

# Plan razvoja površinskog kopa na eksploatacijskom polju tehničko-građevnog kamena "Konjuška"

---

**Primorac, Nikola**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*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:169:213758>

*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  
Diplomski studij rudarstva

**PLAN RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA NA EKSPLOATACIJSKOM POLJU  
TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA „KONJUŠKA“**

DIPLOMSKI RAD

NIKOLA PRIMORAC

R – 222

ZAGREB, 2020.

PLAN RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA NA EKSPLOATACIJSKOM POLJU  
TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA „KONJUŠKA“

NIKOLA PRIMORAC

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za rudarstvo i geotehniku  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

SAŽETAK

U diplomskom radu opisan je razvoj rudarskih radova na eksploatacijskom polju tehničko-građevnog kamena „Konjuška“ korištenjem Bentley-ovog računalnog programa za grafičku obradu „*Power InRoads*“. Prikazane su značajke eksploatacijskog polja, napravljen je trodimenzionalni model završnog stanja te su obrađeni podaci za izračun obujma pomoću metode paralelnih presjeka te metode računalnog modeliranja.

Ključne riječi: eksploatacijsko polje, Konjuška, razvoj rudarskih radova, Power InRoads

Diplomski rad sadrži: 48 stranica, 35 slika, 10 tablica, 6 priloga i 17 reference

Jezik izvornika: Hrvatski

Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

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

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

Dr.sc. Ivan Medved, docent RGNF

Dr. sc. Anamarija Grbeš, docent RGNF

Datum obrane: 20. 02. 2020., Rudarsko – geološko – naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

University of Zagreb  
Faculty of Mining, Geology  
And Petroleum Engineering

Master's Thesis

PLANNING A DEVELOPMENT OF MINING ACTIVITIES AT SURFACE MINE OF  
TECHNICAL - BUILDING STONE „KONJUŠKA”

NIKOLA PRIMORAC

Thesis completed at: University of Zagreb  
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering  
Department of Mining Engineering and Geotechnics  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

ABSTRACT

This Master's thesis presents development of mining activities at surface mine of technical - building stone „Konjuška“, by using computer program for graphic processing of data *Bentley „Power InRoads“*. This Thesis gives the view of characteristics of the exploitation field, also the 3D model of the final phase and calculation of the volume using two different methods, Method of parallel cross sections and Method of computer modelling.

Key words: exploitation field, Konjuška, development of mining works, Power InRoads

Thesis contains: 48 pages, 35 figures, 10 tables, 6 enclosures and 17 references

Original in: Croatian

Archived in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering,  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Supervisor: PhD. Ivo Galić, Associate Professor at MGPE

Reviewers: PhD. Ivo Galić, Associate Professor MGPE  
PhD. Ivan Medved, Assistant Professor MGPE  
PhD. Anamarija Grbeš, Assistant Professor MGPE

Date: February 20th, 2020, Faculty of Mining, Geology and Petroleum  
Engineering, University of Zagreb

## SADRŽAJ

1.	Uvod .....	1
2.	Zakonski okviri i imovinsko-pravni odnosi.....	2
3.	Osnovne značajke šireg područja eksploatacijskog polja „Konjuška“ .....	4
3.1	Zemljopisno-gospodarska obilježja područja .....	4
3.2	Morfološko-hidrogeološke i klimatske prilike područja .....	6
3.3	Historijat i geološko-ekonomske značajke ranijih istraživanja i postignuti rezultati .....	6
3.4	Geološka obilježja šireg područja.....	7
4.	Geološka obilježja ležišta .....	9
4.1	Geološka građa i opis ležišta.....	9
4.2	Geneza i tektonika ležišta .....	9
4.3	Hidrogeološka i inženjerskogeološka obilježja ležišta .....	10
5.	Ispitivanja i rezultati .....	11
5.1	Istražni radovi .....	11
5.2	Određivanje kakvoće mineralne sirovine.....	11
6.	Proračun rezervi i ocjena ležišta.....	13
6.1	Metode i postupak proračuna rezervi.....	13
6.2	Popravni koeficijent i eksploatacijski gubici .....	14
6.3	Prikaz rezultata proračuna utvrđenih rezervi .....	14
6.4	Tehničko-gospodarska ocjena.....	15
6.4.1	Geološki i genetski čimbenici .....	15
6.4.2	Tehničko-eksploatacijski i tehnološki čimbenici .....	16
6.3.4.	Naturalni i gospodarsko-vrijednosni pokazatelji .....	16
7.	Određivanje dinamike eksploatacije.....	18
7.1	Potreba određivanja dinamike eksploatacije.....	18

7.2	Trenutno stanje rudarskih radova .....	19
7.3	Prijedlog plana razvoja rudarskih radova .....	21
8.	Izrada prostornih modela rudarskih radova i proračun obujma.....	26
8.1	Metodologija izrade prostornih modela .....	26
8.2	Izrada prostornih modela površinskog kopa Konjuška.....	36
8.3	Proračun obujma i vremenski plan razvoja rudarskih radova.....	40
8.4	Vremenski plan razvoja površinskog kopa .....	46
9.	Zaključak .....	47
10.	Popis literature .....	48
11.	Grafički prilozi .....	49

## POPIS SLIKA

Slika 3-1	Zemljopisni prikaz šireg područja eksploatacijskog polja „Konjuška“ .....	4
Slika 3-2	Položaj eksploatacijskog polja Konjuška na TK25.....	5
Slika 3-3	Položaj eksploatacijskog polja "Konjuška" na osnovnoj geološkoj karti, listovi Split i Primošten (M1:150 000).....	7
Slika 7-1	Prikaz granica eksploatacijskog polja, rezervi i otkupljenih katastarskih čestica	18
Slika 7-2	Satelitski snimak površinskog kopa "Konjuška".....	19
Slika 7-3	Prva faza razvoja površinskog kopa .....	22
Slika 7-4	Druga faza razvoja površinskog kopa.....	23
Slika 7-5	Treća faza razvoja površinskog kopa.....	24
Slika 7-6	Četvrta-završna faza razvoja površinskog kopa.....	25
Slika 8-1	Naredba <i>Set Elevation</i> .....	27
Slika 8-2	Kreiranje grafičkog prostornog modela (3D) podizanjem elemenata iz ravnine.	27
Slika 8-3	Izrada nove površine ( <i>surface</i> ).....	28
Slika 8-4	Imenovanje nove površine .....	29
Slika 8-5	Aktiviranje naredbe <i>Import Surface</i> .....	29
Slika 8-6	Odabir površine ( <i>Surface</i> ), načina preuzimanja podataka ( <i>Load From</i> ), radnog lista ( <i>Seed Name</i> ) i tipa podataka koji se obrađuju ( <i>Point Type</i> ) .....	30
Slika 8-7	Triangulacija prostornih podataka .....	31

Slika 8-8 Odabir računalnih modela ili dijelova površine nakon triangulacije .....	31
Slika 8-9 Odabir oblika prikaza računalnih modela .....	32
Slika 8-10 Triangulacijski model .....	33
Slika 8-11 Konturni model .....	33
Slika 8-12 Kombinacija konturnog i triangulacijskog modela u žičnom obliku.....	34
Slika 8-13 Kombinacija konturnog i triangulacijskog modela u renderiranom obliku .....	34
Slika 8-14 Naredba <i>Drape Surface</i> za iscrtavanje elemenata na površini modela .....	35
Slika 8-15 Blok model ležišta.....	36
Slika 8-16 Model postojećeg stanja.....	37
Slika 8-17 Izometrijski prikazi stanja terena pri završetku prve faze.....	37
Slika 8-18 Izometrijski prikazi stanja terena pri završetku druge faze.....	38
Slika 8-19 Izometrijski prikazi stanja terena pri završetku treće faze.....	38
Slika 8-20 Prostorni prikaz završnog stanja prema idejnom projektu (Galić, 2019) .....	39
Slika 8-21 Postupak izrade presjeka.....	41
Slika 8-22 Odabiranje metode kreiranja presjeka.....	41
Slika 8-23 Kreiranje donje osi.....	42
Slika 8-24 Kreiranje lijeve osi.....	42
Slika 8-25 Postupak proračuna obujma MRM-om u <i>Power INRoads-u</i> .....	44
Slika 8-26 Prikaz rezultata izračuna ukupnog obujma MRM-om.....	45

## POPIS TABLICA

Tablica 3-1 Oznake i koordinate vršnih točaka eksploatacijskog polja Konjuška .....	5
Tablica 5-1 Fizičko-mehanička svojstva stijena iz ležišta „Konjuška“ (Munda, 2019).....	11
Tablica 5-2 Rezultati kompletne kemijske analize.....	12
Tablica 6-1. Međusobna maksimalna udaljenost istražnih radova.....	13
Tablica 6-2 Rezultati proračuna bilančnih, eksploatacijskih i izvan bilančnih rezervi, prema istraživanjima provedenim 2018. godine (Munda, 2019.).....	15
Tablica 6-3 Učešća za izvan bilančne, bilančne i eksploatacijske rezerve.....	16
Tablica 6-4 Troškovi eksploatacije (Munda, 2019.).....	17
Tablica 8-1 Rezultati proračuna ukupnog obujma rezervi koji će se otkopati prema MPP-u .....	43
Tablica 8-2 Usporedba rezultata proračuna obujma MPP-om i MRM-om.....	46
Tablica 8-3 Obujam stijene i vrijeme trajanja faza eksploatacije, prema MPP-u .....	46

## POPIS PRILOGA

Prilog 1 – Situacijska karta s granicama rezervi eksploatacijskog polja „Konjuška“

Prilog 2 – Prva faza razvoja površinskog kopa na eksploatacijskom polju „Konjuška“

Prilog 3 – Druga faza razvoja površinskog kopa na eksploatacijskom polju „Konjuška“

Prilog 4 – Treća faza razvoja površinskog kopa na eksploatacijskom polju „Konjuška“

Prilog 5 – Završna faza razvoja površinskog kopa na eksploatacijskom polju „Konjuška“

Prilog 6.1 i 6.2 - Obračunski presjeci završnog stanja površinskog kopa „Konjuška“

## POPIS KORIŠTENIH OZNAKA I ODGOVARAJUĆIH SI JEDINICA

Simbol	Značenje	Jedinica
$P_{sr}$	Srednja površina	$m^2$
O	Obujam	$m^3$
$P_n$	Površina n-tog vertikalnog presjeka	$m^2$
$P_{n+1}$	Površina n+1 vertikalnog presjeka	$m^2$
$l_n$	Udaljenost između n-tog i n+1 presjeka	m
n	Broj presjeka	
r	Ukupni broj blokova (broj presjeka-1)	
I	Broj blokova	



## 1. Uvod

U ovom radu prikazana je ukupna ocjena ležišta tehničko građevnog kamena eksploatacijskog polja "Konjuška" u Šibensko-Kninskoj županiji. Uz navode zakonskih okvira prema kojima se može odvijati eksploatacija te dokumentacije potrebne za ispunjenje svih uvjeta, navedena je i skupina posljednjih obavljenih rudarskih istražnih radova. Također je izveden kratak osvrt na povijest ukupnih geoloških istraživanja šireg područja. Šire područje opisano je koristeći prometne infrastrukturne, gospodarske, geološke i klimatske podatke te se iz svega može vidjeti kako ovakav površinski kop može opstati u takvom okruženju.

U ležištu se nalazi kamen kredne starosti, vapnenačkog sastava, visokog sadržaja kalcita, što, uz povoljan položaj i broj pukotinskih sustava, u konačnici može rezultirati visokom isplativošću površinskog kopa. Eksploatacija se bez prestanka odvija malo više od 20 godina.

Opisan je trenutni položaj rudarskih radova i prostorno prikazan teren pomoću topografske podloge mjerila 1:1000. Izrađen je prostorni položaj ležišta popraćen položajem rudarskih radova prema zadanim stanjima. Oplemenjivačko postrojenje zbog pogodnosti je smješteno unutar eksploatacijskog polja.

Oplemenjivanje otkopanog kamena svodi se na drobljenje, mljevenje i razdvajanje na klase. Najzahtjevnije rudarske radnje su određivanje napredovanja rudarskih radova, uz stalne sigurnosne zahtjeve.

Obzirom na potrebu rješavanja imovinsko-pravnih odnosa katastarskih čestica unutar područja površinskog kopa, neophodno je točno odrediti napredak rudarskih radova kako bi se eksploatacija kontinuirano nastavila. Temeljem toga predložen je plan razvoja rudarskih radova u određenom vremenu, u cilju održive eksploatacije ležišta.

## 2. Zakonski okviri i imovinsko-pravni odnosi

Za izradu ovog rada korišten je Idejni rudarski projekt eksploatacije tehničkog građevnog kamena na eksploatacijskom polju Konjuška (Galić i dr., 2019). Projekt je izrađen od strane Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, a izradu je zatražilo trgovačko društvo Konjuška d.o.o.

Idejni projekt je vrsta rudarskog projekta koji služi kao podloga za izradu studije utjecaja na okoliš, ocjenu prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu i u svrhu ishoda lokacijske dozvole. Još može služiti za utvrđivanje eksploatacijskog polja mineralnih sirovina te za postupak izvanredne sanacije prostora (Zakon o rudarstvu, N.N. broj 56/13).

Eksploatacijsko polje "Konjuška" odobreno je Rješenjem Sekretarijata za industriju Šibenske županije (1993) trgovačkom društvu Bosiljine d.o.o.. Glavni rudarski projekt eksploatacije tehničko građevnog kamena iz ležišta "Konjuška" izrađen je 1997. (Borić, B.), kojim je predviđena eksploatacija u iznosu od 50 000 m<sup>3</sup> godišnje, te je prema tom projektu izdana lokacijska dozvola za izvođenje rudarskih radova, 1998. godine.

Temeljem spomenutog provjerenog glavnog rudarskog projekta, trgovačkom društvu Bosiljine d.o.o. izdana je, krajem 1998. godine, rudarska koncesija za izvođenje rudarskih radova, od strane Ureda državne uprave u Šibensko-kninskoj županiji, s rokom važenja do 1. listopada 2008. godine. Ured državne uprave Šibensko-kninske županije dozvolilo je uporabu postrojenja za drobljenje i sijanje tehničko-građevnog kamna, 2002. godine) trgovačkom društvu Konjuška d.o.o. Primošten koje je preuzelo vlasnička prava nad trgovačkim društvom Bosiljine d.o.o..

Ured državne uprave Šibensko-kninske županije rješenjem prenosi odobrenje eksploatacijskog polja, 2003. godine, s trgovačkog društva Konjuška d.o.o. Brodarica na pravnog slijednika, trgovačko društvo Konjuška d.o.o. Primošten.

Isti državni ured izdaje rješenje, 22. rujna 2006. godine, kojim se mijenja rudarska koncesija za izvođenje rudarskih radova eksploatacije tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju "Konjuška" i prenosi s trgovačkog društva Bosiljine d.o.o. Primošten na pravnog slijednika trgovačko društvo Konjuška d.o.o. Primošten. Ugovorom o rudarskoj koncesiji za izvođenje rudarskih radova odobrava se izvođenje rudarskih radova, trgovačkom društvu Konjuška d.o.o. Primošten, do 1. listopada 2008. godine.

U svrhu produljenja Koncesije za izvođenje rudarskih radova izrađen je Dopunski projekt eksploatacije tehničko-građevnog kamena u eksploatacijskom polju "Konjuška" (Borić, 2008), ovjeren od strane Ureda za gospodarstvo Šibensko-kninske županije. Tako je temeljem: Glavnog rudarskog projekta eksploatacije tehničko-građevnog kamena iz ležišta Konjuška (Borić, 1997), Dopunskog rudarskog projekta eksploatacije tehničko-građevnog kamena u eksploatacijskom polju "Konjuška" (Borić, 2008) i odobrenja eksploatacijskog polja tehničko-građevnog kamena "Konjuška" iz 2003. godine, potpisan Ugovor o koncesiji za eksploataciju tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju "Konjuška", između trgovačkog društva Konjuška d.o.o. i Ureda državne uprave Šibensko-kninske županije, od 23. prosinca 2008. godine, za razdoblje do 23. svibnja 2022. godine.

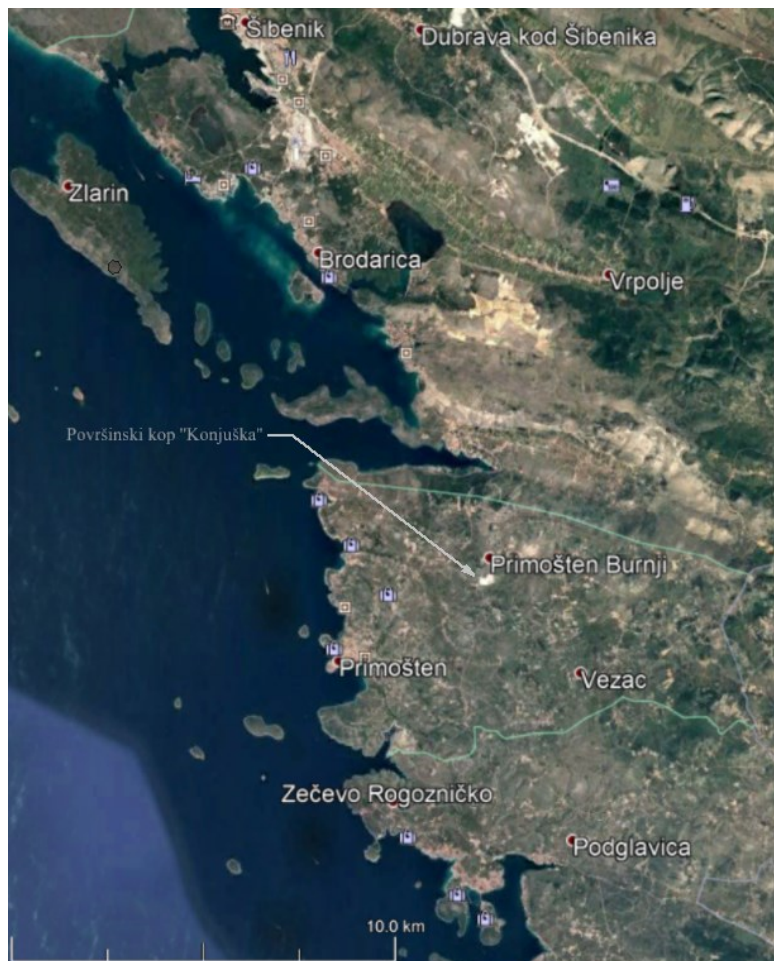
Posljednja obnova rezervi izvedena je 2019. godine te je nakon toga Povjerenstvo za utvrđivanje rezervi mineralnih sirovina ministarstva gospodarstva donijelo rješenje o količini i kakvoći rezervi tehničko-građevnog kamena. Temeljem odobrenih granica rezervi C1 kategorije (Munda, B., 2019) rješenjem iz 2019. godine, povećava se površina i visina rudarskog zahvata tako što će eksploatacija doseći razinu od 190 m n.m. a ne od 204 m n.m. kako je bilo prethodno određeno Glavnim i dopunskim rudarskim projektom iz 1997. i 2008. godine. Obzirom na tu promjenu, potrebno je ishoditi novu dozvolu u cilju dobivanja koncesije za eksploataciju.

Nova lokacijska dozvola obuhvaća postupak procjene utjecaja zahvata na okoliš i ishođenje Rješenja o prihvatljivosti zahvata na okoliš. Tome prethodi studija o utjecaju na okoliš. Kao stručna podloga za Elaborat o utjecaju zahvata na ekološku mrežu i Studiju o utjecaju na okoliš korišten je Idejni rudarski projekt, koji je poslužio i za ovaj diplomski rad.

### 3. Osnovne značajke šireg područja eksploatacijskog polja „Konjuška“

#### 3.1 Zemljopisno-gospodarska obilježja područja

Eksploatacijsko polje „Konjuška“ se nalazi u Šibensko-Kninskoj županiji, jugoistočno od Šibenika, u općini Primošten, udaljeno zračnom linijom od grada Šibenika oko 12 km te 3 km od mora (Slika 3-1).



**Slika 3-1** Zemljopisni prikaz šireg područja eksploatacijskog polja „Konjuška“

Okolna naseljena mjesta su Primošten Draga i Burnji, uključujući i neke manje zaseoke, od kojih je najveće naselje Primošten Draga s oko 500 stanovnika.

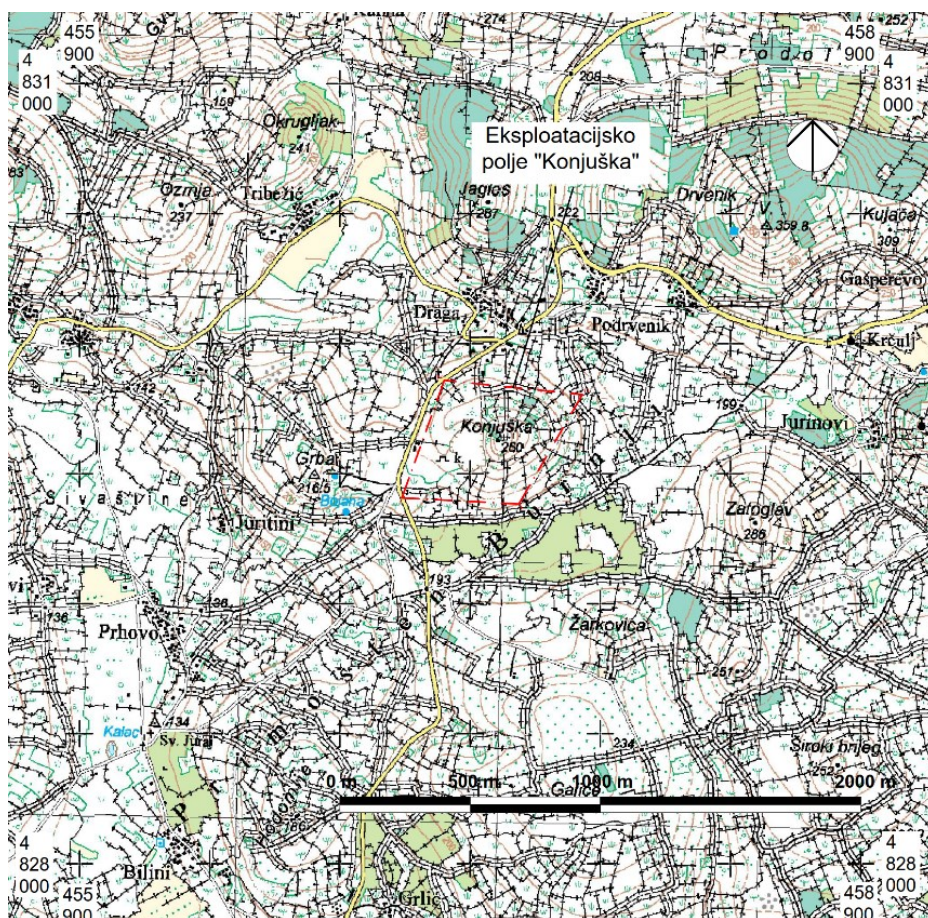
Najvažnije djelatnosti su trgovina i turizam. Područje eksploatacijskog polja dobro je povezano sa središtima susjednih i vlastite županije mrežom cestovnih prometnica i

željeznicom. Posebna pogodnost je blizina autoceste. Koordinate vršnih točaka eksploatacijskog polja "Konjuška" prikazane su u tablici 3-1.

**Tablica 3-1** Oznake i koordinate vršnih točaka eksploatacijskog polja Konjuška

Oznaka točke	Koordinate vršnih točaka, m prema HTRS96/TM		Duljina stranica, m
	E	N	
I	457 137,90	4 829 406,91	480,68
II	457 301,09	4 829 859,04	532,90
III	457 831,19	4 829 804,46	486,13
IV	457 587,74	4 829 393,79	450,25
<b>P =22,17 ha</b>			

Odobreno eksploatacijsko polje Konjuška je oblika romba (Slika 3-2).



**Slika 3-2** Položaj eksploatacijskog polja Konjuška na TK25

### **3.2 Morfološko-hidrogeološke i klimatske prilike područja**

Okolica ležišta odlikuje se izrazitim kršem i razvijenom ortografijom bez većih hipsometrijskih razlika istraživanog prostora. Istraživano područje je ispresijecano brežuljcima s nizom istaknutih glavica i plitkim dolinama pružanja sjeverozapad-jugoistok. Ljeta su topla, jeseni i proljeća kišovita i vjetrovita.

Stalnih površinskih vodotoka veće jakosti nema. Općenito, mediteranski klimatski čimbenici omogućuju eksploataciju tijekom cijele godine.

Korozivno djelovanje na vapnenačkoj podlozi stvara izrazite pukotinske sustave kroz koje oborinska voda brzo protječe u podzemlje. U karbonatnim stijenama učestala je pojava škrapa. Raznolikost tala obuhvaća pojavu crvenice na karbonatnoj podlozi, ali i smeđe vapnenačko-humidne crnice na nižim nadmorskim visinama. Od biljnih vrsta dominantna je pojava gustog zimzelenog niskog raslinja. Najčešća stabla su grab, smrika i niski hrastići. Na područjima s fliškom sedimentnom podlogom, humusni pokrov omogućava poljoprivrednu djelatnost. (Galić i dr).

