta između Dobrkovića i Donje Britvice, što je vidljivo na slikama 7-1. i 7-2.

Rudarskim radovima zahvaćeno je oko 8 ha površine koju je potrebno sanirati.

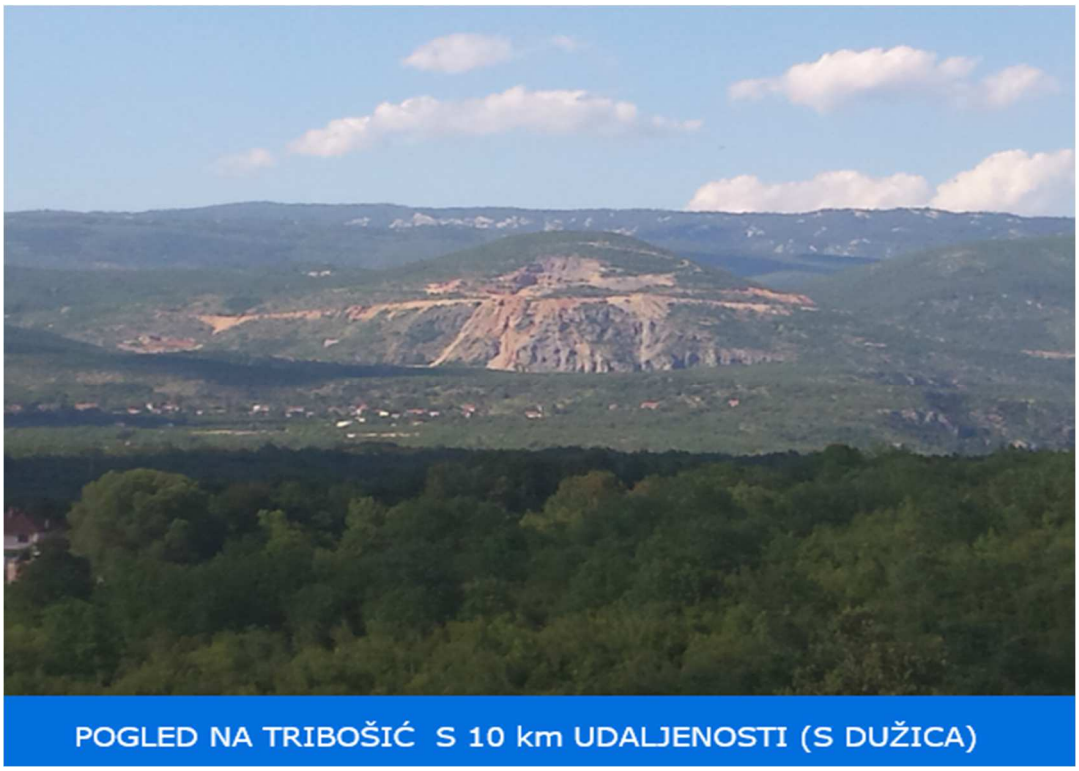


Slika 7-1. Pogled na lokaciju PK Tribošić u *Google Maps* aplikaciji



Slika 7-2. PK Tribošić, sjeverozapadno od Širokog Brijega, aksonometrijski pogled u *Google Maps* aplikaciji

Sam površinski kop nalazi se na uzvišenju Tribošić, čiji se vrh nalazi na 812 m nadmorske visine. Uzvišenje se uzdiže iznad kanjona rijeke Ugrovače, koja ima povremeni tok i koja je pritok rijeke Lištice. Izrazito oku neugodne vizure površinskog kopa narušavaju krajobraz te njegovu vizualnu i estetsku vrijednost. Nesanirani kop vidljiv je sa udaljenosti veće od 10 kilometara te se ne uklapa u krajobraz (slika 7-3.).



Slika 7-3. Pogled na Tribošić (Galić, 2016a).

Oborinska voda s fizičkim nečistoćama i otkopanim materijalom s površine kopa slijeva se niz padine brda ravno u kanjon rijeke Ugrovače. Prilikom slijevanja vode i odrona materijala dolazi i do značajne erozije terena, a onečišćena voda koja dospije u kanjon biva odnesena povremenim tokom rijeke Ugrovače ili se drenira kroz krški teren u podzemlje.

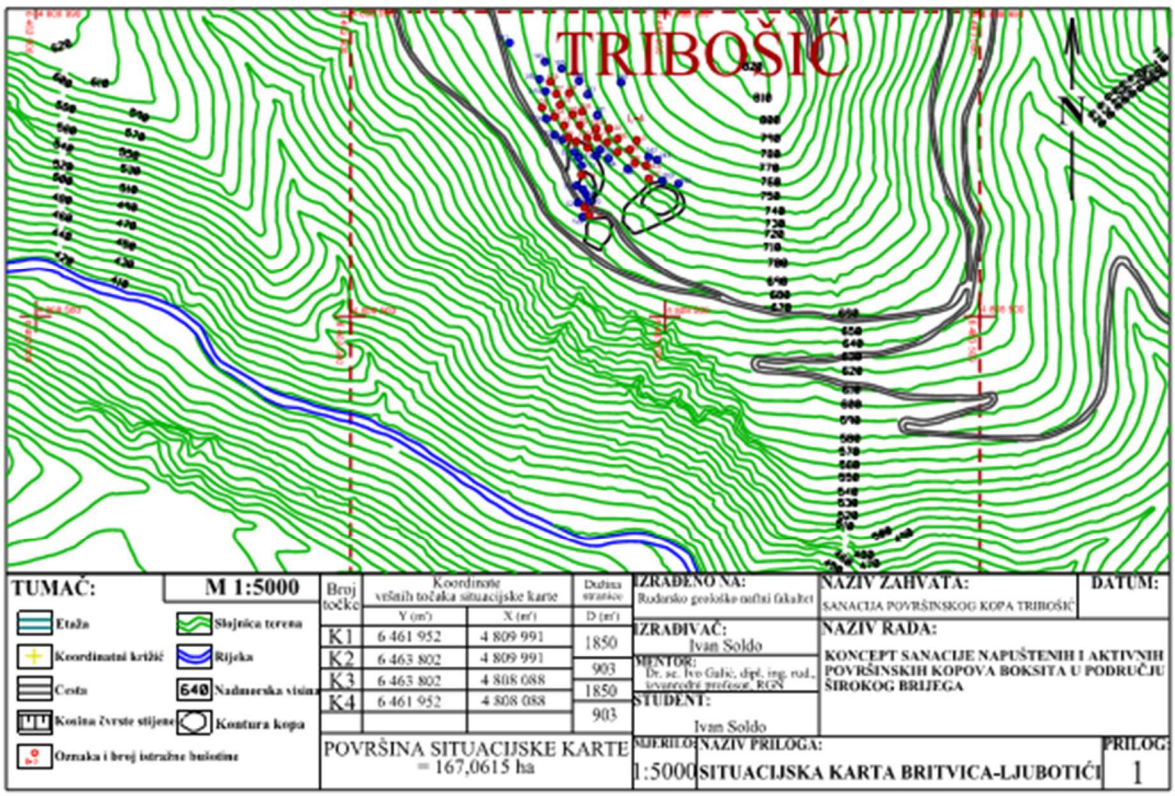
7.1. IZRADA RAČUNALNOG MODELA

Za izradu računalnog modela koncepta sanacije površinskog kopa Tribošić, korišten je je *Bentley Power inRoads*, koji omogućuje računalno modeliranje u 2D i 3D okruženju. Kao što je i ranije spomenuto, radi efikasnosti sanacije u model je, osim PK Tribošić, uvršten i dio sanacije ispod prometnice čija je glavna svrha zaustaviti eroziju i odron materijala sa viših dijelova uzvišenja u kanjon Ugrovače. Osnovni plato PK Tribošić se nalazi na 690 metara nadmorske visine. Za gornji i za donji dio područja sanacije su izrađene po tri varijante, ukupno njih šest, te će na kraju biti predložena po jedna kao moguća rješenja. U idućem poglavlju rada biti će, osim samog koncepta sanacije PK

Tribošić, opisani i osnovni postupci i radnje u softveru *Bentley Power inRoads* pomoću kojih se došlo do modela.

7.1.1. Izrada situacijske karte u *inRoadsu*

Situacijsku kartu područja Britvica-Ljubotići u mjerilu M1: 2 500 bilo je potrebno prvo skenirati, a zatim i geokodirati u programu kako bi koordinate točaka karte odgovarale koordinatama u softveru. Slijedilo je izvlačenje slojnica terena u programu, preko ucrtanih slojnica na karti, pomoću naredbe *Place Point or Stream Curve*. Zatim su unesene odgovarajuće oznake, nadmorske visine, sastavnica, tumač itd. te je iz papirnate, skenirane situacijske karte dobivena situacijska karta u *inRoadsu* u 2D. (slika 7-4.)

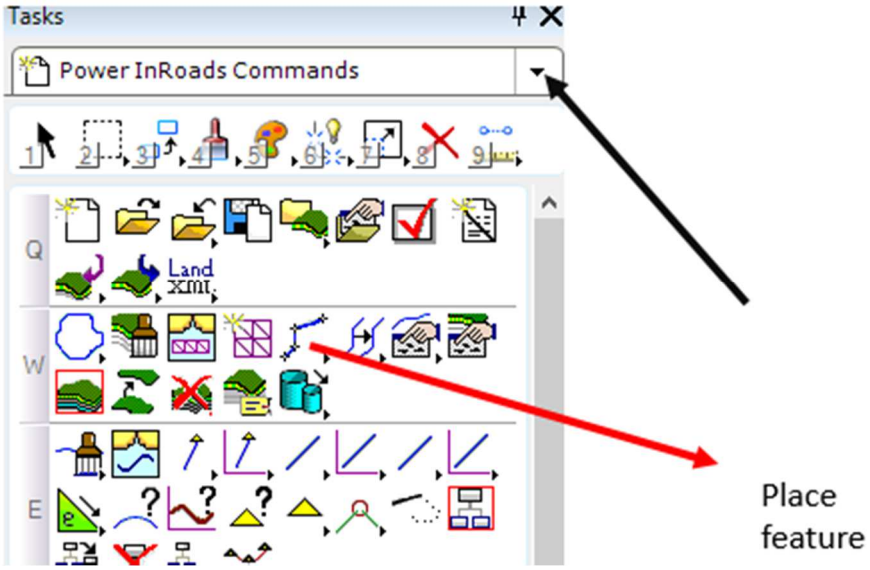


Slika 7-4. Shematski prikaz vektorizirane situacijske karte Britvica-Ljubotići, M1:5000

'Situacijska karta Britvica-Ljubotići' , u mjerilu M1:5 000, dana je u prilogu 1.

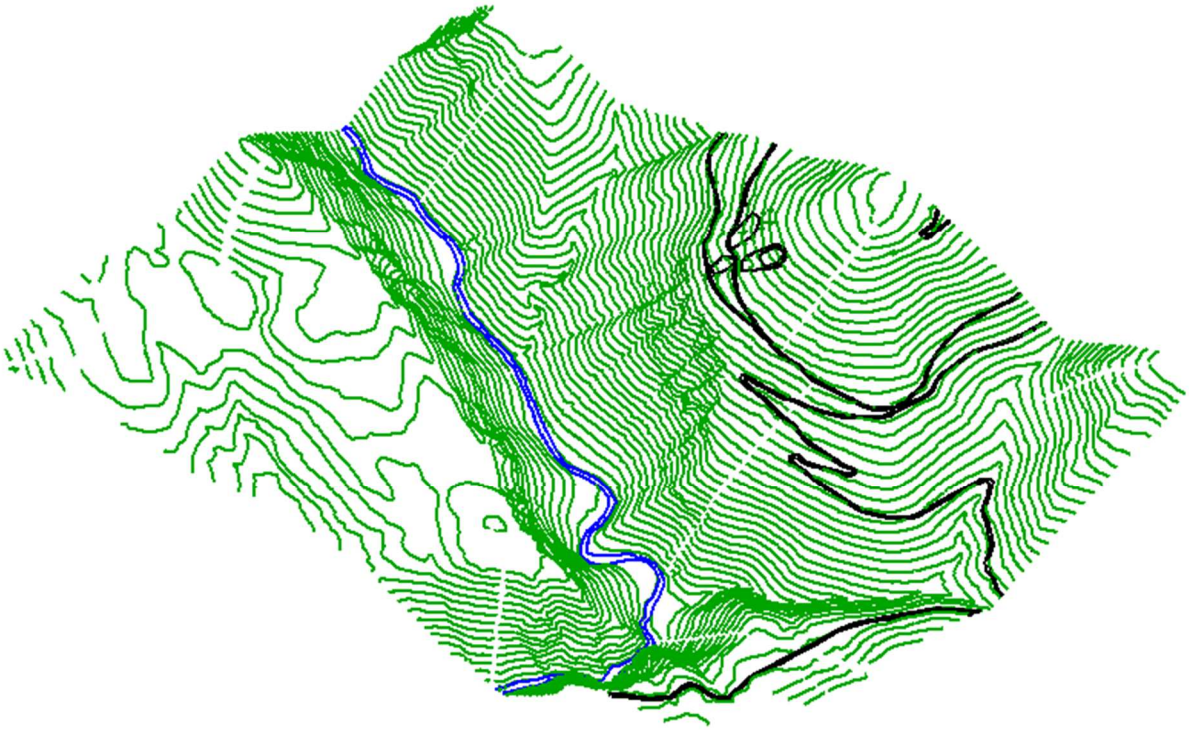
7.1.2. Prijenos situacijske karte iz 2D u 3D polje

Postupak obrade (kreiranja) 3D karte je slijedeći: izrada i spremanje 2D situacijske karte, pretvaranje karte iz 2D u 3D oblik i ponovo spremanje. Otvaranje 3D karte u novo napravljenoj datoteci. U ovoj datoteci se ranije iscrtane slojnice podižu na svoje odgovarajuće nadmorske visine te se na taj način dobije 3D prikaz terena. Za podizanje elemenata na željenu visinu koristi se ili naredba *Set Elevation* (slika 7-5.) ili se posebno učita *Mod Z.*



Slika 7-5. Naredba *Place feature*

Naredba *Set elevation* funkcionira tako da se upiše slojnica koja se želi dignuti i taj se postupak ponavlja za sve slojnice. Nakon što se upiše željena visina slojnice, pritisne se *Apply*, nakon toga se klikne na slojnicu u prvom prozoru, te nakon toga negdje sa strane. U drugom prozoru, dio slojnice ili cijela, ovisno koliki dio je zahvaćen, će biti dignuta na željenu visinu. Taj drugi prozor treba biti namješten na *Isometric view*, *Front view* ili se pak samostalno može namjestiti pogled pomoću naredbe *Rotate view* (slika 7-6.), dok prvi prozor mora biti namješten na *Top view*.

