

# Izrada modela razvoja rudarskih radova površinskog kopa Valtura

---

**Matečić, Vanja**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*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:169:515640>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-06**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET  
Diplomski studij rudarstva

**IZRADA MODELA RAZVOJA RUDARSKIH RADOVA POVRŠINSKOG KOPA  
"VALTURA"**

Diplomski rad

Vanja Matečić

R301

Zagreb, 2023.



KLASA: 602-01/23-01/17  
URBROJ: 251-70-11-23-2  
U Zagrebu, 13.02.2023.

**Vanja Matečić, student**

## RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/23-01/17, URBROJ: 251-70-11-23-1 od 03.02.2023. priopćujemo vam temu diplomskog rada koja glasi:

### Izrada modela razvoja rudarskih radova površinskog kopa "Valtura"

Za voditelja ovog diplomskog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i obrani diplomskog rada Doc.dr.sc. Branimir Farkaš nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Voditelj

(potpis)

Doc.dr.sc. Branimir Farkaš

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za  
završne i diplomske ispite:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Mario Klanfar

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Borivoje  
Pašić

(titula, ime i prezime)

IZRADA MODELA RAZVOJA RUDARSKIH RADOVA POVRŠINSKOG KOPA "VALTURA"

Vanja Matečić

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

Sažetak

U diplomskom radu prikazan je razvoj rudarskih radova na površinskom kopu tehničko-građevnog kamena „Valtura“. Određeni su projektni parametri površinskog kopa pomoću kojih su izrađeni trodimenzionalni modeli razvoja rudarskih radova. Prikazan je napredak rudarskih radova kroz tri etape eksploatacije. Korištenjem računalnog programa „OpenRoads Designer“ prikazani su trodimenzionalni modeli terena i pojedinih etapa, a koristeći napredne funkcije navedenog računalnog programa proračunate su količine otkopanog materijala. Provedena je tehno-ekonomska ocjena isplativosti eksploatacije ležišta te je određeno vremensko trajanje izvođenja radova.

Ključne riječi: Valtura, površinski kop, tehničko-građevni kamen, eksploatacijsko polje, *OpenRoads Designer*

Završni rad sadrži: 33 stranice, 7 tablica, 27 slika, 1 prilog i 8 referenci.

Jezik izvornika: Hrvatski

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

Mentor: Dr. sc. Branimir Farkaš, docent, RGNF

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



MODEL MAKING OF THE DEVELOPMENT OF MINING WORKS IN THE SURFACE MINE  
„VALTURA“

Vanja Matečić

Thesis completed at: University of Zagreb  
Faculty of mining, Geology and Petroleum Engineering  
Zavod za rudarstvo i geotehniku  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract

This Master's Thesis presented a development of mining works in the open pit mine of crushed stone „Valtura“. Project parameters were determined by means of which the 3D models of mining works were created. The development of mining works was shown through three stages of exploitation. Using computer program „OpenRoads Designer“ 3D models of terrain and stages were shown and using special features of the same computer program the quantities of excavated material were calculated. A techno-economic evaluation of the deposit's profitability was carried out and the duration of the works was determined.

Keywords: Valtura, open pit mine, crushed stone, *OpenRoads Designer*

Thesis contains: 33 pages, 7 tables, 27 figures, 1 appendix and 8 references.

Original in: Croatian

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

Supervisors: Assistant Professor Branimir Farkaš, PhD

Reviewers: Assistant Professor Branimir Farkaš, PhD  
Full Professor Ivo Galić, PhD  
Full Professor Davor Pavelić, PhD

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. OSNOVNE ZNAČAJKE EKSPLOATACIJSKOG POLJA „VALTURA“.....	2
2.1. Zemljopisni položaj i opći podaci o eksploatacijskom polju.....	2
2.2. Hidrografske i klimatske prilike .....	3
2.3. Geološko-tektonske i hidrogeološke značajke ležišta .....	4
2.4. Vrsta, količina i kakvoća mineralne sirovine .....	6
2.4.1. Vrsta mineralne sirovine .....	6
2.4.2. Količina i kakvoća mineralne sirovine .....	6
2.4.2.1. Popravni koeficijenti .....	7
2.5. Imovinsko-pravni odnosi .....	7
3. TEHNOLOGIJA EKSPLOATACIJE MINERALNE SIROVINE .....	9
3.1. Projektni parametri površinskog kopa „Valtura“ .....	9
3.2. Tehnološki proces eksploatacije mineralne sirovine .....	11
4. RAZVOJ POVRŠINSKOG KOPA.....	12
4.1. Situacija .....	12
4.2. Etape eksploatacije mineralne sirovine .....	16
4.2.1. Prva etapa.....	16
4.2.2. Druga etapa .....	20
4.2.3. Treća završna etapa.....	22
4.3. Proračun otkopanih količina mineralne sirovine .....	25
5. TEHNO-EKONOMSKA OCJENA EKSPLOATACIJE POVRŠINSKOG KOPA ....	28
6. DISKUSIJA.....	30
7. ZAKLJUČAK .....	32
8. LITERATURA .....	33