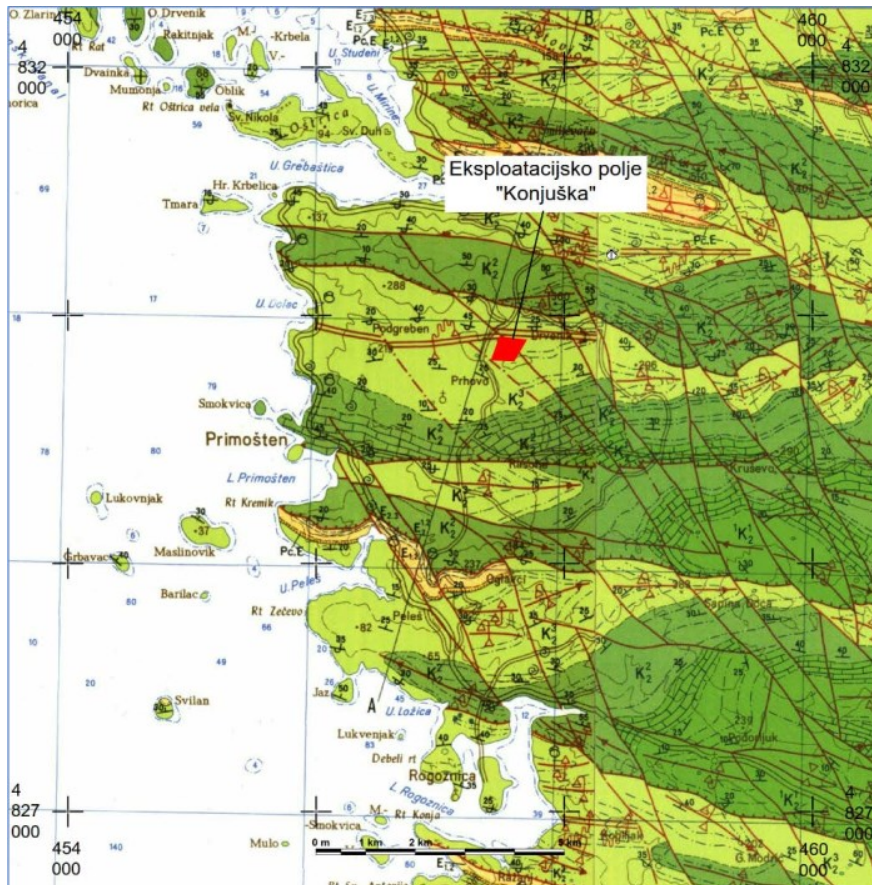
### **3.3 Historijat i geološko-ekonomske značajke ranijih istraživanja i postignuti rezultati**

Prvi puta, geološki podaci prikazani su početkom 20. stoljeća kada su austrijski geolozi proučavali dotično područje. Podaci o geološkoj građi sadržani su u tumaču OGK Osnovne geološke karte, list Šibenik. Detaljnije istraživanje područja započeto je krajem 90-ih godina.

Intenzivnije se područje istražuje tek nakon II. svjetskog rata. 1971. godine objavljeni su do tad najpotpuniji geološki radovi o građi područja u obliku osnovnih geoloških karata, M 1: 100 000, list Šibenik i list Primošten. Ti radovi sadržavali su paleontološke i sedimentološke podatke o raščlambi tektonskih odnosa, naslaga i genezi naslaga.

### 3.4 Geološka obilježja šireg područja

Slika 3-3 prikazuje položaj eksploatacijskog polja "Konjuška" na osnovnoj geološkoj karti, listovi Split i Primošten. Izvor: (Marinčić, Magaš, & Borović, 1971a, 1971b)



	E <sub>2.3</sub>	Fliš: lapori s interkalacijama silificiranih vapnenih pješčenjaka - <i>Nummulites fabianii</i> , <i>Globigerina corpulenta</i> , <i>Hantkenina alabamensis</i> , <i>Acarinina rotundimarginata</i>
	E <sub>2</sub> <sup>1,2</sup>	Gomoljasti glaukonitni vapnenci s ulošcima lapora - <i>Acarinina pentacamerata</i> , <i>A. bullbrookii</i> , rakovice
	E <sub>1.2</sub>	Foraminferski vapnenci s: <i>Discocyclina sella</i> , <i>Nummulites millecaput</i> , <i>N. atacicus</i> , <i>Orbitolites complanatus</i> , <i>Alveolina frumentiformis</i> , <i>A. riittimeyery</i> , <i>A. oblonga</i>
	Pc.E	Pločasti miliolidni vapnenci, bituminozni vapnenci i vapnene breče s: <i>Glomalveolina lepidula</i> , <i>Littonella liburnica</i> , <i>Alveolina oblogna</i> , <i>Stomatopsis sp.</i> , <i>Cosina sp.</i>
	K <sub>2</sub> <sup>3</sup>	Gromadasti te uslojeni vapnenci s lećama dolomita - <i>Hippurites (Orbignya) lapeirousei</i> , <i>H. (O.) castroi</i> , <i>Hippurites (Vaccinites) vredenburgi</i> , <i>Accordiella conica</i>
	K <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Dobro uslojeni vapnenci s nodulama rožnaca i proslojcima dolomita - <i>Praeradiolites ponsianus</i> , <i>Radiolites praesauvagesi</i> , <i>Durania cormupastorius</i> , <i>Aeolisacus kotori</i> , <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i> , <i>Globotruncana lapparenti</i> , <i>G. lapparenti tricarinata</i>
	K <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Pločasti vapnenci s rijetkim lećama dolomita - <i>Nezzazata simplex</i> , <i>Cuneolina pavonia parva</i> , <i>Ichthyosarcolithes sp.</i>

Slika 3-3 Položaj eksploatacijskog polja "Konjuška" na osnovnoj geološkoj karti, listovi Split i Primošten (M1:150 000).

Šire područje izgrađeno je od naslaga gornje krede, donjeg tercijara i kvartara. Kredne naslage su karbonatnog sastava, dio su antiklinale koja se pruža sjeverozapad-jugoistog. Tercijarne naslage pripadaju starijem paleogenu, to jest paleocenu i eocenu te su klastično fliškog i vapnenačkog sastava.

Područje sadržava nekoliko antiklinala i sinklinala izgrađenih od krednih i paleogenskih naslaga. Primjetna je pojava sekundarnog boranja, te se kut nagiba slojeva mijenja kao i širina stratigrafskih članova, sastav krila i jezgara bora. Tektonika je okarakterizirana razlomljenim naslagama duž bora. Najstarije naslage su gornjoturanski vapnenci i dolomiti nepravilne izmjene, sa čestim sadržajem rudista. Mlađe kredne naslage pripadaju senonu, također rudistni i vapnenački slojevi, debljine od 20 do 80 cm, uglavnom organogenog sastava.

Tercijarne naslage ukazuju na složene prilike taloženja. Pretežito se radi o vapnencima, a pojavljuju se i klastični sedimenti, to jest lapori, breče i pješčenjaci. Litostratigrafske cjeline su: liburnijske naslage vapnenačkog sastava (paleocen i donji eocen), foraminiferske naslage vapnenačkog sastava (donji i srednji eocen) – najrasprostanjenije naslage, klastične naslage (srednji i gornji eocen), sastavljene od pješčenjaka, lapora i konglomerata. Kvartarne tvorevine ispresijecaju klastične naslage paleogena. Podijeljene su na pleistocenske i holocenske naslage. Starije pleistocenske sastoje se uglavnom od crvenice, dok su holocenske izgrađene od aluvijalnih taloga, šljunka i pijeska.



## **4. Geološka obilježja ležišta**

### **4.1 Geološka građa i opis ležišta**

Ležište tehničko-građevnog kamena je izgrađeno od krednih, rudistnih vapnenaca senona, masivnog i homogenog izgleda te svjetlo-smeđe boje. Lom stijene pojavljuje se oštro, nepravilno, a rjeđe plitko školjkasto. Plohe loma su neravne i fino hrapave. Kompaktnost i gusto pakovanje intraklasta u muljnom ili sparitskom matriksu rezultiraju visokom kemijskom čistoćom i tvrdoćom.

Dvije etaže se formiraju sa zapadne strane vrha brda, a njihove trenutne razine su 204 i 224 m. S napretkom eksploatacije, cilj je doći do visine etaže od 12 m. Najviša kota je 259 m te teren pada prema zapadu do 203-204 m. Tamo gdje se ne odvija eksploatacija vidljiva je makija i nisko raslinje. Polje je povezano asfaltiranom cestom koja u duljini od 5 km vodi do jadranske magistrale kraj Primoštena.

### **4.2 Geneza i tektonika ležišta**

Vapnenci od kojih je izgrađeno ležište su marinski plitkovodni sedimenti, a odgovaraju facijelnom pojasu otvorene karbonatne platforme s lagunama, plićacima i znatnim strujanjem vode. Zbog stalne povezanosti s otvorenim morem i jakog strujanja vode ostvareni su uvjeti za rudistni organski sadržaj.

Eksploatacijsko polje "Konjuška" nalazi se u tektonskoj jedinici Primošten – Trogir – Split i zauzima široko područje uz obalu Primoštena a karakterizira ga ljuskava građa, (Galić, 2019; Munda, 2019). Srednji položaj slojeva je 100-120/25-30°. Okarakterizirano je ljuskavom građom. Slojevi su pretežito nagnuti prema sjeveroistoku pod kutom od 20° do 30°. Od više skupina pukotina, kojima su slojevi ispresijecani, najizraženija su dva niza, jedan sa srednjim položajem 290/60-70° te drugi sa položajem 140-150/70-80°. Ostale pukotine sijeku slojeve koso i dijagonalno i nesustavno su rasprostranjene po ležištu. Južni dio ležišta sadržava kosi gravitacijski rasjed položaja 50/75°, uz kojeg su slojevi pomaknuti u smjeru brahisinklinarnog povijanja i prekidanjem njihovih trasa na rasjedu.

### 4.3 Hidrogeološka i inženjerskogeološka obilježja ležišta

Postoji više sustava diskontinuiteta koji se od površine duboko prostiru u podzemlje, stvarajući krški tip značajne propusnosti u podzemlje. Pojavnost manjih ili većih rasjedanja, uz pukotinske sustave koji ih prate, stvaraju okruženje u kojem nema površinskih vodotokova, zbog čega je moguća povoljna eksploatacija vapnenaca.

Čvrste karbonatne stijene ležišta tehničko-građevnog kamena "Konjuška" obilježene su značajkama osnovnog tektonskog sklopa i fizičko-mehaničkim značajkama intaktne stijene. Iz sigurnosnih razloga, u vidu pokreta na padinama, predviđeno je otvaranje čela radilišta u smjeru pružanja slojeva, s napredovanjem kopanja u smjeru nagiba slojeva, tj. prema sjeveroistoku. Uz otvorene etaže visine 12 m, otkopavanje kamena planirano je odozgo prema dolje. Završna širina etaže iznosit će oko 5 m, a najveći kutovi završne kosine oko  $55^\circ$  čime se zadovoljava stabilnost površinskog kopa. Prema iskustveno dobivenim podacima o kutu unutarnjeg trenja (za ovu vrstu stijena srednja vrijednost je  $35^\circ$ ), podacima o položaju diskontinuiteta, stabilnost kosina trebala bi se zadržati i do njihovih nagiba od  $70^\circ$ .

## 5. Ispitivanja i rezultati

Posljednji put istražni radovi obavljani su u 2018 godini. Obuhvaćali su istražno bušenje, geodetsko snimanje, laboratorijska ispitivanja mineralne sirovine nakon čega se izradio elaborat o rezervama tehničko-građevnog kamena ležišta "Konjuška".

### 5.1 Istražni radovi

Osnovna metoda dobivanja podataka je istražno bušenje. Prije su već izrađene tri bušotine u duljini od 99 m. 2018. godine, za potrebe izrade elaborata, izrađene su još četiri bušotine ukupne duljine 155 m. Prilikom bušenja nije bilo gubitka zraka niti drugih negativnih pojava, a obavljeno je bez većih poteškoća, jer bušeni su vapnenci ujednačenih fizičko-mehaničkih svojstava (Galić, 2019).

### 5.2 Određivanje kakvoće mineralne sirovine

Uzorci su uzimani iz otvorenog kopa. Ispitivanja su provedena 2015. godine u laboratoriju CSS d.o.o. – Zagreb, za određivanje fizičko-mehaničkih svojstava uzoraka, pogodnosti drobljenog kamena i agregata iz separacije te ispitivanje klasiranog agregata i kamena (preuzeto iz elaborata o rezervama – 2015. godine). U kompletnoj analizi ispitana su sljedeća svojstva prikazana u tablici 5-1 (preuzeto iz elaborata o rezervama – 2019. godine).

**Tablica 5-1** Fizičko-mehanička svojstva stijena iz ležišta „Konjuška“ (Munda, 2019)

Čvrstoća na pritisak (srednje vrijednosti)	U suhom stanju	118,0 MN/m <sup>2</sup>
	U vodom zasićenom stanju	112,0 MN/m <sup>2</sup>
	Nakon smrzavanja	105,0 MN/m <sup>2</sup>
Otpornost na habanje po Boehmu		23,4 cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>
Upijanje vode		0,75 %(mas)
Gustoća		2,695 t/m <sup>3</sup>
Apsolutna poroznost		1,7 vol %
Udio SO <sub>2</sub>		0,11% (mas)
Ispitivanje postojanosti Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (5 ciklusa)		Gubitak 2,1 mas %

Prema mineraloško-petrografskoj analizi kamen je određen kao organogeni vapnenac. Rezultati kompletne kemijske analize prosječnog uzorka kamena za ispitne uzorke iz 2018. godine (Munda, 2019), prikazani su u tablici 5-2.

**Tablica 5-2** Rezultati kompletne kemijske analize

	Udio (%mas.)			
Gub.žar.	CaO	MgO	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>
42,71	51,45	2,13	86,56	9,74
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O
0,93	1,41	0,71	0,11	0,03

Određivanjem kakvoće tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju "Konjuška" na temelju ispitanih uzoraka stijenske mase iz 2018. godine u sklopu Elaborata o rezervama utvrđeno je da kamena sirovina zadovoljava uvjete za proizvodnju (Munda, 2019):

- Drobljenog kamenog agregata za izrada betona, (HRN EN. 12620:2013 i Tehnički propis za betonske konstrukcije, NN 139/09, 14/10, 125/10 i 136/12),
- Agregata za bitumenske mješavine i površinsku obradu cesta, aerodromskih pista i drugih prometnih površina (HRN EN 13043:2013),
- Kamenog granulata za nevezane i hidrauličkim vezivom vezane materijale za upotrebu u građevinarstvu i cestogradnji HRN EN 13242:2013, Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 33/10, 87/10, 146/10, 81/11, 100/11, 130/12, 136/14 i 119/15),
- Drobljenog pijeska za granulata za mort (HRN EN 13139:2013).

## 6. Proračun rezervi i ocjena ležišta

U ovom poglavlju prikazani su rezultati proračuna rezervi prema posljednjim istraživanjima obavljenima 2018. godine. Ležište “Konjuška” pripada prvoj skupini ležišta, jer je jednostavne geološke građe, vapnenac ležišta je ujednačene debljine u pružanju i padu slojeva, dok tektonski poremećaji nisu imali utjecaja na fizičko-mehanička svojstva kamena. (Munda, 2019),

### 6.1 Metode i postupak proračuna rezervi

Proračun obujma mineralne sirovine za utvrđivanje rezervi izveden je pomoću metode paralelnih presjeka, dok su obračunate količine razvrstane prema Pravilniku o utvrđivanju rezervi i eksploataciji mineralnih sirovina (N.N. 46/18) u kategorije B i C<sub>1</sub> (Munda, 2019). Ležište je podijeljeno u 18 blokova, presjecima udaljenim 15 do 50 m, orijentiranih 89° prema azimutu, tj. orijentiranih zapad-istok (prilog 1). Prema tablici iz istog Pravilnika, (članak 52), međusobna maksimalna udaljenost istražnih radova navedena je u tablici 6.1.

**Tablica 6-1** Međusobna maksimalna udaljenost istražnih radova

Kategorija	Udaljenost
A	100
B	200
C	300

Za svaki poprečni presjek izračunata je površina, te je iz toga potrebno dobiti srednju površinu susjednih blokova prema sljedećoj formuli:

$$P_{sr} = \frac{P_n + P_{n+1} + \sqrt{P_n \times P_{n+1}}}{3} \quad (6-1)$$

Formula za izračunavanje obujma između blokova je:

$$O_{n...n+1} = P_{sr} \times l_{n...n+1} = \frac{P_n + P_{n+1} + \sqrt{P_n \times P_{n+1}}}{3} \times l_{n...n+1} \quad (6-2)$$

Ukupni obujam računamo prema izrazu:

$$O = \sum_{i=1}^r O_i \quad (6-3)$$

Gdje je:

O - ukupni obujam ( $m^3$ )

$P_{sr}$  - srednja površina ( $m^2$ )

$P_n$  – površina n-tog vertikalnog presjeka ( $m^2$ )

$P_{n+1}$  – površina n+1 vertikalnog presjeka ( $m^2$ )

$l_n$  – udaljenost između n-tog i n+1 presjeka (m)

n – broj presjeka

r – ukupni broj blokova (broj presjeka-1)

i – broj blokova

## 6.2 Popravni koeficijent i eksploatacijski gubici

Ležište tehničko-građevnog kamena " Konjuška" je poprilično uniformnog sastava. Građeno je od vapnenaca s visokim udjelom  $CaCO_3$ . Iako postoji lako uočljiva količina pukotina, njihov zijev ne prelazi svega nekoliko cm. Dublje pukotine ispunjene su crvenicom, a površinska ispuna je humusna.

Bilančne rezerve su korigirane pomoću popravnog koeficijenta koji iznosi 0,96. Eksploatacijski gubici iznose 2%, gdje se ubrajaju i gubitci koji su ovisni o metodi eksploatacije odnosno tehnologiji otkopavanja. Izvan bilančne rezerve su izračunate ispod završnih kosina etaža.

## 6.3 Prikaz rezultata proračuna utvrđenih rezervi

U tablicama 6-2. navedeni su rezultati bilančnih, eksploatacijskih i izvanbilančnih rezervi, prema istraživanjima provedenim 2018. godine (Munda, 2019).

Rezultati **Tablica 6-2** proračuna bilančnih, eksploatacijskih i izvan bilančnih rezervi, prema istraživanjima provedenim 2018. godine (Munda, 2019.)

Kategorija	Obujam (m <sup>3</sup> )	Popravni koeficijent	Rezerve (m <sup>3</sup> )
B (bilančne)	2 744 830,0	0,96	2 635 036,8
C <sub>1</sub> (bilančne)	237 991,5	0,96	228 471,8
<b>UKUPNO B+C<sub>1</sub></b>	<b>2 982 821,5</b>	<b>0,96</b>	<b>2 863 508,6</b>
B (eksploatacijske)	2 635 036,8	2%	2 582 336,1
C <sub>1</sub> (eksploatacijske)	228 471,8	2%	223 902,3
<b>UKUPNO B+C<sub>1</sub></b>	<b>2 863 508,6</b>	<b>2%</b>	<b>2 806 238,4</b>
B (izvanbilančne)	9 795,0	0,96	9 403,2
C <sub>1</sub> (izvanbilančne)	249 632,5	0,96	239 647,2
<b>UKUPNO C<sub>1</sub></b>	<b>259 427,5</b>	<b>0,96</b>	<b>249 050,4</b>

## 6.4 Tehničko-gospodarska ocjena

### 6.4.1 Geološki i genetski čimbenici

Geološka građa ležišta "Konjuška" odgovara gornjokrednim rudistnim vapnencima. Slojevi su dobro uslojeni, ujednačeni, neznatno tektonski poremećeni, svijetlosive do sivo smeđe boje. Geološke strukture odlikuju se pružanjem karakterističnim za dinarsko područje, oblikovane u srednjem eocenu do danas. Nagibi slojeva iznose od 20-30 °, s orijentacijom prema sjeveroistoku. Vapnenci su se taložili u senonu, s uvjetima plitkomorske čiste vapnenačke sedimentacije. Na ovom području, vapnenci odgovaraju facijelnom pojasu otvorene karbonatne platforme s lagunama, plićacima i jakom cirkulacijom vode, uz stalnu vezu s otvorenim morem. (Munda, 2019.)

## 6.4.2 Tehničko-eksploatacijski i tehnološki čimbenici

Na ovom ležištu, eksploatacija se odvija, s kratkim prekidima, od sedamdesetih godina prošlog stoljeća te je, obzirom na provedena ispitivanja, utvrđen dovoljan potencijal za nastavak sigurne proizvodnje kamena. Glavni rudarski projekt nalaže proizvodnju kamena od 50 000 m<sup>3</sup> godišnje, gdje se očekuje varijacija zbog ekonomske krize koja ima znatan utjecaj na razinu izvođenja građevinskih radova. Širi plasman usitnjenog i klasiranog kamena ovisi uvelike o kakvoći mineralne sirovine i njenoj količini u datom trenutku.

Vapnenci ovog ležišta u prosjeku sadržavaju oko 96,47% CaCO<sub>3</sub>, što se za ovu vrstu proizvoda smatra povoljnim. Osim proizvodnje betona, kameni proizvodi mogu se koristiti i za izradu donjih nosivih tamponskih slojeva, za održavanje gospodarskih cesta i druge namjene u cestogradnji i građevinarstvu.

Položaj ležišta je pogodan u vidu mogućnosti miniranja. Oplemenjivačko postrojenje sastoji se od primarne drobilice, sekundarne drobilice, klasirnice i uređaja za otprašivanje. Proizvodno postrojenje je cjelokupno povezano gumenim transporterima pa se kamionski prijevoz odvija samo u području rudarskih radova do primarne drobilice.

### 6.3.4. Naturalni i gospodarsko-vrijednosni pokazatelji

U tablici 6-3 prikazana su učešća za izvanbilančne, bilančne i eksploatacijske rezerve, temeljem rezultata istraživanja.

**Tablica 6-3** Učešća za izvan bilančne, bilančne i eksploatacijske rezerve

Klasa rezervi	Količina (m <sup>3</sup> )	Učešće (%)
Ukupne rezerve	3 112 559,0	100
Izvanbilančne	249 050,4	8,01
Bilančne	2 863 508,6	91,99

Iz tablice je vidljivo da postoji visok udio bilančnih rezervi. Udio eksploatacijskih rezervi nosi 90,15% ukupnih te je u sklopu bilančnih. 7,98% bilančnih rezervi spada pod C1 kategoriju dok ostatak pripada B kategoriji. Investitor je temeljem višegodišnje eksploatacije



odredio vrijednosne pokazatelje eksploatacijskog polja "Konjuška". Da bi se realnije sagledali svi vrijednosni pokazatelji na eksploatacijskom polju "Konjuška" prikazani su troškovi eksploatacije u tablici 6-4.

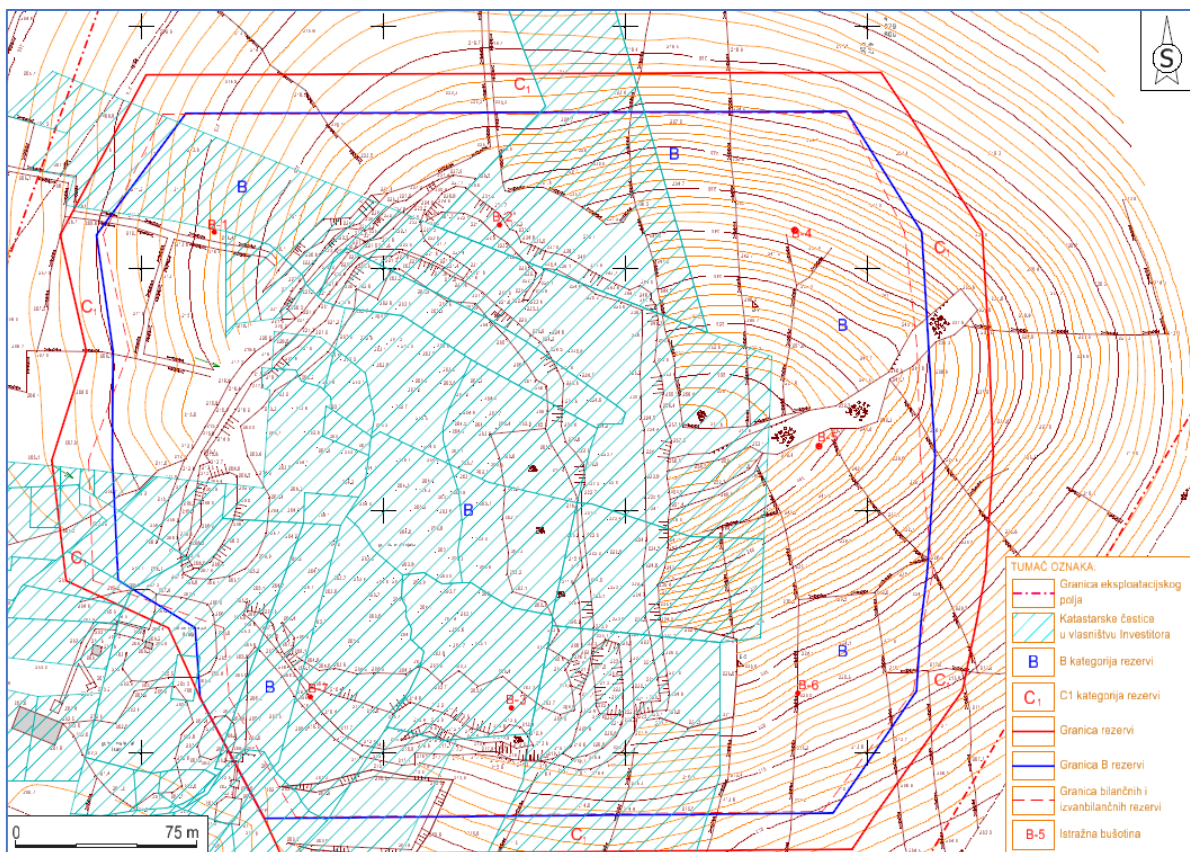
**Tablica 6-4** Troškovi eksploatacije (Munda, 2019.)