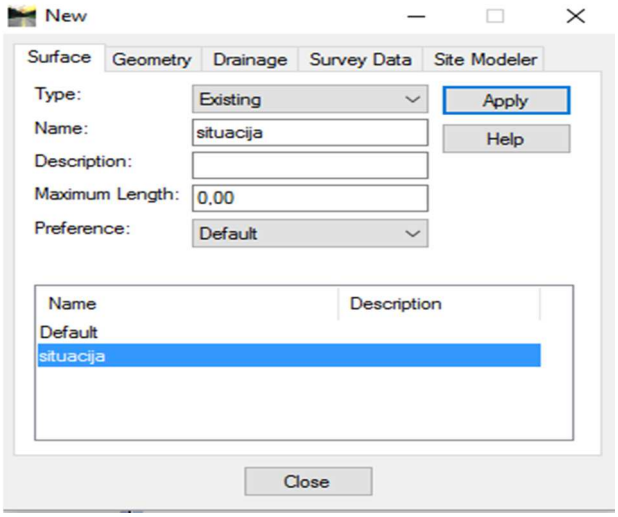


Slika 7-6. Šire područje PK Tribošić u 3D, pogled *dynamic*

Idući korak je učiniti triangulaciju terena. Najprije je potrebno izraditi površinu za triangulaciju. Prvo se selektiraju u *top view* sve slojnice koje su podignute u 3D i zatim:

Power inRoads file → new

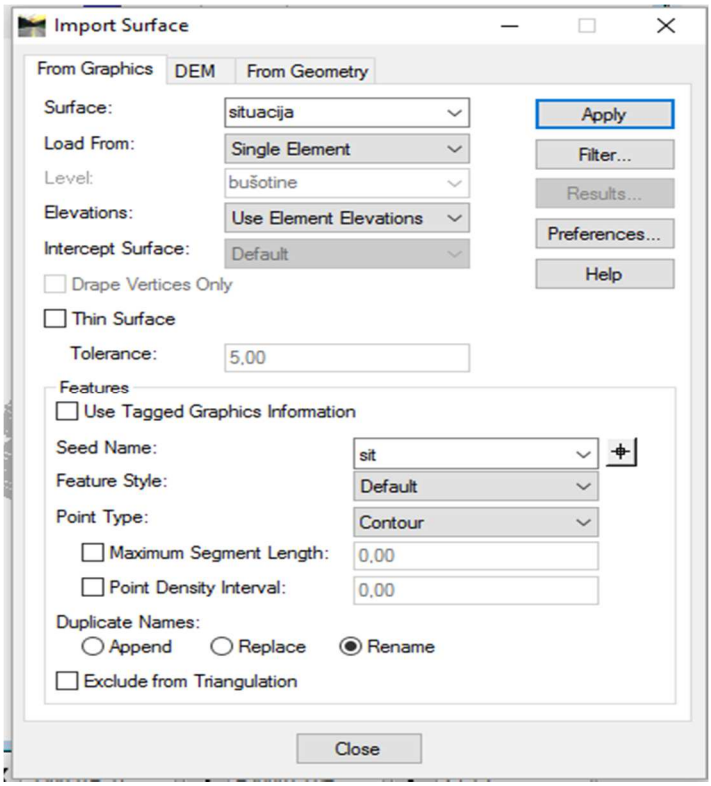
U novootvoreni prozor se unesu slijedeće postavke kao na slici 7-7.:



Slika 7-7. Spremanje površine za triangulaciju

pritisne se *apply*, a zatim i *close*.

Slijedeća slika opisuje segmente koji trebaju biti izabrani za unos površine:



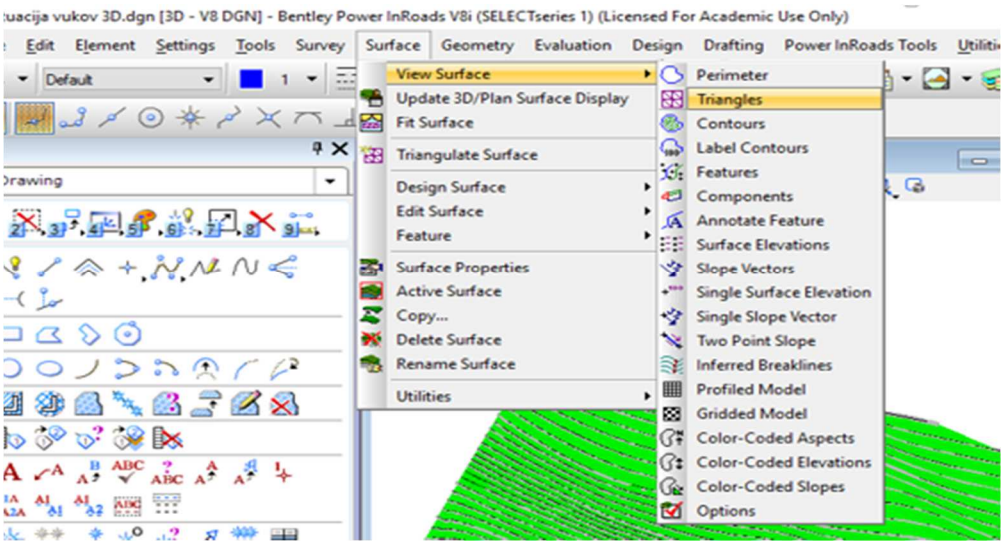
Slika 7-8. Postavke površine

Tek nakon svih ovih koraka prelazi se na triangulaciju površine (*Triangulate surface*).

Nakon toga, mogu se generirati različiti grafički prikazi terena, kao što su triangulacijski, mrežni i konturni model. Na slici 7-9. prikazana je naredba za generiranje triangulacijskog modela.

Ona se obavlja na slijedeći način, kao na slici 7-9.:

Surface → View Surface → Triangles



Slika 7-9. Generiranje triangulacijskog modela terena

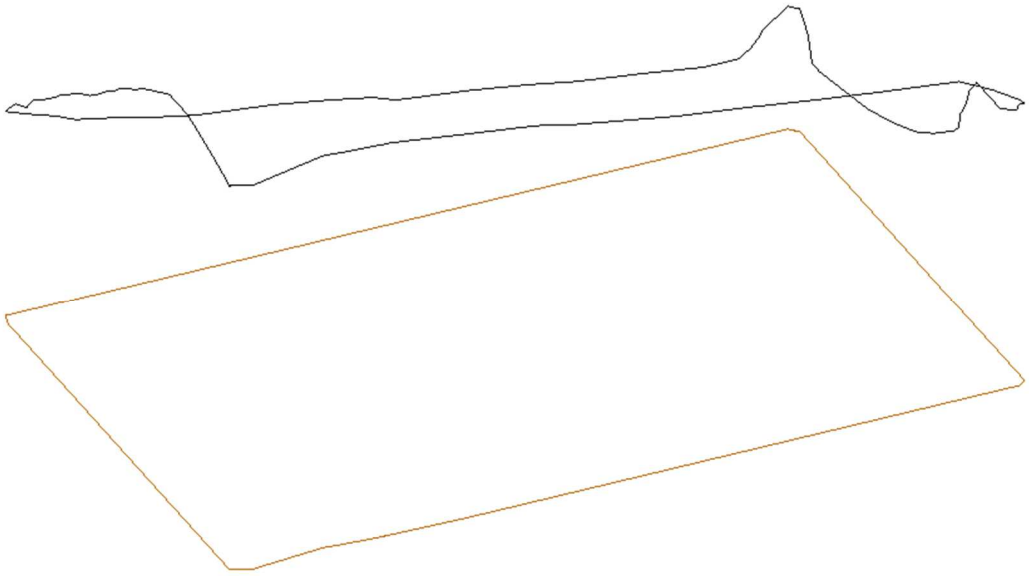
Nakon odabira naredbe *Triangles*, otvara se novi prozor u kojem se izabire podnaredba *Mesh*, te se pritisne *Apply*.Triangulirani model se i renderira (slika 7-10.).



Slika 7-10. Renderirani triangulirani model šireg područja PK Tribošić

Na kraju se napravi i isječak iz zemlje ispod terena pomoću naredbe *Loft Surface*. Prvo je potrebno prikazati *perimeter* iz trianguliranog modela odabirom naredbe *Surface-View Surface-Perimeter*.

Perimeter je potom potrebno kopirati na nižu kotu. Prvo kopirati *perimeter* u istu točku na kojoj se nalazi (element se kopira u njega samog). Potom pomoću naredbe *Set elevation* novo kopiranom elementu odrediti nadmorsku visinu (na okvirno 50 do 100 metara ispod originalnog parimetra) (slika 7-11.).

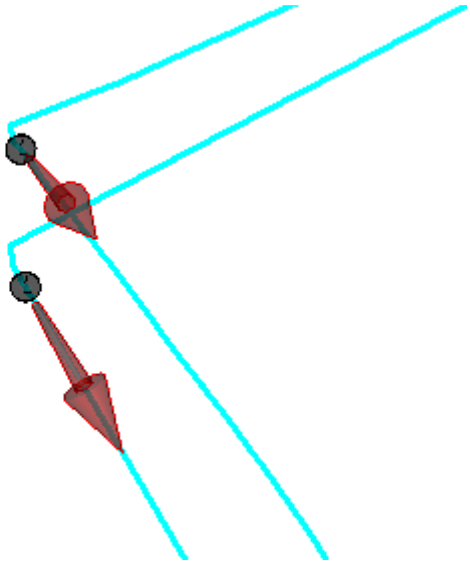


Slika 7-11. *Parimeter*

Zatim se izabere:

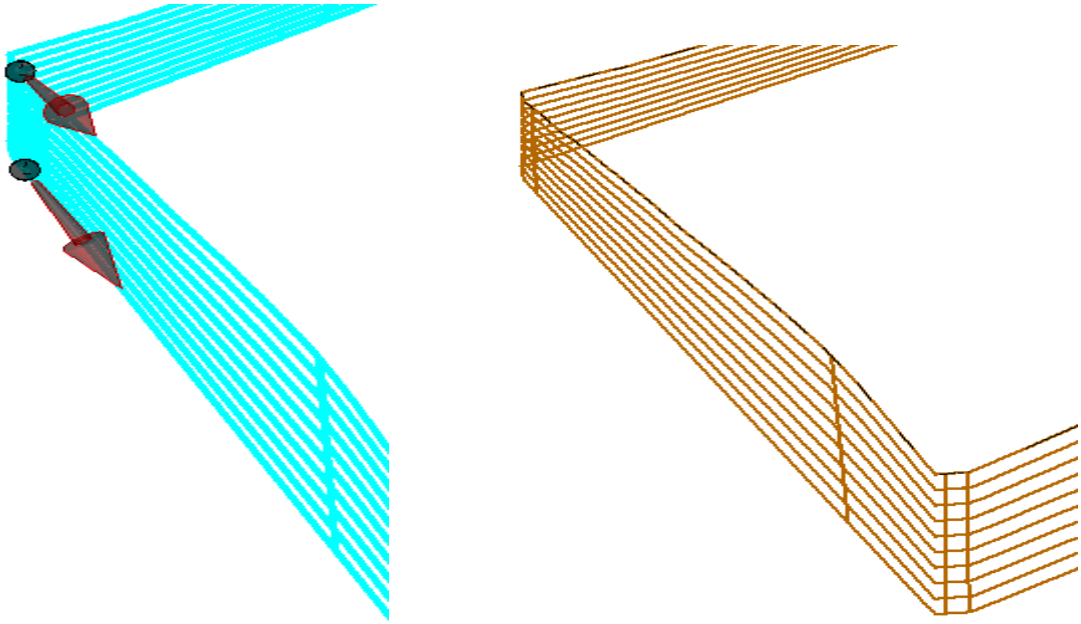
Tools-Surfaces-Create freeform surface-loft surface

Prvo se odredi i odabere "ista" točka na oba perimetra kako bi nova ploha bila što pravilnije napravljena. Smjer crvenih strelica se može mijenjati odabirom svake strelice i važno je da obje strelice pokazuju u istom smjeru kao na slikama 7-12. i 7-13.

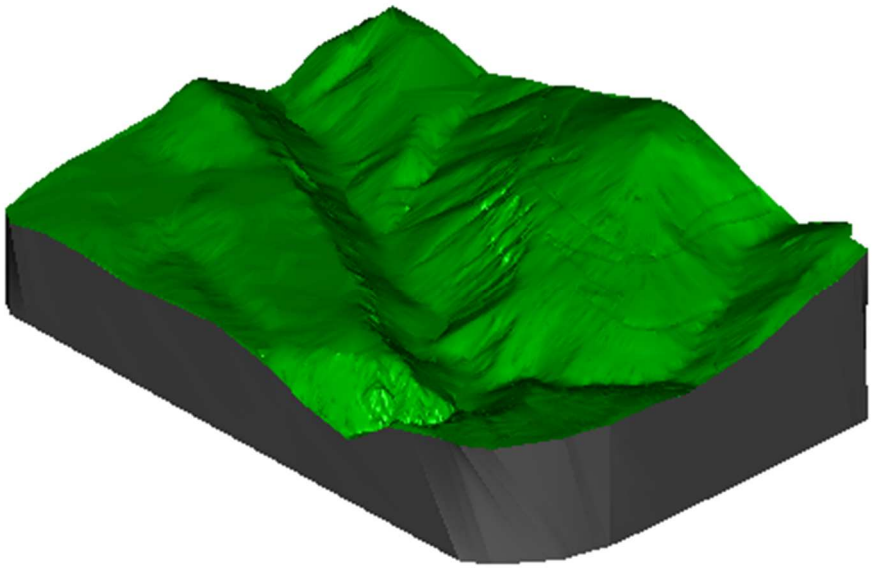


Slika 7-12. Naredba *Loft surface*

Nakon toga potvrdno se klikne lijevom tipkom miša na prazan dio ekrana na kojem se crta i dobije se izrađena površina. Ukoliko prikazana površina zadovoljava, potvrdno se klikne još jednom, lijevom tipkom miša, negdje sa strane i odabere boja isječka (slika 7-14.).



