

# Izrada modela istraživanja ležišta boksita u zapadnom dijelu eksploatacijskog polja „Medine Stanine“

---

Ritonja, Sara

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

*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:169:365058>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-31**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET  
Preddiplomski studij

**IZRADA MODELA ISTRAŽIVANJA LEŽIŠTA BOKSITA U ZAPADNOM DIJELU  
EKSPOLATACIJSKOG POLJA „MEDINE STANINE“**

Završni rad

Sara Ritonja

R4271

Zagreb, 2022.



KLASA: 602-01/22-01/81  
URBROJ: 251-70-11-22-2  
U Zagrebu, 14.09.2022.

Sara Ritonja, studentica

## RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/22-01/81, URBROJ: 251-70-11-22-1 od 28.04.2022. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

### IZRADA MODELA ISTRAŽIVANJA LEŽIŠTA BOKSITA U ZAPADNOM DIJELU EKSPOLATACIJSKOG POLJA „MEDINE STANINE“

Za voditelja ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada Prof.dr.sc. Ivo Galić nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Voditelj

(potpis)

Prof.dr.sc. Ivo Galić

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za  
završne i diplomske ispite:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Dubravko  
Domitrović

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Borivoje  
Pašić

(titula, ime i prezime)

**IZRADA MODELA ISTRAŽIVANJA LEŽIŠTA BOKSITA U ZAPADNOM DIJELU  
EKSPLOATACIJSKOG POLJA „MEDINE STANINE“**

Sara Ritonja

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

Sažetak

Završni rad vezan je uz modeliranje kontaktne plohe i prijedloga istražnih radova u svrhu pronalaska ležišta boksita na području boksitonosnog područja „Medine Stanine“ koje se nalazi na području Bosne i Hercegovine.

Model je napravljen korištenjem računalnih programa Microstation v8i i OpenRoads Designer. Izrada modela sastojala se od unosa digitaliziranih karata te vektorizacije istih, pridodavanja vrijednosti (z) svih potrebnim grafičkim elementima, izrade površine terena i kontaktne plohe te određivanja pozicija bušotina pomoću zadanih naredbi.

Rezultat izrađenog modela primjenom programa Openroads Desginer je kreirani prijedlog projekcija istražnih radova u svrhu pronalaženja novih ležišta boksita unutar navedenog boksitonosnog područja. Predložena je izrada devet bušotina s pripadajućim raskopima i ostalim pripremnim radovima. Istražni radovi su konstruirani neposredno uz liniju kontaktne plohe te prate njeno pružanje. Na temelju dobivenih podataka duljina predloženih istražnih bušotina napravljen je okvirni proračun troškova istražnih radova.

Ključne riječi: kontaktna ploha, istražni radovi, boksit, Microstation, trodimenzionalno modeliranje

Završni rad sadrži: 30 stranice, 2 tablice, 19 slika i 8 referenci.

Jezik izvornika: hrvatski

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

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

Ocjenjivači: Dr. sc. Ivo Galić, redoviti profesor RGNF  
Dr. sc. Davor Pavelić, redoviti profesor RGNF  
Dr. sc. Branimir Farkaš, docent RGNF

Datum obrane: 21.09.2022., Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

*Zahvaljujem se svojem mentoru prof.dr.sc. Ivi Galiću, na pruženom trudu, znanju i vremenu bez kojih izrada ovog završnog rada nebi bila moguća.*

*Također, najviše se zahvaljujem svim svojim prijateljima, bratu Ivanu, kolegama i slučajnim prolaznicima, koji su uvijek tu uz mene, podržavaju me i upućuju na pravi put. Stoga zasluge za ovaj uspjeh pripisujem svima vama, jer bez vaše potpore ovo nebi bilo moguće.*

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. OSNOVNE ZNAČAJKE PODRUČJA ISTRAŽIVANJA.....	2
2.1. Zemljopisni položaj .....	2
2.2. Morfološko-hidrološke i klimatske značajke područja .....	3
2.3. Geološka građa šireg područja .....	3
2.4. Dosadašnji rudarski radovi u okruženju .....	4
3. OPĆI PODACI O ISTAŽIVANJU BOKSITA.....	6
3.1. Vrste istražnih radova pri istraživanju boksita. ....	6
3.2. Položaj boksita u prostoru .....	6
4. IZRADA 3D MODELA ZAPADNOG DJELA EKSPLOATACIJSKOG POLJA MEDINE STANINE.....	9
4.1. Unošenje rasterske karte u Microstation .....	9
4.2. Izrada vektorske karte.....	11
4.3. Izrada 3D površine terena.....	11
4.4. Triangulacija 3D modela terena .....	13
5. MODELIRANJE KONTAKTNE PLOHE I ISTRAŽNIH RADOVA .....	15
5.1. Podjela ležišta crvenih bokista na skupine .....	15
5.2. Odabir odgovarajuće udaljenosti između istražnih radova.....	16
5.3. Izrada kontaktne plohe.....	16
5.4. Nanošenje istražnih bušotina .....	17
6. PRORAČUN TROŠKOVA ISTRAŽNIH RADOVA.....	20
7. ZAKLJUČAK.....	21
8. LITERATURA .....	22

## POPIS SLIKA

Slika 2-1. Geografski položaj područja „Medine Stanine“ (Google Earth)	2
Slika 2-2. Geološka karta područja ležišta „Medine Stanine“ (OGK, list Imotski s legendom, mjerilo 1:100 000 uvećano na 1:50 000, Raić i dr., 1967.)	3
Slika 2-3. Položaj postojećih rudarskih radova na području „Medine Stanine“	5
Slika 3-1. Položaj ležišta bokista u prostoru na području Bešpelja kod Jajca (Budeš, 2009.)	7
Slika 3-2. Pretpostavljeni položaj ležišta boksita na području EP „Medine Stanine“ zapad	7
Slika 3-3. Površinki kop 1- PK1	8
Slika 3-4. Površinki kop 2- PK2	8
Slika 3-5. Površinki kop 3- PK3	8
Slika 4.1. Unošenje topografske karte u Microstation	10
Slika 4-2. Topografska karta s istražnim prostorom EP „Medine Stanine-zapad“, u mjerilu 1:25 000	10
Slika 4-3. Vektorizacija topografske karte dobivene u mjerliu 1:25000	11
Slika 4-4. Pretvaranje datoteke u 3D oblik	12
Slika 4-5. „Top view“ podignutih slojnica terena	12
Slika 4-6. „Isometric view“ terena	13
Slika 4-7. Triangulirani model terena u obliku ispunjenih ploha (Smooth)	14
Slika 5-1. Trasiranje kontaktne plohe prema topografskoj karti	17
Slika 5-2. Prikaz oznake raskopa sa bušotinom	17
Slika 5-3 .Plan bušotina neposredno uz kontaktnu plohu ( „Top view“)	18
Slika 5-4. Plan bušotina na trianguliranom blok modelu	18
Slika 5-5. Prikaz pozicija bušotina na Google Earth	19

## **POPIS TABLICA**

Tablica 5-1. Najveće udaljenosti između istražnih radova u metrima.	16
Tablica 6-1. Proračun okvirnih troškova istražih radova	20



## POPIS KORIŠTENIH OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
O	m <sup>3</sup>	Obujam
d	m <sup>2</sup>	duljina

## 1. UVOD

Tema ovog završnog rada je modeliranje kontaktne plohe i istražnih radova u cilju pronalaska ležišta boksita na boksitonosnom području „Medine Stanine“ koje se nalazi u blizini Širokog Brijega u Bosni i Hercegovini. Na početku rada obrađene su opće značajke područja koji istražujemo s postojećim rudarskim radovima u okolini.