Troškovi ishođenja akata	0,10 kn/m <sup>3</sup>
Troškovi zaštite na radu, zaštite okoliša i prirode	0,21 kn/m <sup>3</sup>
Troškovi utvrđivanja kvalitete mineralne sirovine	0,38 kn/m <sup>3</sup>
Troškovi obavljenih istražnih radova	0,58 kn/m <sup>3</sup>
Troškovi izrade tehničke dokumentacije	0,42 kn/m <sup>3</sup>
Troškovi rješavanja imovinsko pravnih odnosa za zemljišne čestice	2,34 kn/m <sup>3</sup>
Troškovi sanacije eksploatacijskog polja	0,71 kn/m <sup>3</sup>
Troškovi radne snage na otkopavanju	7,60 kn/m <sup>3</sup>
Troškovi prometne infrastrukture	0,93 kn/m <sup>3</sup>
Troškovi nabave strojeva i opreme za otkopavanje	2,80 kn/m <sup>3</sup>
Troškovi održavanja strojeva i opreme za otkopavanje	1,68 kn/m <sup>3</sup>
Troškovi materijala i energije	2,76 kn/m <sup>3</sup>
UKUPNO:	20,51 kn/m <sup>3</sup>
Novčana naknada za koncesiju za eksploataciju mineralnih sirovina (Naknada za zauzetu površinu = <b>0,32 kn/m<sup>3</sup></b> )	*1,67 kn/m <sup>3</sup>
Naknada za otkopanu količinu mineralne sirovine = <b>1,35 kn/m<sup>3</sup></b> )	
<b>UKUPNO:</b>	<b>22,18 kn/m<sup>3</sup></b>

## 7. Određivanje dinamike eksploatacije

### 7.1 Potreba određivanja dinamike eksploatacije

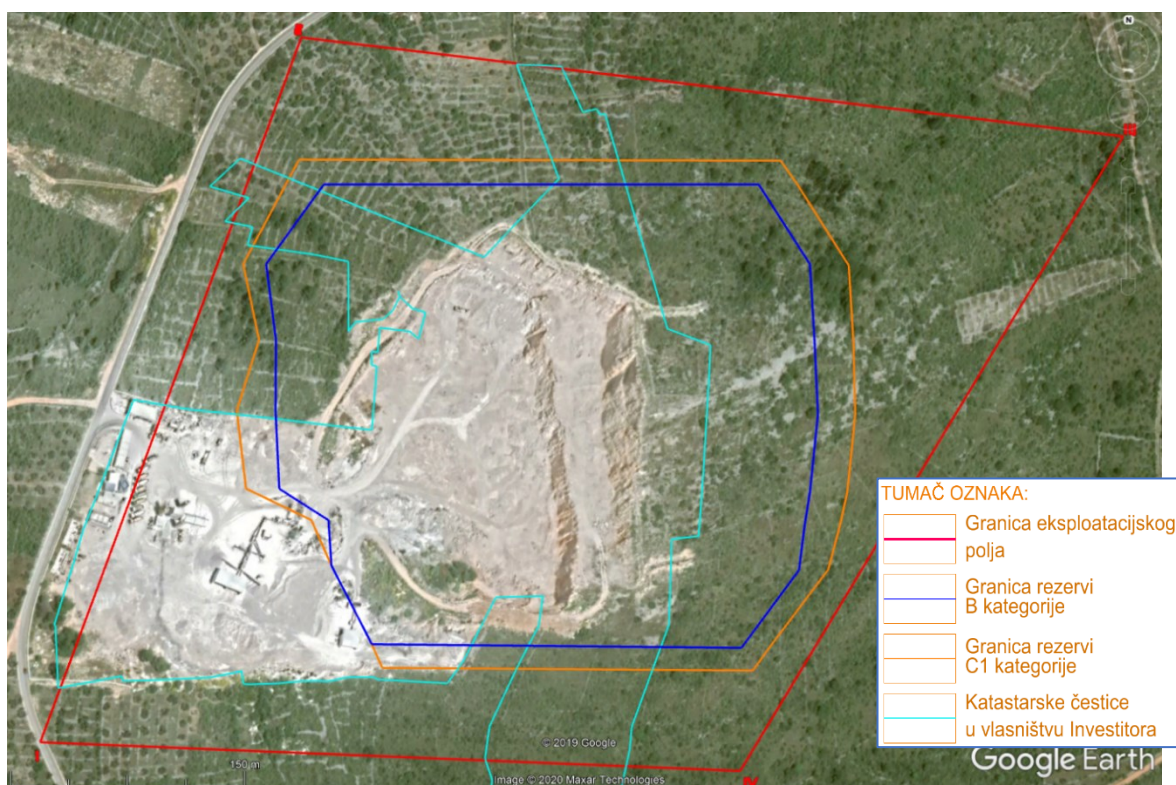
Jedan od osnovnih zahtjeva u poslovanju društva Konjuška d.o.o. je rješavanje imovinsko-pravnih odnosa na istoimenom eksploatacijskom polju. Obzirom na trenutne riješene imovinsko-pravne odnose, unutar odobrenog eksploatacijskog polja, eksploatacija se može odvijati bez prekida toliko dugo dok se ne iscrpe rezerve na katastarskim česticama koje su u vlasništvu društva Konjuška d.o.o. i za koje su dobivene pravovaljane dozvole, uključujući lokacijsku dozvolu te koncesiju za eksploataciju mineralnih sirovina (slika 7-1). U skladu s tim potrebno je odrediti takvu dinamiku eksploatacije utvrđenih rezervi prema kojoj će se omogućiti kontinuitet rada, uz usporedno rješavanje imovinsko-pravnih odnosa (otkup katastarskih čestica) te ishođenje novih dozvola za eksploataciju.



Slika 7-1 Prikaz granica eksploatacijskog polja, rezervi i otkupljenih katastarskih čestica

## 7.2 Trenutno stanje rudarskih radova

Rezerve eksploatacijskog polja "Konjuška" leže u brežuljku koji se od okolnog terena uzdiže pedesetak metara. Stoga se prema topografiji površinski kop „Konjuška” može svrstati u brdski tip. Na slici 7-2 nalazi se satelitski snimak tlocrtnog prikaza kopa "Konjuška", na kojem su vidljive granice polja, rezervi i katastarskih čestica koje su u vlasništvu Investitora.



**Slika 7-2** Satelitski snimak površinskog kopa "Konjuška"

Etaže se razvijaju odozgo prema dolje. Sustav eksploatacije je kombinacija poprečnog i uzdužnog tipa, obzirom da utvrđeno ležište nije izduženog oblika. Trenutno se u površinskom kopu radovi izvode prema Glavnom rudarskom projektu iz 1997. godine te Dopunskom projektu iz 2008. godine. Sukladno njima, eksploatacija se smije odvijati do svibnja 2022. godine. Prema dopunskom projektu iz 2008. godine, na površinskom kopu trebale bi se oformiti tri etaže. Povremeno će zbog napretka rudarskih radova biti samo dvije, kao što je to na prikazima stanja iz početka 2019. godine. Na tim prikazima kosine su znatno većih visina od onih koje su predložene prema "Idejnom rudarskom projektu eksploatacije tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju "Konjuška" (Galić, 2019).

Nakon isteka Ugovora o koncesiji za eksploataciju tehničko-građevnog kamena u ležištu "Konjuška" pristupiti će se promjenama visina etaža, onako kako je to predloženo u posljednjem idejnom projektu, obzirom da taj dokument služi kao podloga za izdavanje nove lokacijske dozvole.

Eksploatacija se trenutno obavlja u smjeru istoka. Napredak radova u smjeru istoka do sjevero-istoka odgovara dominantnom smjeru pada slojeva. Pružanje najvećeg središnjeg djela čela radilišta okrenuto je prema smjeru pada slojeva vapnenca za nekih 30 stupnjeva, što povoljno djeluje na stabilnost kosina. Slojevi vapnenca su nagnuti prema sjeveru od 10 do 24 stupnja. Iako su etaže velikih visina, zbog čega se može akumulirati naprezanje pri njihovim donjim dijelovima, one su ipak stabilne, ne samo zbog povoljnih pružanja slojeva i etaža, nego i zbog stanja stjenke mase, bez učestalih pukotinskih sustava i tektonskih poremećaja.

Najniža točka površinskog kopa, prije provedbe tehničkih rješenja je 203 m n.v., a najviša 257 m n.v., što predstavlja visinsku razliku od 54 m. Najveća duljina površinskog kopa iznosi oko 250 m, a širina 210 m.

Prema korištenim podacima stanja za početak 2019. godine vidljive su dvije razine etaža. Niža razina otprilike je jednaka nadmorskoj visini otkopanog terena u zapadnom djelu ležišta te iznosi oko 204 m. Razina više etaže iznosi oko 224 m. U središnjem djelu ležišta, rub gornje kosine nalazi se na nadmorskoj visini od oko 257 m te u tom djelu visina kosine iznosi oko 30 m, što je znatno više od visine iste te kosine u njenim sjevernim i južnim predjelima, prema nižim dijelovima brežuljka. Visina te etaže otežava bušenje prilikom razvoja treće etaže te se planira u potpunosti napustiti rad kopa samo s dvije razine. Dvije etažne kosine su približno paralelnog pružanja. Oba dvije kosine u središnjem najdužem djelu su pružanja sjever-jug, u istočnom predjelu sjevernog djela kosine su pružanja sjeverozapad-jugoistok te u zapadnom predjelu sjevernog djela jugozapad-sjeveroistok. Južni dijelovi obaju kosina pružanja su istok-zapad. Osim opisanih pokosa, postoji još odvojeni pokos u najjužnijem djelu brežuljka u kojem je napredak radova obustavljen zbog neriješenih imovinsko pravnih odnosa (Prilog 1).

### 7.3 Prijedlog plana razvoja rudarskih radova

Osnovna načela projektiranja u rudarstvu zahtijevaju detaljnu analizu raznih poslovnih uvjeta te pripremu različitih varijanti prilagođavanja neprikladnim uvjetima. Osim geoloških i geografskih značajki terena i okolice, važno je kopanje obavljati propisno i usklađeno s imovinsko pravnim odnosima. U površinskim kopovima izraženije je ispunjavanje pravnih uvjeta za ispravnu i neprekidnu eksploataciju.

Površinski kop će se, u nastavku eksploatacije, razvijati od već utvrđenih smjerova eksploatacije odnosno neće se mijenjati fronta rudarskih radova koja je orijentirana u smjeru istok-sjeveroistok. Postojeće etaže +224 i +242 dovoljne su širina za kamionski transport i okretanje kamiona te će se i nastaviti s istim konceptom u budućoj eksploataciji. Zbog povećanja sigurnosnih uvjeta smanjiti će im se ukupna visina te će tako etaže biti visoke 12 m.

Projektirani parametri, tijekom eksploatacije površinskog kopa, biti će slijedeći:

- visina etaže	do 12 m
- minimalna širina radne etaže s utovarom	23 m
- minimalna širina radne etaže s preguravanjem	12 m
- minimalna širina završne etaže	6 m
- kut nagiba etažne kosine	$\leq 75^\circ$
- kut nagiba završne kosine	$\leq 60^\circ$

U cilju eksploatacije novih, potvrđenih rezervi, površinski kop će se razvijati kroz četiri faze.

#### 7.3.1 Prva faza razvoja površinskog kopa

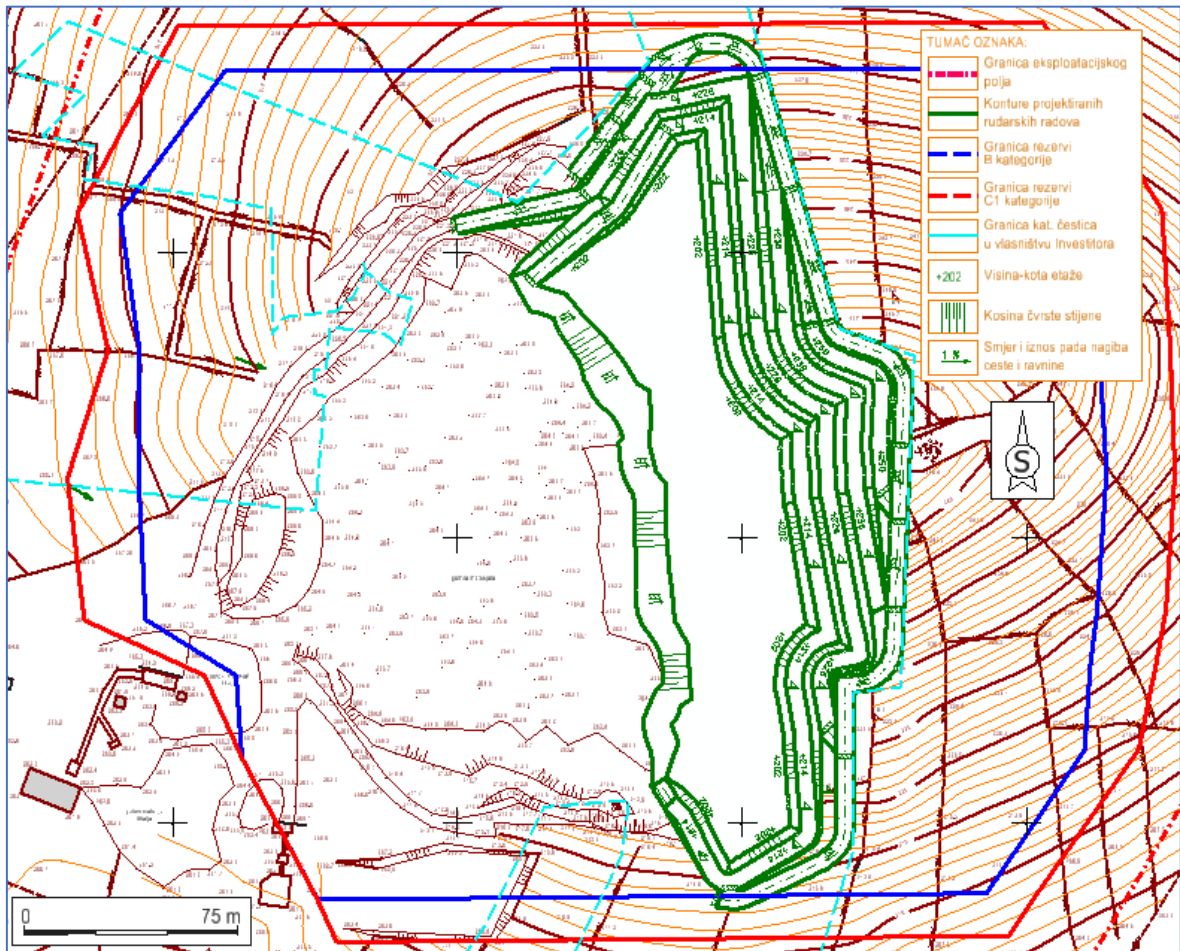
Etaže će se razvijati unutar granica odobrenih rezervi ali samo na katastarskim česticama koje su trenutno imovinsko-pravno riješene, odnosno na katastarskim česticama koje su u vlasništvu trgovačkog društva Konjuška d.o.o. ili u ugovornom odnosu trgovačkog društva Konjuška d.o.o. s vlasnicima (Galić, 2019).

Površinski kop će se nastaviti razvijati već određenim smjerom eksploatacije prema istoku, a fronta radova pružati će se u smjeru sjever-jug.

Etaže će se razvijati u visini 12 m, preraspodjelom postojećih etaža, tako da se dobiju (formiraju) etaže: 250, 238, 226, 214 i 202.

Oko visinskih etaža izraditi će se pristupni put za mehanizaciju. Dinamika otvaranja i razvoja visinskih etaža će biti takva da se prva niža etaža može otvoriti kada viša etaža bude razvijena u minimalnoj širini od 12 m.

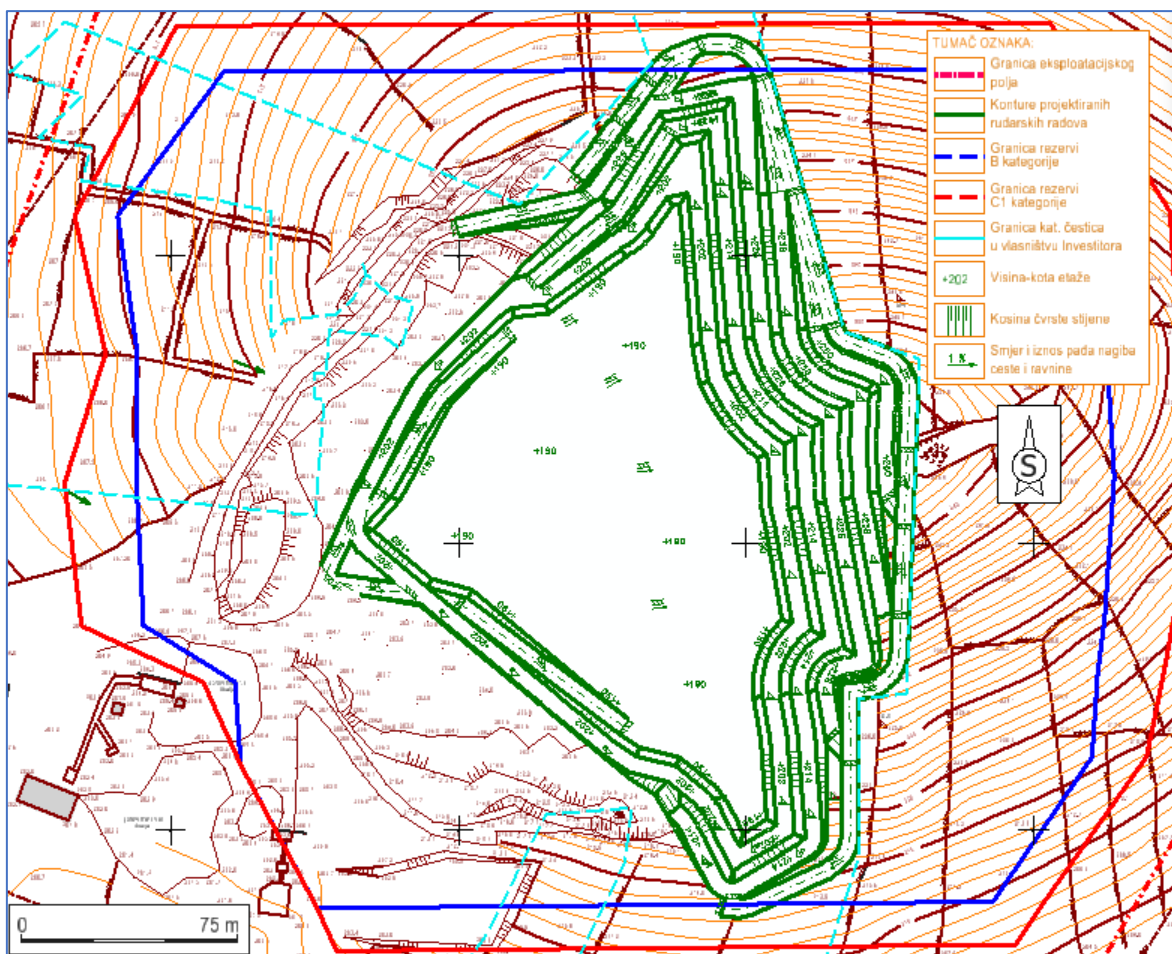
Projektno rješenje prve faze razvoja površinskog kopa "Konjuška" prikazano je na slici 7-3.



Slika 7-3 Prva faza razvoja površinskog kopa

### 7.3.2 Druga faza razvoja površinskog kopa

Produblјavanje kopa na sjevernoj i istočnoj strani izvest će se u drugoj fazi eksploatacije te će se otvoriti etaža 190. Nakon toga nastavit će se razvoj etaža 190 i 202, od istoka ka zapadu kopa, u punoj širini fronta od sjevera do juga. Projektno rješenje druge faze razvoja površinskog kopa "Konjuška" prikazano je na slici 7-4.

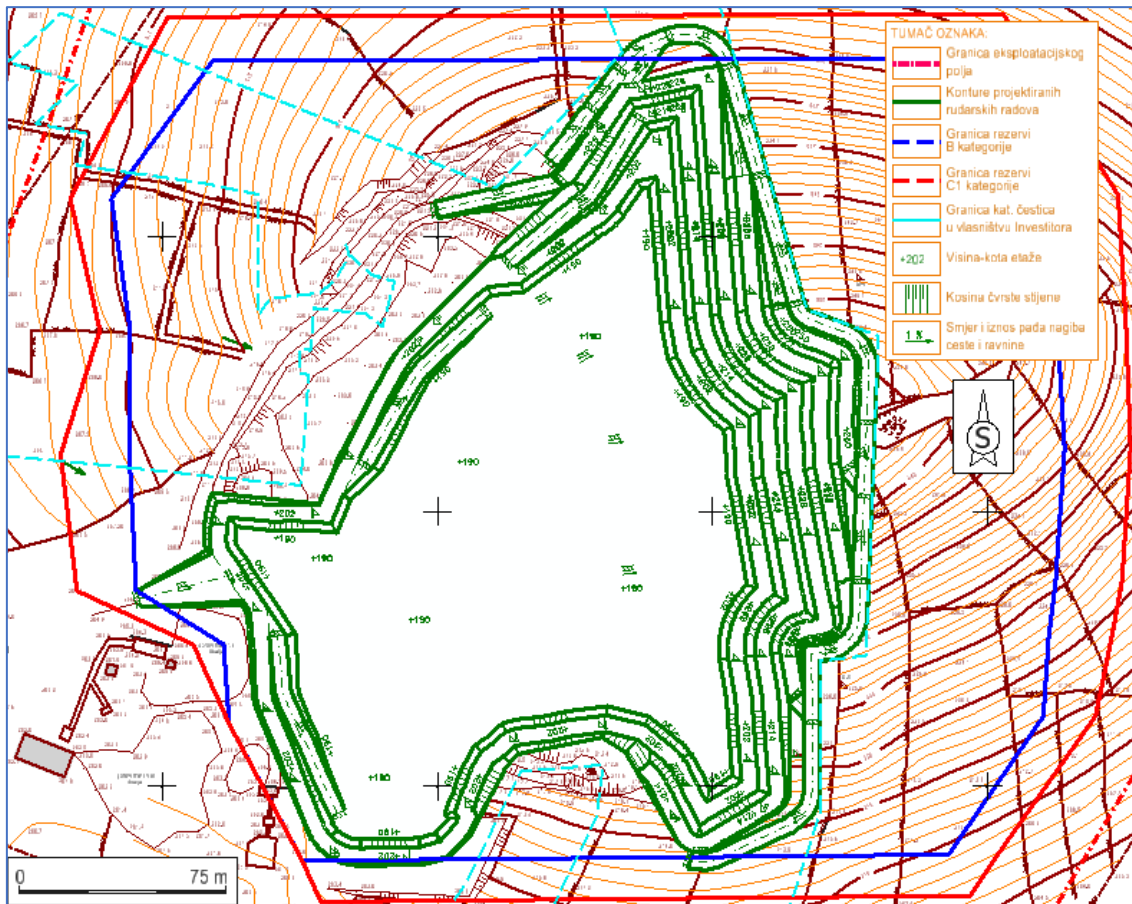


Slika 7-4 Druga faza razvoja površinskog kopa

### 7.3.3 Treća faza razvoja površinskog kopa

Trećom fazom, tj. konturom kopa, će se praktično zahvatiti preostali dio utvrđenih rezervi koji se nalazi na katastarskim česticama koje su imovinsko pravno riješene, a koje neće remetiti prvobitni oblik (Galić, 2019).

Površinski kop nastaviti će se razvijati već određenim smjerom eksploatacije prema iz prethodne faze eksploatacije tj. prema zapadu, a fronta radova pružati će se i dalje u smjeru sjever-jug. Formirati će se etaža +202 i etaža +190 odnosno osnovni plato. Četiri visinske etaže +214, +226, +238 i +250 neće se razvijati tijekom treće faze eksploatacije. Projektno rješenje treće faze razvoja površinskog kopa "Konjuška" prikazano je na slici 7-5.



Slika 7-5 Treća faza razvoja površinskog kopa

### 7.3.4 Četvrta-završna faza razvoja površinskog kopa

Četvrtom fazom, tj. konturom kopa, će se zahvatiti utvrđene rezerve koje se nalaze jednim dijelom na katastarskim česticama koje su već imovinsko pravno riješene, a drugim dijelom na katastarskim česticama koje će se imovinsko pravno riješiti tijekom prethodne tri faze (Galić, 2019).

U četvrtoj fazi razvoja površinskog kopa u potpunosti će se razviti osnovni plato odnosno etaža +190. Usporedno s razvojem osnovnog platoa razviti će se etaža +202, +214 i +226. Tijekom završne faze u potpunosti će nestati visinske etaže +238 i +250. Dinamika razvoja etaža će biti takva da prethodi napredak gornjih etaža u odnosu na niže etaže tako da ne dođe do ugrožavanja radne kosine kopa te da se omogući gravitacijski transport odminirane stijene, s viših etaža na osnovi plato 190.



Tijekom četvrte faze doći će do izmještanja pristupnog puta koji će omogućiti pristup rudarskoj mehanizaciji svim dijelovima površinskog kopa.

Projektno rješenje treće faze razvoja površinskog kopa "Konjuška" prikazano je na slici 7-6.



Slika 7-6 Četvrta-završna faza razvoja površinskog kopa

## 8. Izrada prostornih modela rudarskih radova i proračun obujma

U ovom poglavlju će se opisati i prikazati način kreiranja prostornih položaja, modela svih faza razvoja površinskog kopa, predloženih prema idejnom projektu (Galić, 2019).

Nastavno, temeljem modela završnog stanja, odnosno konture površinskog kopa nakon četvrte faze, uradit će se proračun ukupnog obujma, metodom paralelnih presjeka i metodom računalnog modeliranja.

Na kraju poglavlja usporedit će se rezultati proračuna ukupnog obujma stijene, koji su dobiveni metodom vertikalnih paralelnih presjeka (MPP) i metodom računalnog modeliranja (MRM) čime će se provjeriti pouzdanost dobivenih rezultata, odnosno primijenjenih metoda.

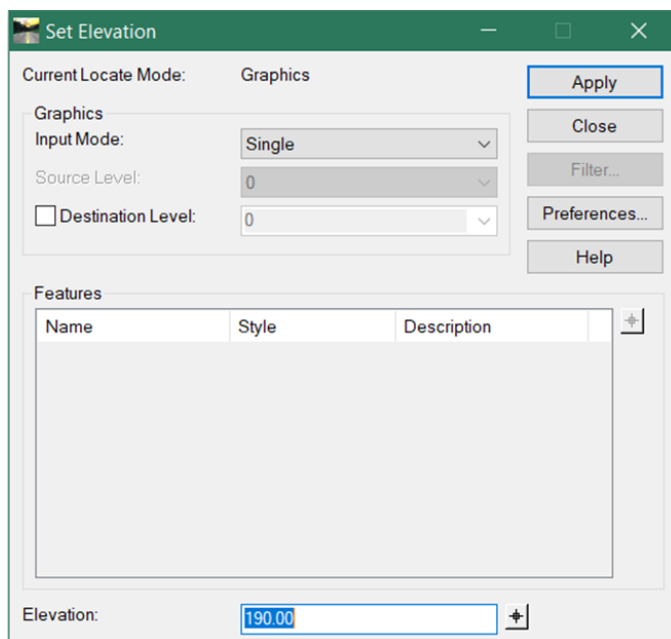
### 8.1 Metodologija izrade prostornih modela

#### 8.1.1 Obrada ulaznih podataka

Prostorni način prikazivanja terena se smatra aksonometrijskom projekcijom, u kojoj postoje tri dimenzije te je barem jedna od dimenzija nagnuta prema pravcu prikaza. Aksonometrijske projekcije su jasniji i praktičniji prikazi tijela i terena, koriste se u raznim strukama i disciplinama pojedinačno ili unutar radnih skupina tijekom rješavanja zadataka.