Slika 7-13. Izrada isječka ispod terena pomoću naredbe *Loft surface*



Slika 7-14. Isječak ispod terena

7.2. PROJEKTNI PARAMETRI

Projektni parametri su visina etaže (h), širina etaže (B), kut etažne kosine (αe) i kut završne kosine (αz). Duljina horizontalne projekcije svih etaža i etažnih kosina se određuje preko poznate visinske razlike osnovnog platoa te visine terena na koju se želi izaći sa etažama i kuta završne kosine odnosno pomoću funkcije tangensa kuta. To se može najbolje vidjeti kroz slijedeći nasumični primjer:

h=15,2 αz= 55°

Izraz 7.1. $$\tan \alpha_z = \frac{h}{x} \rightarrow x = \frac{h}{tan\ \alpha z},$$ x = 10,64 m

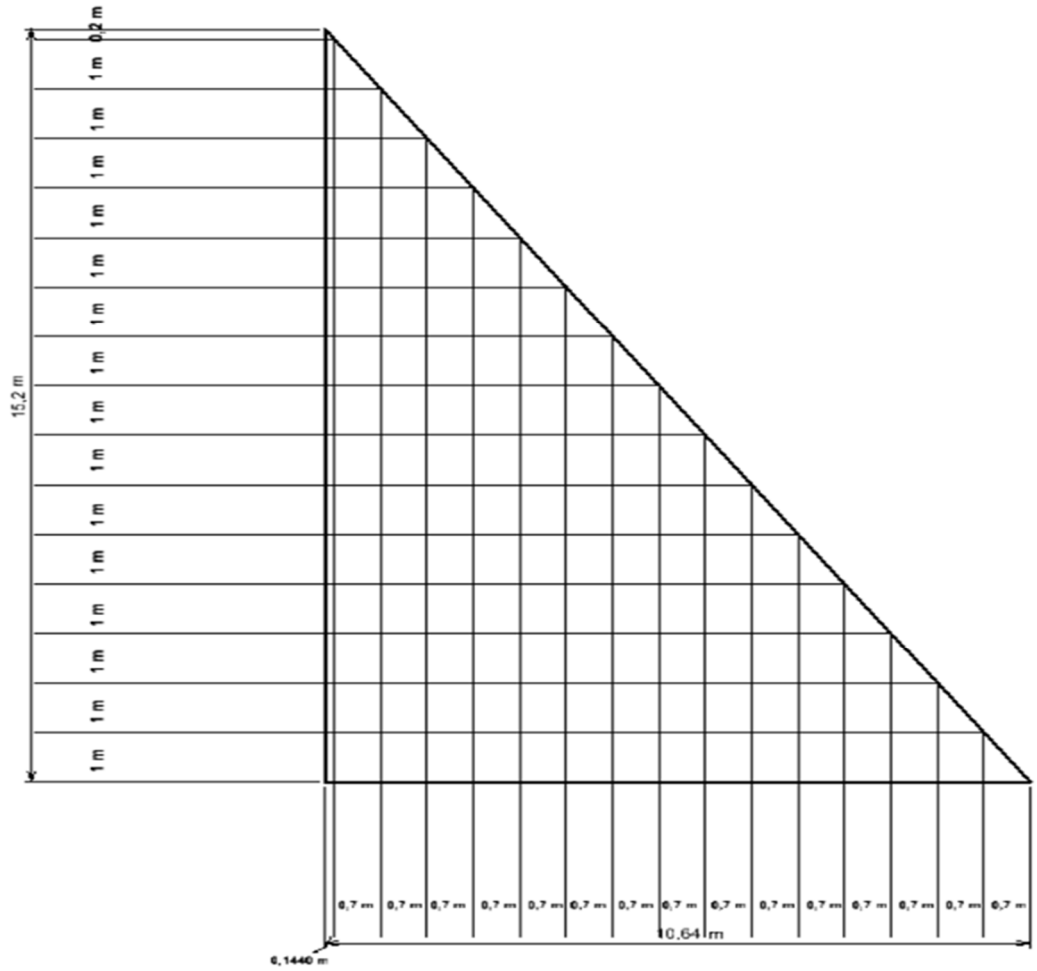
gdje je:

x= horizontalna projekcija kosine, m

αz= kut završne kosine, °

h= visinska razlika, m.

Za svaki metar visinske razlike horizontalna duljina (projekcija) kosine poveća se za 0,7 m (slika 7-15.).



Slika 7-15. Odnos visinske razlike i horizontalne projekcije završne kosine

Širina etaže se zatim računa pomoću izraza,

Izraz 7.2. $$B = \frac{x_z - x_e - (n-1) * x_{ez}}{n-1}$$

gdje je:

B=širina etaže, m

x_z=horizontalna projekcija završne kosine, m

x_e=horizontalna projekcija etažne kosine, m

n=broj etaža,

x_{ez}=horizontalna projekcija najviše etažne kosine, m

7.3. IZRADA I ANALIZA MODELA SANACIJE PK TRIBOŠIĆ

7.3.1. Sanacija Gornjeg dijela kopa

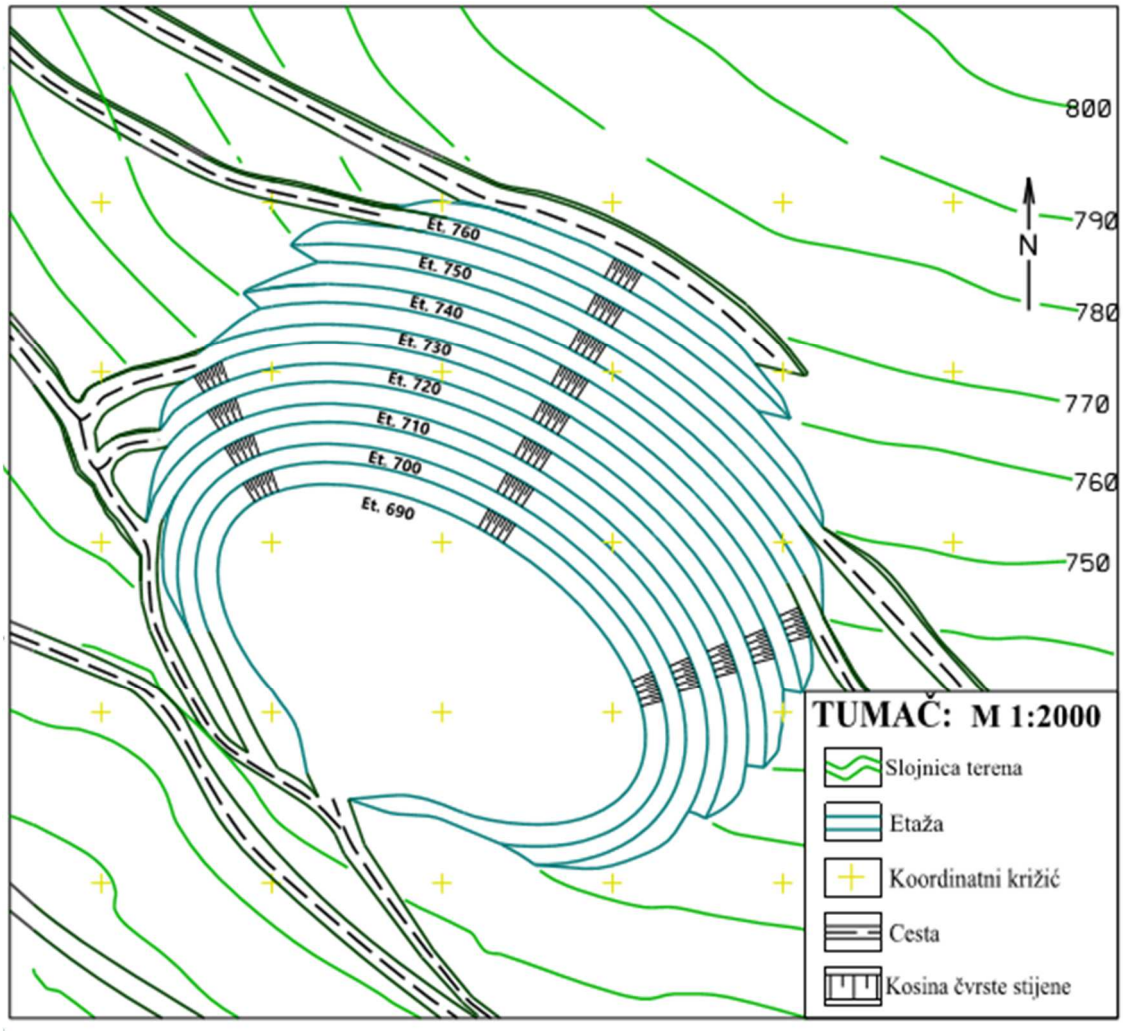
Projektni parametri za varijante sanacije gornjeg dijela dani su u tablici 7-1

Tablica 7-1 Projektni parametri za gornji dio sanacije

	1. varijanta	**2. varijanta**	**3. varijanta**
visina etaže h	10 m	10 m	10 m / 20 m
širina etaže B	4,83 m	6,88 m	6,83 m / 22 m
Kut etažne kosine α_e	60°	60°	60°
Kut završne kosine α_z	45°	40°	40°

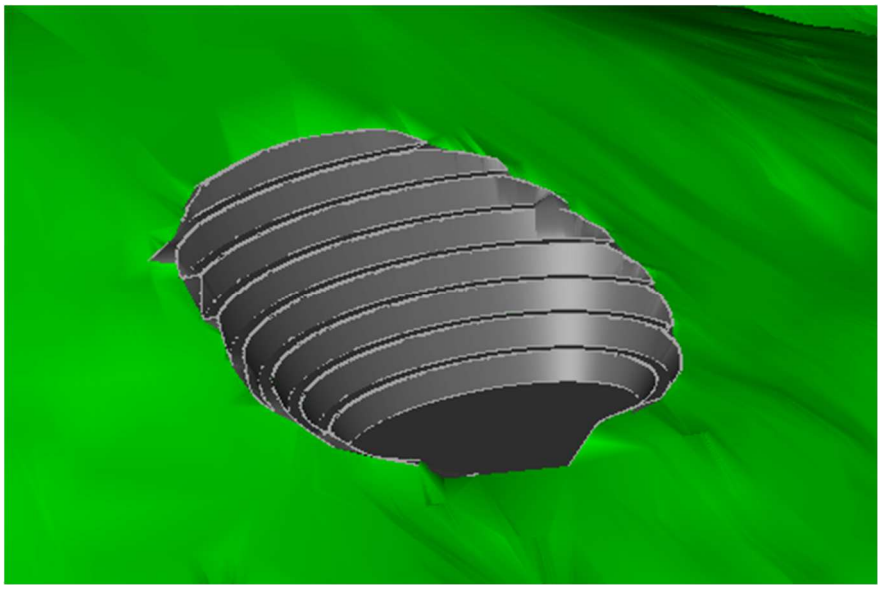
Ovim projektnim parametrima su izrađeni proračuni i projektiran je model tehničke sanacije gornjeg dijela, a kasnije u radu će biti identično prikazan proračun u tablici za sanaciju donjeg dijela, ispod ceste. Kao što je vidljivo iz tablice, svaka varijanta ima svoje prednosti i nedostatke. Treba voditi računa primjerice o nagibu terena, vrsti stijenskog materijala i etažnim širinama, nagibu cesta kojeg rudarska mehanizacija može savladati i slično. Kada se sve to uzme u obzir, dolazi se do izbora najpovoljnije varijante što će biti učinjeno kasnije u radu. 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, a od kojih su neke već i spomenute u jednom od prošlih poglavlja rada. Osnovni plato za gornji dio sanacije je zamišljen na 690 m n.v. Dio materijala je potrebno odminirati i otkopati, a dio natrpati kako bi se poravnao plato jer je trenutačni "krater" vrlo nepravilnog oblika. Osnovni plato je na istoj nadmorskoj visini za sve tri varijante gornjeg dijela područja sanacije. Kada su poznati svi projektni parametri za varijantu, otvara se situacijska karta Britvica-Ljubotići te se u njoj iscrtavaju konture etaža i etažnih kosina i cesta. Iscrtano rješenje u 2D ostaje u situacijskoj karti šireg područja iz koje će se kasnije izrezati još detaljnija etažna situacijska karta. Nakon završetka ucrtavanja u 2D, datoteka se prebaci u 3D teren, te se etaže i nove ceste dignu na odgovarajuće projektirane visine.

Varijanta br. 1



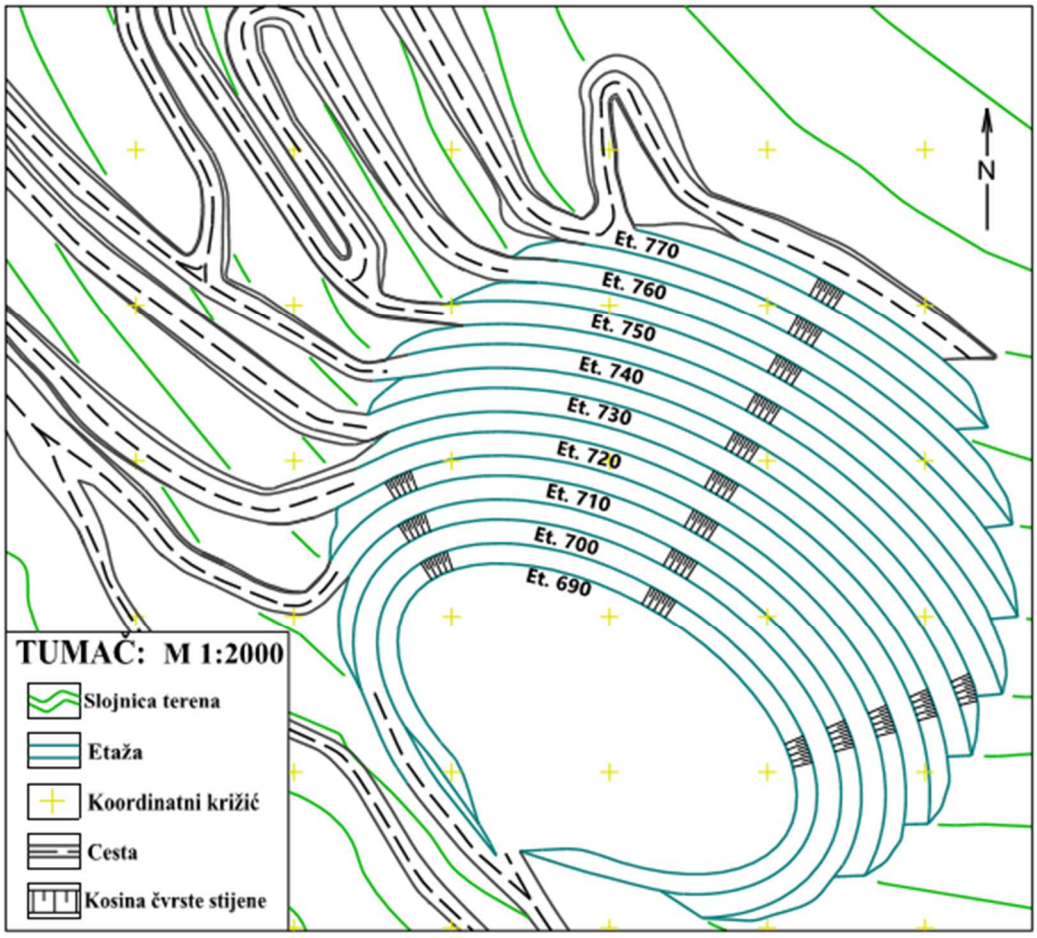
Slika 7-16. Varijanta 1, gornji dio sanacije

Kop sadrži 7 etaža (slike 7-16. i 7-17.): visine 10 metara, širine 4,83 metra, nagiba završne kosine 45 stupnjeva i etažne kosine 60 stupnjeva. Etaže 710, 720 i 730 su sa lokalnom prometnicom spojene sa zapadne strane dok su etaže 740 i 750 povezane sa istočne strane. Širina etaže od 4,83 metra je ipak relativno mala širina za rad i promet rudarske mehanizacije te je sigurnije ići na varijantu sa širim etažama.