Nakon toga slijedi poglavlje o istraživanju boksita, vrsti samih istražnih radova te su prikazani položaji pojavljivanja ležišta boksita u prostoru s naglaskom na položaj potencijalnog ležišta promatranog u ovom radu.

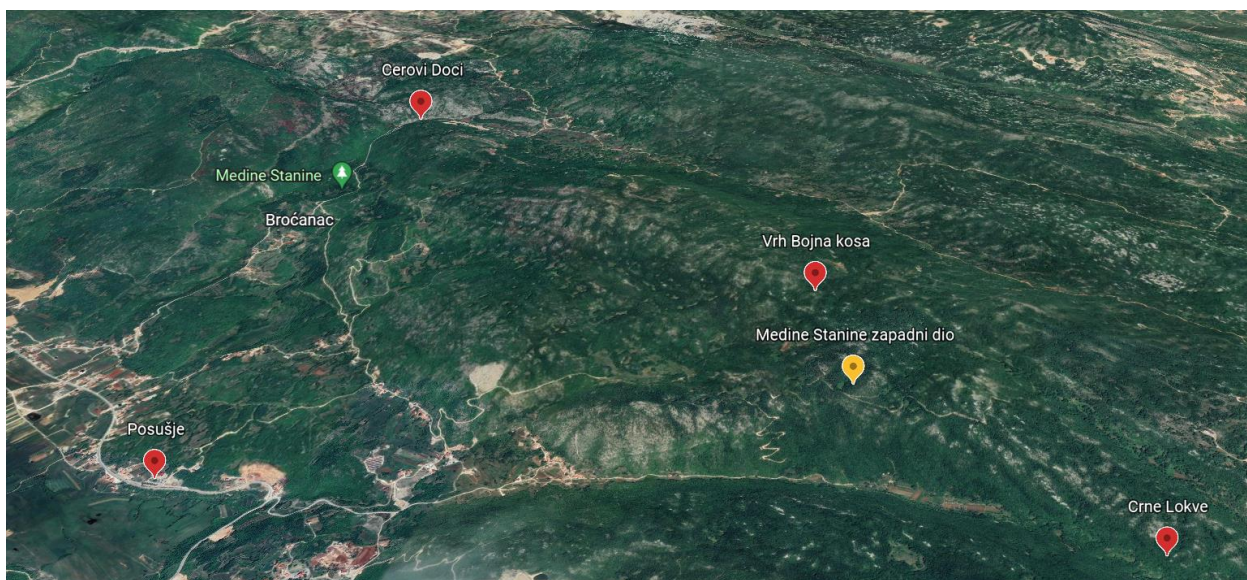
Zatim slijedi izrada 3D modela terena iz postojećih geoloških i topografski karata, užeg i šireg područja. Obradom podataka iz rasterskih formata karata izrađena je situacijska karta označenog užeg područja koja je poslužila za izradu blok modela terena, kontaktne plohe i izrada prijedloga pozicija bušotina i raskopa za buduće istražne radove. Vektorizacija topografskih karata, triangulacija situacijske karte, 3D modeliranje, izrada kontaktne plohe i pozicija bušotina napravljena je u računalnim programima Microstation V8i i OpenRoads Designer.

U završnom dijelu rada prikazan je proračun okvirnih troškova budućih istražnih radova na temelju dobivenih dubina predloženih istražnih bušotina te ostalih pripadajućih troškova. Primarni cilj ovih istražnih radova je površinskim bušenjem utvrditi postojanje ležišta boksita te napraviti podlogu za buduća detaljna istraživanja.

## 2. OSNOVNE ZNAČAJKE PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

### 2.1. Zemljopisni položaj

Boksitonosno područje „Medine Stanine“ nalazi se na jugu Bosne i Hercegovine, na približno 43,45° sjeverne geografske širine i 17,41° istočne geografske dužine. Lokacija istražnog prostora prostire se na oko 15 km zračne crte sjeverozapadno od grada Široki Brijeg te oko 8 km istočno od mjesta Posušje. Nadmorska visina ovog promatranog područja je od 800 pa do 1067 m.n.v., gdje je najviši vrh Bojna kosa. Geografski položaj područja „Medine Stanine“ prikazan je na slici 2.1.



Slika 2-1. Geografski položaj područja „Medine Stanine“ (Google Earth)

Područje „Medine Stanine“ nije detaljno istraženo, ali na temelju geoloških odnosno topografskih karata, raznih prospekcija terena možemo utvrditi strukturalno-geološke, hidrogeološke i inženjersko-geološke osobitosti terena te s obzirom na ležišta mineralnih sirovina i postojeće rudarske radove koji se nalaze u okruženju (arhitektonsko-građevni kamen i boksit) može se doći do zaključka da se radi o vrlo perspektivnom području koje bi moglo biti zanimljivo i pogodno za eksploataciju boksita.

## 2.2. Morfološko-hidrološke i klimatske značajke područja

Ležište boksita „Medine Stanine“ nalazi se u području s mediteranskom klimom planinskog tipa. Izražena krška morfologija terena uzrokuje i izrazito kršku hidrografiju šireg područja. Oborinska voda se duž vertikalnih i subvertikalnih pukotina lako drenira u podzemlje.

Značajke klime su duga suha ljeta i blage kišovite zime. Srednja temperatura u siječnju je oko 5°C, a samo nekoliko dana u godini temperatura padne ispod 0°C, tako da je rad na kopu moguć kroz veći dio godine. Najviše oborina na ovom području padne tijekom studenog i prosinca, a najmanje u lipnju i srpnju (Galić, 2013).

## 2.3. Geološka građa šireg područja

Geološka građa šireg područja „Medine Stanine“ prikazana je na slici 2-2.



<b>K<sub>2.3</sub></b>	Vapnenci s rudistima, hondrodontama, keramosferinama, globotruncanama i proslojcima dolomita (dijelovi turona i senona)	<b>bx</b>	Pojava boksita
<b>K<sub>1.2</sub></b>	Dolomiti, dolomitični vapnenci, vapnenci i breče (alb-cenoman)	<b>///</b>	Rasjed bez oznake karaktera: osmatran, pokriven ili aproksimativno lociran i fotogeološki osmatran
<b><sup>2</sup>K<sub>1</sub></b>	Vapnenci s orbitolinama i panielama i proslojcima dolomita	<b>∩</b>	Čelo navlake: utvrđeno i pokriveno ili aproksimativno locirano
<b>E<sub>1.2</sub></b>	Alveolinsko-numulitni vapnenci	<b>40, 40, 7, 6</b>	Elementi pada sloja: normalan i prevrnut
<b>Pc.E</b>	Vapnenci s harama, pužićima i miliolidama (liburnijski slojevi)	<b>⊙ ⊕</b>	Marinska i sietkovodna makrofauna

Slika 2-2. Geološka karta područja ležišta „Medine Stanine“ (OGK, list Imotski s legendom, mjerilo 1:100 000 uvećano na 1:50 000, Raić i dr., 1967.).

Područje istraživanja „Medine Stanine“ izgrađeno je od krednih vapnenaca i dolomita, paleogenskih vapnenaca i fliša. Kredne naslage pripadaju turonu ( $K_2^2$ ) i turon-senonu ( $K_2^{2,3}$ ).