## POPIS SLIKA

Slika 2.1-1 Satelitska snimka okolice eksploatacijskog polja „Valtura“ (Google Earth) .....	2
Slika 2.3-1 Izvod iz OGK SFRJ 1:100 000, list Pula (Polšak et al., 1963), s označenim eksploatacijskim poljem tehničko-građevnog kamena „Valtura“ .....	5
Slika 2.5-1 Prikaz katastarskih čestica unutar obuhvata eksploatacijskog polja „Valtura“ .....	8
Slika 3.1-1 Projektne parametre radnih kontura površinskog kopa „Valtura“ .....	9
Slika 3.1-2 Projektne parametre završnih kontura površinskog kopa "Valtura" .....	10
Slika 3.2-1 Oplemenjivačko postrojenje na površinskom kopu "Valtura" (Farkaš, 2022.) .....	11
Slika 4.1-1 Situacijska karta izvedenog stanja eksploatacijskog polja „Valtura“ sa stanjem radova na dan 31.12.2020. god. ....	12
Slika 4.1-2 Naredba „Set Element Elevation“ .....	13
Slika 4.1-3 Naredba "Create Terrain Model by Elements" .....	13
Slika 4.1-4 Triangulirani model terena i postojećih rudarskih radova.....	14
Slika 4.1-5 Naredba "Add Features" .....	14
Slika 4.1-6 Triangulirani model terena bez rudarskih radova.....	15
Slika 4.1-7 Triangulirani model rudarskih radova.....	15
Slika 4.1-8 Blok model površinskog kopa „Valtura“ .....	16
Slika 4.2-1 Prva etapa razvoja površinskog kopa „Valtura“.....	17
Slika 4.2-2 3D model rudarskih radova – 1. etapa .....	18
Slika 4.2-3 3D model terena s 1. etapom – pogled prema jugu .....	19
Slika 4.2-4 3D model terena s 1. etapom – pogled prema sjeverozapadu .....	19
Slika 4.2-5 Druga etapa razvoja površinskog kopa „Valtura“ .....	20
Slika 4.2-6 3D model rudarskih radova – 2. etapa .....	21
Slika 4.2-7 3D model terena s 2. etapom – pogled prema jugu .....	21
Slika 4.2-8 3D model terena s 2. etapom – pogled prema sjeveru.....	22
Slika 4.2-9 Treća (završna) etapa razvoja površinskog kopa „Valtura“ .....	23
Slika 4.2-10 3D model rudarskih radova – 3. (završna) etapa.....	23
Slika 4.2-11 3D model terena s 3. (završnom) etapom – pogled prema jugoistoku .....	24
Slika 4.2-12 3D model terena s 3. (završnom) etapom – pogled prema sjeveroistoku.....	24
Slika 4.3-1 Naredba "Analyze Volume".....	26

## POPIS TABLICA

Tablica 2.1-1 Koordinate vršnih točaka EP „Valtura“ .....	3
Tablica 2.4-1 Potvrđena količina tehničko-građevnog kamena na EP "Valtura" sa stanjem na dan 31.12.2020. .....	6
Tablica 2.4-2 Koeficijenti korišteni pri proračunu rezervi na površinskom kopu „Valtura“ .....	7
Tablica 3.1-1 Projektni parametri površinskog kopa "Valtura" (Preuzeto iz DRP-2) .....	9
Tablica 4.3-1 Otkopane rezerve po etapama .....	26
Tablica 4.3-2 Dinamika eksploatacije i prihoda .....	28
Tablica 4.3-3 Financijsko stanje rudarskog zahvata - godišnje .....	29

## POPIS PRILOGA

**Prilog br. 1** Situacijska karta izvedenog stanja eksploatacijskog polja „Valtura“ sa stanjem radova na dan 31.12.2020. god.