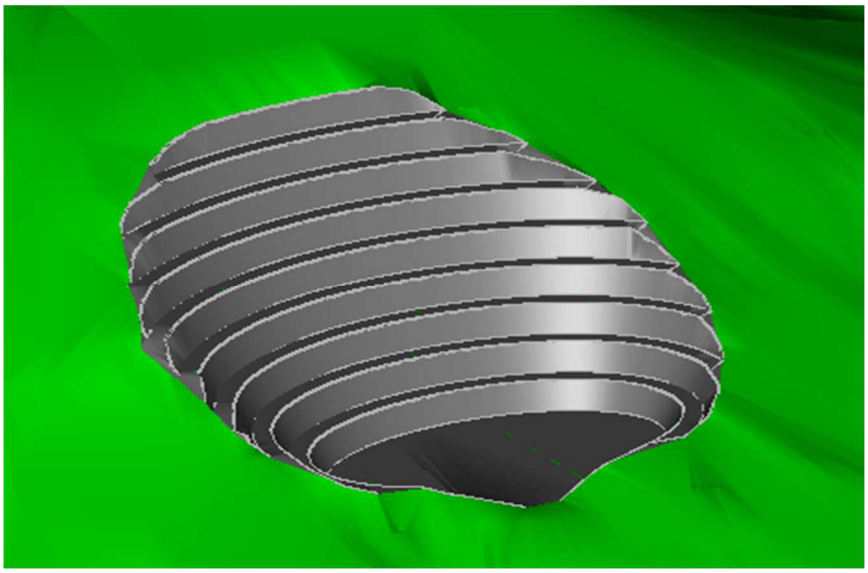
Slika 7-17. 3D prikaz varijante 1

Varijanta br. 2



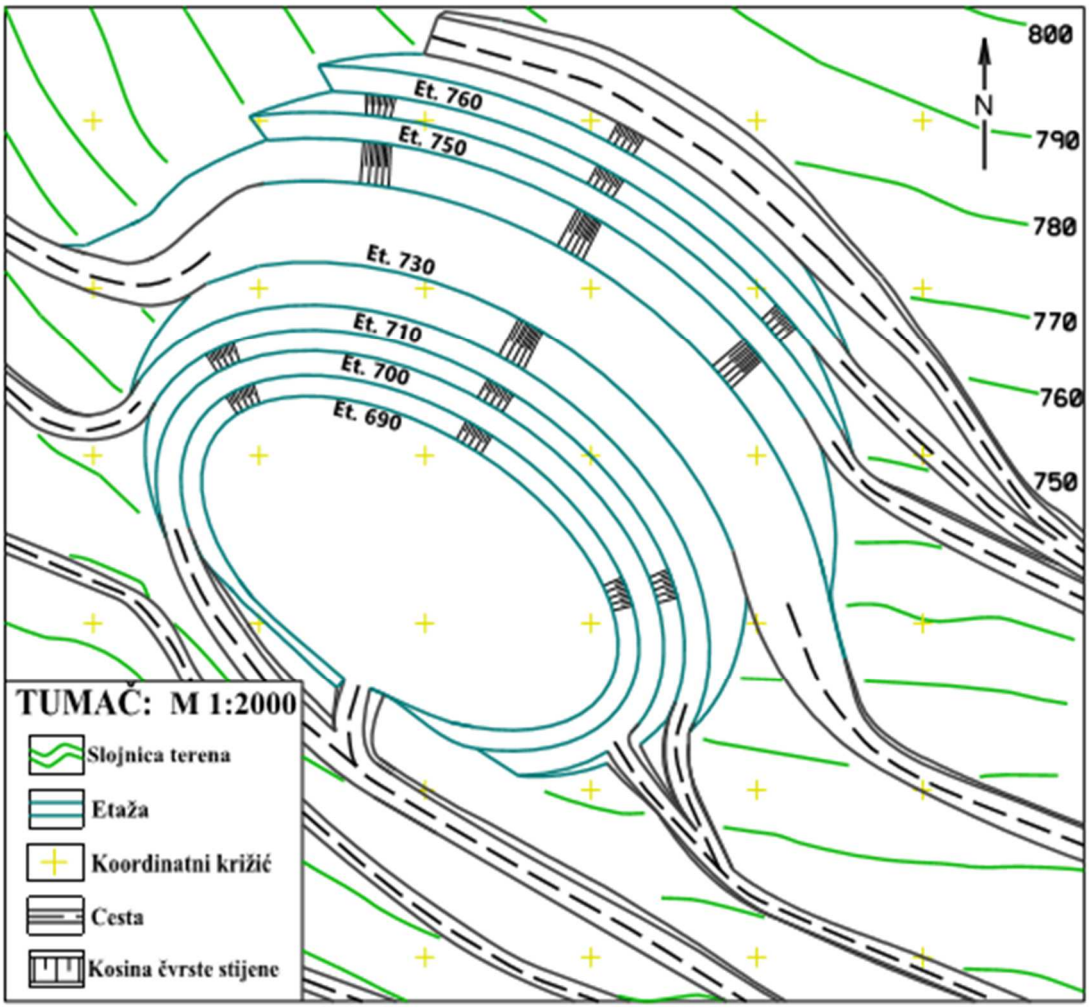
Slika 7-18. Varijanta 2, gornji dio sanacije

Kop sadrži 8 etaža visine 10 metara, etažne širine 6,88 metara (slike 7-18. i 7-19.). Nagib etažne kosine je određen na 60 stupnjeva, a završne kosine 40 stupnjeva odnosno za 5 stupnjeva manje nego u prethodnoj varijanti što je povisilo kriterij sigurnosti. Za razliku od prošlog primjera, širina etaže je osjetno proširena i sa širinom od približno 7 metara daje dodatnu sigurnost. Sve etaže su sa lokalnom prometnicom povezane sa zapadne strane, a mreža cesta i zavoja od kojih je dobar dio usječen u stijenu izgleda atraktivno.



Slika 7-19. 3D prikaz varijante 2

Varijanta br. 3



Slika 7-20. Varijanta 3, gornji dio sanacije

Kop se sastoji od 5 etaža, od čega su četiri etaže širine 6,83 metara, a jedna etaža izuzetno široka u iznosu od 22 metra. Tri etaže su visine 10 m, 700, 710 i 760 a etaže 730 i 750 su visine 20 metara. Nagib etažne kosine iznosi 60 stupnjeva, a završna kosina se nalazi pod nagibom od 40 stupnjeva što je izuzetno povoljno po pitanju sigurnosti. Etaže 700, 710 i 730 su sa lokalnom prometnicom povezane i sa zapadne i sa istočne strane, dok su etaže 750 i 760 sa prometnicom povezane samo sa istočne strane. Zbog najmanjeg broja etaža, vrlo prihvatljive širine etaža, od čega jedne izuzetno široke i niskog nagiba završne kosine, ova varijanta proizlazi kao najprihvatljivija i najsigurnija opcija gornjeg dijela sanacije, a i vizualno je najatraktivnija (slika 7-20.).

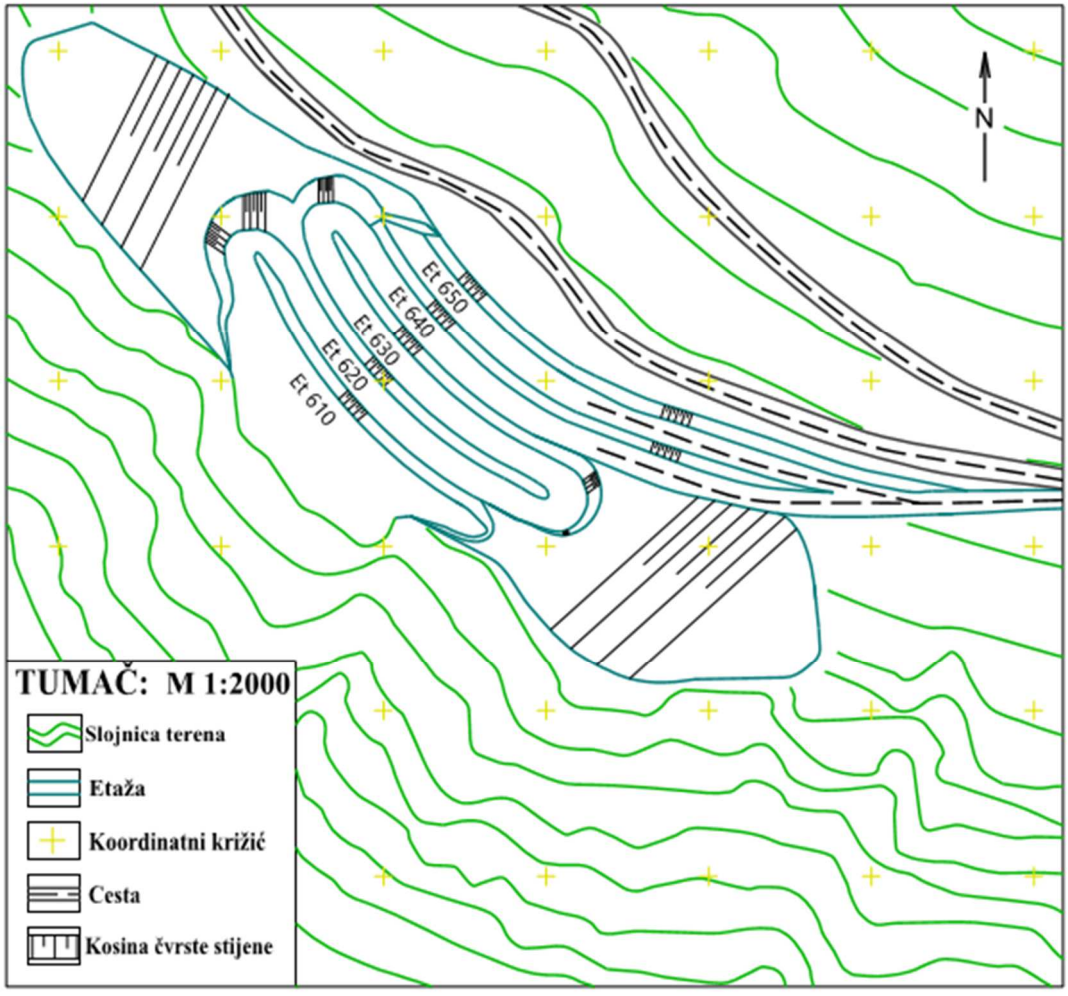
7.3.2. Sanacija donjeg dijela kopa

Projektni parametri za varijante sanacije donjeg dijela dani su u tablici 7-2

Tablica 7-2 Projektni parametri za donji dio sanacije

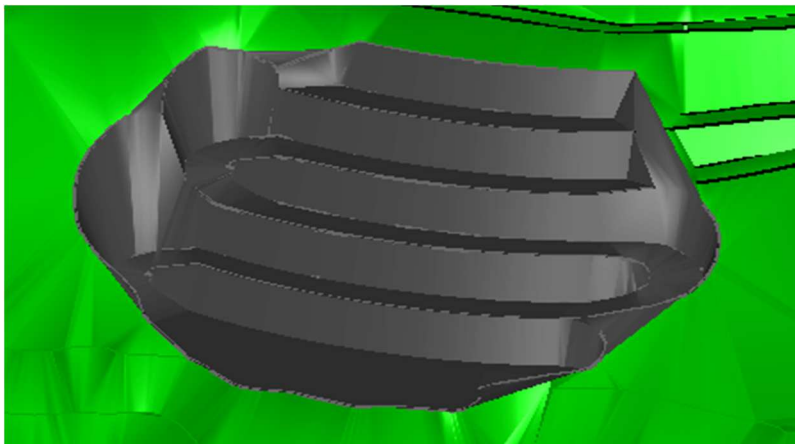
	1. varijanta	**2. varijanta**	**3. varijanta**
visina etaže h	10 m	14 m	10 m
širina etaže B	7,95 m	15,8 m	8 m
Kut etažne kosine αe	70°	75°	70°
Kut završne kosine αz	45°	40°	38°

<u>Varijanta br. 1</u>



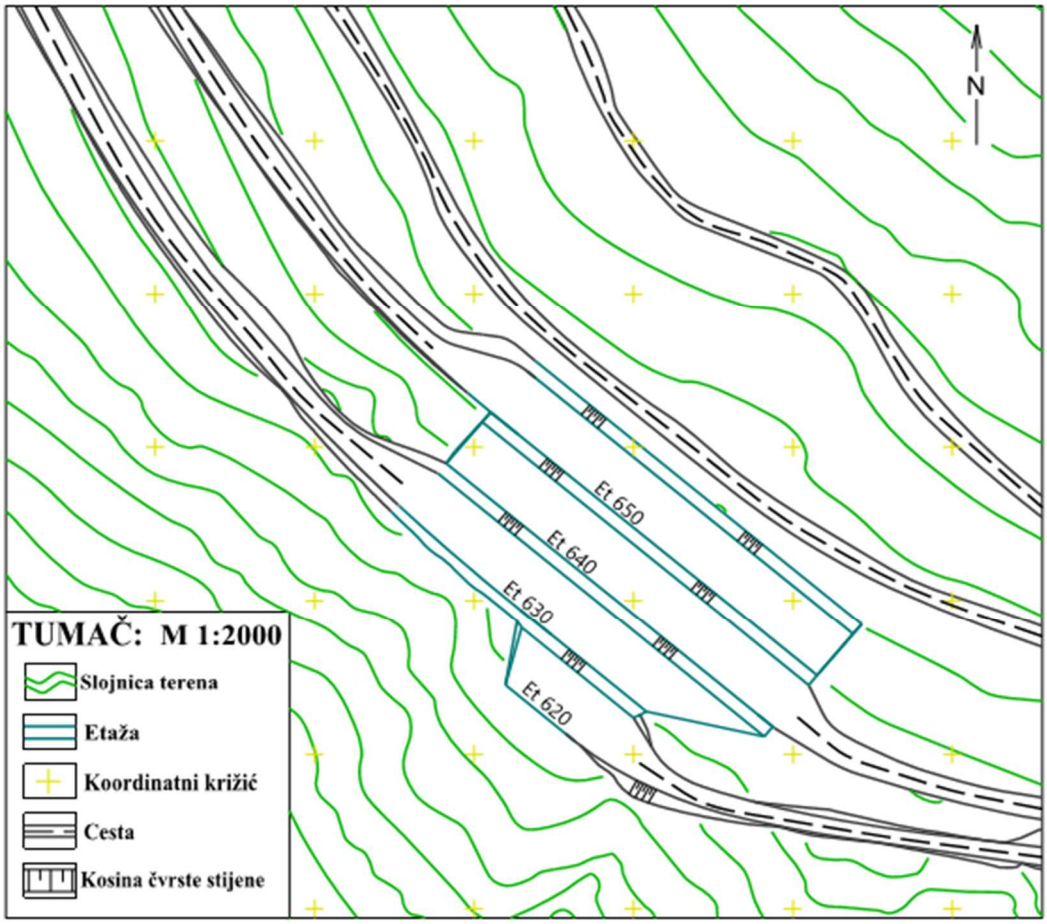
Slika 7-21. Varijanta 1, donji dio sanacije

Ova varijanta sadrži četiri etaže (slike 7-21. i 7-22.) visine 10 metara, etažne širine 7,95 metara, što je izuzetno povoljno. Nagib etažne kosine iznosi 70 stupnjeva, a završne kosine 45 stupnjeva. Etaža 650 je povezana sa prometnicom sa istočne strane odvojeno od ostalih etaža zbog nedostatka prostora. Ostale etaže su međusobno povezane te na taj način sačinjavaju cestu koja je sa prometnicom povezana također sa istočne strane.