Za izradu prostornih prikaza upotrijebljen je CAD program Power Inroads V8i (SELECTseries 10). Korišteni su geodetski podaci pohranjeni u obliku CAD datoteke tlocrtne projekcije, tj. 2D datoteke, situacije površinskog kopa "Konjuška" iz 2019. godine.

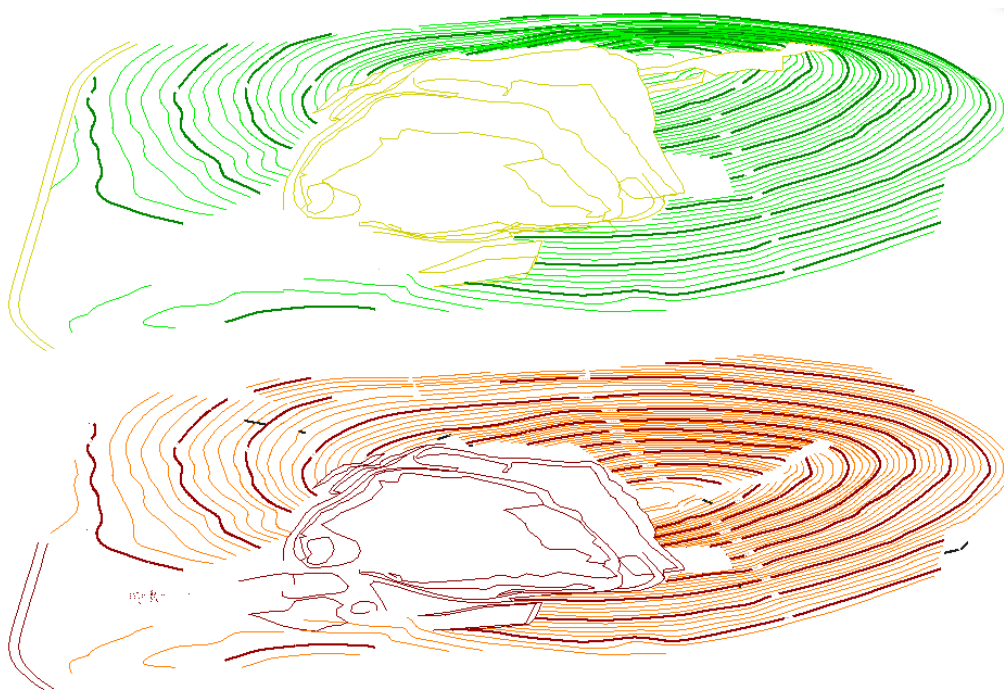
U svrhu stvaranja prostornog prikaza, tlocrtnu datoteku potrebno je izvesti u 3D datoteku. To se izvodi pomoću naredbe *File – Export - 3D*. Novonastala prostorna datoteka u sebi sadržava sve iste elemente, ali unutar nulte ravnine, tj. svi elementi se nalaze u ravnini koja predstavlja razinu mora. Bilo kojem elementu može se promijeniti nadmorska visina, te se tako započinje izrada prostornog prikaza. Promjena nadmorske visine elementa izvršava se naredbom *Surface - Design Surface - Set elevation*. Potrebno je umjesto *Fence* ili *Level* pod *Graphics Input Mode* odabrati pojedinačnu opciju *Single*, (Slika 8-1) naročito ako se radi o izradi terenskih prikaza ili nepravilnih tijela s puno detalja.



**Slika 8-1** Naredba *Set Elevation*

Umjesto naredbe *Set Elevation* može se koristiti i potprogram *ModZ*, koji ima iste mogućnosti.

Primjenom jednog od opisanih alata svi visinski elementi iste nadmorske vrijednosti (točke, izohipse i dr.) podižu se iz ravnine (0 m) na pripadajuću visinu te se formira grafički model, kao što je prikazano na slici 8-2. Iako se grafički model formira u računalu, još uvijek se to smatra manualnom obradom podataka, odnosno tehničkom obradom.



**Slika 8-2** Kreiranje grafičkog prostornog modela (3D) podizanjem elemenata iz ravnine

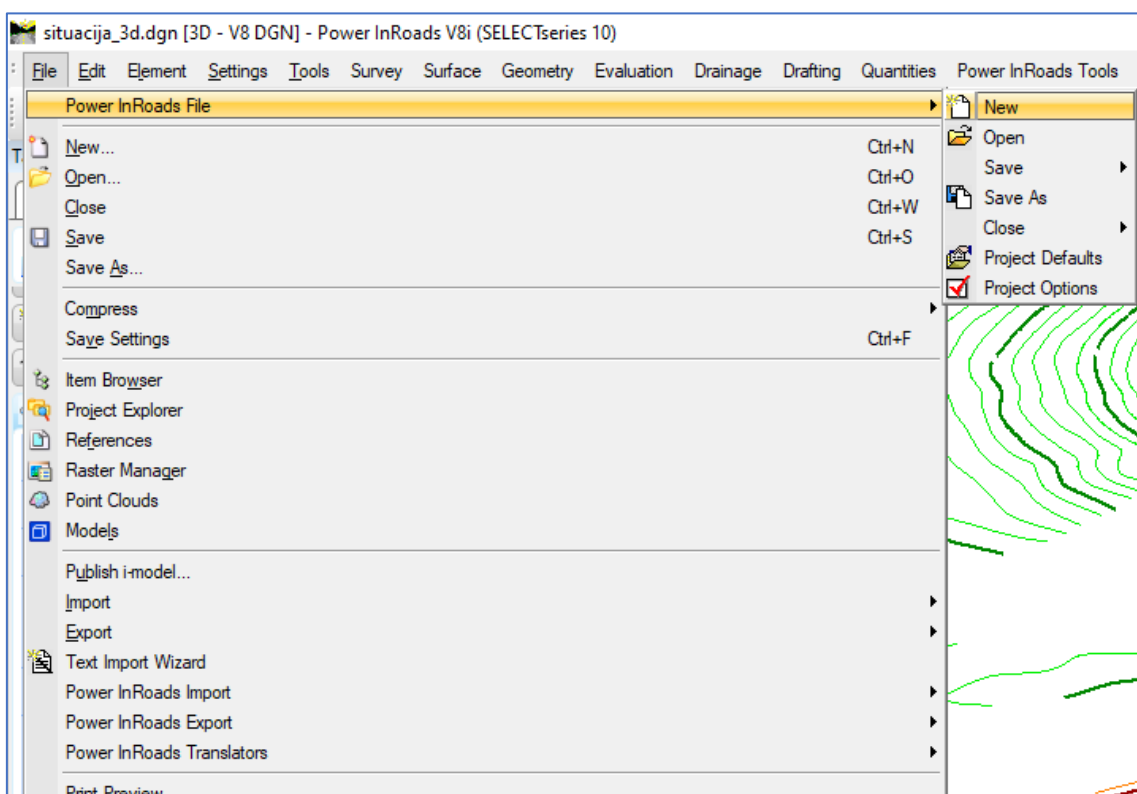
## 8.1.2 Triangulacija obrađenih podataka iz grafičkog modela

Nakon kreiranja grafičkog modela neke površine, poput terena, krovine ili podine rudnog tijela, može se pristupiti računalnoj obradi podataka.

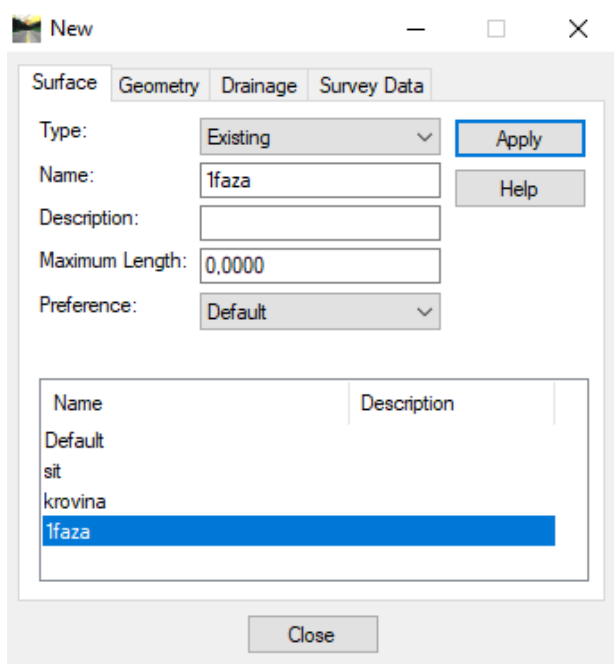
Postupak prevođenja (konverzije) podataka iz grafičkog u računalni oblik naziva se triangulacija. Triangulacija je ustvari metoda formiranja ploha (ravnina) u prostoru, povezivanjem tri najbliže poznate točke. Tako nastaje kontinuirani niz spojenih trokuta (trianglova) koji tvore površinu nekog tijela.

Postupak triangulacije započinje formiranjem virtualne površine (surface) u računalnom programu za 3D modeliranje (u ovom radu *Power Inroads*).

Površina se izrađuje naredbom *File – Power Inroads File - New* (Slika 8-3), a učitava se naredbom *File – Power InRoads Import- Surface* (Slika 8-4). Uobičajeno je da se površine nazivaju-imenuju prema plohi koja se obrađuje, kao n.pr.: „sit“, „1 faza“, „2faza“, „krovina“, „podina“ i sl.

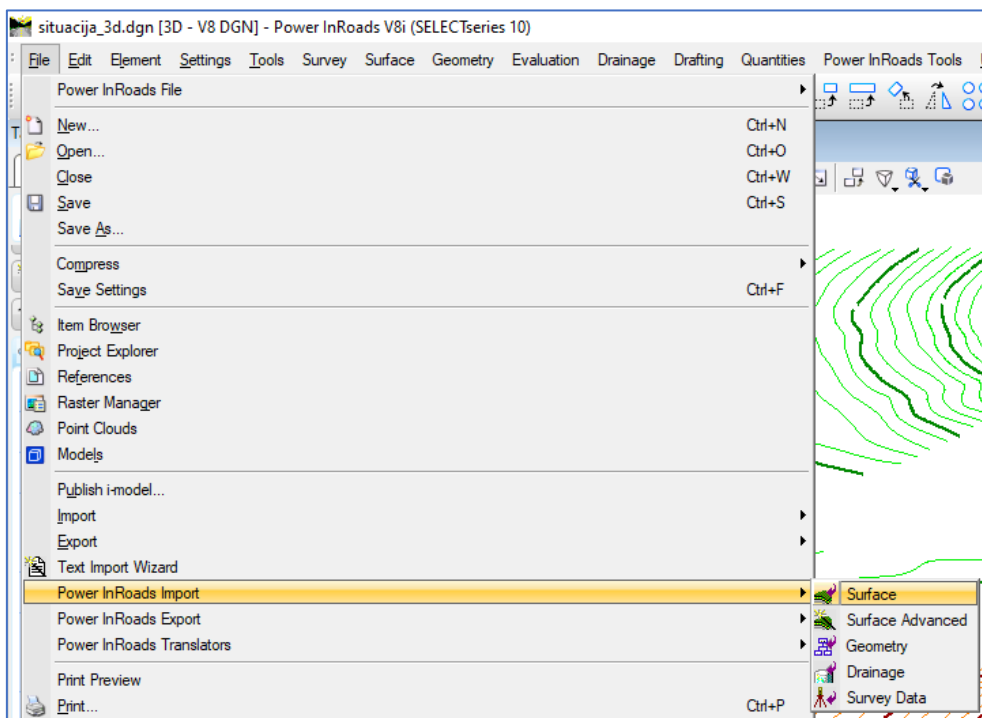


Slika 8-3 Izrada nove površine (*surface*)



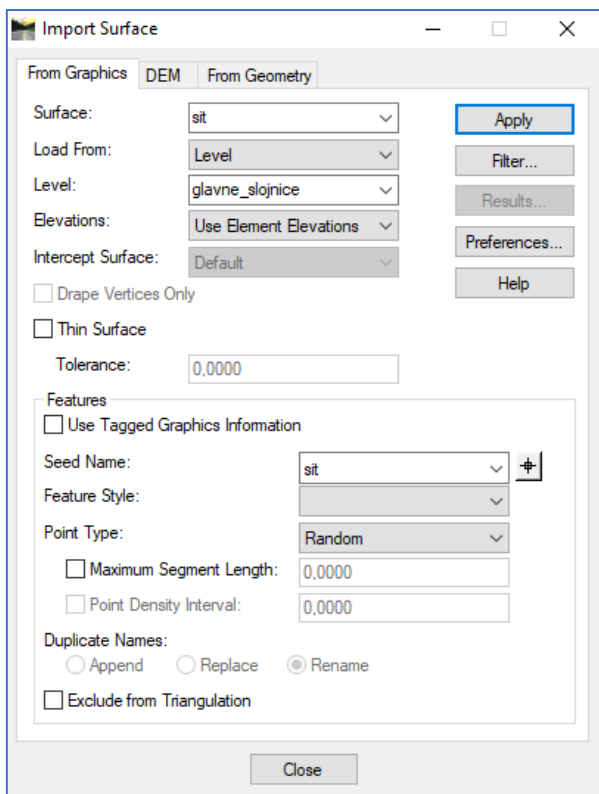
Slika 8-4 Imenovanje nove površine

Nakon davanja imena, određena virtualna površina se unosi kao predložak u koji će se smjestiti podaci iz grafičkog modela, naredbom *File – Power Inroads Import - Surface* (Slika 8-5).



Slika 8-5 Aktiviranje naredbe *Import Surface*

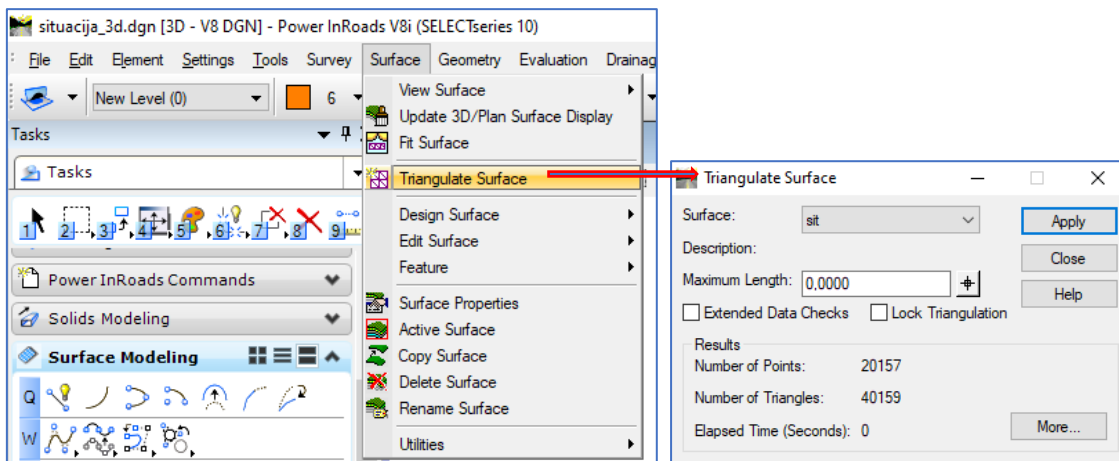
Aktiviranjem naredbe *Import Surface* otvara se prozor u kojem se: odabire određena površina (*Surface*), određuje način preuzimanja podataka (*Load From*), razina na kojoj se nalaze podaci (*Level*), upisuje se ime radnog lista (*Seed Name*) i odabire tip podataka koji se obrađuju (*Point Type*), što je prikazano na slici 8-6.



**Slika 8-6** Odabir površine (*Surface*), načina preuzimanja podataka (*Load From*), radnog lista (*Seed Name*) i tipa podataka koji se obrađuju (*Point Type*)

Nakon odabira svih postavki, potvrđuje se primjena naredbe *Import surface* (*Apply*), što znači da je odabrana grupa podataka pripremljena za računalnu obradu odnosno triangulaciju.

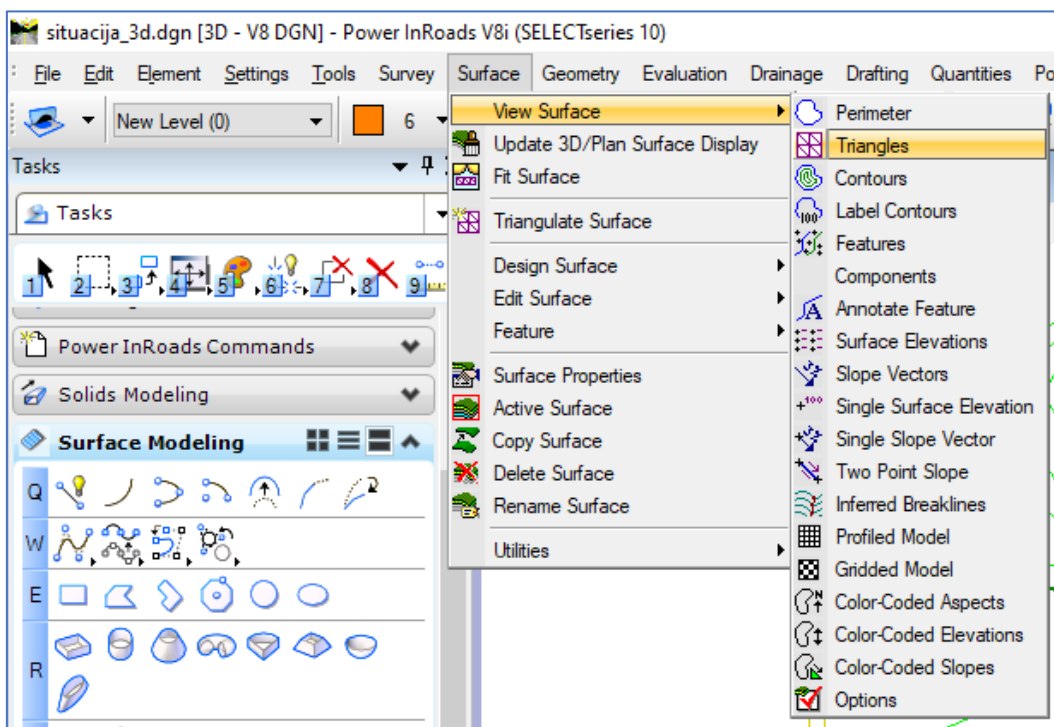
Triangulacija se aktivira naredbom: *Surface – Triangulate Surface - Apply* te je time određena grupa podataka obrađena u računalnom (digitalnom) obliku (Slika 8-7).



Slika 8-7 Triangulacija prostornih podataka

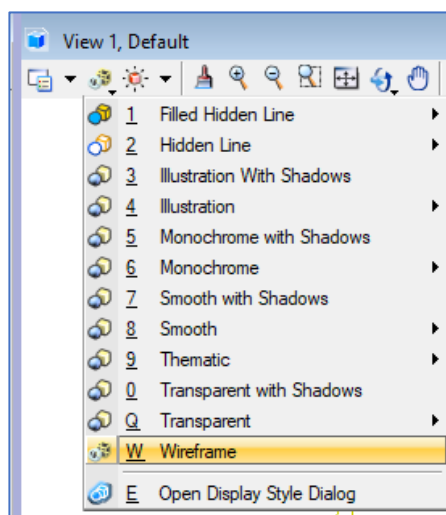
Nakon postupka triangulacije dolazi se do mogućnosti daljnje računalne obrade podataka i dobivanja izlaznih rezultata kao što je prikaz računalnih modela u 3D okruženju, izrada poprečnih presjeka, izračun obujma između zadanih površina (*surface*), kreiranje novih, planiranih oblika rudarskih radova (površinskih i podzemnih kopova, platoa, cesta i dr.).

Prikaz različitih računalnih modela, kontura, poligona i sl. moguće je dobiti iz padajućeg niza: *Surface-View Surface* (slika 8-8).



Slika 8-8 Odabir računalnih modela ili dijelova površine nakon triangulacije

Za prikaz topografije terena, rudnih tijela, projektiranih kontura kopova koriste se: triangulacijski (*triangles*), konturni (*contours*) i mrežni (*gridded*) model. Računalni modeli mogu se prikazati u više različitih oblika, obzirom na isticanje kontura modela kao što su žični (*Wireframe*), zaglađeni (*Smooth*), prozirni (*Transparent*), jednobojni (*Monochrome*) i dr. koji su prikazani na slici 8-9.



**Slika 8-9** Odabir oblika prikaza računalnih modela

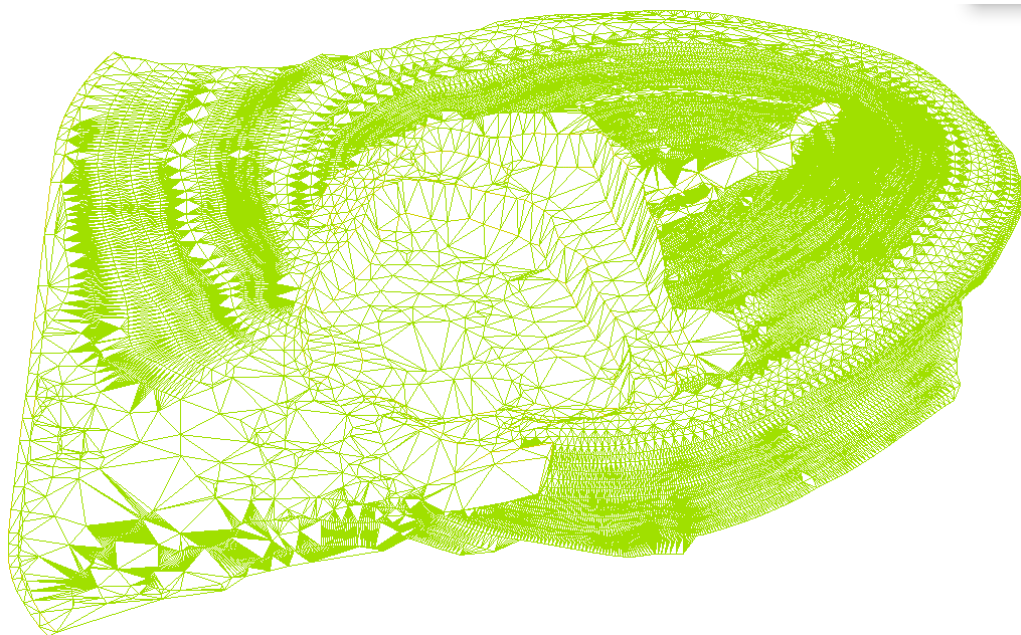
Najčešći oblici prikaza računalnih modela su žični i zaglađeni (ispunjeni bojom). No, budući su modeli izrađeni od zatvorenih ploha, mogu se kreirati i drugi oblici ispune koji vjerno oslikavaju poput boje kamena, rude i drugih materijala. Općenito postupak ispune ploha se naziva renderiranje.

Prostorni prikaz situacije površinskog kopa „Konjuška“ dobiven je naredbom *Surface – View Surface- Triangles-View Triangles* (slika 8-10).

Triangulacijom se aproksimira zadana površina nizom trokutnih elemenata sastavljenih od točaka koje pripadaju površini. Pravilna triangulacija omogućava precizno korištenje površine za proračun obujma.

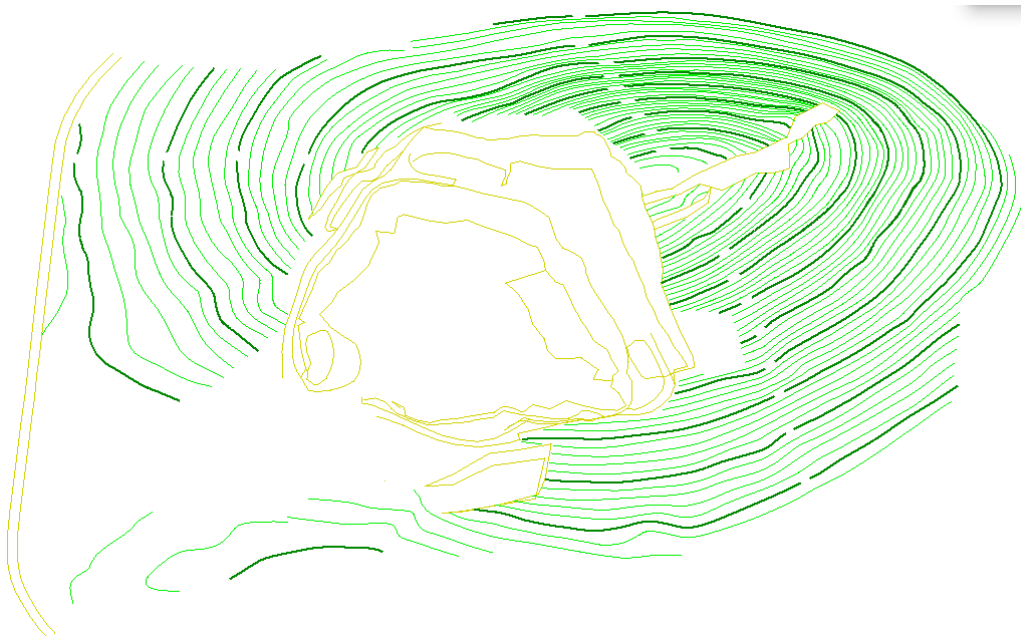
Pokretanjem naredbe otvara se prozor odabira postavki stvaranja trokuta *Line Symbology*, npr. za odabir boje trokutova i *level*-a u koje će se oni položiti. Za prostornu predodžbu terena ne trebaju više biti aktivni elementi od kojih je površina sačinjena, već samo level u kojem se nalaze trokuti.





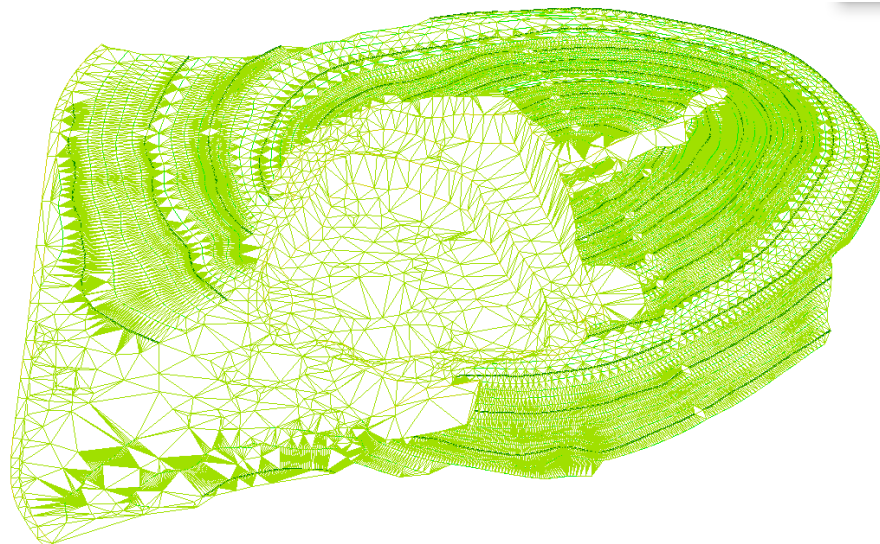
**Slika 8-10** Triangulacijski model

Na isti način, kao što je pokrenut postupak prikaza triangulacijskog modela, može se odabrati prikaz konturnog modela, naredbom: *Surface – View Surface- Contours-View Contours* (slika 8-11). Kada se otvori prozor *View Contours* potrebno je odabrati ili zadati attribute (svojstva) elemenata koji će se prikazati, kao što su: gustoća izohipsi, debljina i boja crte glavnih i pomoćnih izohipsi (slojnica) veličina slova glavnih izohipsi i dr.