## POPIS KORIŠTENIH OZNAKA

<b>Oznaka</b>	<b>Značenje</b>	<b>Jedinica</b>
$\alpha_e$	kut nagiba etažne kosine	°
$\alpha_z$	kut nagiba završne kosine kopa	°
B	minimalna širina radne etaže	
EOR-8	Elaborat o rezervama tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju „Valtura“ – osma obnova	
$H_k$	visina površinskog kopa	m
$h_e$	maksimalna visina etaže	m
$h_{ez}$	visina zadnje etaže	m
i	nagib kosine	%
$k_p$	popravni koeficijent	
$k_{eg}$	eksploatacijski gubici	
$k_r$	koeficijent rastresitosti	
$k_{rz}$	koeficijent rastresitosti zemlje	
$n_g$	vrijeme rada površinskog kopa	god.
$Q_{eg}$	godišnje količine mineralne sirovine	$m^3$
$Q_G$	ukupne godišnje količine stijenske mase koje je potrebno otkopati kako bi se dobile potrebne količine	$m^3$

## **1. UVOD**

U diplomskom radu je opisano trenutno stanje na eksploatacijskom polju „Valtura“ u blizini grada Pule.

Napravljen je model proširenja radova u cilju nastavka eksploatacije tehničko-građevnog kamena. Opisan je položaj, geološka građa i najbitnije značajke površinskog kopa.

Prikazan je dvodimenzionalni i trodimenzionalni model postojećih radova, obuhvat rezervi prema Elaboratu o rezervama tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju „Valtura“ – osma obnova (EOR-8) te modeli nastavka radova po etapama (Pavelić et al., 2021). Metodom nasuprotnih površina odnosno integrala površine proračunate su količine rezervi i na taj način je napravljena tehno-ekonomska analiza.

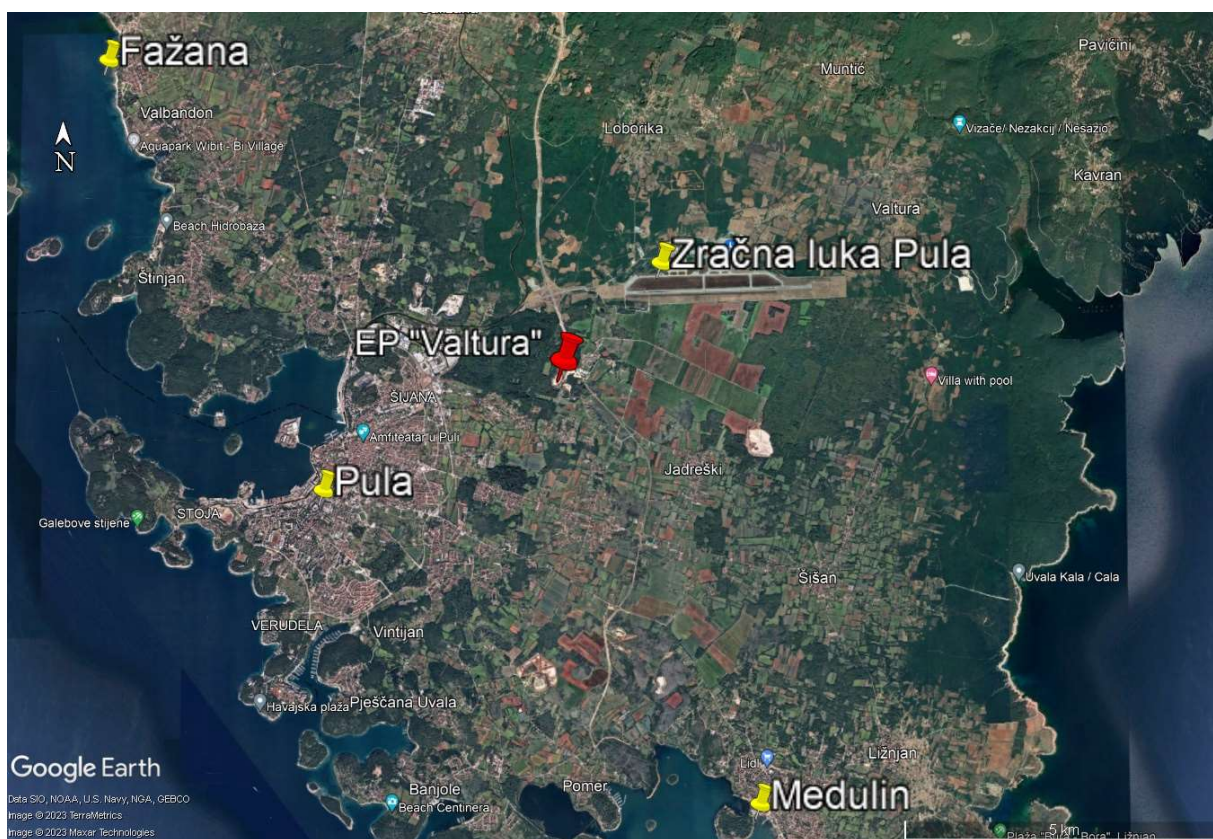
Pomoću programa OpenRoads Designer proizvođača Bentley, napravljena je digitalizacija postojećih podataka, triangulacija postojećeg stanja, 3D prikaz modela rudarskih radova (etapa) i situacije terena, te proračun rezervi.