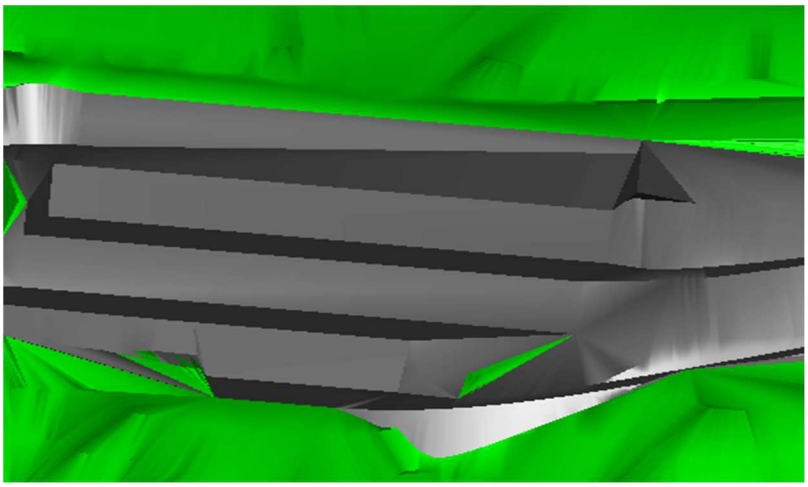
Slika 7-22. 3D prikaz varijante 1

Varijanta br. 2



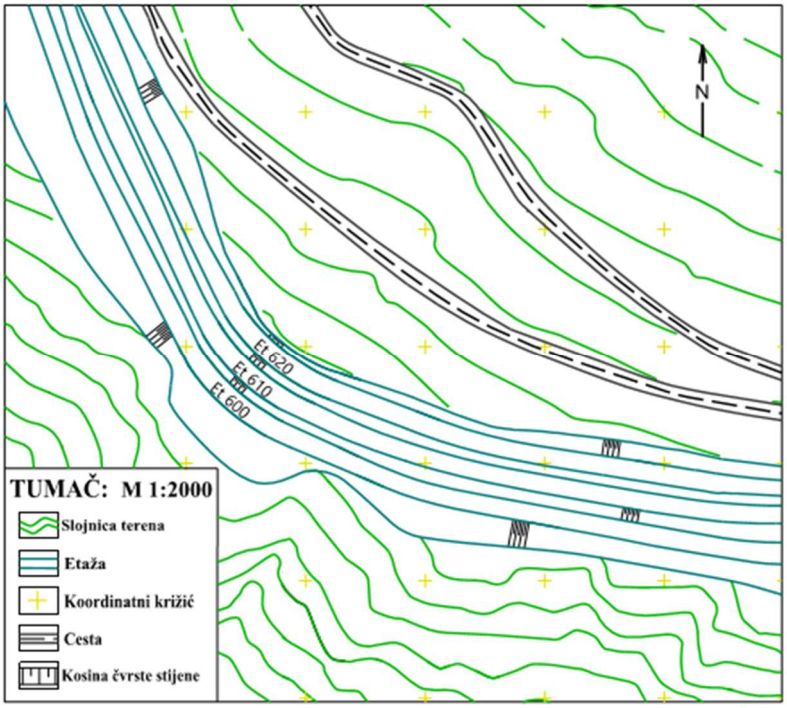
Slika 7-23. Varijanta 2, donji dio sanacije

Varijanta 2 se sastoji od četiri etaže, vrlo pravilnog, pravokutnog izgleda (slike 7-23. i 7-24.). Visina etaža je 14 metara, širina etaže 15,8 metara. Kut etažne kosine je nešto veći i iznosi 75 stupnjeva, dok nagib završne kosine iznosi povoljnih 40 stupnjeva. Etaže 620 i 640 su sa prometnicom povezane sa istočne strane dok su etaže 630 i 650 povezane sa zapadne strane. Etaže nisu međusobno povezane kao u prethodnoj varijanti pa je i samo izvođenje jednostavnije. Rješenje izgleda dosta jednostavnije forme nego prva varijanta.



Slika 7-24. 3D prikaz varijante 2

Varijanta br. 3



Slika 7-25. Varijanta 3, donji dio sanacije

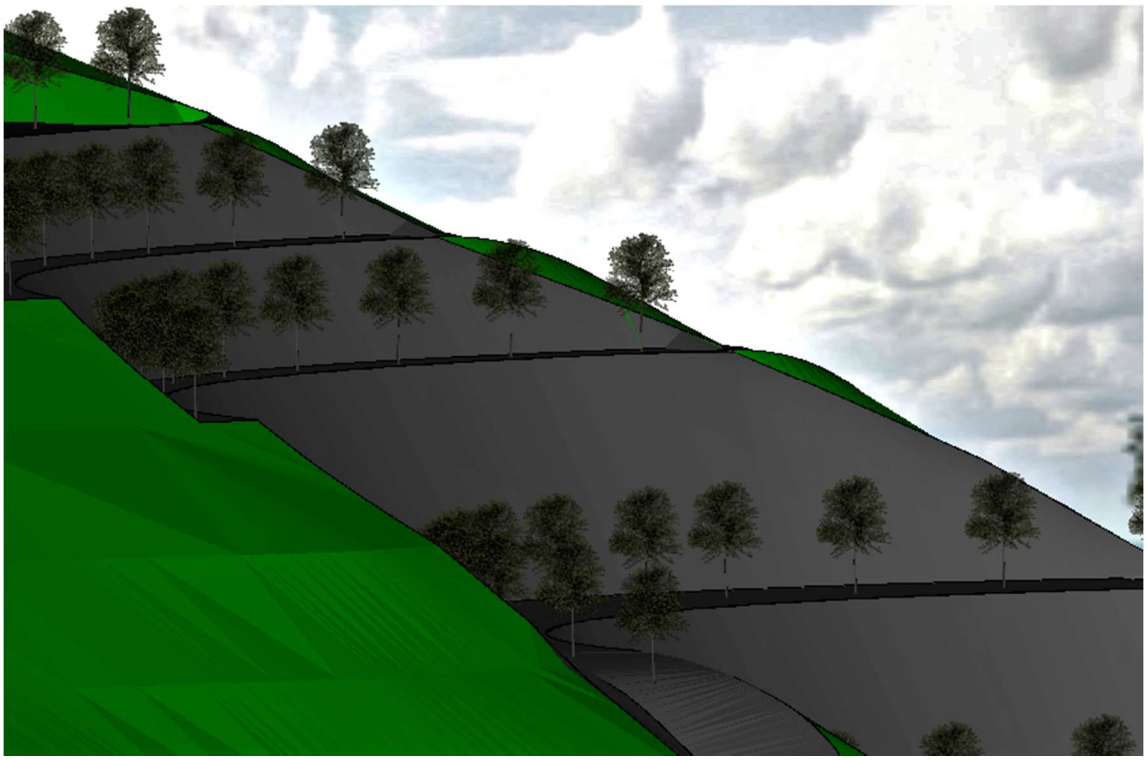
Varijanta se sastoji od tri etaže visine 10 metara i širine 8 metara. Nagib etažne kosine je pod 70 stupnjeva, dok je završna kosina 38 stupnjeva, što je izuzetno povoljno po pitanju sigurnosti. Etaže su sa prometnicom spojene i sa zapadne i sa istočne strane. Nisu međusobno povezane. Etaže ustvari čine tri paralelne ceste koje se sa istoka i zapada spuštaju sa razine prometnice do razina etaža odnosno 600 m.n.v., 610 m.n.v. i 620 m.n.v. Ova varijanta je izabrana kao najbolje rješenje od tri ponuđene varijante za donji dio

sanacije. Zamišljene su samo tri etaže, koje zapravo čine tri paralelne ceste (slika 7-25.). Te ceste mogu poslužiti kao biciklističke staze, a ispod najniže postoji dio terena koji je dodatno otkopan i čini kosinu prihvatljivog nagiba koja bi mogla poslužiti kao teren za voćnjak. Rješenje je također i najjednostavnije od tri ponuđena. Kut završne kosine je također manji nego u dvije ostale varijante.

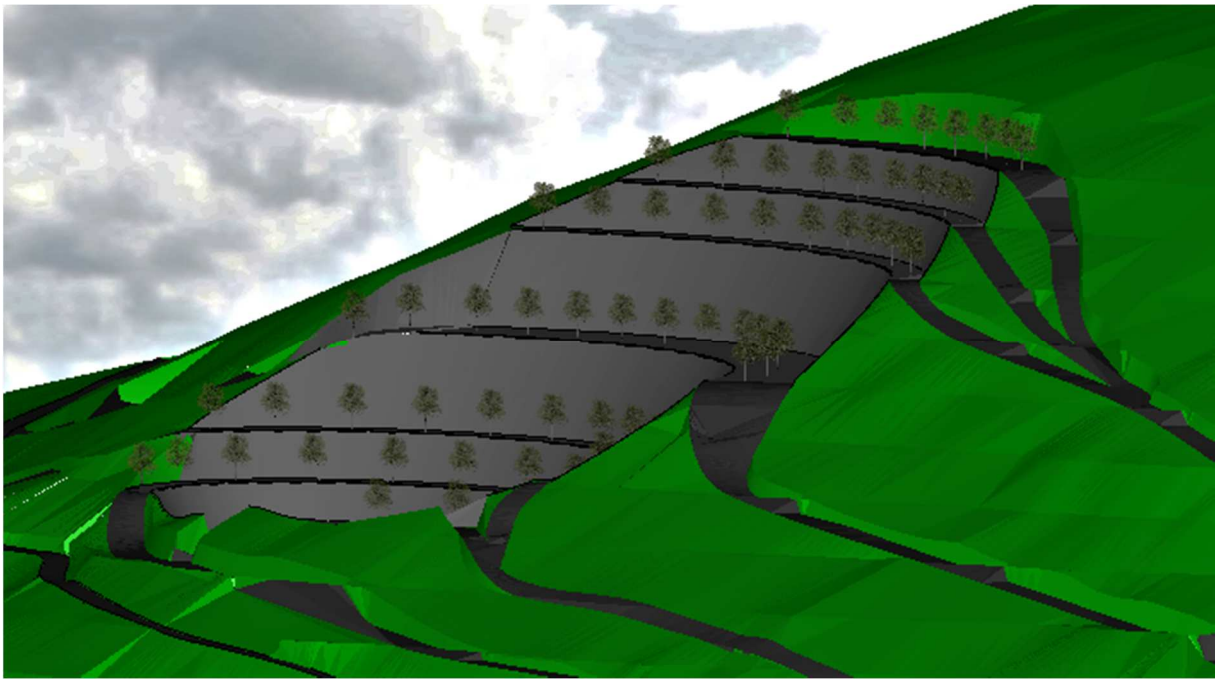
7.4. OPIS ODABRANOG MODELA SANACIJE

Gornji dio područja sanacije

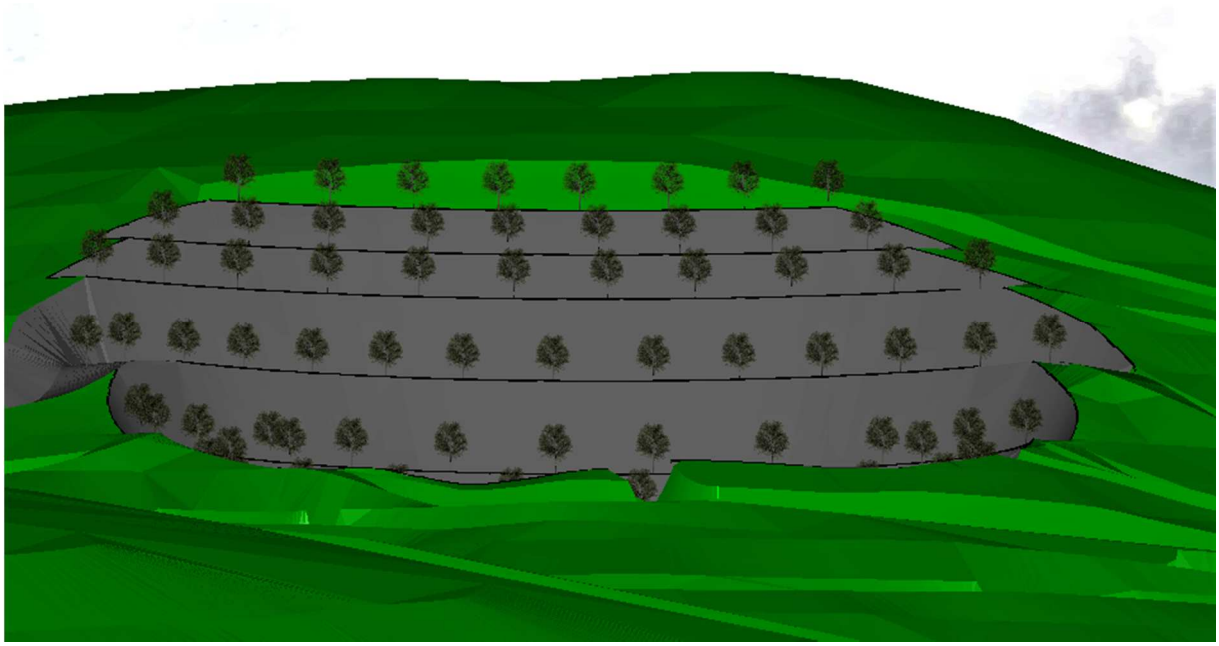
Kop se sastoji od 5 etaža, od čega su četiri etaže širine 6,83 metara, a jedna etaža izuzetno široka u iznosu od 22 metra. Tri etaže su visine 10 m, 700, 710 i 760 a etaže 730 i 750 su visine 20 metara. Nagib etažne kosine iznosi 60 stupnjeva, a završna kosina se nalazi pod nagibom od 40 stupnjeva što je izuzetno povoljno po pitanju sigurnosti. Etaže 700, 710 i 730 su s lokalnom prometnicom povezane i sa zapadne i sa istočne strane, dok su etaže 750 i 760 sa prometnicom povezane samo sa istočne strane. Zbog najmanjeg broja etaža, vrlo prihvatljive širine etaža, od čega jedne izuzetno široke i niskog nagiba završne kosine, ova varijanta proizlazi kao najprihvatljivija i najsigurnija opcija gornjeg dijela sanacije, a i vizualno je najatraktivnija. Na etažama postoji mogućnost sadnje voćaka, što je i prikazano na slikama 7-26., 7-27. i 7-28., naravno ukoliko se za to pripremi odgovarajuća podloga.