Gornjokredne turonske naslage predstavljene su svijetlosivim i bijelim debelo uslojenim vapnencima koji u vršnim dijelovima poprimaju ružičastu do potpuno crvenkastu boju. U sitnim pukotinama primijećeno je crveno obojenje što upućuje da su boju naknadno dobile iz otopina bogatim Fe- oksidima. Turonski vapnenci dio su struktura dinarskog pružanja i predstavljaju posljednji član taloženja krednih naslaga na ovom području. U njihovim višim dijelovima postoje mnoga udubljenja zapunjena boksitom što se vidi iz već otkopanih ležišta. (Rukavina, 2012.)

#### **2.4. Dosadašnji rudarski radovi u okruženju**

Prema dostupnim podacima istražni radovi na ovom promatranom području odvijali su se do devedesetih godina prošlog stoljeća. Većinski opseg istraživanja kao i Elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji i obračunu rezervi crvenih boksita na području OOUR-a Rudnici boksita Lištica napravljen je do 1980-ih godina. Daljnja istraživanja nisu se nastavljala zbog izbijanja rata na području bivše Jugoslavije koji je sa sobom uzrokovao teško gospodarsko stanje čije posljedice su prisutne i danas.

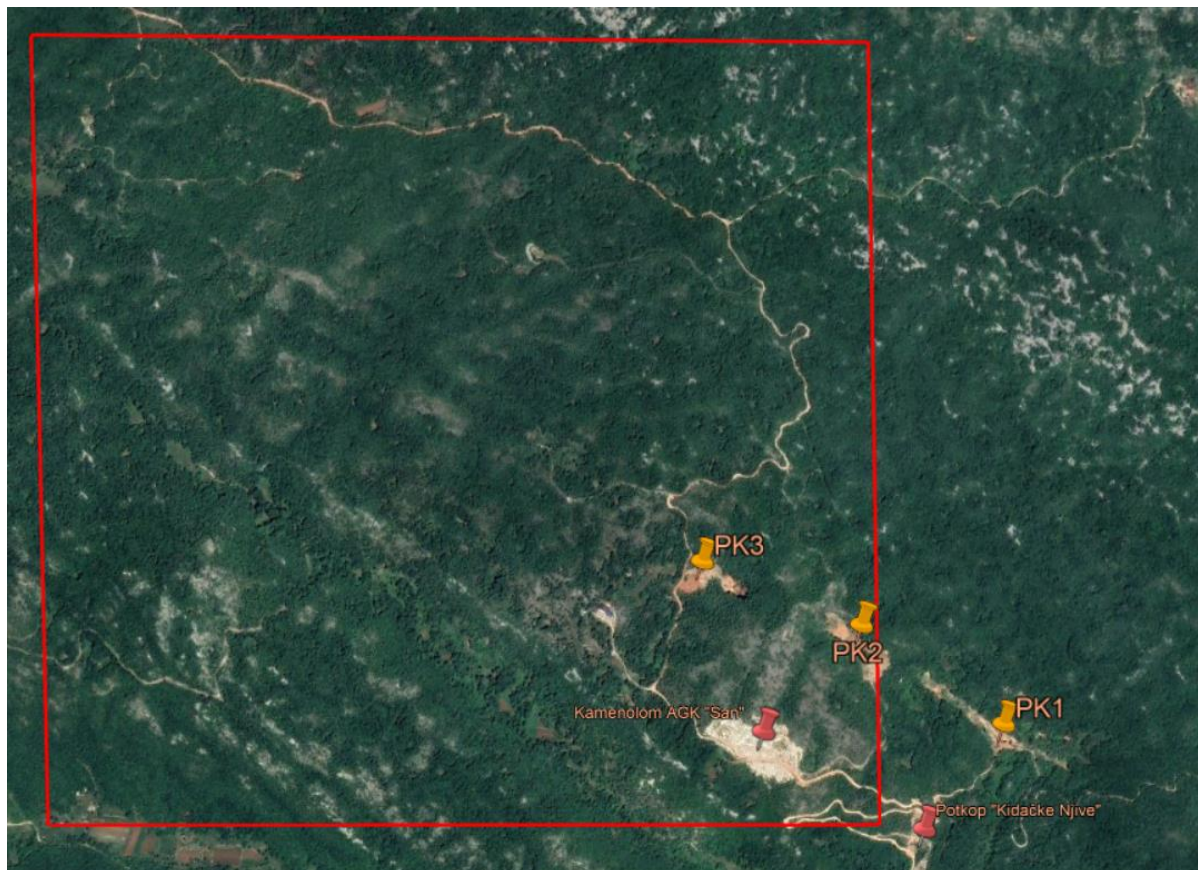
Za razdoblje od 1965. - 1980. na području Rudnika boksita Lištica dokazane su rezerve 1 686 722 tona boksita A i B kategorije. Također istraživanja na prostoru Tribošić, Kidačke Njive i Mratnjača predstavljaju nastavak prijašnjih istraživanja i dale su velik doprinos postignutim rezultatima. Dubina nabušenih ležišta iznosi 10 do 140 metara što bitno pridonosi rentabilnosti istraživanja. Istražna bušenja su se provodila strojno i ručno te paralelno s izvođenjem eksploatacije.

Kao problem kod prijašnjih istraživanja javlja se sustavnost provođenja istih zbog nedostatka kvalitetnih geoloških podloga, nestabilnost izvora financiranja te održavanje proizvodnje na postojećim lokalitetima.

Danas je trgovačko društvo Rudnici boksita Široki Brijeg d.o.o. pravni sljednik OOUR-a Rudnici boksita Lištica te se skrbi za sva naslijeđena eksploatacijska polja i istražne prostore (Rukavina, 2012.).



Na jugoistočnom dijelu istražnog područja EP „Medine Stanine-zapad“ nalazi se eksploatacijsko polje arhitektonsko-građevnog kamena dolomita i dolomitskog vapnenca „San“ te boksitonošno područje Kidačke Njive-Crne Lokve-Britvica-Tribošić s pripadajućim površinskim kopovima te jednim potkopom čije su pozicije rudarskih radova prikazane na slici 2-3.



-  PK1 - Površinski kop „Markina kuća“
-  PK2 - Površinski kop „Crvena njiva“
-  PK3 - Površinski kop „Ramušića ograda“
-  Kamenolom arhitektonsko-građevnog kamena "San"
-  Potkop "Kidačke Njive"

Slika 2-3. Položaj postojećih rudarskih radova na području „Medine Stanine-zapad“

### **3. OPĆI PODACI O ISTAŽIVANJU BOKSITA**

Istraživanje ležišta boksita je vrlo zahtjevan, složen i dugotrajan posao. Primarna metoda istraživanja ležišta boksita je detaljno istražno bušenje, koje se obavlja s površine i iz rudarskih podzemnih prostorija, te podzemni rudarsko-istraživački radovi. Kako bi se ova vrsta radova mogla kvalitetno i efikasno izvesti potrebno je za cijelo vrijeme trajanja radova izvoditi čitav niz metoda istraživanja (Budeš, 2009.).