## 2. OSNOVNE ZNAČAJKE EKSPLOATACIJSKOG POLJA „VALTURA“

### 2.1. Zemljopisni položaj i opći podaci o eksploatacijskom polju

Eksploatacijsko polje „Valtura“ (u daljnjem tekstu EP „Valtura“) smješteno je u južnom dijelu istarskog poluotoka, na udaljenosti od oko 3 km sjeveroistočno od grada Pule (slika 2.1-1). U okolici eksploatacijskog polja nalaze se i gradovi Medulin (udaljen oko 7,2 km) i Fažana (udaljen oko 8,4 km) te Zračna luka Pula koja je udaljena oko 3 km. EP „Valtura“ administrativno dijelom pripada Gradu Puli (57,46%), a dijelom Općini Ližnjan (42,54%).

Eksploatacijsko polje povezano je asfaltiranom prometnicom s državnom cestom D66 koja ima priključak na autocestu A9 (Farkaš, 2022).



Slika 2.1-1 Satelitska snimka okoline eksploatacijskog polja „Valtura“ (Google Earth)

EP „Valtura“ odobreno je *Rješenjem o utvrđivanju eksploatacijskog polja* tehničko-građevnog kamena „Valtura“ izdanog od Ministarstva gospodarstva, poduzetništva i obrta, a utvrđeno je do 31.12.2047. godine.

Površina eksploatacijskog polja „Valtura“ iznosi 19,18 ha, a samo polje ima oblik nepravilnog mnogokuta omeđenog spojnicama vršnih točaka od 1 do 22 (Tablica 2.1-1).

**Tablica 2.1-1** Koordinate vršnih točaka EP „Valtura“

Oznaka točke	Koordinate vršnih točaka		Udaljenost između vršnih točaka	
	E (m)	N (m)	Točke	(m)
1	294115,58	4974429,55	1 – 2	237,97
2	294001,60	4974220,65	2 – 3	51,74
3	293950,04	4974216,30	3 – 4	31,85
4	293918,26	4974218,48	4 – 5	40,24
5	293879,00	4974227,32	5 – 6	26,71
6	293853,64	4974235,69	6 – 7	97,26
7	293765,24	4974276,24	7 – 8	37,83
8	293730,08	4974290,20	8 – 9	15,48
9	293714,93	4974293,38	9 – 10	146,07
10	293569,84	4974310,26	10 – 11	482,17
11	293780,05	4974744,19	11 – 12	96,27
12	293870,13	4974710,24	12 – 13	33,94
13	293899,53	4974693,29	13 – 14	47,94
14	293928,03	4974654,74	14 – 15	46,34
15	293973,38	4974645,20	15 – 16	20,63
16	293993,48	4974649,83	16 – 17	5,40
17	293998,88	4974649,63	17 – 18	25,86
18	294013,78	4974670,77	18 – 19	15,55
19	294029,30	4974671,68	19 – 20	29,42
20	294057,89	4974664,75	20 – 21	71,27
21	294124,98	4974640,70	21 – 22	206,21
22	294135,98	4974434,78	22 – 1	21,06
<b>Površina odobrenog EP „Valtura“</b>			<b>19,18 ha</b>	