Slika 7-26. Sanirano stanje, gornji dio, pogled sa zapada



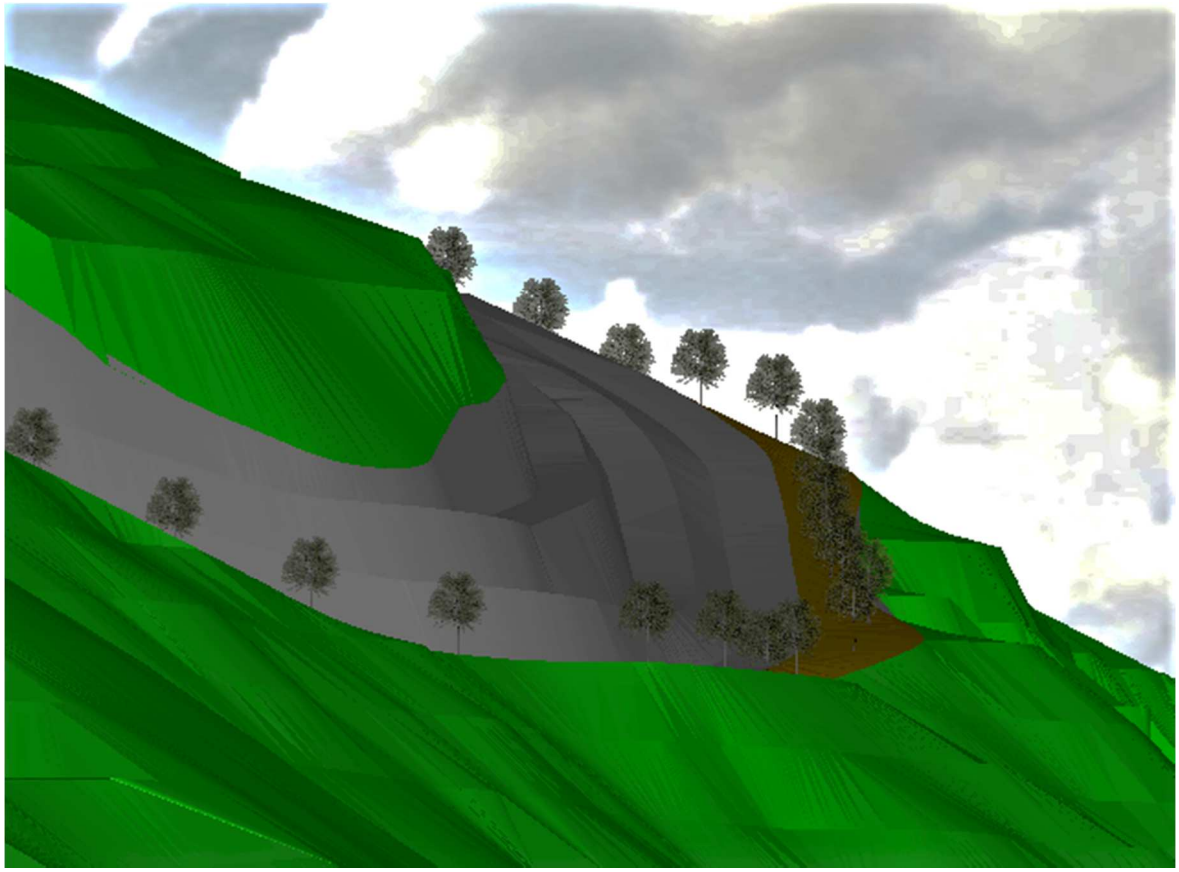
Slika 7-27. Sanirano stanje, gornji dio, pogled s istoka



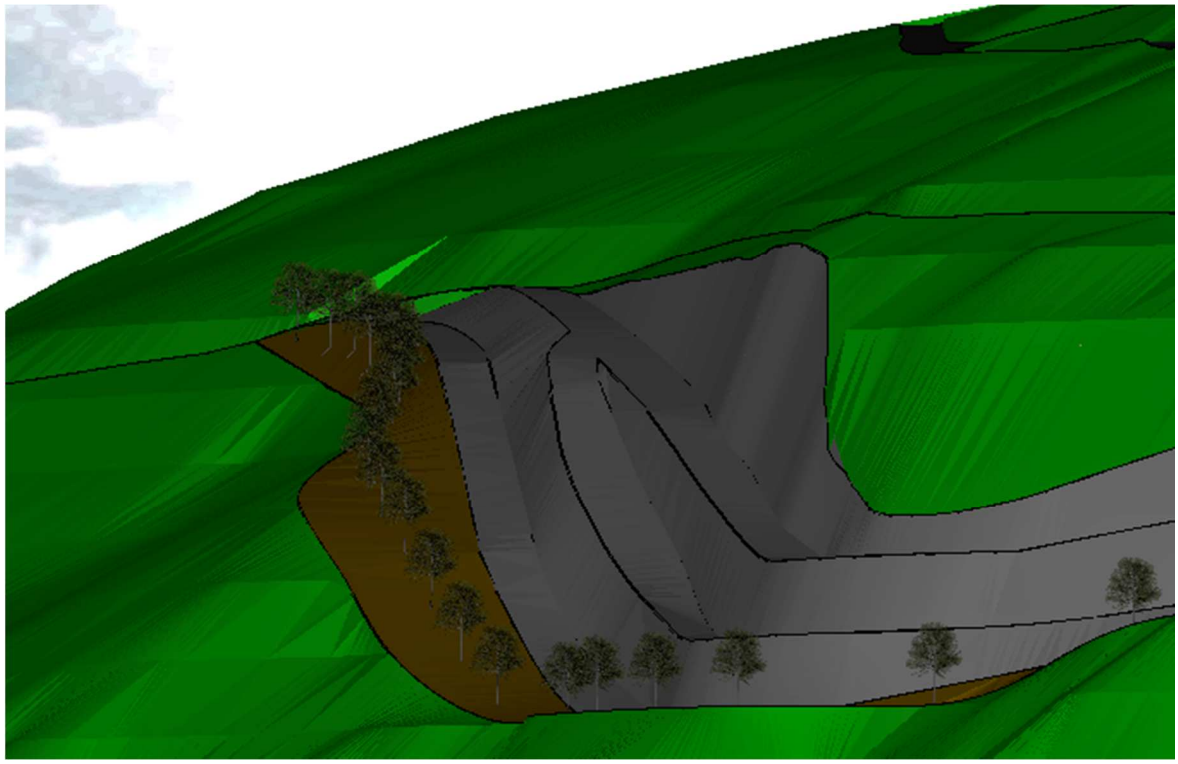
Slika 7-28. Sanirano stanje, gornji dio, pogled s juga

Donji dio područja sanacije

Za donji dio sanacije je izabrana 3. varijanta. Varijanta se sastoji od tri etaže visine 10 metara i širine 8 metara. Nagib etažne kosine je pod 70 stupnjeva, dok je završna kosina 38 stupnjeva, što je izuzetno povoljno po pitanju sigurnosti. Etaže su sa prometnicom spojene i sa zapadne i s istočne strane. Nisu međusobno povezane. Etaže ustvari čine tri paralelne ceste koje se s istoka i zapada spuštaju sa razine prometnice do razina etaža odnosno 600 m n.v., 610 m n.v. i 620 m n.v. Ova varijanta je izabrana kao najbolje rješenje od tri ponuđene varijante za donji dio sanacije. Zamišljene su samo tri etaže, koje zapravo čine tri paralelne ceste. Te ceste mogu poslužiti kao biciklističke staze, a ispod najniže postoji dio terena koji je dodatno otkopan i čini kosinu prihvatljivog nagiba koja bi mogla poslužiti kao teren za voćnjak. Rješenje je također i najjednostavnije od tri ponuđena. Kut završne kosine je također manji nego u dvije ostale varijante. Rješenje na slikama 7-29. i 7-30.



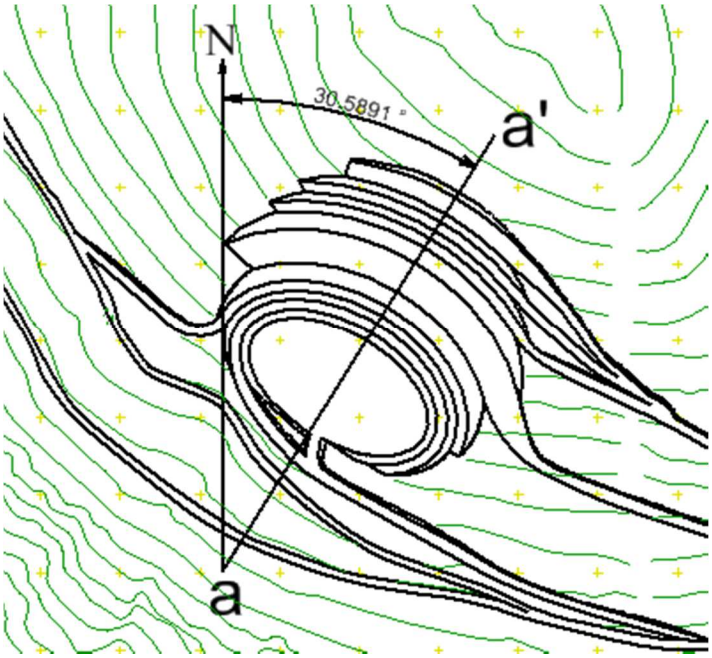
Slika 7-29. Sanirano stanje, donji dio, pogled sa zapada



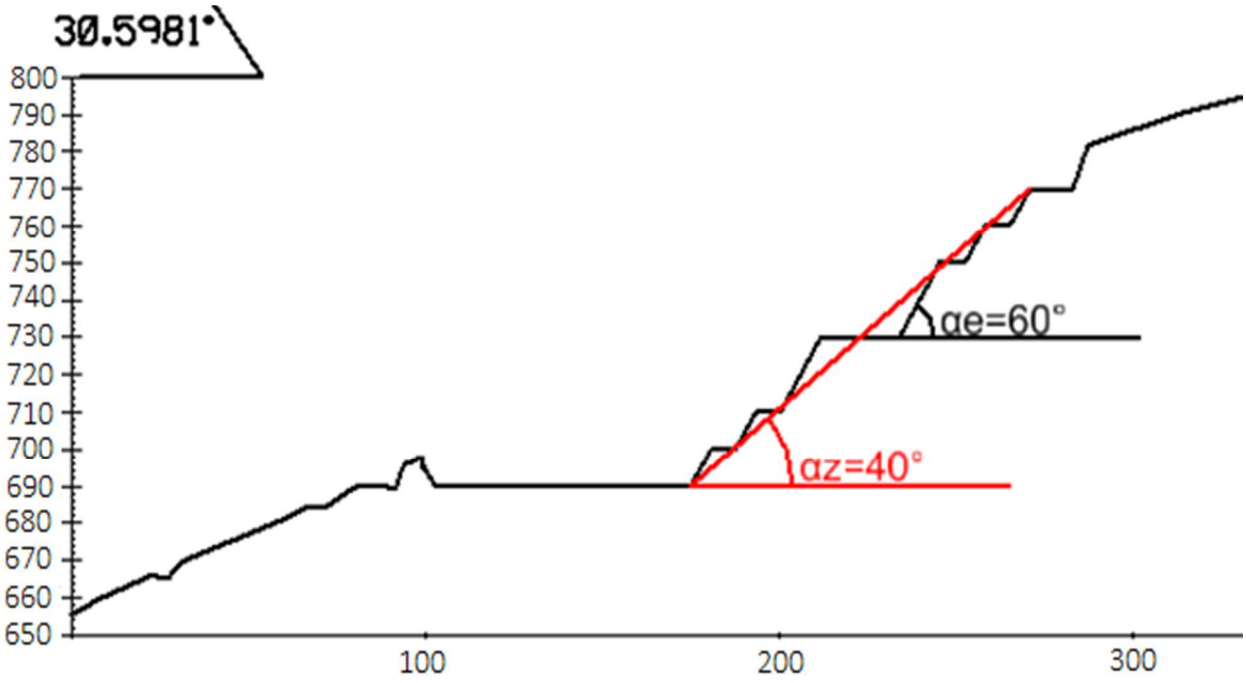
Slika 7-30. Sanirano stanje, donji dio, pogled s istoka

Znakoviti presjek saniranog kopa

Kako bi se istakla vizura planiranih rješenja izrađen je znakoviti presjek kroz sredinu kopa, tako da se dobije najbolji prikaz u profilu presjeka. Na slici 7-31. prikazana je pozicija presjeka, a na slici 7-32. profil presjeka kopa.



Slika 7-31. Položaj znakovitog presjeka a-a', M1:5000



Slika 7-32. Znakoviti presjek a-a', M1:2000

7.5. PRORAČUN OBUJMA

Prilikom ravnanja osnovnog platoa na 690 m n.v. te izrade samih etaža, biti će potrebno dio stijenskog materijala otkopati, a manji dio i nasipati kako bi se dobio zamišljeni izgled. Proračun volumena je izrađen za svih šest varijanata gornjeg i donjeg dijela sanacije, a rezultati su dani u tablici 7-3.

Obujam se proračunava naredbom *Evaluation* pa *Volume* te na kraju *Triangulate Volume*. U izborniku se izabere površinu početnog stanja pod *Original* te površinu krajnjeg stanja pod *Design*. Pritisne se *Add*, te *Apply* i na taj način proračuna obujam. U rezultatima izračuna, *Cut* predstavlja obujam otkopanog materijala, *Fill* obujam nasipanog materijala, a *Net* je razlika. Vrijednosti su izražene u kubičnim metrima.

Tablica 7-3 Proračun obujma

	Otkopani materijal m^3	**Nasipani materijal** m^3	**Razlika** m^3
Gornji dio 1. varijanta	164 709	13 511	151 198
Gornji dio 2. varijanta	185 753	3 265	182 488
Gornji dio 3. varijanta	211589	836	210 753
Donji dio 1. varijanta	73 752	1 096	72 657
Donji dio 2. varijanta	54 991	4 300	50 691
Donji dio 3. varijanta	199 886	22 757	177 129

Otkopani obujam stijenske mase za odabranu varijantu gornjeg dijela sanacije, odnosno varijantu br 3. iznosi 211 589 m^3. Nasipani obujam stijenske mase iznosi 836 m^3, dok iz toga slijedi da je razlika u iznosu od 210 753 m^3.