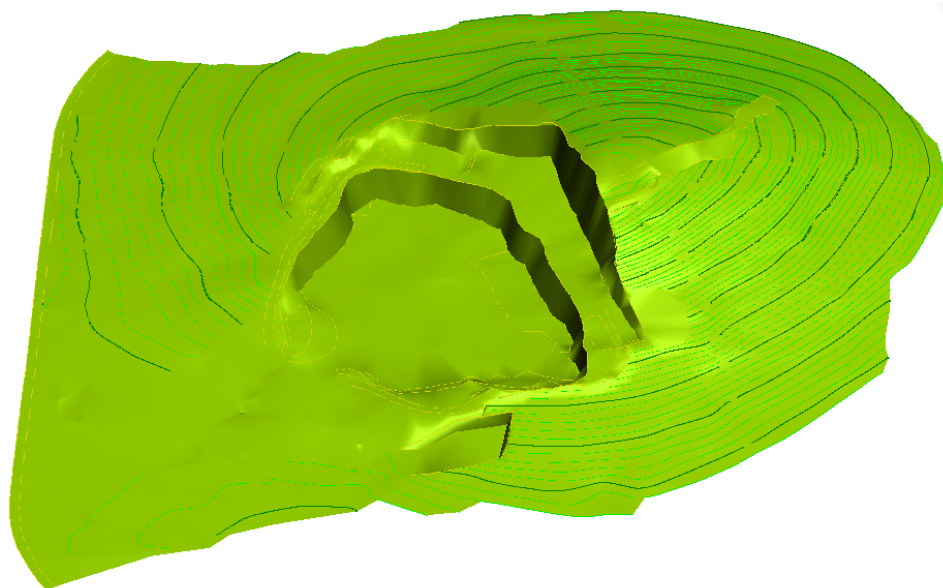
**Slika 8-11** Konturni model

Računalni modeli se mogu se preklapati, prema potrebi i zahtjevu korisnika, što je često vizualno efektno i praktično zbog daljnje obrade podataka (slika 8-12).



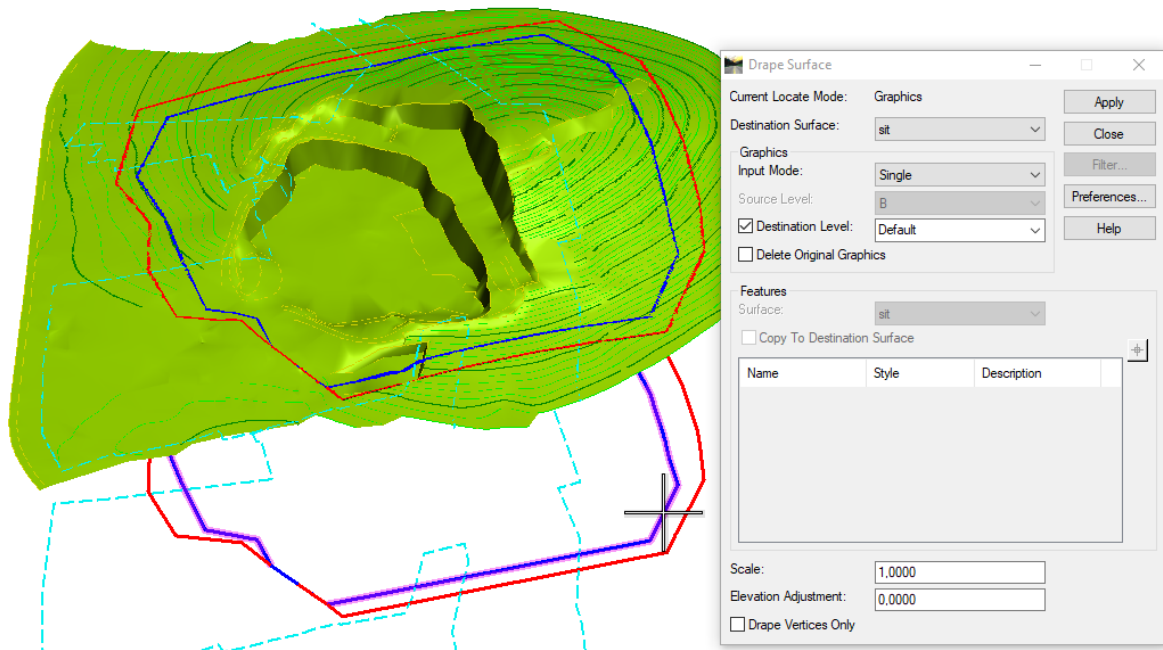
**Slika 8-12** Kombinacija konturnog i triangulacijskog modela u žičnom obliku

Potom slijedi postupak renderiranja. U alatu *Change display style*, koji se aktivira lijevim klikom na opciju *Display style list* u lijevom gornjem kutu svakog aktivnog prozora. Odabire se *Smooth* prikaz trokuta, koji najbolje predočava teren glatkim površinama (slika 8-13).



**Slika 8-13** Kombinacija konturnog i triangulacijskog modela u renderiranom obliku

Ponekad je potrebno na već izrađenu površinu terena projicirati neki linijski element, na primjer: granice rezervi, čestica i sl.. To se izvodi naredbom *Surface – Design Surface – Drape Surface* (Slika 8-14). Ovu naredbu se koristi samo pomoću već stvorenih i učitanih površina.



**Slika 8-14** Naredba *Drape Surface* za iscrtavanje elemenata na površini modela

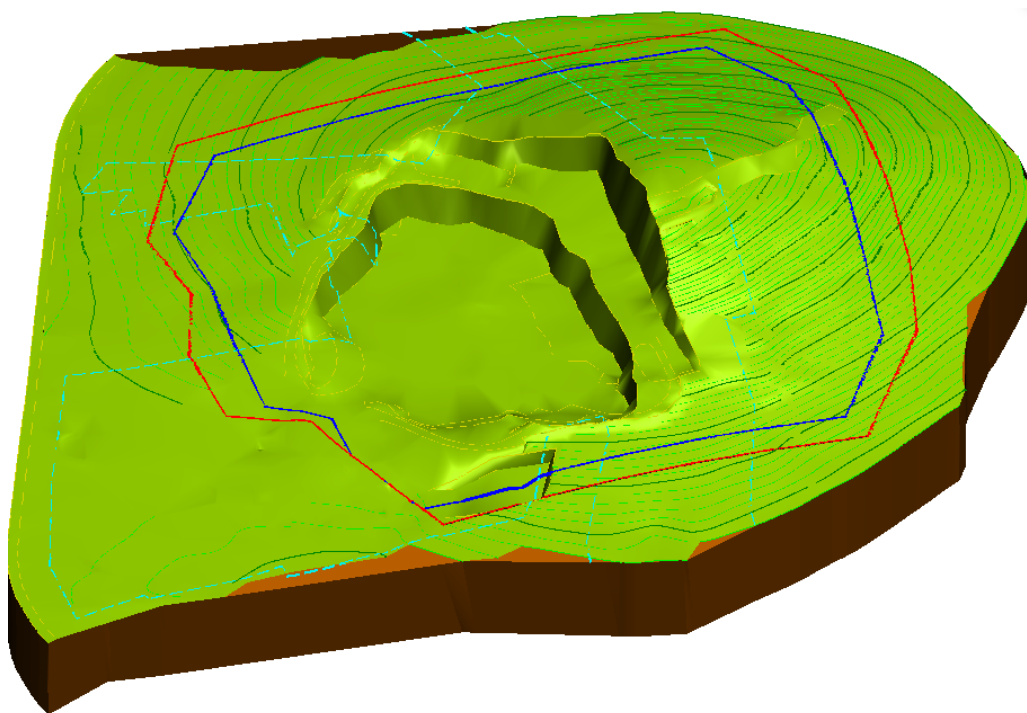
Da bi se dobio blok model ležišta koji oslikava sloj Zemlje odnosno litosfere, koristi se rub modela (*perimeter*) koji se poziva naredbom *Surface – View Surface- Perimeter-View Perimeter*.

Nakon izrade perimetra, isti je potrebno je kopirati na isto mjesto. Zatim se učita aplikacija ModZ te se kopirani parametar postavi na nižu visinu  $Z = 150$ .

Blok-model se kreira pomoću naredbe **Loft**:

*Tools* → *Surface* → *Create freeform surface* → *Loft surface*

Dobiveni blok-model ležišta prikazan je na slici 8-15.

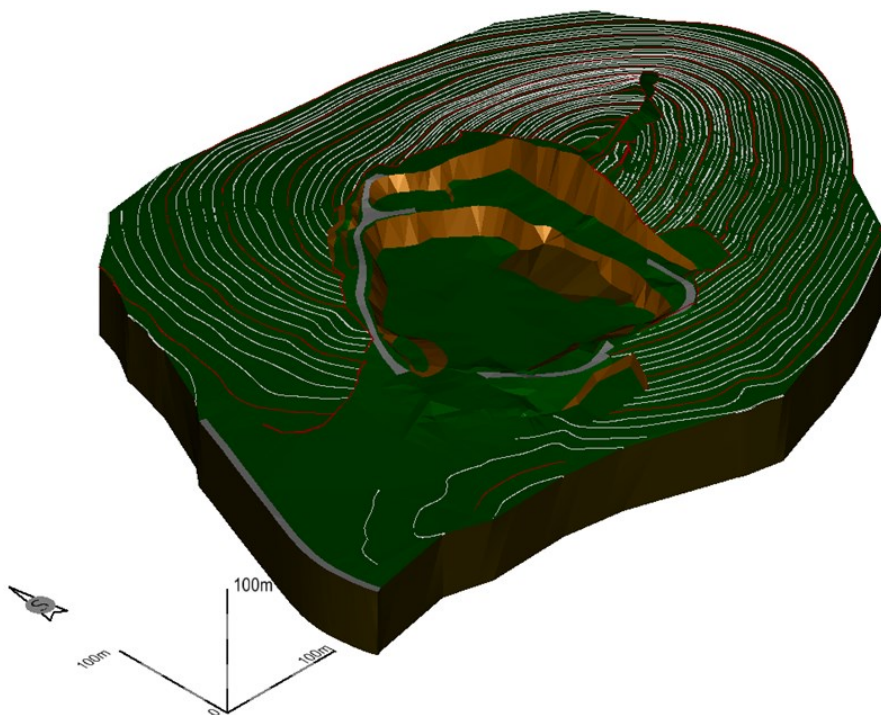


**Slika 8-15** Blok model ležišta

## **8.2 Izrada prostornih modela površinskog kopa Konjuška**

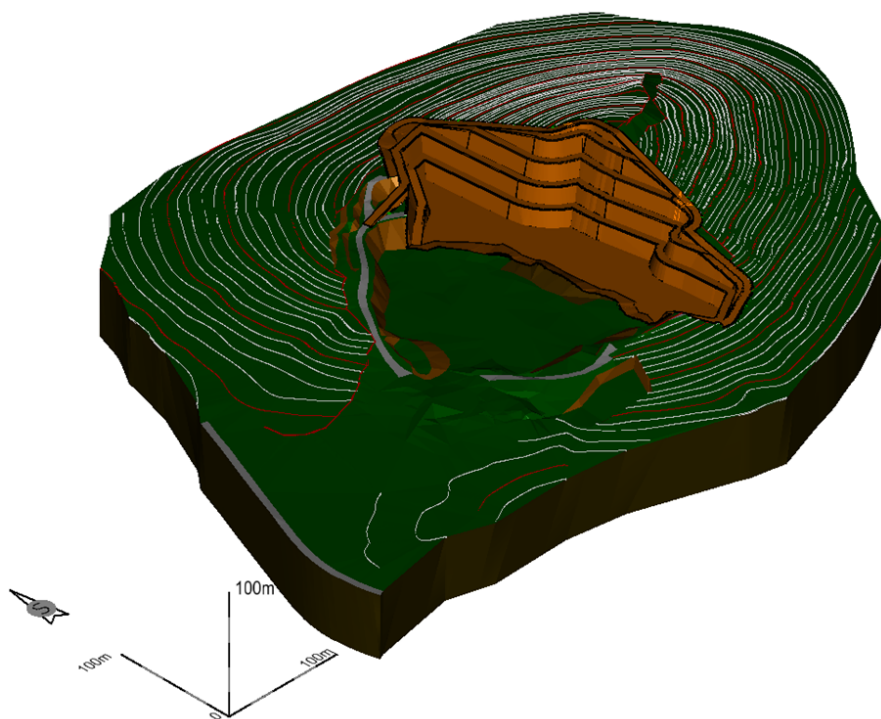
Prema opisanoj metodologiji izrađeni su modeli postojećeg stanja, faza eksploatacije i završne konture površinskog kopa „Konjuška“. Pri tome su korištene karte iz poglavlja 7. koje prikazuju razvoj rudarskih radova.

Na slici 8-16 prikazan je wmodel postojećeg stanja, koji predstavlja osnovu za proračun ukupnog obujma, prema metodi računalnog modeliranja.

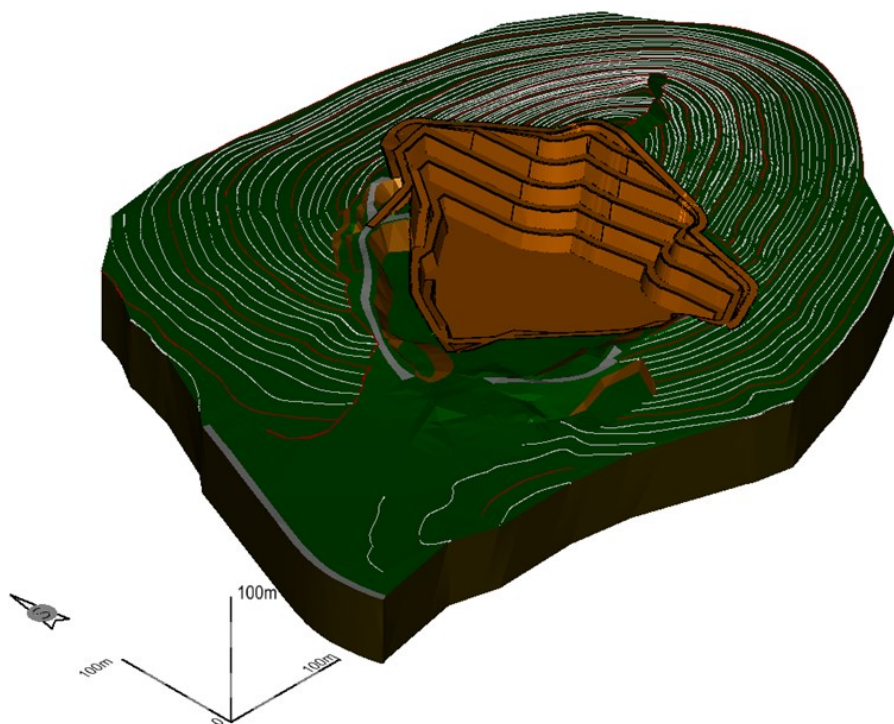


**Slika 8-16** Model postojećeg stanja

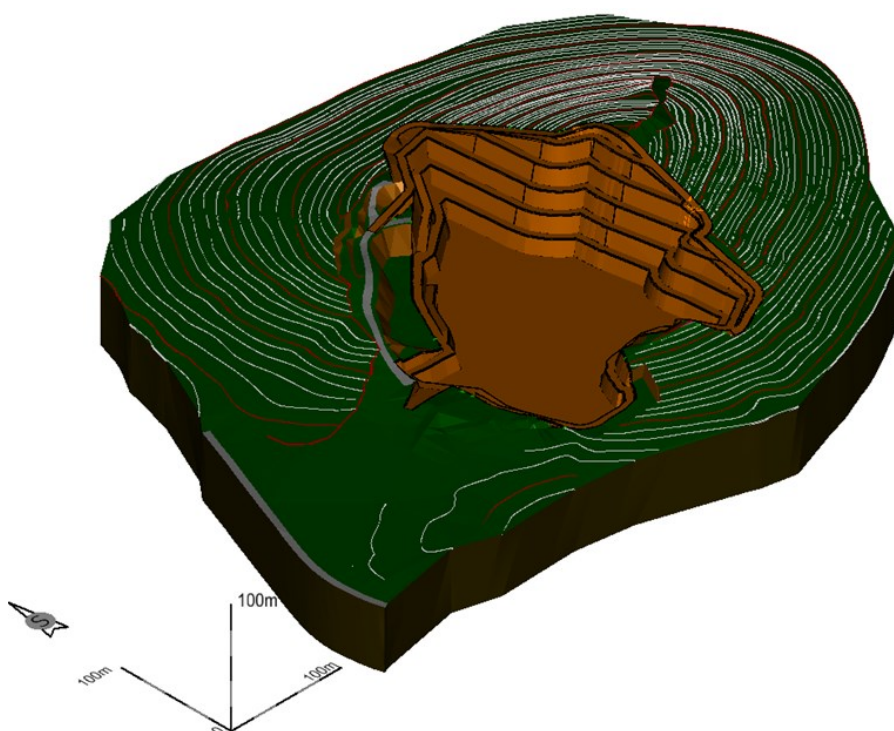
Na slikama 8-17, 8-18 i 8-19 nalaze se izometrijski prikazi stanja terena pri završetku prve, druge i treće faze prema idejnom projektu (Galić, 2019).



**Slika 8-17** Izometrijski prikazi stanja terena pri završetku prve faze



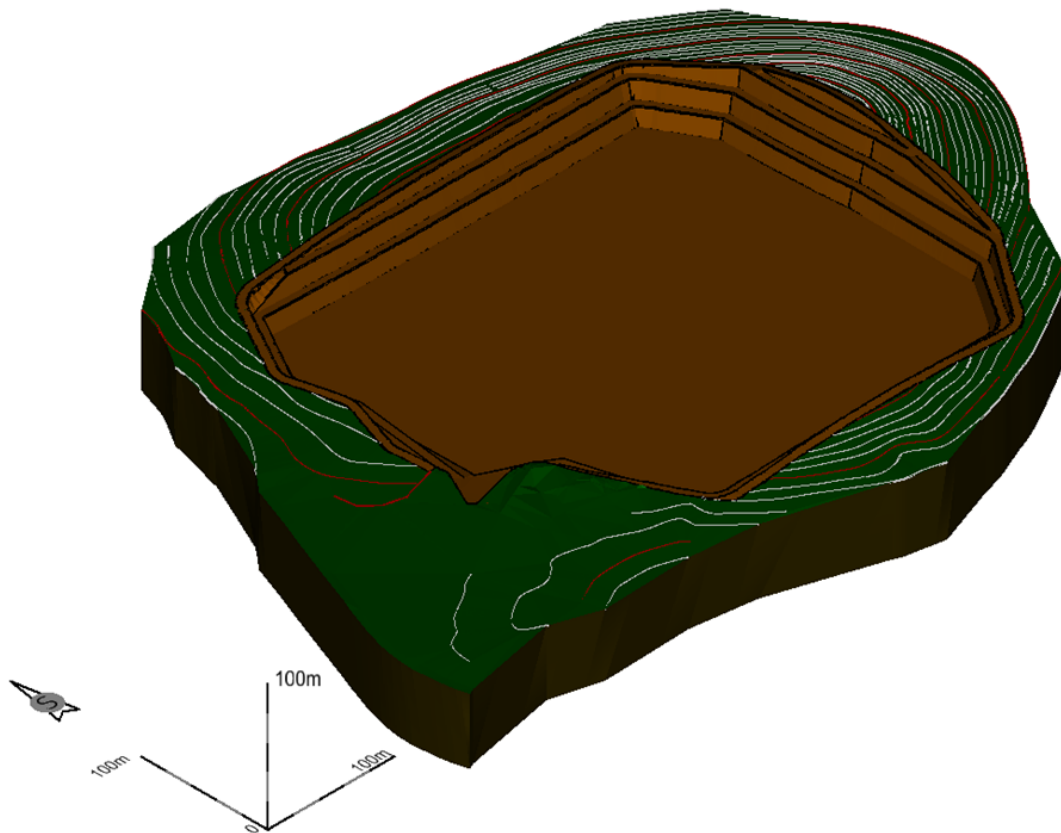
Slika 8-18 Izometrijski prikazi stanja terena pri završetku druge faze



Slika 8-19 Izometrijski prikazi stanja terena pri završetku treće faze

Kako su korišteni podaci s početka 2019. godine, procjenjuje se kako bi prve tri faze trebale biti završene u periodu između 2033. i 2035. godine. Ako se pak proizvodnja smanji na 40 000 m<sup>3</sup> godišnje, ukupno preostalo vrijeme se produljuje za 25 %.

U idejnom rudarskom projektu (Galić, 2019) predložene su dvije varijante završne kosine. Jedna se temelji na zahtjevima sigurnosti završnih kosina i otkapanju raspoložive količine potvrđenih rezervi (Slika 8-20). Druga varijanta se temelji na cilju iskapanja najveće moguće količine stijene unutar granica odobrenog eksploatacijskog polja. Prema toj varijanti, trebalo bi se iskopati 3 055 188 m<sup>3</sup>, unutar 56 godina.



**Slika 8-20** Prostorni prikaz završnog stanja prema idejnom projektu (Galić, 2019)

### **8.3 Proračun obujma i vremenski plan razvoja rudarskih radova**

Razvoj rudarskih radova odnosno otkopavanje etaža razvijeno je u četiri faze koje su opisane u poglavlju 7.3.

Vremenski plan trajanja pojedinih faza, određen je prema očekivanoj godišnjoj eksploataciji.

Proračun ukupnog obujma i obujma stijene koja će se otkopati po pojedinim fazama izvedena je primjenom dviju metoda:

- metodom poprečnih presjeka (MPP)
- metodom računalnog modeliranja (MRM)

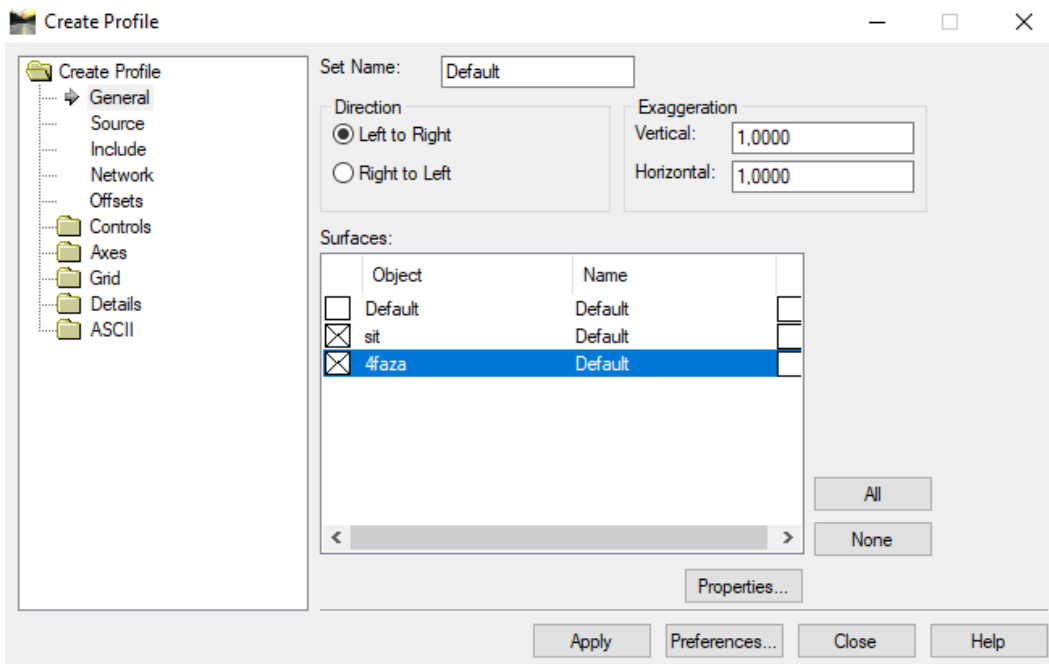
Za primjenu MPP-a korištena je situacijska karta s granicama rezervi, koja je prikazana na prilogu 1, karta prve, druge i treće faze razvoja površinskog kopa, prikazane na prilogima 2,3 i 4, karta završnog stanja, prikazana na prilogu 5, te poprečni presjeci, koji su prikazani na prilogima 6.1 i 6.2.

Primjena MRM-a je uvjetovana izradom modela rudarskih radova, što je obrađeno u poglavlju 8.2.