## 2.2. Hidrografske i klimatske prilike

Klima Istre uvjetovana je činjenicom da je Istra poluotok s triju strana okružen morem te položajem Istre u razmjerno toplom pojasu Sredozemlja i u području utjecaja zapadne zračne cirkulacije. Utjecaj na klimu imaju more, kopno te reljef, odnosno nadmorska visina. Sa sjeverozapada i zapada postoji utjecaj Atlantskog oceana kao izvora vlage i topline, dok s juga Sredozemno more, i u manjoj količini Jadransko more, ublažavaju neugodne utjecaje suhog i vrućeg zraka koji dolazi s područja sjeverne Afrike. Stoga su zime u Istri blage i vlažne, a ljeta vruća i sparna. Zimi se također osjeća utjecaj Alpa uslijed prodiranja hladnog i suhog zraka koji snižava temperature (Filipčić, 1992; Šegota i Filipčić, 2003).

Tip godišnjeg hoda mjesečnih količina oborine u Istri je takav da najmanje oborine padne u toplom dijelu godine (travanj - rujan). Glavni maksimum oborine javlja se u studenom, a



glavni minimum u srpnju, no također se pojavljuju sekundarni maksimum u travnju i sekundarni minimum u veljači ili ožujku (Zaninović et al., 2008).

### 2.3. Geološko-tektonske i hidrogeološke značajke ležišta

Ležište tehničko-građevnog kamena „Valtura“ jednostavne je i slojevite građe te postojane debljine. U ležištu prevladava jedan tip stijene – vapnenac. Ležište je izgrađeno od debelo uslojenih do bankovitih, svijetlosmeđih, sivih do bijelih sitnozrnatih detritičnih rudistnih vapnenaca gornje krede, cenomanske starosti ( $K_2^1$ ). Na slici 2.3-1 prikazana je geološka karta sa legendom kartiranih jedinica okolnog područja eksploatacijskog polja „Valtura“ izvedena iz Osnovne geološke karte SFRJ 1:100 000, list Pula (Polšak et al., 1963).

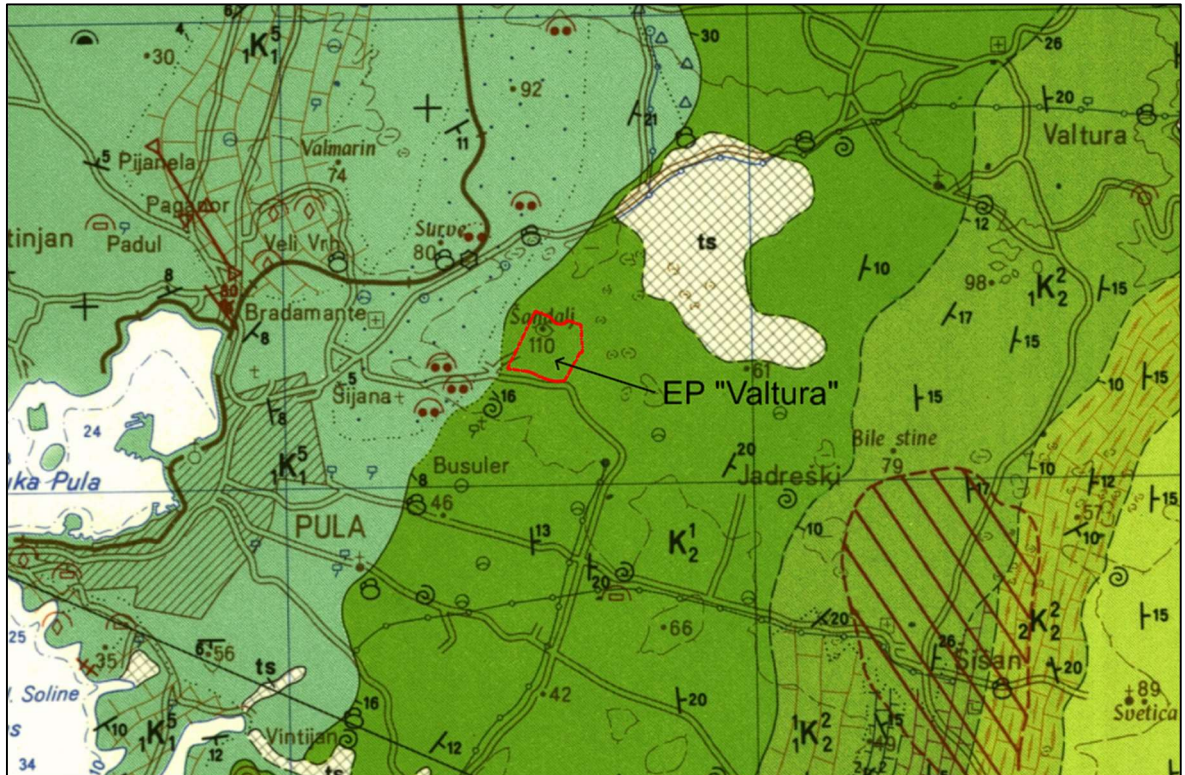
Slojevi imaju generalni smjer pružanja sjever-sjeverozapad – jug-jugoistok s nagibom prema istoku, sjeveroistoku pod kutom od  $10^\circ$  do  $20^\circ$ . Naslage su umjereno poremećene, a tragovi tektonike manifestirani su vertikalnim pukotinama i mjestimično prslinama. Ispune u dubljim dijelovima otvorenih etaža gotovo nema (Farkaš, 2022).