Otkopani obujam stijenske mase za odabranu varijantu donjeg dijela sanacije, odnosno varijantu br 3. iznosi 199 886 m^3. Nasipani obujam stijenske mase iznosi 22 757 m^3, dok iz toga slijedi da je razlika u iznosu od 177 129 m^3. Razlika nasipanog materijala od 22 757 m^3 nastala je radi nepravilnosti prilikom iscrtavanja 2D i 3D karte u programu,

te prilikom konstruiranja etaža, gdje nepravilnosti zauzimaju određeni volumen jer, primjerice, etaže na određenim dijelovima stoje nešto iznad slojnica do kojih su zamišljene, te računalo uzima da taj dio treba nasipati. Također, dio razlike je otišao na dijelove cesta koji se nalaze iznad razine terena, odnosno nisu usiječene u teren, pa je bilo potrebno nasipati materijal kako bi se to izvelo.

8. PRIJEDLOG PRENAMJENE SANIRANOG PROSTORA

8.1. MOGUĆA RJEŠENJA PRENAMJENE SANIRANOG KOPA TRIBOŠIĆ

Puno je mogućih rješenja o prenamjeni površinskog kopa Tribošić. Jedno od ponuđenih rješenja je podizanje ranije ukratko opisanog voćnjaka. Drugi sadržaji koji se mogu predložiti u ovom modelu su zasigurno vidikovac na najvišoj etaži gornjeg dijela sanacije do koje vodi pristupna cesta sa istočne strane, te bi, izgradnjom manjeg parkirališta na toj najvišoj razini, postojala mogućnost i pristupa automobilima. Etaže su zamišljene kao voćnjak sa stazama, postavljenim klupicama i stupovima javne rasvjete, kao i slavinama javnog vodovoda i gdje je moguće šetati te razgledati. Na osnovnom platou postoji mogućnost izgradnje sportsko rekreacijskog centra, za što je površina osnovnog platoa od približno 6800 m^2 i više nego dovoljna. Ovdje bi se nalazila 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. Također, pošto su etaže zamišljene u obliku amfiteatra, postoji mogućnost i za održavanjem ljetnog kina.

Na donjem dijelu sanacije također je zamišljeno održavanje voćnjaka, ali na najnižoj kosini, ne i na etažama kao u gornjem dijelu sanacije. Na etažama, odnosno cestama koje etaže čine, su zamišljene biciklističke staze, koje bi se nastavljale sa glavne ceste, spuštale do razine etaža te ponovno dizale na razinu glavne ceste. Kako bi se o takvoj varijanti uopće moglo razmišljati, treba okolne ceste i putove asfaltirati i urediti, opremiti odgovarajućom signalizacijom i učiniti prohodnima i za pješake sa pješačkim prijelazima i nogostupom. Dio za pješake bi bio uređen u neposrednoj blizini kopa. Na malo većoj udaljenosti nastavila bi se samo biciklistička staza odvojena od prometnice.

8.2. REKULTIVACIJA SANIRANOG KOPA TRIBOŠIĆ

Biološka sanacija odnosno rekultivacija se izvodi na kraju tehničke sanacije i prvenstveno se odnosi na postupak u kojem se na stijenskom materijalu stvara tlo pogodno za razvoj biljaka. Biološka sanacija te njena kvaliteta a samim time i uspješnost će u

mnogočemu ovisiti o vrsti stijena na kojima se ona provodi. Biološka sanacija se uspijeva dovršiti u roku i do 4 godine ali u slučaju najpovoljnijeg materijala kao što je les. U suprotnom, to vrijeme može biti produženo i na znatno duže razdoblje kao što je slučaj kod dolomita. U pravilu ovakva biološka sanacija, sa manje ili više za to pogodnijom podlogom, završava u roku do deset godina. Razdoblje od deset godina se premašuje ukoliko se ostavi da se biljke same prirodno rasprostrane. To se ne odnosi na etaže, odnosno na etažne kosine i ravnine, koje se moraju posebno pripremiti pomoću usitnjenog kamenog materijala ili humusa (Šumarski fakultet, 2015).

Rekultivacija sadrži tehničke, biotehničke i biološke mjere. Tehničke mjere pospješuju značajke otpornosti i deformabilnosti, a samim time i poboljšavaju erozijsku stabilnost kosina. Biološke mjere sadrže poljoprivredne i šumske melioracije te one doprinose stabilnosti i održavanju rekultiviranih površina. Iako su veoma važne u tom pogledu, još bolji utjecaj ostavljaju u svojstvu revitalizacije prostora i uspostavljanja prirodnih biocenoza (Živanović, 2008). Hortikulturalne biljke drže značajnu ulogu u ovom procesu. Tehničke mjere počinju stabilizacijom podloge za sanaciju te postavljanjem sustava za odvodnjavanje. Ukoliko je podloga koja se priprema za sanaciju slabijih geomehaničkih svojstava, moguća je i primjena geotekstila ili geomreže za ojačanje. Biološke mjere su zadnja faza rekultivacije i one podrazumijevaju podizanje hortikulturalnih nasada ili pošumljavljanje. Na mjestima kopa gdje je odložena jalovina moguće je podizanje niskih kultura. Kako bi se razvitak biljaka odvijao pravilno i željenom brzinom, neophodno je nanositi velike količine organskog i mineralnog materijala te se na taj način nadoknađuje nedostatak osnovnih hranjivih tvari kao što je fosfor, a što je preduvjet za razvoj kultura. Na rekultiviranim površinama se u najvećoj mjeri podižu voćnjaci (Živanović, 2008).

I u ovom slučaju sanacije površinskog kopa Tribošić, zamišljeno je da rekultivacija bude provedena pretežito voćkama i to na najnižoj kosini donjeg dijela sanacije, te na etažama gornjeg dijela sanacije odnosno kopa. Po etažnim kosinama postoji mogućnost sadnje puzavog bilja. Sva sadnja i podizanje voćaka i bilja se odvija nakon ranije opisane pripreme podloge za sadnju i uzgoj biljaka. Predložene voćke za sadnju su šljiva i jabuka, koje zahvaljujući uvjetima u kojima rastu, temperaturi i tlu koje podnose, su možda i idealan izbor za ovo područje. U slijedećem dijelu rada će, u kratkim crtama biti opisani osnovni preduvjeti za uspijevanje šljive i jabuke.

Sadnja šljiva:

Temperatura

Tijekom zimskog mirovanja šljiva može podnijeti temperaturu čak i do -30 °C. U fazi otvaranja cvjetnih pupova, cvjetovi mogu stradati na temperaturi od -1 °C do -5 °C, a u fazi pune cvatnje to se može se dogoditi na temperaturama od -0,5 °C do -2,2 °C. Slično kao i kod ostalih voćnih vrsta, mali plodovi su još osjetljivi, pa stradavaju na temperaturama od -0,5 °C do -2 °C. Kakvoća ploda ovisi o srednjoj temperaturi tijekom lipnja, srpnja i kolovoza. Najpovoljnija područja za sadnju šljive su ona sa srednjom temperaturom od 18 do 20 °C u ranije spomenutim mjesecima u godini (www.agroklub.com).

Voda

Kritična granica za uzgoj šljive je 600 mm oborina godišnje. Ta količina ovisi o više čimbenika, a to su: raspored oborina, tlo, temperaturama u tijeku vegetacije. Primjerice, u Republici Hrvatskoj, u krajevima pogodnim za sadnju šljiva padne i više od 800 mm oborina (www.agroklub.com).

Tlo

Šljivi odgovaraju duboka tla. Također, tlo za uzgoj šljive mora biti propusno, lagano i humusno, te bogato fosforom i kalijem. Šljiva može podnijeti i teža tla, ali ukoliko se želi postići redovita rodnost, potrebno je poboljšati njihova svojstva agromelioracijskim mjerama uz dodavanje stajskog gnojiva. Šljivi najviše odgovara pH 6,0 - 7,5. Tla koja sadrže više od 10 % vapna nisu pogodna za uzgoj šljive (www.agroklub.com).

Sadnja jabuka:

Temperatura

Sadnja jabuka zahtijeva prosječne temperature 14 - 19 °C. Također, može podnijeti vrlo niske temperature od -25 do -28 °C u vrijeme zimskog mirovanja, te maksimalne temperature do 35 °C. Pogoduje joj umjerena relativna vlaga zraka do 60 % i blaga zračna strujanja u doba povećane vlažnosti zraka ili jakih ljetnih žega, ali joj štete topli i suhi vjetrovi u vrijeme oplodnje. Jabuka je osjetljiva na tuču u svako doba vegetacije. U slučaju

vrlo niskih temperatura, poželjan je snježni pokrivač koji spriječava smrzavanje korijenja (www.agroklub.com).

Voda

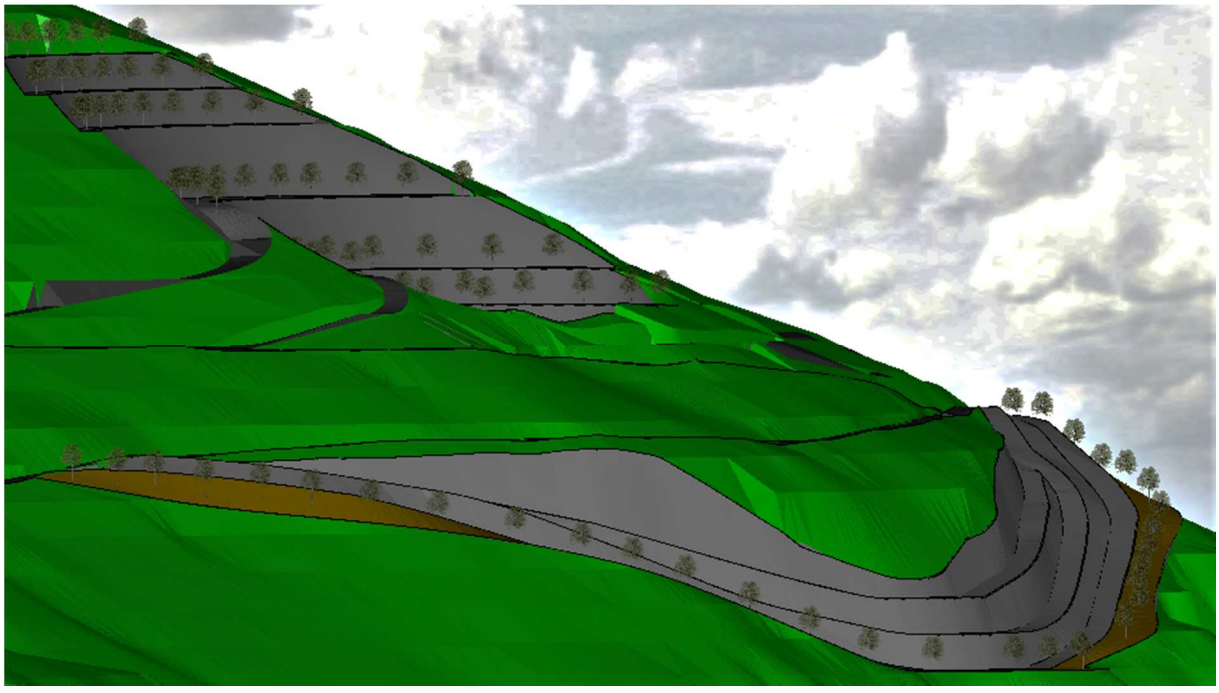
Kod uzgoja jabuka preporučljiv je sustav navodnjavanja. Jabuke zahtijevaju najviše vode za vrijeme cvijetanja odnosno u svibnju (www.agroklub.com).

Tlo

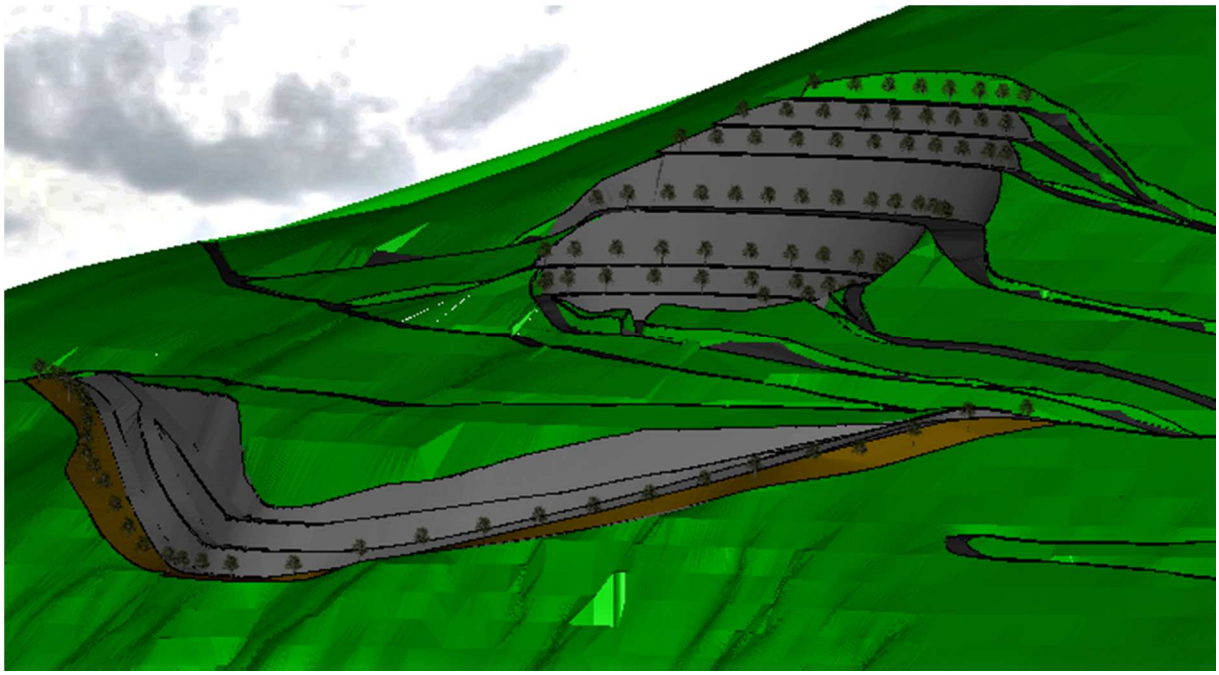
Za jabuku su najpovoljnija duboka tla, pjeskovito-ilovastog sastava, sa barem 3% humusa i mineralnih hranjiva kao i s dobrim poljskim vodnim kapacitetom. Najbolje uspijeva u tlima blago kisele reakcije sa Ph od 5,5 - 6,5. Tlo nebi smjelo sadržavati više od 5% fiziološki aktivnog vapna (www.agroklub.com).