#### **3.1. Vrste istražnih radova pri istraživanju boksita.**

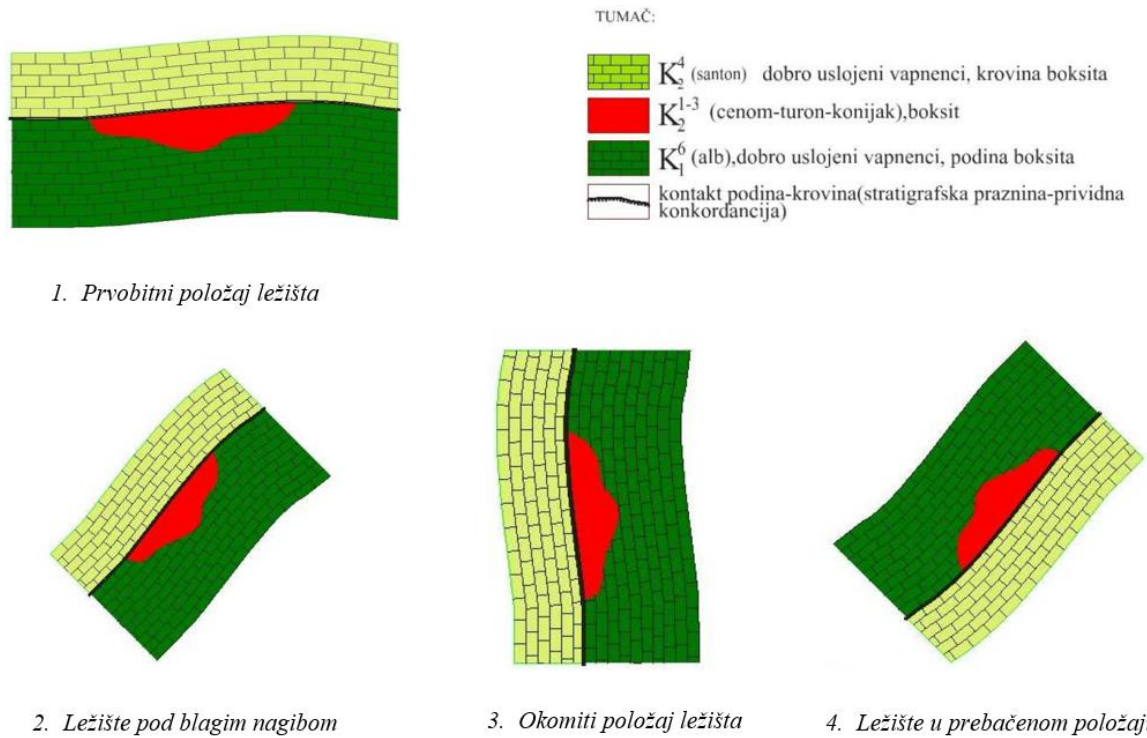
Za istraživanje ležišta boksita koriste se sljedeće metode istraživanja:

- Aerofotogrametrijsko snimanje terena
- Geološko kartiranje terena 1:10 000
- Detaljno istražno bušenje
- Geodetsko iskolčavanje i snimanje bušotina
- Projektiranje i izvođenje rudarskih podzemnih istraživačkih radova
- Geodetsko snimanje rudarskih istraživačkih radova 1:1000
- Geološko kartiranje ležišta 1:1000
- Geološko kartiranje bušotina
- Uzorkovanje bušotina
- Kemijske analize boksita na minimalno 6 komponenti
- Mineraloške analize boksita
- Geomehanička ispitivanja uzoraka iz bušotina.

#### **3.2. Položaj boksita u prostoru**

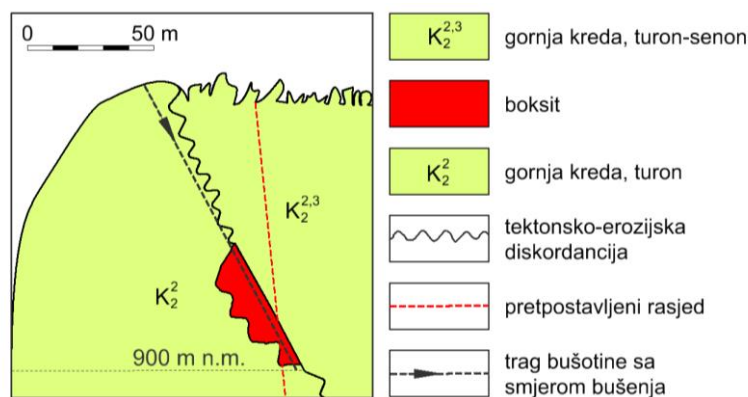
Primarni položaj svih ležišta je horizontalan . Gledajući generalno, ako ležišta nalazimo u ovom položaju, ona nisu bila značajnije zahvaćena tektonskim procesima. Vrlo česti strukturni položaj ležišta boksita je da su ona zajedno sa podinskim i krovinskim slojevima nagnuta. Daljnjim ustrmljavanjem kontaktne plohe između podine i krovine ležišta, ona dolaze u vrlo

strmi do vertikalni položaj (Budeš, 2009.). Položaji pojavljivanja ležišta boksita u prostoru prikazani su na slici 3-1.



Slika 3-1. Položaj ležišta bokisita u prostoru na području Bešpelja kod Jajca (Budeš, 2009.)

S obzirom na podatke s geološke karte prikazane ranije na slici 2-2. te fotografija s terena prikazanih niže na slikama 3-3. do 3-5. dolazimo do specifičnosti našeg promatranog područja a to je da se pretpostavljeno ležište i rasjed koji je nastao na promatranom području nalazi između istih stijenskih masa što inače i nije uobičajeno za ležišta boksita. Također zaključujemo da je i rasjed u vertikalnom položaju. Pretpostavljeni položaj ležišta i rasjeda prikazan je na slici 3-2.



Slika 3-2. Pretpostavljeni položaj ležišta boksita na području EP „Medine Stanine zapad“





Slika 3-3. Površinki kop 1- PK1 (privatna zbirka I. Galić)



Slika 3-4. Površinki kop 2- PK2 (privatna zbirka I. Galić)



Slika 3-5. Površinki kop 3-PK3 (privatna zbirka I. Galić)

#### **4. IZRADA 3D MODELA ZAPADNOG DJELA EKSPLOATACIJSKOG POLJA MEDINE STANINE**

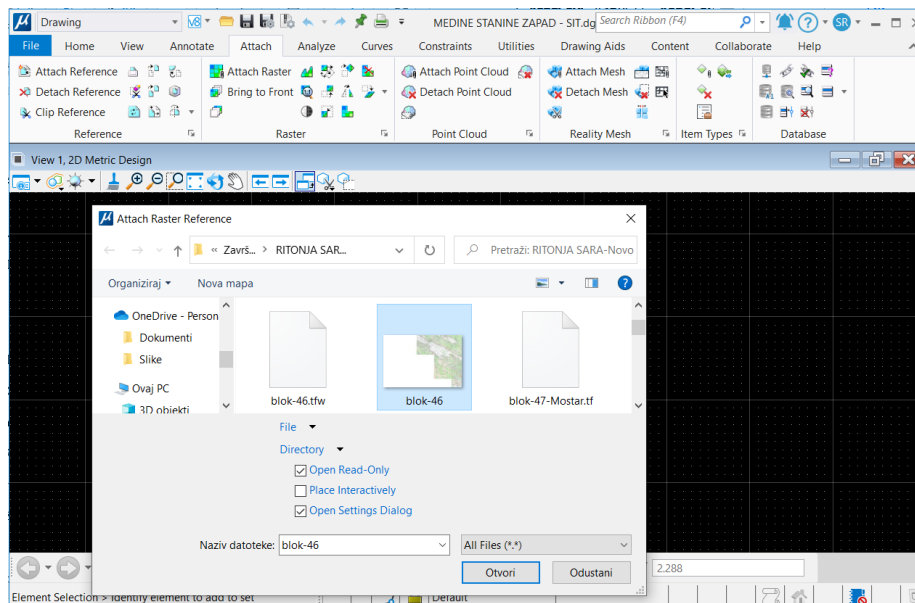
Izvorni oblik topografskih karata koje koristimo u računalnoj obradi podataka pojavljuje se u rasterskom obliku te su to najčešće već skenirane postojeće karte. Rasterska grafika ovisi o razlučivosti rezolucije te nije pogodna za povećavanje na proizvoljnu rezoluciju bez gubitka prividne kvalitete. Tu mogućnost ima vektorska grafika, koja se može lako povećavati i smanjivati bez gubitka prividne kvalitete. Kod izrade 3D modela terena potreban je postupak vektorizacije karata. Vektorizacija se izvodi jednostavnim postupkom prenošenja detalja s rasterskih slika na vektorske slike uz pomoć osnovnih geometrijskih elemenata: poligona, crta ili točaka (Plećaš, 2016.).