#### **8.3.1 Proračun ukupnog obujma MPP-om**

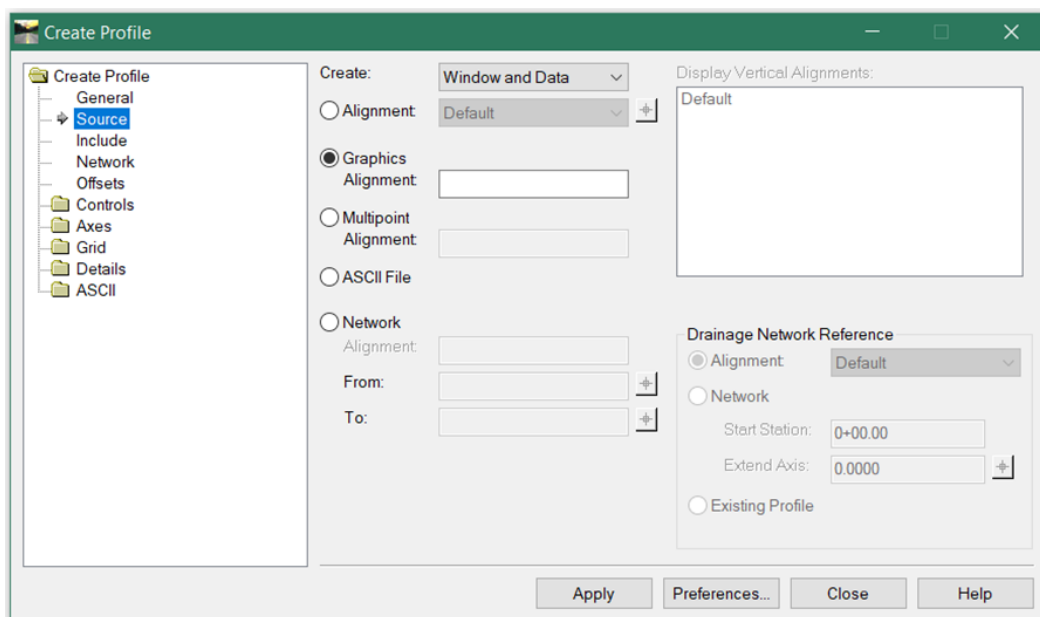
Kako bi se moglo pristupiti proračunu rezervi metodom vertikalnih paralelnih presjeka, potrebno je izraditi presjeke na kojima će se računati površine te obujmove zbrajati kao tijela omeđena paralelnim presjecima. Naredbom *Evaluation – Create Profile* se odmah mogu iscrtati presjeci preko kojih se računaju obujmovi rezervi metodom vertikalnih paralelnih presjeka. Pokretanjem se otvara prozor u kojem se određuju postavke izrade presjeka (Slika 8-21).





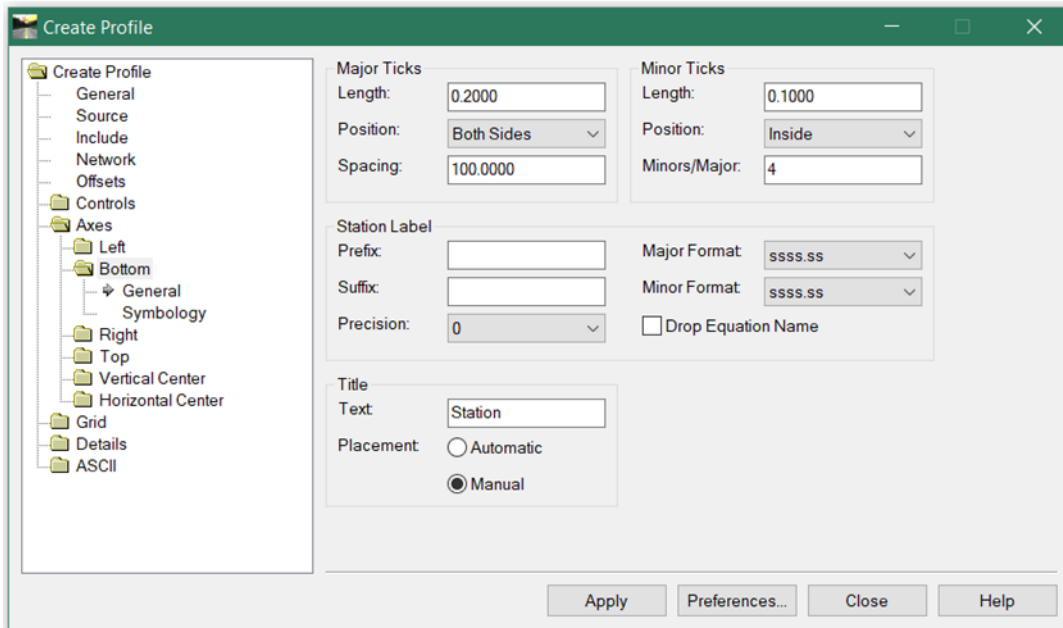
Slika 8-21 Postupak izrade presjeka

Ova naredba obavlja se u 2D datoteci. Potrebno je površinu čije konture želimo dobiti na presjeku prvo učitati, pa na tlocrtnom prikazu postaviti pravce koji predstavljaju presjeke na kojima se izrađuje teren. Kao što se vidi na gornjoj slici, alat ostavlja mogućnost unošenja više različitih površina na jedan presjek. Važno je namjestiti obje osi u proporcionalnom mjerilu, 1:1. Potom je potrebno odabrati metodu stvaranja presjeka, kako je prikazano na slici 8-22.

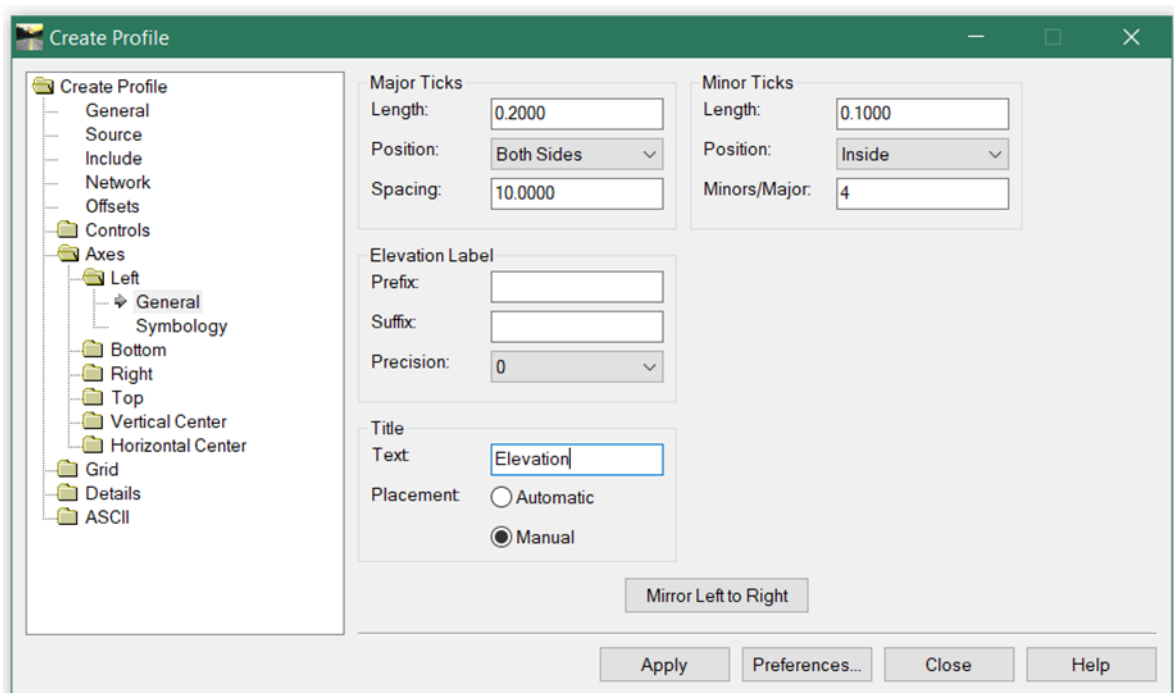


Slika 8-22 Odabiranje metode kreiranja presjeka

Još se treba odrediti postavke dvaju osi projekcije što je prikazano na slikama 8-23 i 8-24.



Slika 8-23 Kreiranje donje osi



Slika 8-24 Kreiranje lijeve osi

Ostale dostupne postavke unutar alata odnose se na sam izgled presjeka te elementa koji ga opisuju. Nakon što se potvrdi primjena, lijevim klikom se označuje presjek koji će se iscrtati, pa potom dva puta desnim klikom obilježava se položaj u datoteci na koji se treba

presjek iscrtati. Nakon iscrtavanja crte terena, te planiranih rudarskih radova (faze i kraj) potrebno je planimetrirati površine koje se unose u pripremljene tablice (u *Excel-u*). Prema ranijem opisu, u poglavlju 6, izvodi se proračun obujma.

Primjenom MPP-a izračunane su i potvrđene rezerve tehničko-građevnog kamena koje su prikazane u poglavlju 6.3. No, prikazani rezultati su obrađeni u Elaboratu o rezervama (Munda, 2019) i djelomično odstupaju od rezultata koji su dobiveni u tablici 8-1.

**Tablica 8-1** Rezultati proračuna ukupnog obujma rezervi koji će se otkopati prema MPP-u

PRESJEK	B KATEGORIJA				C1 KATEGORIJA				UKUPNO	
	P <sub>PRES</sub>	P <sub>SR</sub>	UDALJ. PRESJ.	OBUJAM	P <sub>PRES</sub>	P <sub>SR</sub>	UDALJ. PRESJ.	OBUJAM		
0-0'	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	
1-1'	0.00				0.00					
1-1'	0.00	0.00	8.00	0	0.00	0.00	8.00	0	0	
2-2'	0.00				0.00					
2-2'	0.00	1873.13	8.00	14 985	0.00	211.52	8.00	1 692	16 677	
3-3'	5 619.40				634.55					
3-3'	5 619.40	8228.44	25.00	205 711	634.55	635.43	25.00	15 886	221 597	
4-4'	11150.25				636.31					
4-4'	11150.25	12067.01	25.00	301 675	636.31	549.05	25.00	13 726	315 402	
5-5'	13007.60				466.20					
5-5'	13007.60	12678.51	24.00	304 284	466.20	510.73	24.00	12 258	316 542	
6-6'	12352.25				556.60					
6-6'	12352.25	12124.95	24.00	290 999	556.60	564.34	24.00	13 554	304 543	
7-7'	11899.07				572.11					
7-7'	11899.07	11738.88	25.00	293 472	572.11	603.53	25.00	15 088	308 560	
8-8'	11579.41				635.50					
8-8'	11579.41	10356.19	20.00	244 668	635.50	627.90	20.00	12 558	237 226	
9-9'	10890.91				620.34					
9-9'	10890.91	10356.19	25.00	258 905	620.34	576.38	25.00	14 409	273 314	
10-10'	9830.52				533.51					
10-10'	9830.52	9347.89	24.00	224 349	533.51	448.88	24.00	10 773	235 123	
11-11'	8873.43				369.28					
11-11'	8873.43	8177.78	20.00	163 556	369.28	343.12	20.00	6 862	170 418	
12-12'	7501.33				317.61					
12-12'	7501.33	7224.98	29.00	209 524	317.61	250.01	29.00	7 250	216 774	
13-13'	6952.10				188.03					
13-13'	6952.10	6952.10	25.00	173 803	188.03	188.77	25.00	4 719	178 522	
14-14'	6952.10				189.51					
14-14'	6952.10	5721.05	25.00	143 026	189.51	166.25	25.00	4 156	147 183	
15-15'	4572.77				144.02					
15-15'	4572.77	1524.26	7.00	10 670	144.02	48.01	7.00	336	11 006	
16-16'	0.00				0.00					
16-16'	0.00	0.00	8.00	0	0.00	0.00	8.00	0	0	
17-17'	0.00				0.00					
17-17'	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	
KRAJ	0.00				0.00					
				2819627					133 259	2 952 886

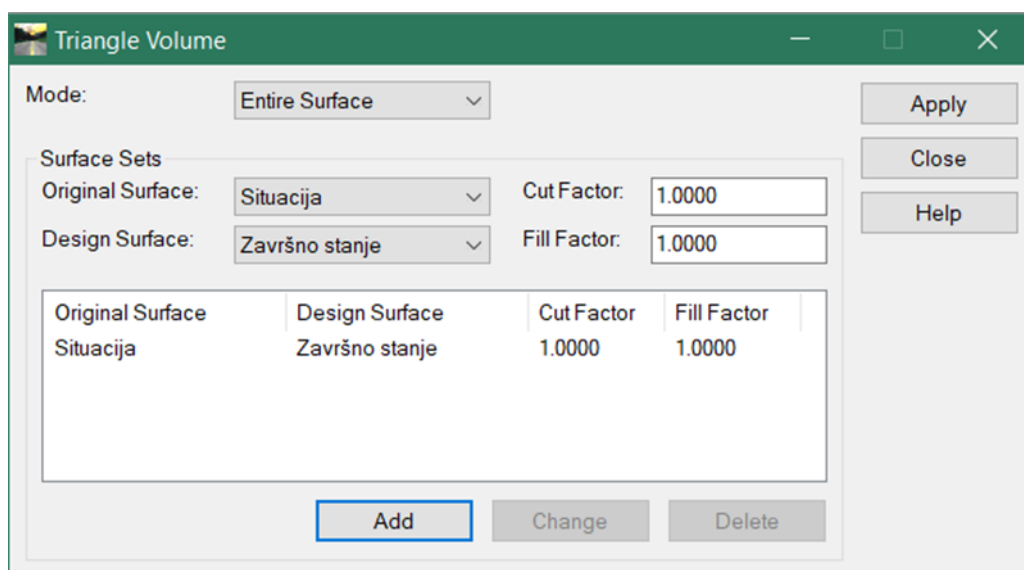
**Napomena:** Usporedbom rezultata iz tablice 8-1 i 8-2 vidljivo je da će se otkopati oko 90 000 m<sup>3</sup> stijene više od utvrđenih rezervi. Razlog tomu je zahvaćanje dijela pratećih stijena koje će se otkopati za izradu prilaznih cesta. Razlika iznosi oko 3%, što je prihvatljivo obzirom na zakonske odredbe.

Površinski kop će ukupno egzistirati oko 56 godina, po predviđenom kapacitetu proizvodnje (50 000 m<sup>3</sup>/god), te će se ukupno otkopati oko 2 953 000 m<sup>3</sup> stijenskog materijala.

### 8.3.2 Proračun ukupnog obujma MRM-om

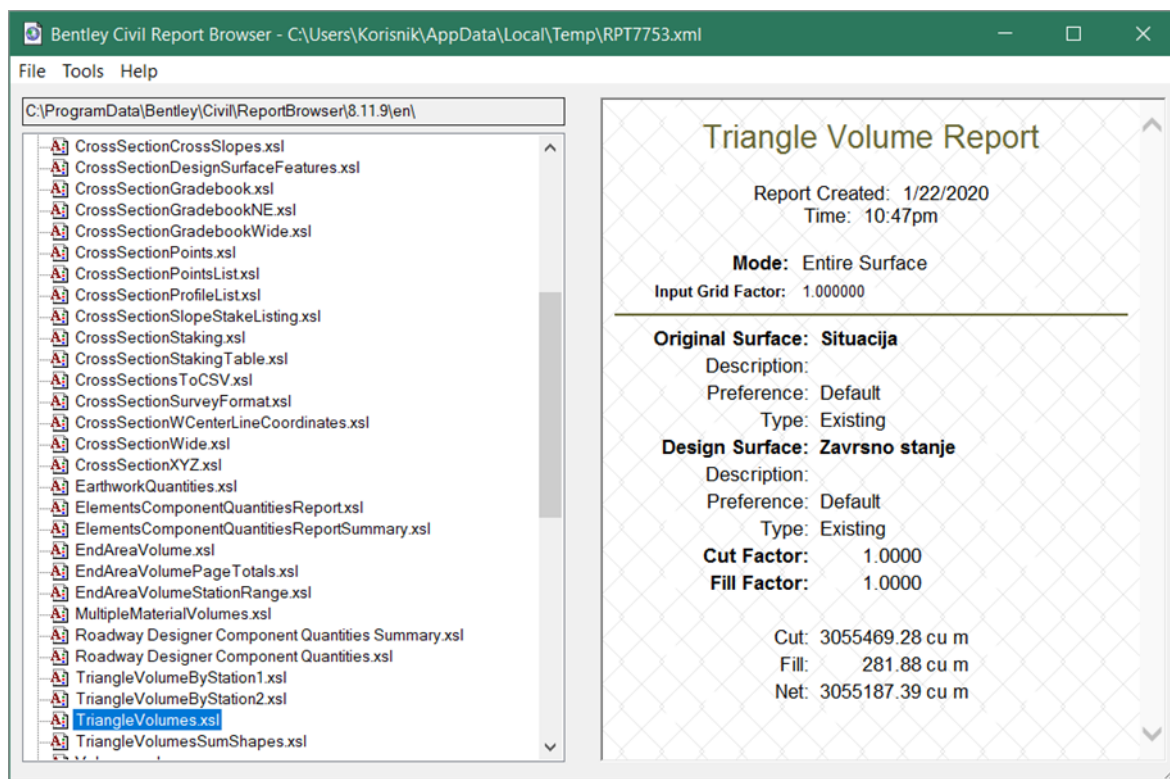
Metoda računalnog modeliranja računa integral između trokuta-najmanjih dijelova plohe. Za svaki trokut računa se obujam do njemu nasuprotnog trokuta tj. računa se obujam koji zatvaraju nasuprotni trokuti. Zbrajanjem ili oduzimanjem vrijednosti pojedinih obujmova dobije se ukupan obujam između pojedinih ploha. (Galić i Farkaš, 2011).

Nakon što su izrađene površine terena, završnog stanja i rudarskih radova, može se pristupiti proračunu obujma između njih. Proračun obujma se izvršava naredbom *Evaluation – Volumes – Triangulate Volume-Apply*. Potom se otvara prozor u kojem se treba pod originalnom površinom potvrditi ona koja se nalazi iznad, tj. ona od koje se "oduzima" druga površina pod *Design Surface* (Slika 8-25)



Slika 8-25 Postupak proračuna obujma MRM-om u *Power INRoads-u*

Pokretanjem proračuna otvara se prozor s prikazom rezultata koji izgleda kao na slici 8-26.



Slika 8-26 Prikaz rezultata izračuna ukupnog obujma MRM-om

"Cut" predstavlja obujam otkopanog materijala. "Fill" predstavlja obujam materijala koji se treba nasipati, tj. višak materijala. To se događa kada se dijelovi površine "Design Surface" nalaze iznad dijelova originalne površine, na primjer, obujam pristupnih cesta koje se moraju napraviti nasipanjem materijala na teren. "Net" je razlika između ta dva obujma, to jest krajnji obujam do kojeg želimo doći.

### 8.3.3 Usporedba proračuna rezervi metodom vertikalnih paralelnih presjeka i metodom računalnog modeliranja

U tablici 8-2 prikazana su odstupanja rezultata dobivenih proračunom vertikalnih paralelnih presjeka od rezultata dobivenih metodom računalnog modeliranja.

**Tablica 8-2** Usporedba rezultata proračuna obujma MPP-om i MRM-om

Kontura	Metoda vertikalnih paralelnih presjeka (m <sup>3</sup> )	Metoda računalnog modeliranja (m <sup>3</sup> )	Poklapanje MPP/MRM (%)
Ukupni obujam	2 952 886	3 055 187.39	96,7

**Komentar:**

Razlika proračuna obujma primijenjenih metoda iznosi 3,3% što je prihvatljivo, obzirom da se radi o velikoj površini i vrijednosti koja je puno niža od zakonom dopuštenog iznosa (20% za B kategoriju). Odstupanje se može smanjiti povećanjem broja paralelnih presjeka.

**8.4 Vremenski plan razvoja površinskog kopa**

Otkopavanje potvrđenih rezervi, u pojedinim fazama, bit će, po obujmu i vremenu trajanja, vrlo različito, što je prikazano u tablici 8-3.

**Tablica 8-3** Obujam stijene i vrijeme trajanja faza eksploatacije, prema MPP-u

FAZA	EKSPLOATACIJA			
	PO FAZAMA		KUMULATIVNO	
	m <sup>3</sup> č.m.	vrijeme, god.	m <sup>3</sup> č.m.	vrijeme, god.
I.	347 252	6,5	345 252	6,5
II.	213 858	4,0	561 109	10,6
III.	147 591	2,8	708 701	13,3
IV	2 244 185	42,2	2 952 886	55,6
Σ	2 952 886	55,6		

Prema tablici 8-3. vidljivo je da će se do kraja treće faze otkopati oko 709 000 m<sup>3</sup> što će biti dovoljno za oko 13,3 godina eksploatacije. To je praktično razdoblje u kojem Investitor mora riješiti imovinsko-pravne odnose na preostaloj površini gdje se nalaze rezerve kamena, što predstavlja nužni uvjet za nastavak rada.

## 9. Zaključak

U ovom radu prikazani su rudarsko-geološki podaci o površinskom kopu tehničko-graševnog kamena "Konjuška", u Šibensko-Kninskoj županiji. Objašnjeno je korištenje grafičkih podataka u CAD programu Power InRoads V8i te je izrađena analiza plana dinamičkog razvoja rudarskih radova.

Utvrđene rezerve odnose se velikom većinom na B kategoriju, otprilike oko 91%. Obzirom na uniformnu građu te zbog svoje pozicije i sastava, eksploatacijsko polje "Konjuška" održivo je i može se racionalno iskorištavati. Ležište je brdskog tipa, pa će se kop u budućnosti razvijati i prema nižim razinama. Prema trenutnom rudarskom projektu odvija se kopanje do najniže razine od 204 m n.v. Novim obnovama rezervi utvrđeni su povoljni uvjeti za kopanje do razine od 190 m n.v. Shodno tome, potrebno je ishoditi nove lokacijske dozvole.

Predloženi su planovi eksploatacije kroz četiri faze, te su uspoređeni rezultati proračuna rezervi dvama različitim metodama (MPP-om i MRM-om). Dokazana je zadovoljavajuća podudarnost rezultata proračuna rezervi.

Ipak, dinamika eksploatacije i brzina napretka radova su ovisni direktno o rješavanju imovinsko-pravnih odnosa zato što se neriješene katastarske čestice ne smiju početi kopati. Ako se na vrijeme ne riješe imovinsko pravni odnosi na neotkupljenim katastarskim česticama, trebalo bi se pribjeći smanjenju godišnje eksploatacije tehničko-graševnog kamena, u prve tri faze. Prema Galiću (2019), predložene su godišnje proizvodnje od 40 000 m<sup>3</sup>/god. i 50 000 m<sup>3</sup>/god. Time bi se vijek eksploatacije produljio za određeno vrijeme koje bi bilo potrebno za rješavanje imovinsko-pravnih odnosa i ishođenje mjerodavnih dozvola na površini koju zahvaća četvrta faza eksploatacije.

## 10. Popis literature

BORIĆ B., 2008. *Dopunski rudarski projekt eksploatacije tehničko-građevnog kamena u eksploatacijskom polju "Konjuška"*. RMV-projekt d.o.o. Split

FARKAŠ B., 2017. *Optimizacija eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena u ovisnosti o tehno-ekonomskim faktorima*; doktorska disertacija. Zagreb, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, str. 47-57.

GALIĆ I., FARKAŠ B., HRASTOV A., 2019. *Idejni rudarski projekt eksploatacije tehničko-građevnog kamena u eksploatacijskom polju "Konjuška"*. RGN fakultet, Zagreb.

MUNDA B., 2019. *Elaborat o rezervama tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju "Konjuška" - 4. obnova*. Geoaqua d.o.o.

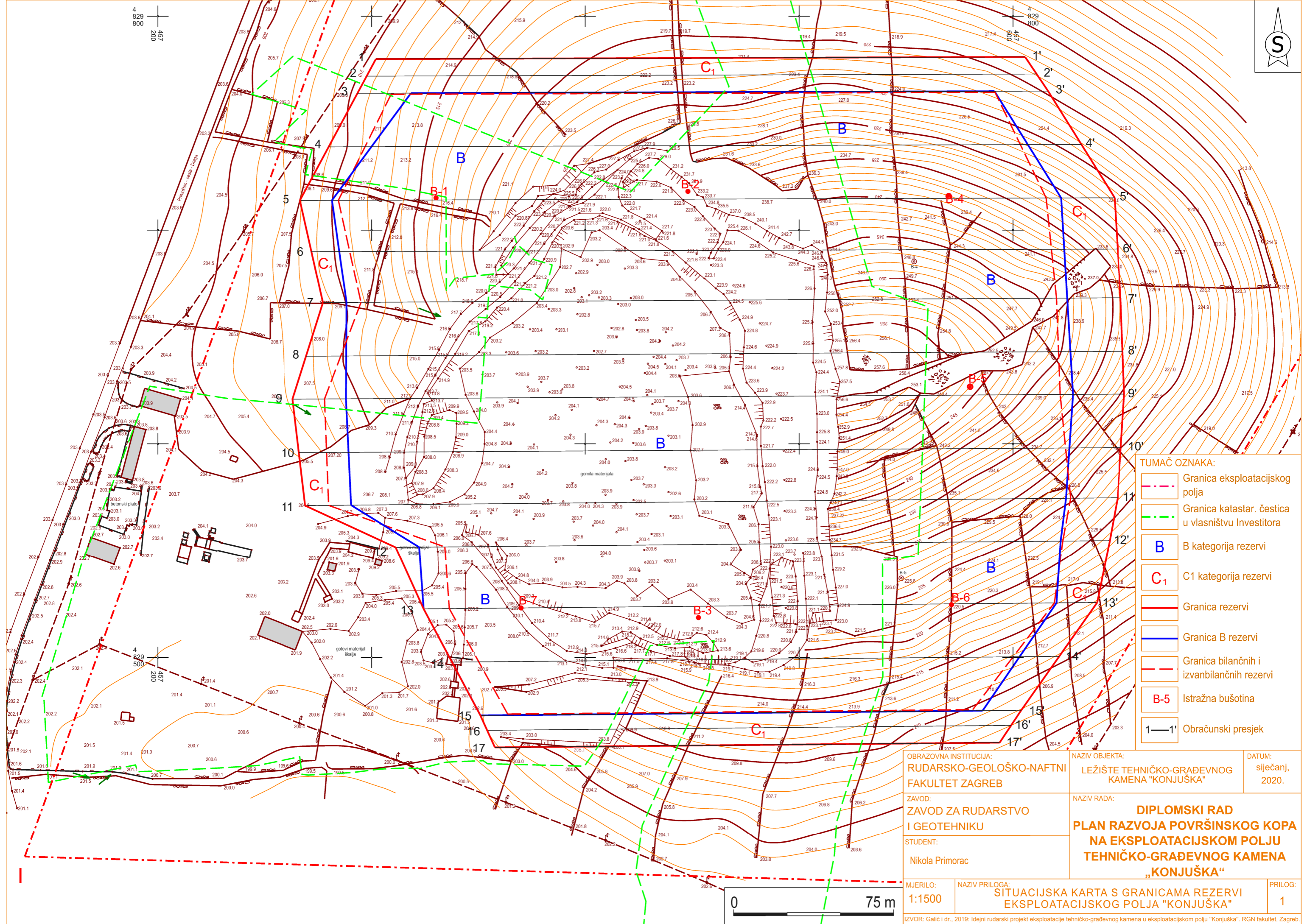
SOLDO I., ŠETKA I., 2016. *Projektiranje u rudarstvu-Upute za izradu programa u Bentley Power InRoads-u*, str. 94-115.