Prikaz cjelokupne sanacije

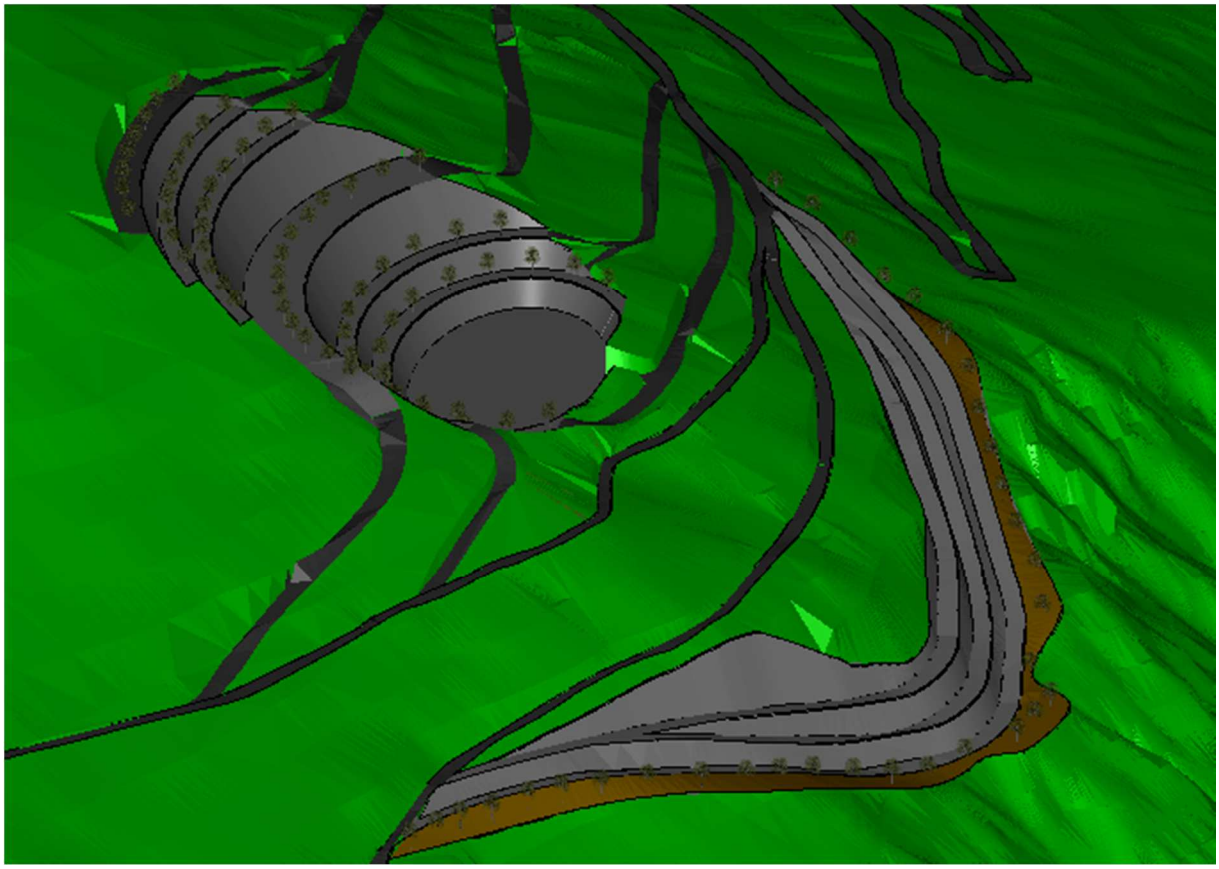
Prema predloženim rješenjima površinski kop Tribošić će se sanirati i biološki rekultivirati kao što je prikazano na slikama 8-1., 8-2. i 8-3.



Slika 8-1. Model saniranog i rekultiviranog cjelokupnog kopa Tribošić, pogled sa zapada



Slika 8-2. Model saniranog i rekultiviranog cjelokupnog kopa Tribošić, pogled s jugoistoka



Slika 8-3. Model saniranog i rekultiviranog cjelokupnog kopa Tribošić, pogled iz zraka

9. PROCJENA TROŠKOVA TEHNIČKE SANACIJE I REKULTIVACIJE

Okvirna cijena tehničke sanacije iznosi 2 €/m^3, što je procijenjeno 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. Cijena je prikazana u tablici 9-1.

Tablica 9-1 Cijena tehničke sanacije

Pozicija	**Otkopani materijal u m^3**	**Cijena sanacije u € (m^3 otkopanog materijala*cijena od 2 €/m^3)**
Gornji dio 3. varijanta	211 589 m^3	423 178 €
Donji dio 3. varijanta	199 886 m^3	399 772 €
Ukupna tehnička sanacija	411 475 m^3	822 950 €

Dobit tehničke sanacije je ukupni obujam otkopane stijenske mase (umanjen za nasipani materijal, jer se uzelo da se otkopani materijal koristio i za nasipavanje) pomnožen sa prodajnom cijenom od 3 €/m^3 i umanjen za ukupni obujam otkopane stijenske mase pomnožen sa cijenom tehničke sanacije od 2 €/m^3.

$P_R = ((O_{UK}-O_{NS}) * 3 €)-(O_{UK} * 2 €)$

$P_R = ((411\ 475-23\ 593)*3)-(411\ 475*2)$

$P_R = (387\ 882*3)-(822\ 950)$

$P_R = 1\ 163\ 647-822\ 950$

$P_R = 340\ 698$ €

Gdje je:

P_R= Dobit tehničke sanacije

O_{UK}= Ukupni obujam otkopane stijene

O_{NS}= Nasipani materijal

Ukupni troškovi sanacije biti će opterećeni i troškovima rekultivacije, odnosno prenamjene, no, budući da se još ne može sa sigurnošću odrediti što će to biti, u ovom radu taj trošak nije obrađen.

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.

Ako se uzme da je površina koja će se rekultivirati jednaka površini tehničke sanacije, ukupni troškovi će biti:

Tuk = Tt + Tr = 822 950 + 24 000 = 846 950 €

Tt = Pt * Cr = 80 000 * 0,3 = 24 000 €

Gdje je:

Tuk= Ukupni troškovi sanacije

Tt= Troškovi tehničke sanacije

Tr= Troškovi rekultivacije

Pt= Površina tehničke sanacije

Cr= Cijena rekultivacije

10. ZAKLJUČAK

U Zapadno hercegovačkoj županiji postoje na desetci ne saniranih i opasnih površinskih kopova i u manjem broju jama, koji su velika i direktna prijetnja kako eko sustavu tako i ljudskom zdravlju. Na ovim kopovima nije provedena zakonom propisana sanacija. Osim što umanjuju estetsku vrijednost krajolika i predstavljaju neprimjeren način rudarenja, na velikoj većini ovih napuštenih kopova i jama dolazi do ilegalnog odlaganja otpada. Otpad se odlaže nekontrolirano i u velikim količinama, te kada se uzme u obzir kako se radi o krškom terenu, obilatom podzemnim vodotocima, nije teško zaključiti o kakvom se problemu radi i koliku opasnost predstavlja.

Kontaminirane podzemne i površinske vode dokazana su prijetnja velikom području, puno širem od grada Širokog Brijega, Zapadno hercegovačke županije i same Bosne i Hercegovine u kojoj se ona nalazi. Važno je napomenuti kako se ovaj problem osim grada Širokog Brijega, Zapadno hercegovačke županije te BiH, također direktno dotiče Republike Hrvatske te Europske Unije, čija je Republika Hrvatska članica, jer rijeka Neretva dijelom teče na području RH i utječe u Jadransko more na teritoriju RH odnosno EU.

Provođenje sanacije ne bi samo uklopilo sanirane kopove u krajolik već bi, kao u slučaju PK Tribošić donijelo i društveno korisnu i atraktivnu lokaciju za lokalnu zajednicu. Rješavanjem ovog problema spriječila bi se i veoma opasna pojava onečišćenja okoliša i kontaminacije voda kao i što bi se sačuvalo zdravlje biljaka, životinja i ljudi, prvenstveno ljudi, što bi u konačnici, uvijek trebalo biti na prvom mjestu, bez obzira na cijenu.

11. LITERATURA

DRAGIČEVIĆ, I., GALIĆ, I., VRANJKOVIĆ, A., FARKAŠ, B., GALIĆ, M., 2013., Elaborat o rezervama arhitektonsko građevnog kamena u istražnom prostoru "San".

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.

GALIĆ, I., FARKAŠ, B., HAJSEK, D., 2011., Idejni projekt sanacije eksploatacijskog polja "Pregrada 2".

GALIĆ, I. 2016., Sanacija i prenamjena napuštenih i nesaniranih kopova na području ZHŽ, Prijedlog znanstveno-istraživačkog projekta, Široki Brijeg.

GALIĆ, I., 2016. Tehničke i pravne mogućnosti uređenja i prenamjene kopova (napuštenih, nesaniranih i eksploatacijskih polja u završnoj fazi eksploatacije). Mogućnosti sanacije i rekonstrukcije eksploatacijskih polja nakon završetka eksploatacije, Stručni skup Autus, Pula.

RAIĆ, V., AHAC, A., PAPEŠ, J., 1967. OGK, List IMOTSKI (33-23), Institut za geološka istraživanja Sarajevo.

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

ŠUMARSKI FAKULTET, 2015., Sanacija degradiranih terena, Sanacija površinskih kopova.

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

WEB IZVORI:

GOOGLE EARTH, 2016., Google elektroničke karte, Google inc.

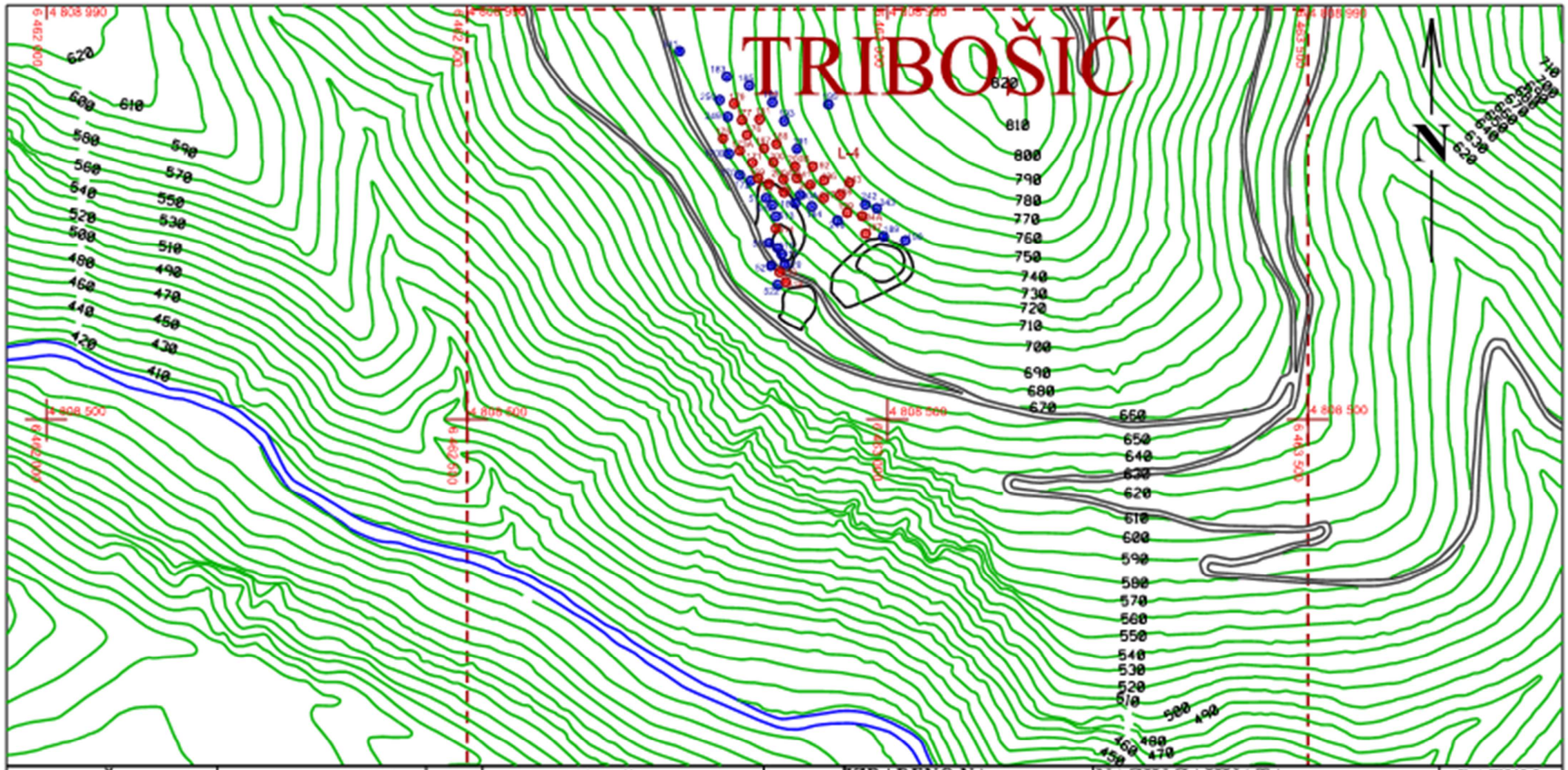
http://www.buildmagazin.com/index2.aspx?fld=tekstovi&ime=bm0832.htm, 23.9.2016.

http://www.agroklub.com/sortna-lista/voce/jabuka-7/, 23.9.2016.

http://www.agroklub.com/sortna-lista/voce/sljiva-31/, 23.9.2016.

PRILOG 1

Situacijska karta Britvica-Ljubotići M1:5 000



TUMAČ: **M 1:5000**

- Etaža
- Slojnica terena
- Koordinatni križić
- Rijeka
- Cesta
- 640 Nadmorska visina
- Kosina čvrste stijene
- Kontura kopa
- B-0 Oznaka i broj istražne bušotine

Broj točke	Koordinate vršnih točaka situacijske karte		Dužina stranice
	Y (m')	X (m')	D (m')
K1	6 461 952	4 809 991	1850
K2	6 463 802	4 809 991	903
K3	6 463 802	4 808 088	1850
K4	6 461 952	4 808 088	903

POVRŠINA SITUACIJSKE KARTE = 167,0615 ha

IZRAĐENO NA: Rudarsko geološko naftni fakultet

NAZIV ZAHVATA: SANACIJA POVRŠINSKOG KOPA TRIBOŠIĆ

DATUM:

IZRAĐIVAČ: Ivan Soldo

MENTOR: Dr. sc. Ivo Galić, dipl. ing. rud., izvanredni profesor, RGN

STUDENT: Ivan Soldo

NAZIV RADA: MODELIRANJE SANACIJE POVRŠINSKIH KOPOVA BOKSITA NA PRIMJERU LEŽIŠTA „TRIBOŠIĆ“ KOD ŠIROKOG BRIJEGA

MJERILO:	NAZIV PRILOGA:	PRILOG:
1:5000	SITUACIJSKA KARTA BRITVICA-LJUBOTIĆI	1