##### **4.1. Unošenje rasterske karte u Microstation**

Topografske karte upotrebljene u ovom radu također su primjer rasterskih slika koje je bilo potrebno vektorizirati. Cilj tog postupka bio je što točnije glavne i pomoćne slojnice uočljive na rasterskoj slici pretvoriti u vektore. Vektorizacijom se kreira situacijska karta u vektorskom obliku koja je podloga svih daljnjih postupaka u programu Microstation v8i i OpenRoads Designer aplikacije. Eksploatacijsko polje ležišta boksita „Medine Stanine“ nalazi se na prostoru dvije topografske karte, listovima „blok – 46“ i „blok- 47-Mostar“ te je potrebno postaviti obje karte na njihov točan položaj kako bi se odradio postupak vektorizacije.

Postupak se provodi tako da se u programu Microstation otvori novi dokument te se odabire opcija (prikazano na slici 4-1.).

File → Attach → Raster → Attach raster → odabir TIF datoteke



Slika 4-1. Unošenje topografske karte u Microstation

Navedeni postupak potrebno je ponoviti još jednom zbog toga što treba učitati dvije topografske karte. Sljedeći korak je pronaći područje u kojem se nalazi istražni prostor. Istražni prostor eksploatacijskog polja boksita „Medine Stanine – zapad“ prikazan je na slici 4-2.

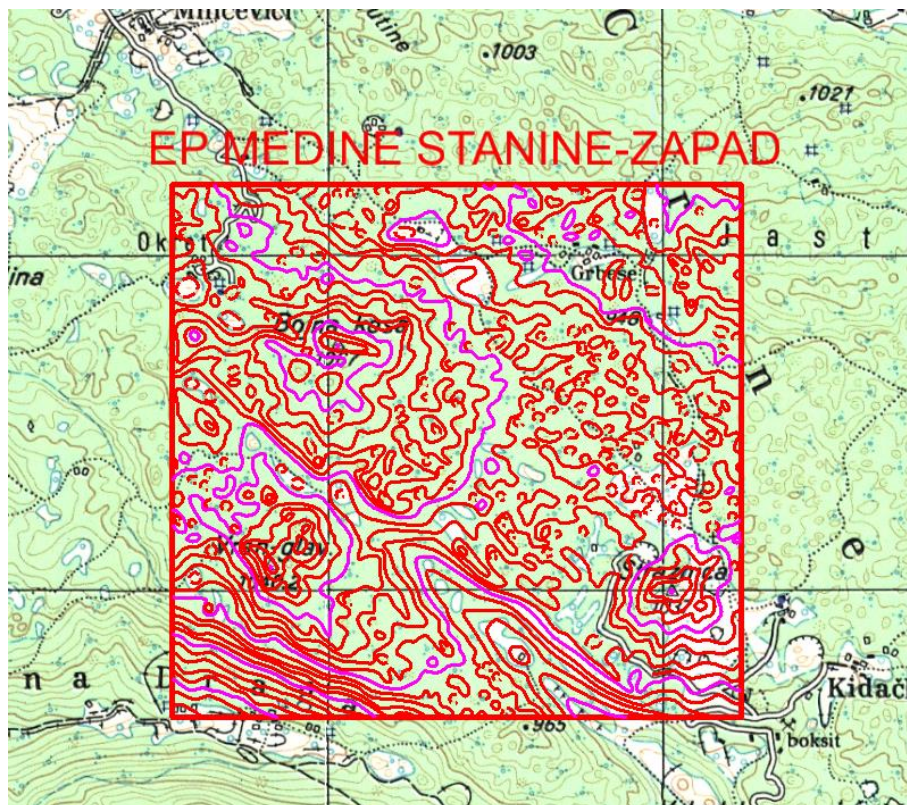


Slika 4-2 Topografska karta s istražnim prostorom EP „Medine Stanine-zapad“ u mjerilu 1:25000



## 4.2. Izrada vektorske karte

Vektorska karta radi se za područje oko samog ležišta odnosno unutar granica eksploatacijskog polja „Medine Stanine -zapad“. Vektorizacija glavnih i pomoćnih slojnic izvodí se preko vidljivih slojnic topografske karte korištenjem naredbe Curves→ Create curves → Curve by points. Stvaraju se krivulje koje preslikavaju slojnice s topografske karte. Glavne i pomoćne slojnice te vrhove označavamo različitim debljinama i bojama crta radi jednostavnijeg snalaženja. Karta dobivena vektorizacijom prikazana je na slici 4-3.

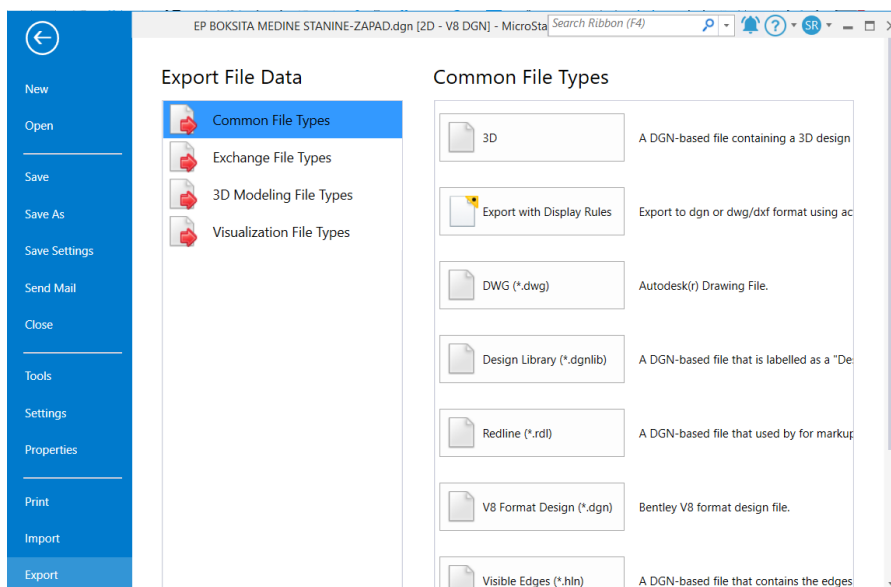


Slika 4-3. Vektorizacija topografske karte dobivene u mjerliu 1:25000

## 4.3. Izrada 3D površine terena

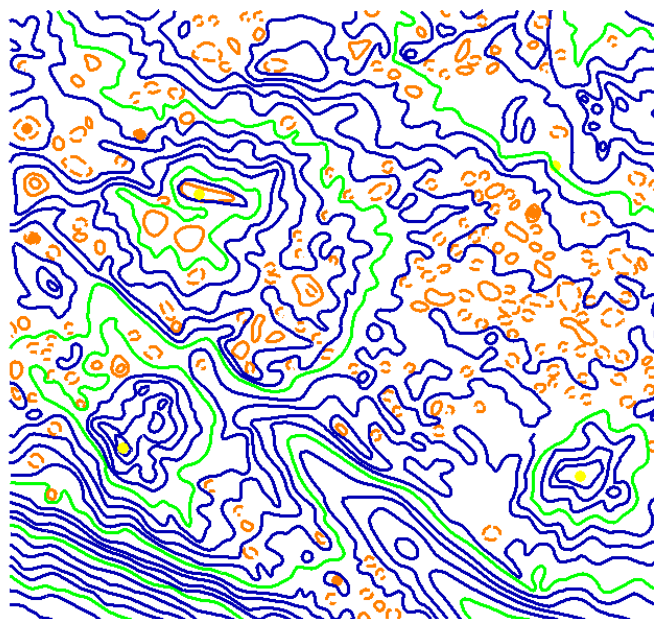
Nakon postupka vektorizacije, potrebno je izraditi 3D model terena. Kod izrade 3D modela potrebno je dodati treću dimenziju slojnicama terena odnosno podići glavne i pomoćne slojnice na njihovu visinu u prostoru.