## **11. Grafički prilozi**

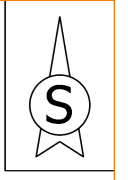
PRILOG 1

SITUACIJSKA KARTA S GRANICAMA REZERVI  
EKSPLOATACIJSKOG POLJA „KONJUŠKA“



4 829 800  
457  
200

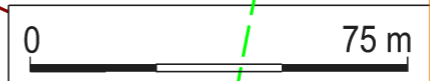
4 829 800  
457  
200



**TUMAČ OZNAKA:**

- Granica eksploatacijskog polja
- Granica katastar. čestica u vlasništvu Investitora
- B B kategorija rezervi
- C<sub>1</sub> C1 kategorija rezervi
- Granica rezervi
- Granica B rezervi
- Granica bilančnih i izvanbilančnih rezervi
- B-5 Istražna bušotina
- 1—1' Obračunski presjek

OBRAZOVNA INSTITUCIJA: <b>RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI          FAKULTET ZAGREB</b>	NAZIV OBJEKTA: LEŽIŠTE TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA "KONJUŠKA"	DATUM: siječanj, 2020.
ZAVOD: ZAVOD ZA RUDARSTVO I GEOTEHNIKU	<b>DIPLOMSKI RAD</b> <b>PLAN RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA          NA EKSPLOATACIJSKOM POLJU          TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA          „KONJUŠKA“</b>	
STUDENT: Nikola Primorac	MJERILO: 1:1500	NAZIV PRILOGA: SITUACIJSKA KARTA S GRANICAMA REZERV EKSPLOATACIJSKOG POLJA "KONJUŠKA"
IZVOR: Galić i dr., 2019: Idejni rudarski projekt eksploatacije tehničko-građevnog kamena u eksploatacijskom polju "Konjuška". RGN fakultet, Zagreb.		PRILOG: 1

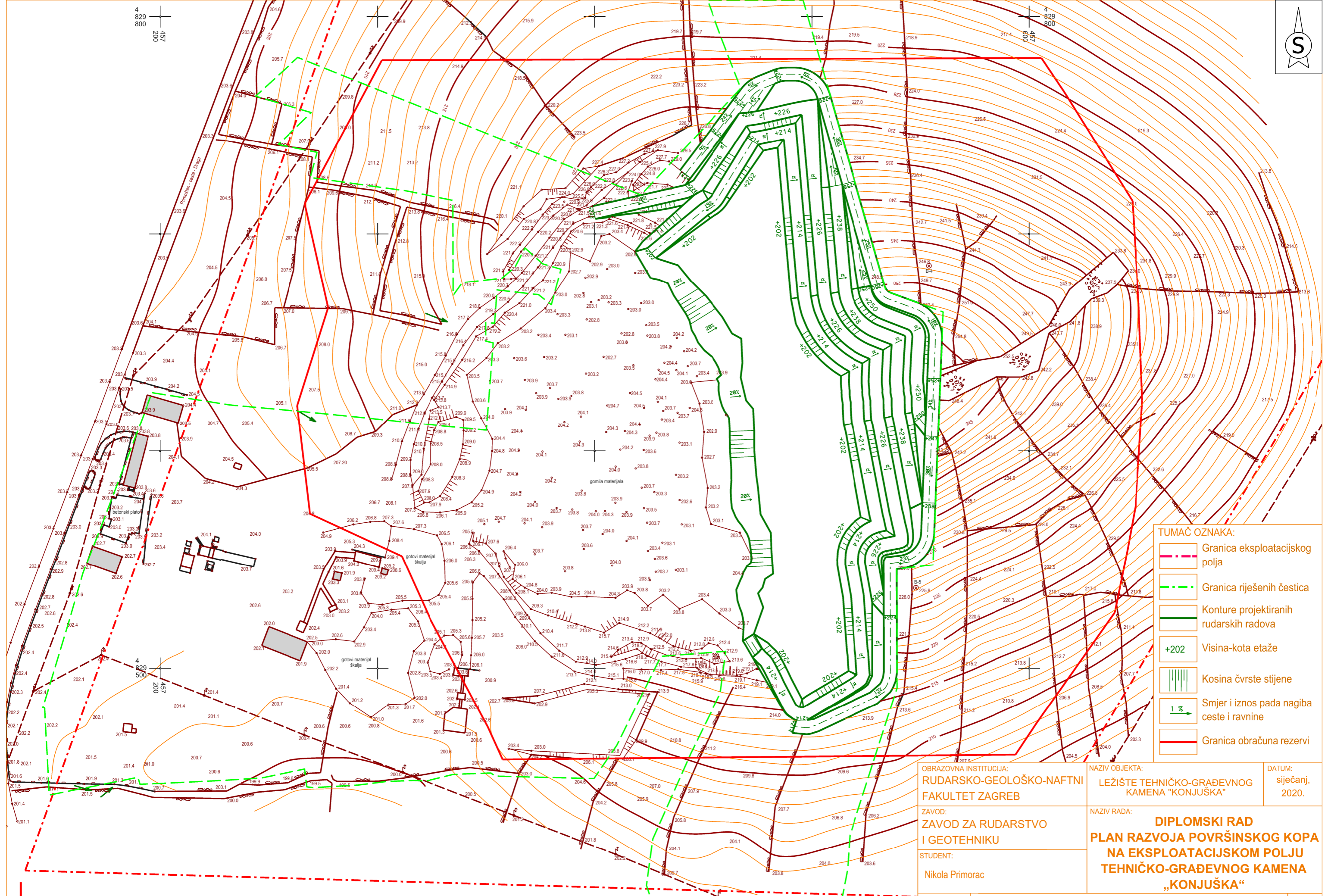
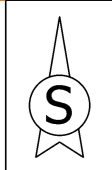


## PRILOG 2

# PRVA FAZA RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA NA EKSPLOATACIJSKOM POLJU „KONJUŠKA“

4  
829  
800  
457  
200

4  
829  
800  
457  
200



**TUMAČ OZNAKA:**

	Granica eksploatacijskog polja
	Granica riješenih čestica
	Konture projektiranih rudarskih radova
	Visina-kota etaže
	Kosina čvrste stijene
	Smjer i iznos pada nagiba ceste i ravnine
	Granica obračuna rezervi

OBRAZOVNA INSTITUCIJA: <b>RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET ZAGREB</b>	NAZIV OBJEKTA: LEŽIŠTE TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA "KONJUŠKA"	DATUM: siječanj, 2020.
ZAVOD: ZAVOD ZA RUDARSTVO I GEOTEHNIKU	NAZIV RADA: <b>DIPLOMSKI RAD PLAN RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA NA EKSPLOATACIJSKOM POLJU TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA „KONJUŠKA“</b>	
STUDENT: Nikola Primorac		

MJERILO: 1:1500	NAZIV PRILOGA: <b>I. FAZA EKSPLOATACIJE</b>	PRILOG: 2
--------------------	--	--------------



4  
829  
800  
457  
200

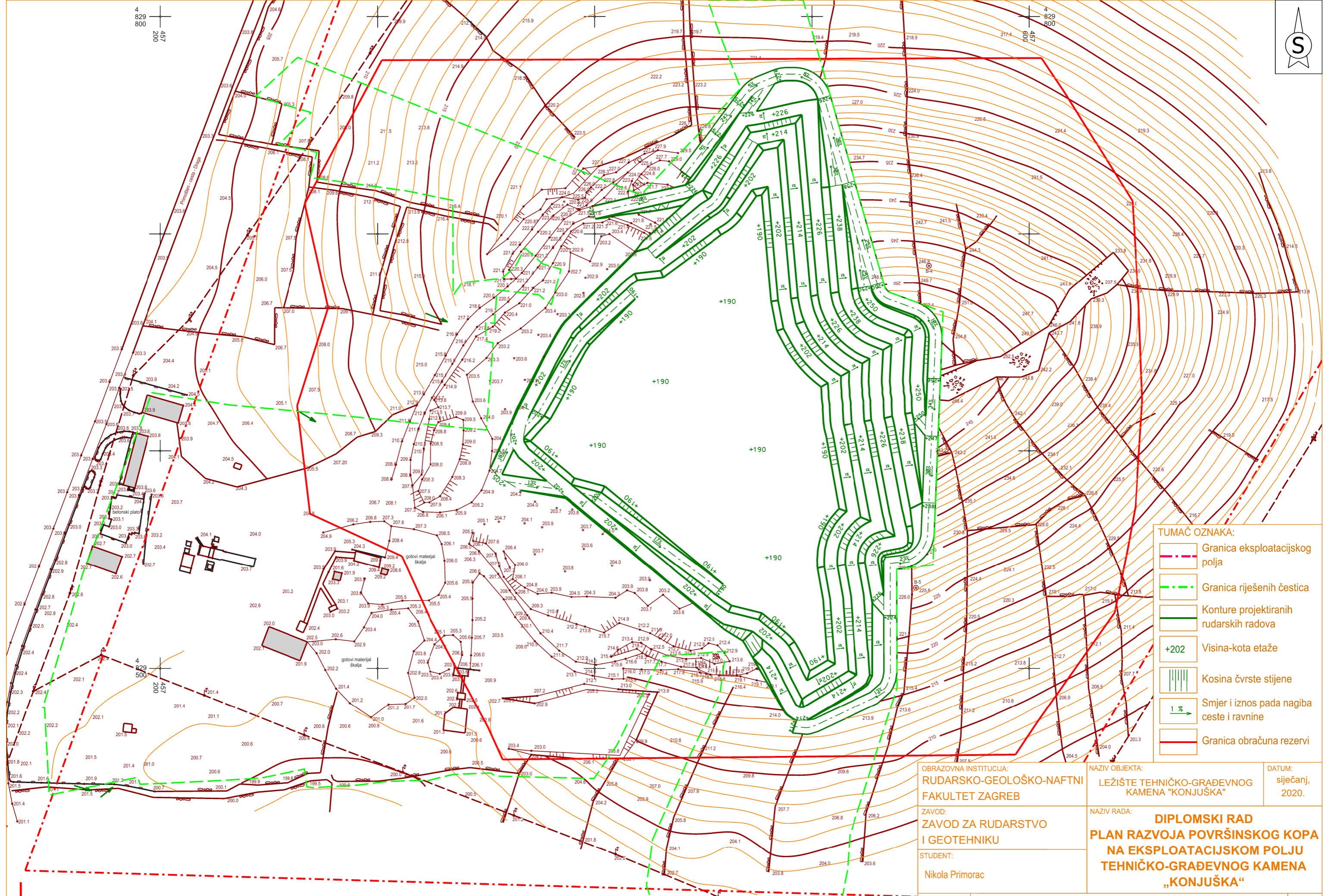
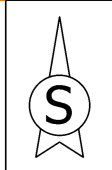
4  
829  
800  
457  
200

## PRILOG 3

# DRUGA FAZA RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA NA EKSPLOATACIJSKOM POLJU „KONJUŠKA“

4 829 800  
457  
200

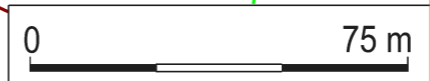
4 829 800  
457  
200



**TUMAČ OZNAKA:**

	Granica eksploatacijskog polja
	Granica riješenih čestica
	Konture projektiranih rudarskih radova
	Visina-kota etaže
	Kosina čvrste stijene
	Smjer i iznos pada nagiba ceste i ravnine
	Granica obračuna rezervi

OBRAZOVNA INSTITUCIJA: <b>RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET ZAGREB</b>	NAZIV OBJEKTA: LEŽIŠTE TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA "KONJUŠKA"	DATUM: siječanj, 2020.
ZAVOD: ZAVOD ZA RUDARSTVO I GEOTEHNIKU	NAZIV RADA: <b>DIPLOMSKI RAD PLAN RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA NA EKSPLOATACIJSKOM POLJU TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA „KONJUŠKA“</b>	
STUDENT: Nikola Primorac		
MJERILO: 1:1500	NAZIV PRILOGA: <b>II. FAZA EKSPLOATACIJE</b>	PRILOG: 3



IZVOR: Galčić i dr., 2019: Idejni rudarski projekt eksploatacije tehničko-građevnog kamena u eksploatacijskom polju "Konjuška". RGN fakultet, Zagreb.

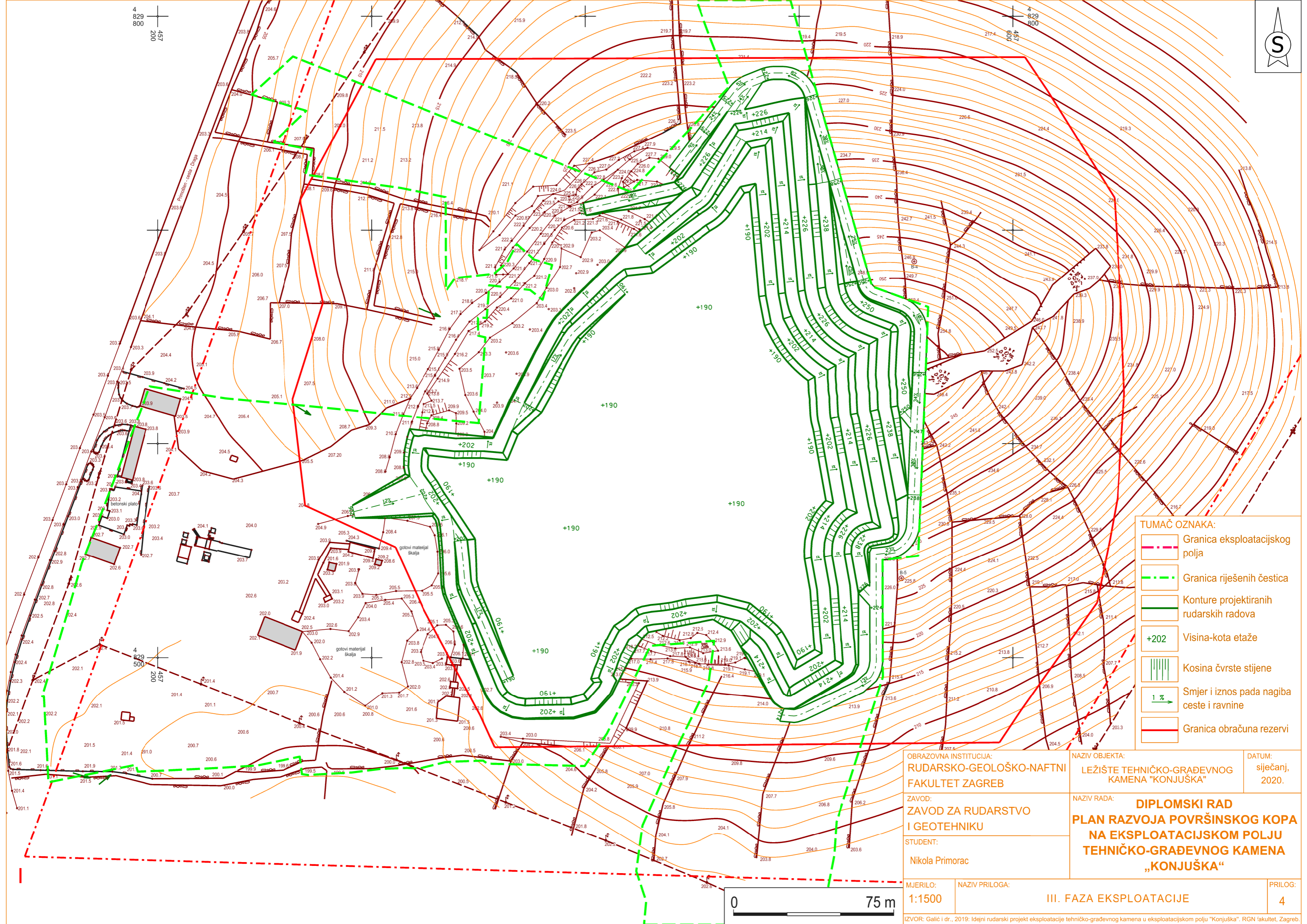
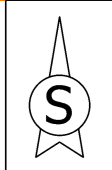
## PRILOG 4

# TREĆA FAZA RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA NA EKSPLOATACIJSKOM POLJU „KONJUŠKA“



4 829 800  
457  
200

4 829 800  
457  
200



**TUMAČ OZNAKA:**

	Granica eksploatacijskog polja
	Granica riješenih čestica
	Konture projektiranih rudarskih radova
	Visina-kota etaže
	Kosina čvrste stijene
	Smjer i iznos pada nagiba ceste i ravnine
	Granica obračuna rezervi

OBRAZOVNA INSTITUCIJA: <b>RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET ZAGREB</b>		NAZIV OBJEKTA: LEŽIŠTE TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA "KONJUŠKA"	DATUM: siječanj, 2020.
ZAVOD: ZAVOD ZA RUDARSTVO I GEOTEHNIKU		NAZIV RADA: <b>DIPLOMSKI RAD PLAN RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA NA EKSPLOATACIJSKOM POLJU TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA „KONJUŠKA“</b>	
STUDENT: Nikola Primorac		PRILOG: 4	
MJERILO: 1:1500	NAZIV PRILOGA: III. FAZA EKSPLOATACIJE		

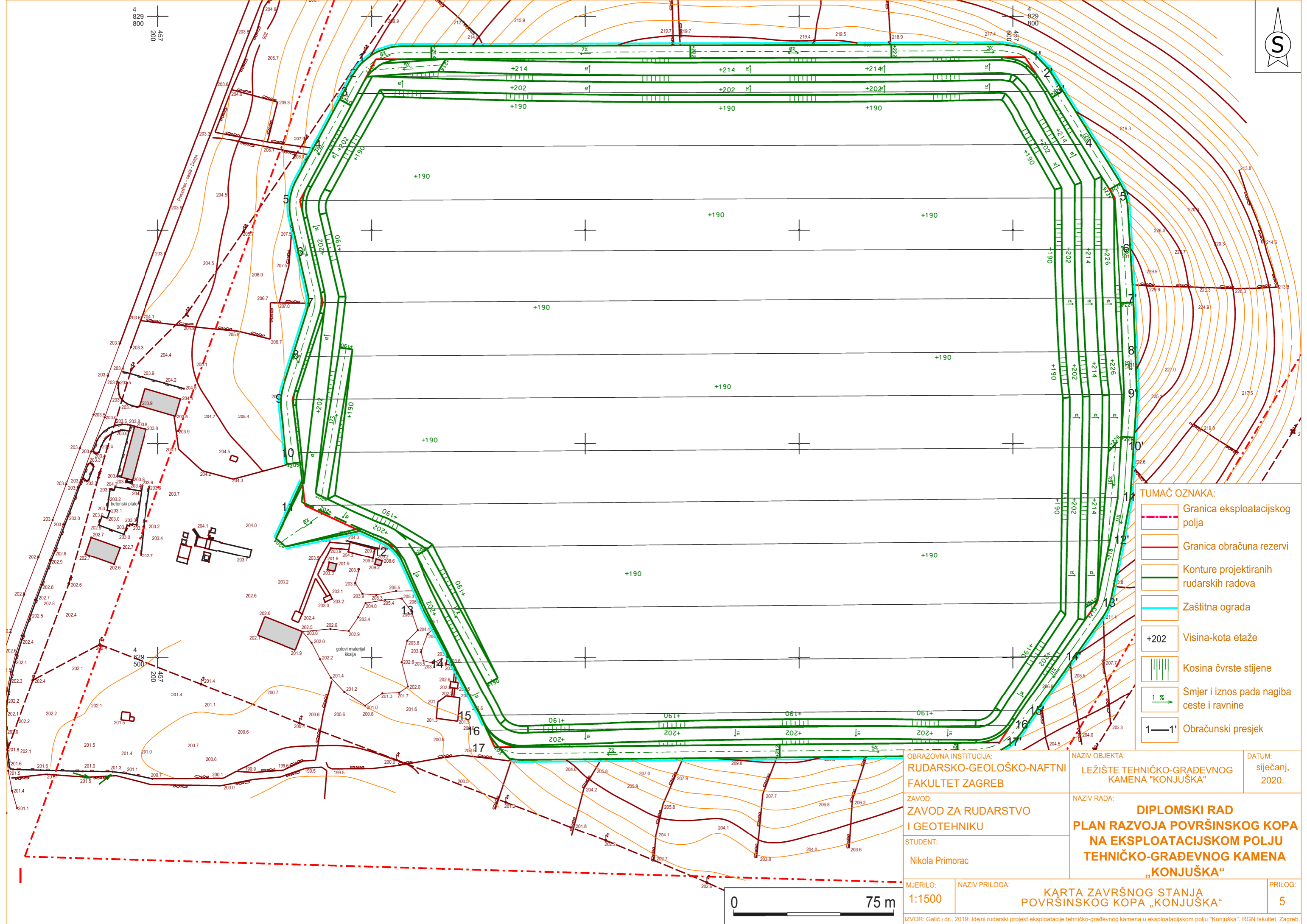
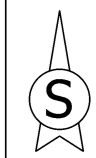


IZVOR: Galčić i dr., 2019: Idejni rudarski projekt eksploatacije tehničko-građevnog kamena u eksploatacijskom polju "Konjuška". RGN fakultet, Zagreb.