Postupak se provodi tako da se datoteka koja je u 2D obliku pretvori u 3D oblik na sljedeći način: File→ Export → Common file types → 3D



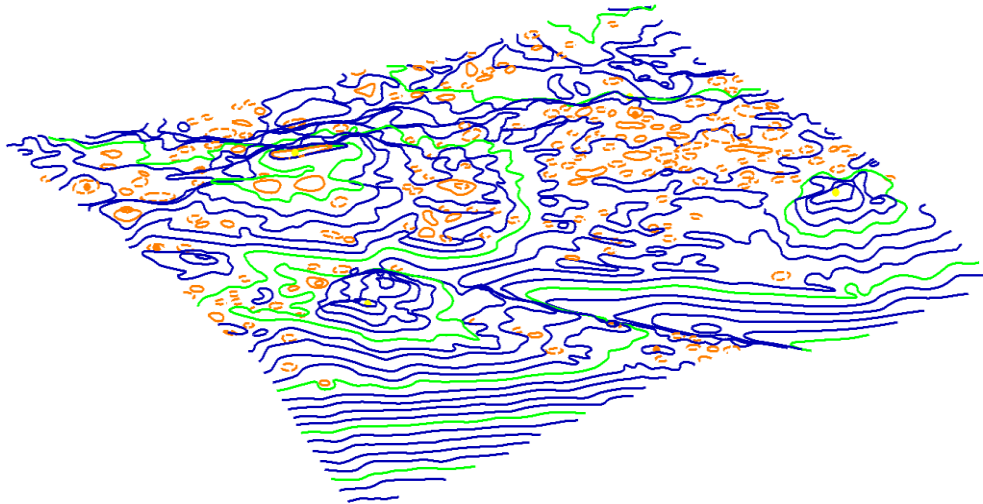
Slika 4-4. Pretvaranje datoteke u 3D oblik

Nakon pretvaranja datoteke iz 2D u 3D oblik potrebno je podići elemente situacijske karte (glavne i pomoćne slojnice te vrhove) na njihovu pripadajuću visinu uz korištenje naredbe *Set element elevation*. Tako da se odabere slojnica koja se želi podignuti te se upiše njena visina očitana iz topografske karte te se postupak ponavlja za sve slojnice. Kako bi ubrzali postupak može se uključiti i opcija increment, koja nam podiže svaku sljedeću visinu slojnice za zadanu visinku razliku između slojnica te se visina za svaku slojnicu ne mora unositi zasebno.



Slika 4-5. „Top view“ podignutih slojnica terena

Kreirani model možemo pogledati iz nekoliko pogleda, u „Top View“ pogledu imamo 2D prikaz, dok su „Isometric View“ imamo 3D pogled nakon podizanja visina.



Slika 4-6. „Isometric view“ terena

Podizanjem svih slojnica na pripadajuću visinu dobijemo njihov pregled u prostoru odnosno u trodimenzionalnom okruženju. Trodimenzionalni pogled dozvoljava pogled na teren iz svih kuteva što daje puno jasniju sliku o konfiguraciji terena.

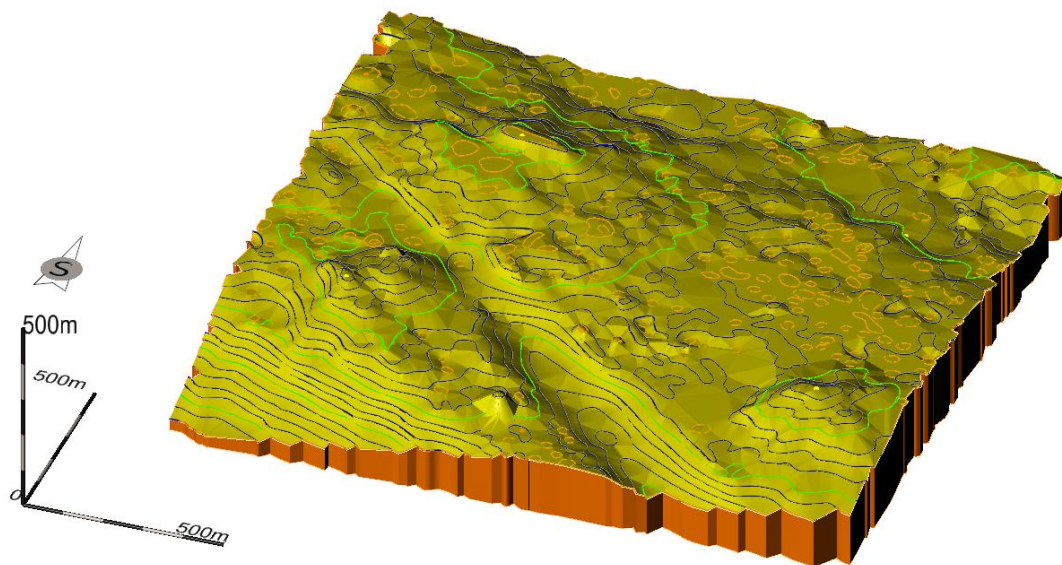
#### 4.4. Triangulacija 3D modela terena

Proces triangulacije određuje kreirani triangulacijski računali model. Triangulacija se definira kao dijeljenje površine ili ravninskog poligona u mrežu trokutova pri čemu je svaka stranica mreže zajednička dvjema susjednim trokutovima. Takav model sačinjava niz trokutova formiranih na bazi referentnih točaka. Triangulacijom se predstavljaju površine terena, krovine ili podine sloja, rudnog tijela, površinskog kopa i sl.

Triangulacija se radi u aplikaciji OpenRoads Designer u modulu Openroads Modeling sljedećim naredbama:

*OpenRoads designer file* → *new* → *attach reference* (dodamo kreiranu 3D datoteku).

Nakon toga *Openroads Modeling* → *Terrein* → *Create Terrein Model By Elements* → *Locate elements*.



Slika 4-7. Triangulirani model terena u obliku ispunjenih ploha (Smooth)

## 5. MODELIRANJE KONTAKTNE PLOHE I ISTRAŽNIH RADOVA

### 5.1. Podjela ležišta crvenih bokista na skupine

Podjela ležišta/rudnih tijela crvenih bokista na skupine utvrđena je prema Pravilniku o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi čvrste mineralne sirovine i vođenju evidencije o njima“ (Službeni list FBiH, br. 36/12).

Prema strukturno-morfološkim obilježjima, veličine i ekonomskom značaju, ležišta crvenih bokista razvrstavaju se u pet skupina:

- a. u prvu skupinu svrstavaju se ležišta crvenih bokista koja imaju određen stratigrafski nivo, površinu preko 60 000 m<sup>2</sup> (dužina pružanja pomnožena sa dužinom zalijeganja), nepravilnu slojevitost i prosječnu debljinu preko 1,8 m, kao i ležišta erozijom otkrivena čija je površina veća od 60 000 m<sup>2</sup>;
- b. u drugu skupinu svrstavaju se ležišta crvenih bokista koja imaju određen stratigrafski nivo, površinu od 30 000 do 60 000 m<sup>2</sup>, nepravilnu slojevitost i prosječnu debljinu preko 1,8 m, kao i ležišta erozijom otkrivena ako ispunjavaju navedene uvjete za svrstavanje u drugu skupinu ležišta;
- c. u treću skupinu svrstavaju se ležišta crvenih bokista koja imaju određen stratigrafski nivo, površinu od 10 000 do 30 000 m<sup>2</sup>, gnjezdasto-lećast oblik i prosječnu debljinu preko 1,8 m, kao i ležišta erozijom otkrivena, ako ispunjavaju navedene uvjete za svrstavanje u treću skupinu ležišta;
- d. u četvrtu skupinu svrstavaju se ležišta crvenih bokista koja imaju određen stratigrafski nivo, površinu od 2 000 do 10 000 m<sup>2</sup>, nepravilan oblik (gnijezda ili leće) i prosječnu debljinu preko 0,5 m, kao i ležišta erozijom otkrivena, ako ispunjavaju navedene uvjete za svrstavanje u četvrtu skupinu ležišta;
- e. u petu skupinu svrstavaju se ležišta crvenih bokista koja imaju određen stratigrafski nivo, površinu ispod 2 000 m<sup>2</sup>, nepravilan oblik i prosječnu debljinu preko 0,5 m, kao i ležišta erozijom otkrivena, ako ispunjavaju navedene uvjete za svrstavanje u petu skupinu ležišta i sva detritična ležišta crvenih bokista.



## 5.2. Odabir odgovarajuće udaljenosti između istražnih radova

Istraživanje ležišta crvenih boksita obavlja se na temelju odrednica čl.6. do 8. *Pravilnika o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenju evidencije o njima (Službeni list FBiH, br. 36/12)*, s tim što za utvrđivanje i razvrstavanje rezervi kategorija A, B, C1 maksimalna udaljenost između istražnih radova, za pojedine skupine ležišta iznosi:

Tablica 5-1. Najveće udaljenosti između istražnih radova u metrima.

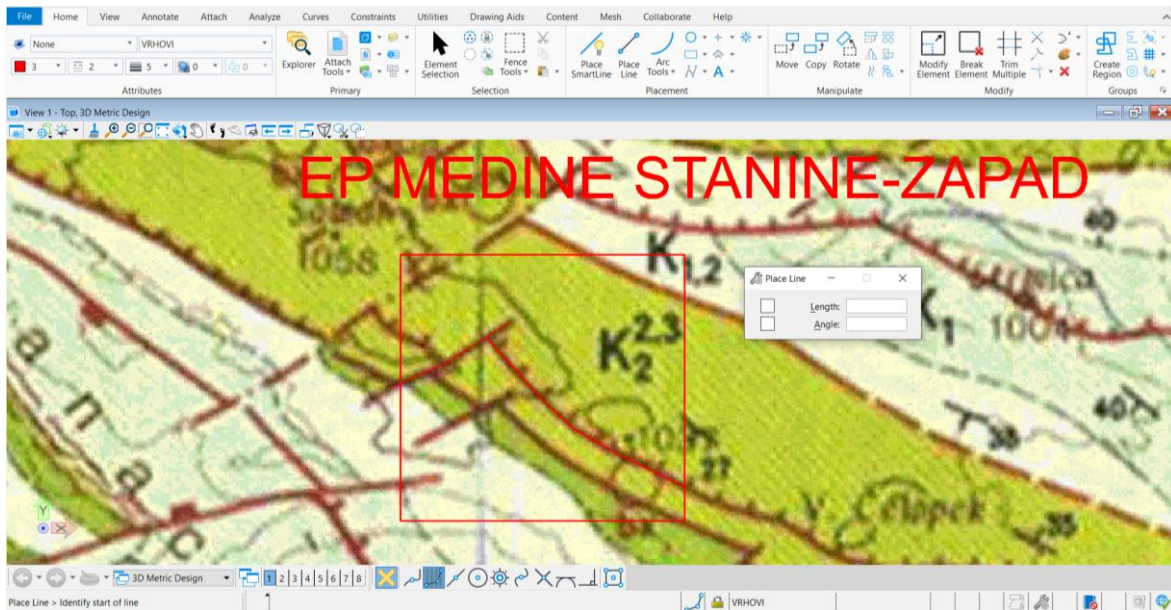
Skupina ležišta	Maksimalna udaljenost između istražnih radova u m		
	A kategorija	B kategorija	C kategorija
Prva	60	80	120
Druga	40	60	80
Treća	30	40	60
Četvrta	20	30	40
Peta	10	15	20

## 5.3. Izrada kontaktne plohe

Kontaktna ploha predstavlja crtu razgraničenja podinskih i krovinskih stijena između kojih se mogu nalaziti rudna tijela boksita. U geološkom smislu, kontaktna ploha je najčešće erozijsko-transgresivna granica gdje je dolazilo do izmjene ciklusa kopnene faze i izdizanja mora, što je posljedično dovelo do taloženja različitih tipova stijena i mjestimično nastanka ležišta boksita.

No, ponekad je kontaktna ploha poremećena tj. pomaknuta uslijed djelovanja rasjeda te zbog okršenosti terena nije vidljiva i prepoznatljiva na površini. U takvim slučajevima kontaktna ploha može koincidirati s pružanjem uzdužnih rasjeda što je znakovito i za područje istraživanja Medine Stanine-zapad.

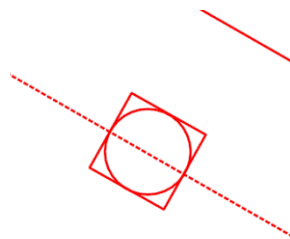
Kontaktnu plohu izrađujemo u programu OpenRoads Designer na način da učitamo rastersku kartu sa naredbama *OpenRoads designer file* → *new* → *attach raster manager* → *odabir datoteke*. Nakon toga naredbama *home* → *placement* → *place line* prelazimo preko topografske karte i trasiramo kontaktnu plohu.



Slika 5-1. Trasiranje kontaktne plohe prema topografskoj karti

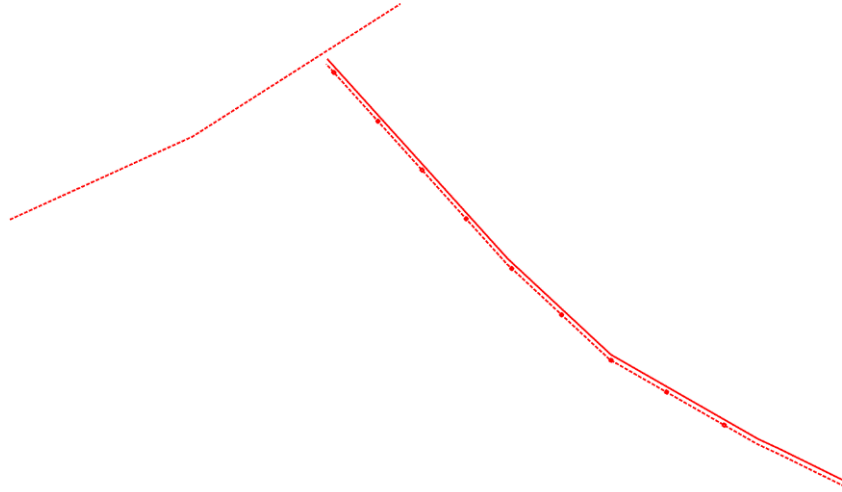
#### 5.4. Nanošenje istražnih bušotina

Plan bušotina je napravljen na način da se neposredno uz kontaktnu plohu na udaljenosti od 5 m doda crta paralelna sa kontaktnom plohom. Na toj crti kreiraju se raskopi kvadratnog oblika površine 5x5 m pomoću naredbe *Place block* te unutar samog raskopa bušotina u obliku kruga naredbom *Place Circle*. Isječak pozicije raskopa sa bušotinom prikazan je na slici 5-2.