## PRILOG 5

ZAVRŠNA FAZA POVRŠINSKOG KOPA NA  
EKSPLOATACIJSKOM POLJU „KONJUŠKA“

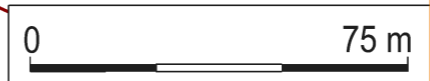
4 829 800  
457  
200



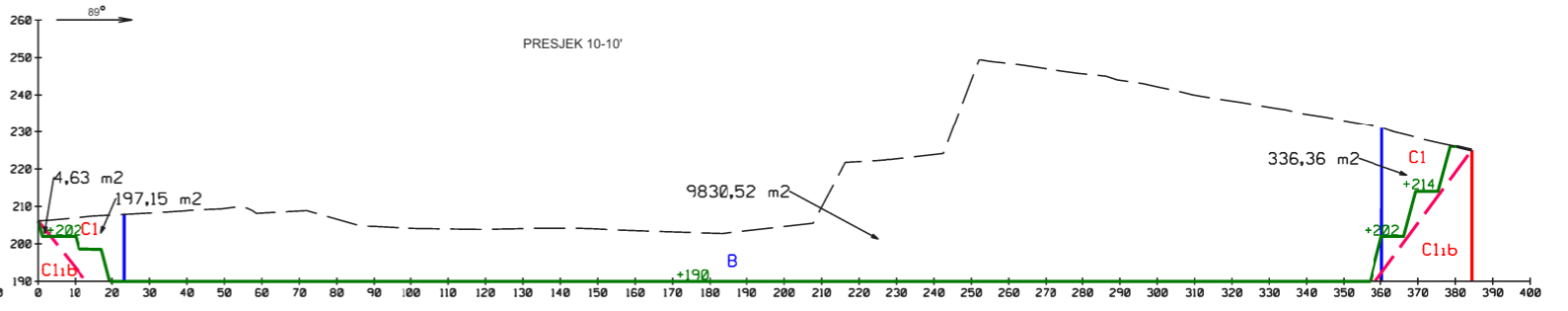
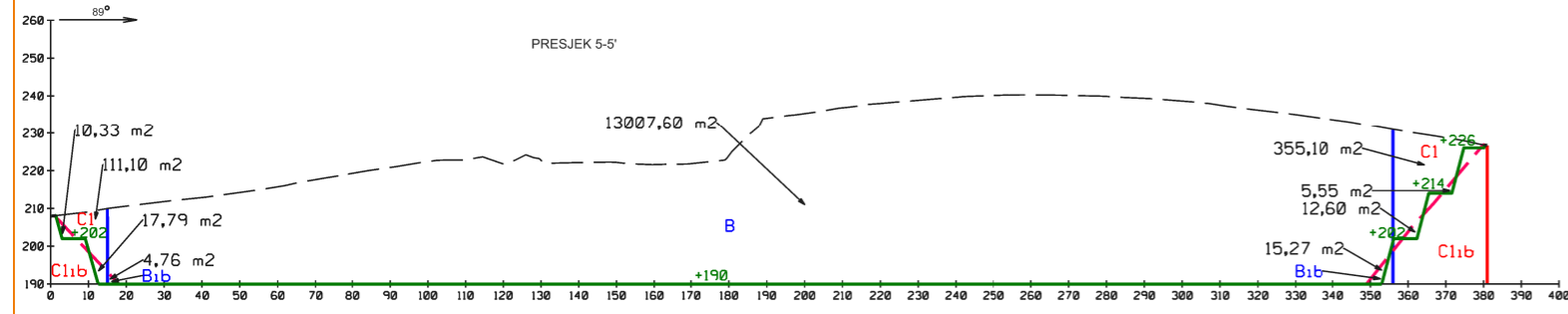
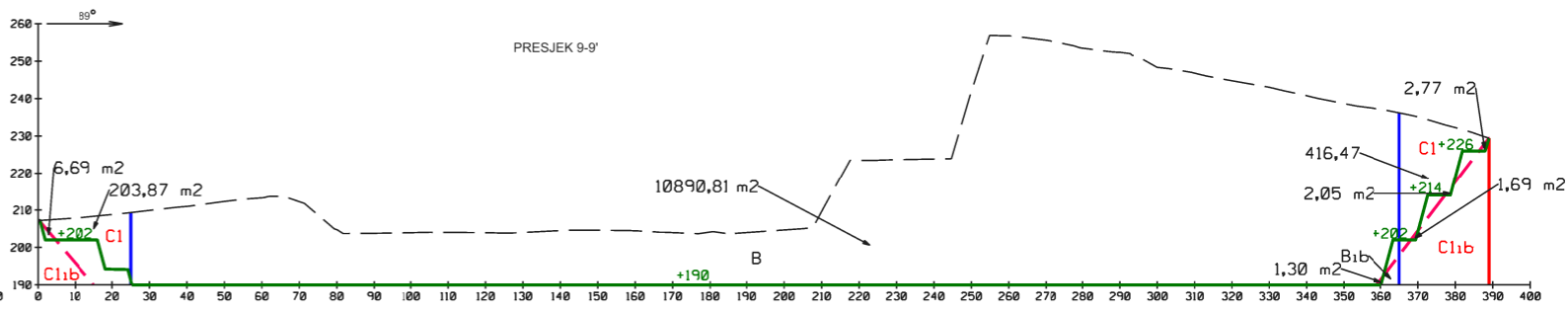
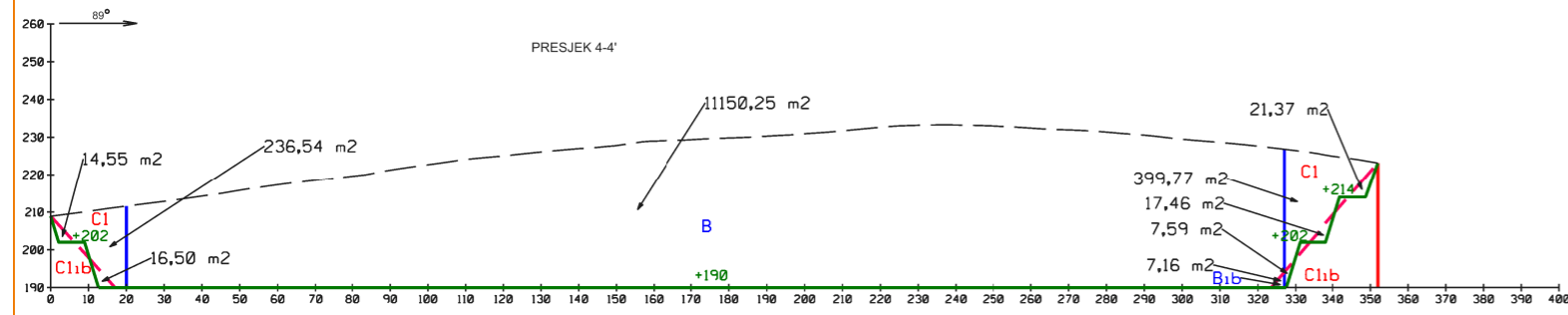
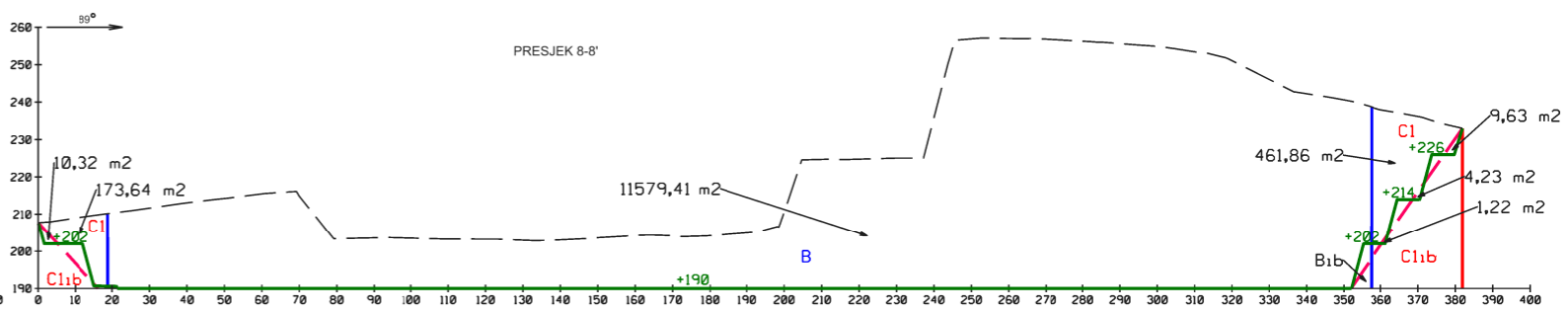
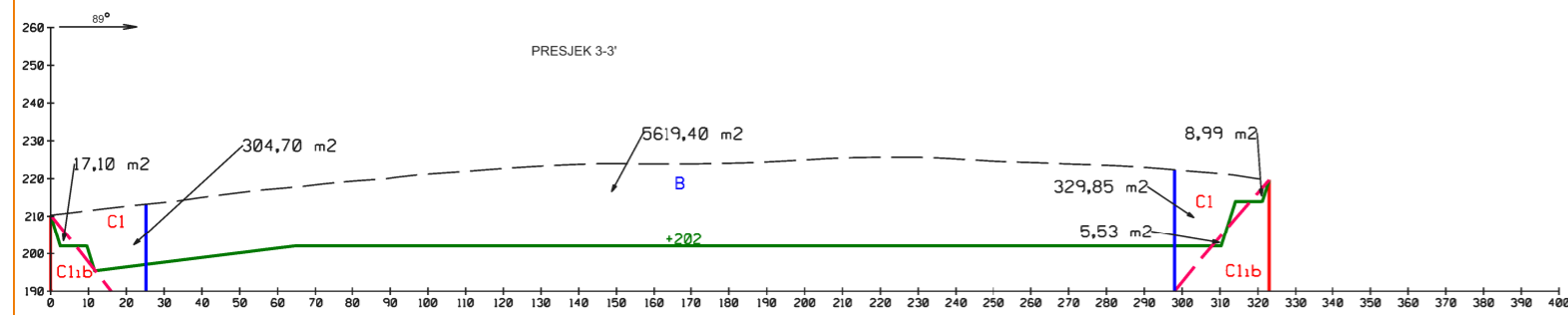
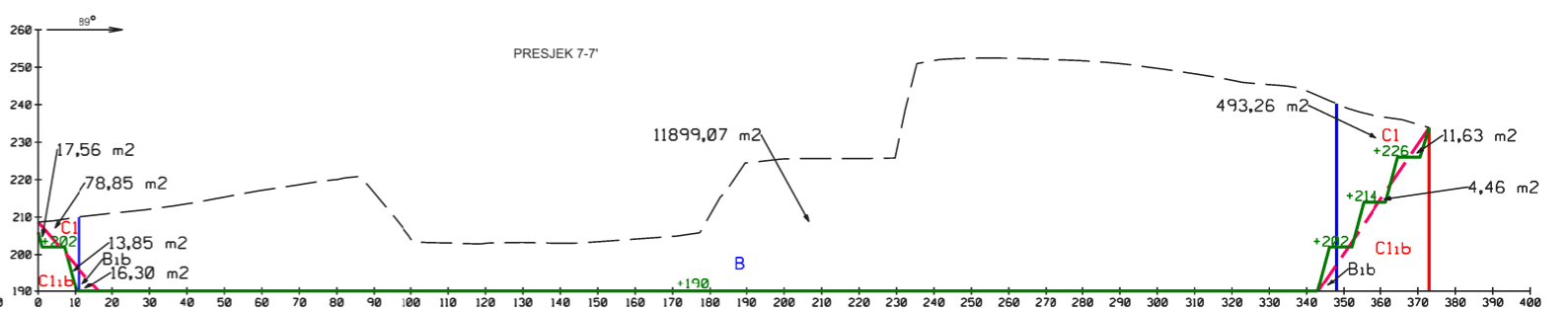
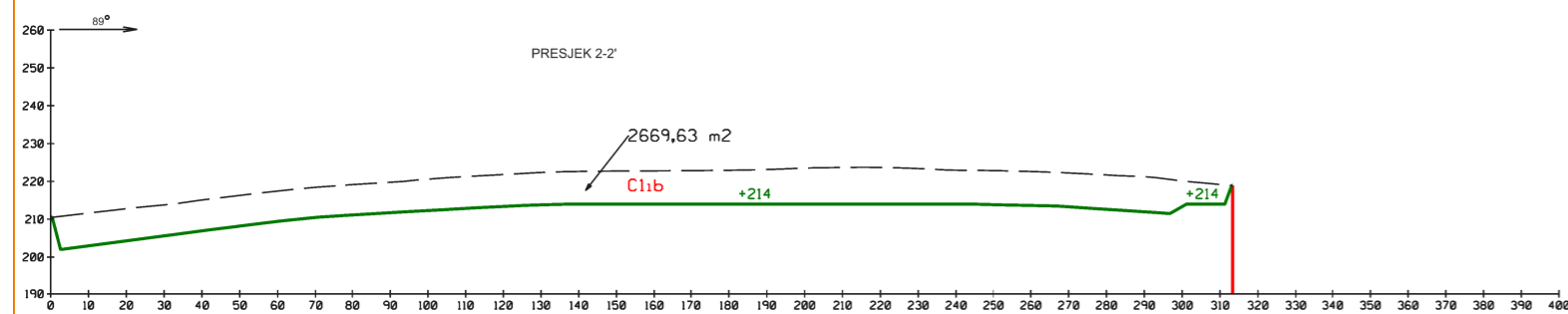
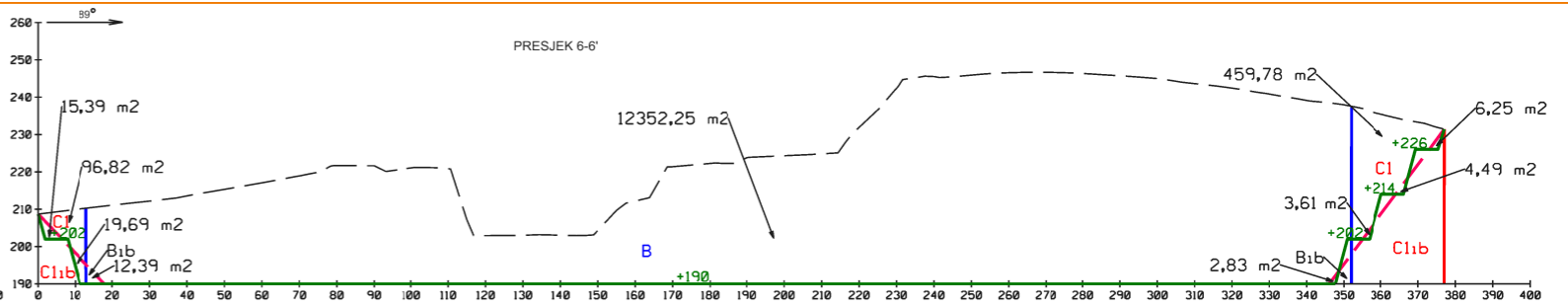
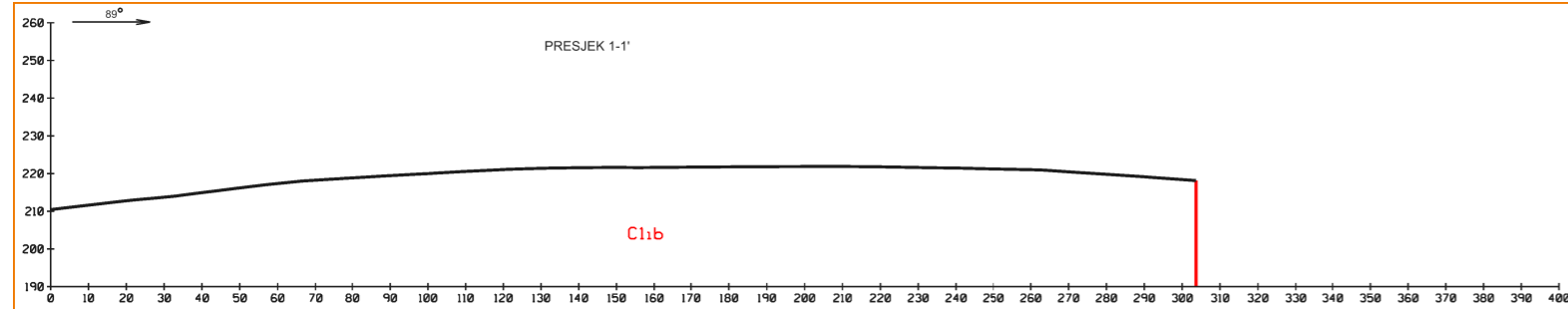
**TUMAČ OZNAKA:**

	Granica eksploatacijskog polja
	Granica obračuna rezervi
	Konture projektiranih rudarskih radova
	Zaštitna ograda
	Visina-kota etaže
	Kosina čvrste stijene
	Smjer i iznos pada nagiba ceste i ravnine
	Obračunski presjek

OBRAZOVNA INSTITUCIJA: <b>RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET ZAGREB</b>		NAZIV OBJEKTA: LEŽIŠTE TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA "KONJUŠKA"	DATUM: siječanj, 2020.
ZAVOD: ZAVOD ZA RUDARSTVO I GEOTEHNIKU		NAZIV RADA: <b>DIPLOMSKI RAD PLAN RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA NA EKSPLOATACIJSKOM POLJU TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA „KONJUŠKA“</b>	
STUDENT: Nikola Primorac			
MJERILO: 1:1500	NAZIV PRILOGA: KARTA ZAVRŠNOG STANJA POVRŠINSKOG KOPA „KONJUŠKA“	PRILOG: 5	
IZVOR: Galić i dr., 2019: Idejni rudarski projekt eksploatacije tehničko-građevnog kamena u eksploatacijskom polju "Konjuška". RGN fakultet, Zagreb.			



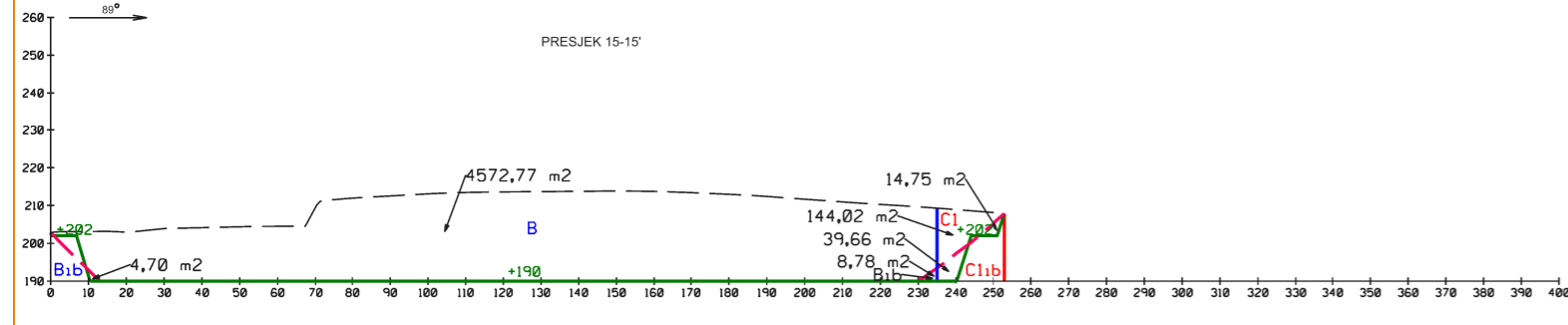
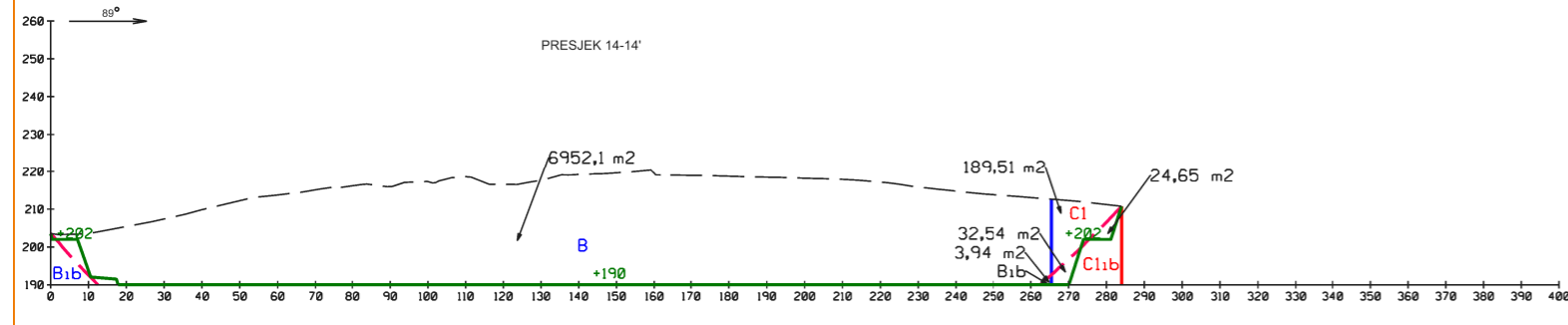
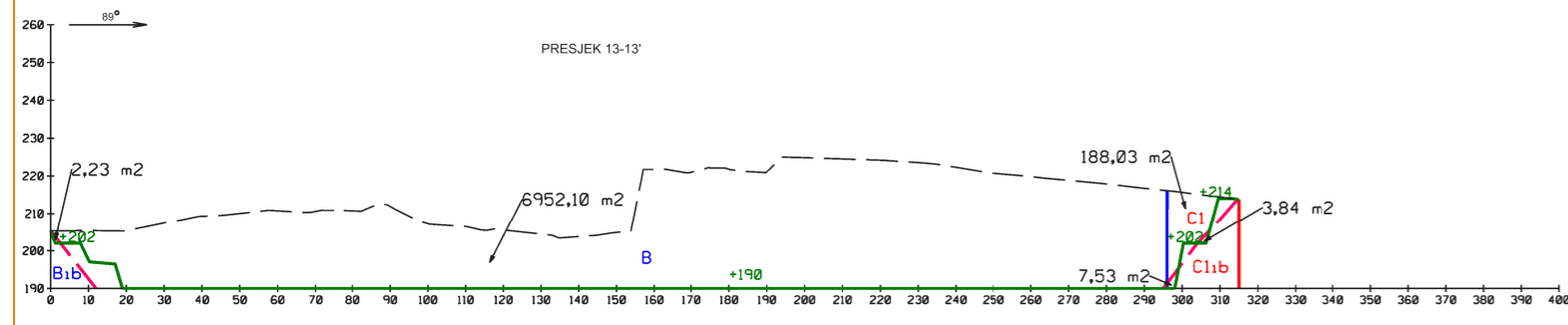
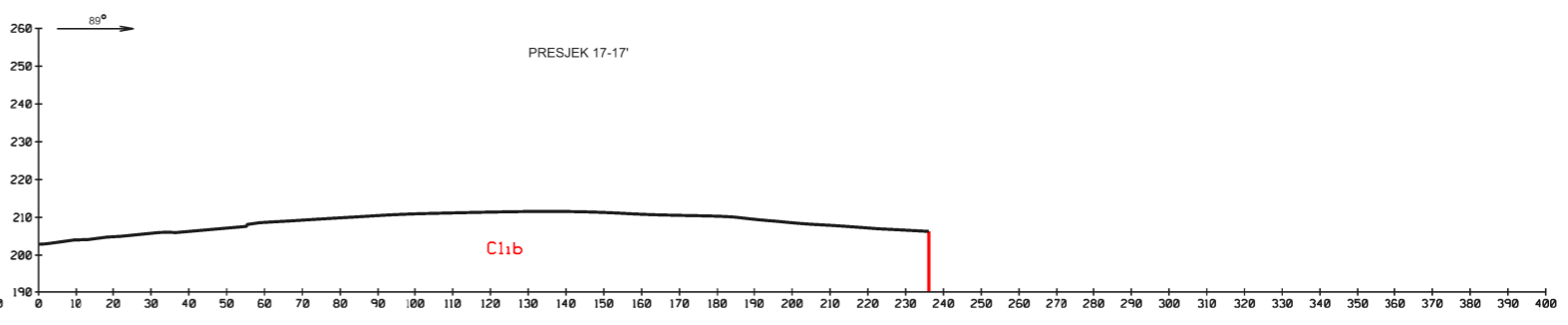
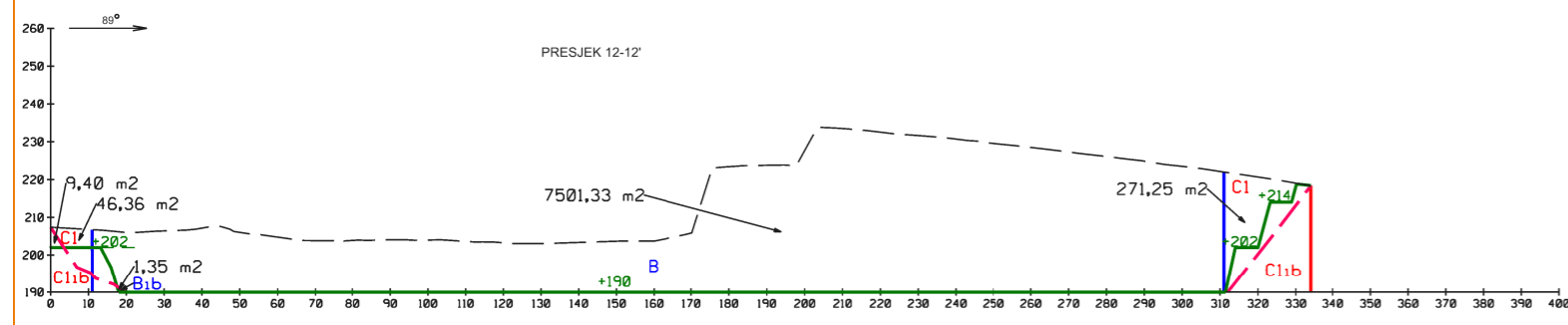
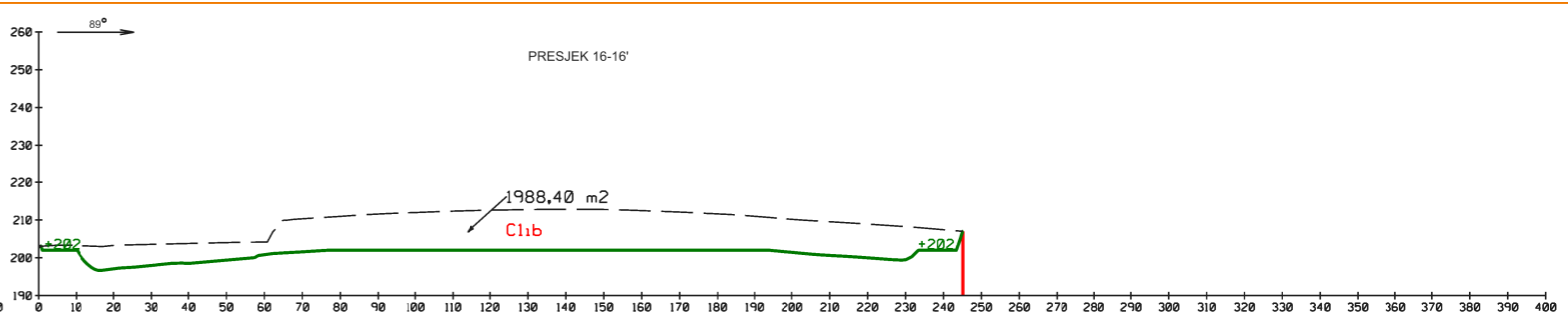
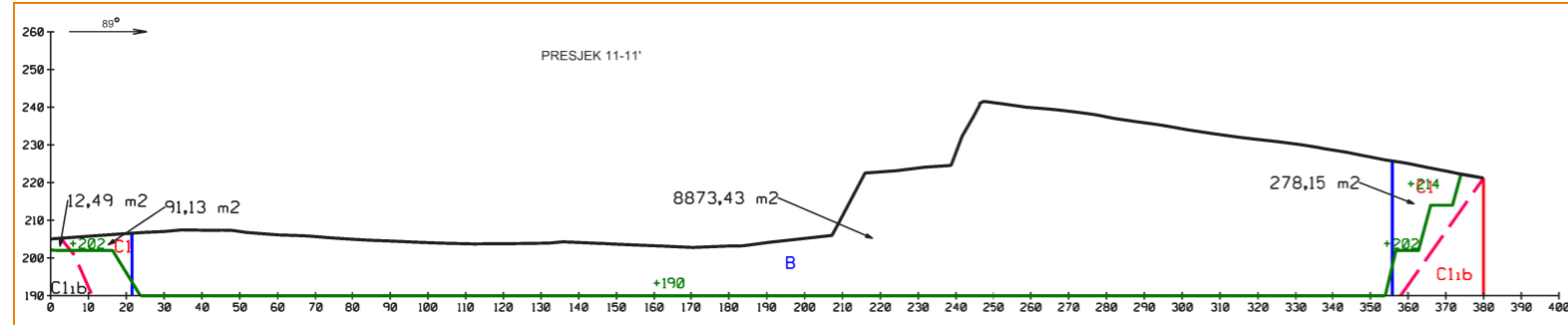
PRILOG 6.1 I 6.2  
OBRAČUNSKI PRESJECI ZAVRŠNOG STANJA  
POVRŠINSKOG KOPA „KONJUŠKA“



**TUMAČ OZNAKA:**

	Teren		Granica bilančnih i izvanbilančnih rezervi
	Granica rezervi		B,C1 Oznaka rezervi
	Konture projektiranih rudarskih radova		Bib,C1ib Oznaka izvanbilančnih rezervi
	Granica B i C1 rezervi		Iznos površine

OBRAZOVNA INSTITUCIJA: <b>RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET ZAGREB</b>	NAZIV OBJEKTA: LEŽIŠTE TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA "KONJUŠKA"	DATUM: siječanj, 2020.
ZAVOD: ZAVOD ZA RUDARSTVO I GEOTEHNIKU	NAZIV RADA: <b>DIPLOMSKI RAD PLAN RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA NA EKSPLOATACIJSKOM POLJU TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA „KONJUŠKA“</b>	
STUDENT: Nikola Primorac	MJERILO: 1:2000	NAZIV PRILOGA: OBRAČUNSKI PRESJECI ZAVRŠNOG STANJA POVRŠINSKOG KOPA „KONJUŠKA“
IZVOR: Galšić i dr., 2019: Idejni rudarski projekt eksploatacije tehničko-građevnog kamena u eksploatacijskom polju "Konjuška". RGN fakultet, Zagreb.		PRILOG: 6.1



**TUMAČ OZNAKA:**

	Teren		Granica bilančnih i izvanbilančnih rezervi
	Granica rezervi		B,C1 Oznaka rezervi
	Konture projektiranih rudarskih radova		Bib,C1ib Oznaka izvanbilančnih rezervi
	Granica B i C1 rezervi		32,54 m2 Iznos površine

OBRAZOVNA INSTITUCIJA: <b>RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET ZAGREB</b>		NAZIV OBJEKTA: LEŽIŠTE TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA "KONJUŠKA"	DATUM: siječanj, 2020.
ZAVOD: ZAVOD ZA RUDARSTVO I GEOTEHNIKU		NAZIV RADA: <b>DIPLOMSKI RAD PLAN RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA NA EKSPLOATACIJSKOM POLJU TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA „KONJUŠKA“</b>	
STUDENT: Nikola Primorac		PRILOG: 6.2	
MJERILO: 1:2000	NAZIV PRILOGA: OBRAČUNSKI PRESJECI ZAVRŠNOG STANJA POVRŠINSKOG KOPA „KONJUŠKA“		
IZVOR: Galić i dr., 2019: Idejni rudarski projekt eksploatacije tehničko-građevnog kamena u eksploatacijskom polju "Konjuška". RGN fakultet, Zagreb.			