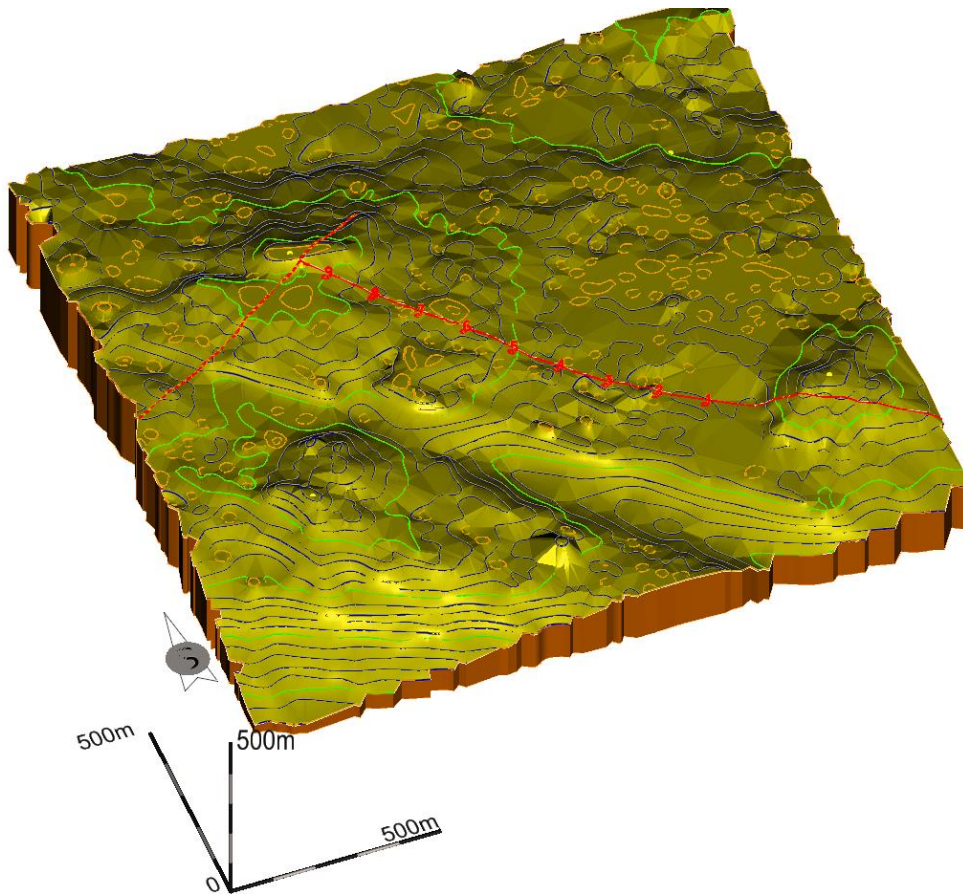


Slika 5-2. Prikaz oznake raskopa sa bušotinom

Prema pravilniku i maksimalnoj udaljenosti između istražnih radova bušotine nanosimo na udaljenosti od 120 m.



Slika 5-3 .Plan bušotina neposredno uz kontaktnu plohu („Top view“)



Slika 5-4. Plan bušotina na trianguliranom blok modelu



Slika 5-5. Prikaz pozicija bušotina na Google Earth

## 6. PRORAČUN TROŠKOVA ISTRAŽNIH RADOVA

U tablici 6-1. je prikazan okviran izračun istražnih radova sa ostalim pripadajućim troškovima.

Referentna ravnina bušenja bi bila 900 m n.m, također od postojećih radova iskoristiti će se dio postojećih prilaznih puteva.

Tablica 6-1. Proračun okvirnih troškova istražnih radova.

Redn i broj	Opis	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
1.	<b>Pripremni radovi</b> (izrada pripremnih cesta)	/	/	/	<b>10 000,00 EUR</b>
2.	Bušenje bušotina (duljina bušotine do referentne ravnine od 900 m.n.m.)  B1= 71 m B2= 76 m B3= 85 m B4= 91 m B5= 104 m B6= 118 m B7= 123 m B8= 131 m B9= 148 m	<b>m</b>	<b>947</b>	<b>100,00 EUR</b>	<b>94 700,00 EUR</b>
3.	<b>Izrada raskopa</b> (5x5m)	<b>100 m<sup>3</sup></b>	<b>9</b>	<b>2 000,00 EUR</b>	<b>18 000,00 EUR</b>
4.	<b>Program istražnih radova</b>	<b>kom</b>	<b>1</b>	<b>10 000,00 EUR</b>	<b>10 000,00 EUR</b>
<b>Ukupno = 132 700,00 EUR</b>					

Prema napravljenom planu istražnih bušotina procjenjuje se da bi ukupan trošak primarnih istražnih radova u cilju pronalaska ležišta boksita bio oko 132 700,00 EUR, na duljini od oko 1 100 m.

## 7. ZAKLJUČAK

Cilj ovog završnog rada bila je izrada kontaktne plohe boksitnog područja „Medine Stanine- zapad“ te davanje projekcije budućih rudarskih istražnih radova u svrhu istraživanja novih ležišta boksita.

U okolini boksitonosnog područja "Medine Stanine" na području Bosne i Hercegovine eksploatacija boksita se vrši već dugi niz godina, međutim postoje naznake da se na tom području nalazi još ležišta boksita. Također prema podacima s geoloških karata i fotografija s terena za ovo promatrano područje utvrđena je i specifičnost položaja ležišta bokista koji se nalazi unutar istih stijenskih masa.

Model kontaktne plohe, kao i model pratećeg terena, izrađen je pomoću računalnih programa Microstation V8i i OpenRoads Designer. U navedenim računalnim programima konstruirani su predviđeni istražni radovi koji idu neposredno uz kontaktnu plohu a sastoje se od devet bušotina s raskopima. Na temelju plana istražnih radova napravljen je i okvirni proračun troškova istražnih radova. U slučaju pronalaska ležišta boksita navedenim istražnim radovima išlo bi se u daljnja detaljnija istraživanja s površine i podzemlja.

## 8. LITERATURA

Budeš, I. (2009.): Istraživanje boksita iz podzemnih rudarskih radova. Diplomski rad. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.

Galić, I., Farkaš, B., (2011.): Primjenjeni računalni programi: interna skripta. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.

Jamičić, R. (2019.): Modeliranje istražnih radova i eksploatacije mineralnih sirovina na području „medine stanine“. Diplomski rad. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.

Plećaš, S. (2016.): Modeliranje istražnih radova i površinskog kopa na ležištu arhitektonsko-gradevnog kamena „Veliki Pomet“. Diplomski rad. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.

Pravilnik o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenju evidencije o njima. Službene novine F BiH, br.36/12 od 27.04.2012.

Raić, V., Ahac, A., Papeš, J., (1967.): Osnovna geološka karta, list Imotski. Sarajevo: Institut za geološka istraživanja.

Rukavina, D. (2012.): Izrada modela kontaktne plohe boksitnog područja Crne lokve – Britvica. Diplomski rad. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.