Debljina površinske jalovine (otkrivke) u prosjeku iznosi između 0,5 i 1,0 m, a pojedini dijelovi ležišta su bez površinske jalovine.

Ležište „Valtura“ svrstano je u prvu skupinu i prvu podskupinu ležišta tehničko-građevnog kamena sukladno *Pravilniku o utvrđivanju rezervi i eksploataciji mineralnih sirovina, NN 46/2018*.

Na prostoru eksploatacijskog polja „Valtura“ nema stalnih površinskih vodenih tokova. Oborinske vode dreniraju se u podzemlje sekundarnim pukotinskim sustavima ili gravitacijskom odvodnjom po površini reljefa.

Hidrogeološkim istraživanjima šireg područja bunari Vidrijan, Valdragon 5 i Jadreški koji su udaljeni od površinskog kopa od 1,5 do 2,5 km utvrđeno je da nivo podzemne vode varira između kote +5 m n.v. i +25 m n.v. tako da se ne očekuje pojava podzemne vode na osnovnom platou površinskog kopa. Također, na navedenim izvorima nisu zabilježeni bilo kakvi utjecaji eksploatacije (Farkaš, 2022).



Legenda kartiranih jedinica:

	<p>Tanko-uslojeni vapnenac s rijetkim ulošcima dolomita, lapora i breče</p>		<p>Rudistni vapnenac donjeg turona, općenito</p>
	<p>Debelo-uslojeni i masivni rudistni vapnenac s lećama zoogenog konglomerata</p>		<p>Pločasti vapnenac s ulošcima rožnjaka</p>

Slika 2.3-1 Izvod iz OGK SFRJ 1:100 000, list Pula (Polšak et al., 1963), s označenim eksploatacijskim poljem tehničko-građevnog kamena „Valtura“

## 2.4. Vrsta, količina i kakvoća mineralne sirovine

### 2.4.1. Vrsta mineralne sirovine

Provedenim geološkim i rudarskim istraživanjima te laboratorijskim ispitivanjima mineraloško-petrografskog sastava uzoraka kamena iz istražnih bušotina, utvrđeno je da najveći dio stijenske mase eksploatacijskog polja izgrađuju vapnenci.

### 2.4.2. Količina i kakvoća mineralne sirovine

U sklopu Elaborata o rezervama tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju „Valtura“ – osma obnova (Pavelić et al., 2021) proračunate su rezerve tehničko-građevnog kamena temeljem izrađenih vertikalnih paralelnih proračunskih profila. Temeljem izrađenog EOR-8 Ministarstvo gospodarstva, poduzetništva i obrta, Povjerenstvo za utvrđivanje rezervi mineralnih sirovina potvrdilo je količinu eksploatacijskih rezervi (KLASA: UP/I-310-01/21-03/212, UR.BROJ: 517-06-02-22-5) od 9. ožujka 2022. godine sa stanjem na dan 31.12.2020. godine (Tablica 2.4-1).

**Tablica 2.4-1** Potvrđena količina tehničko-građevnog kamena na EP "Valtura" sa stanjem na dan 31.12.2020.

Klasa kategorije	Rezerve t-gk, m <sup>3</sup> (k <sub>p</sub> =0,95)			Eksploatacijski gubici, 5%	Eksploatacijske rezerve, m <sup>3</sup>
	Bilančne	Izvanbilančne	Ukupne		
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)+(3)	(5)=(2) x 5%	(6)=(2)-(5)
A	157 778,40	0,00	157 778,40	7 888,92	149 889,48
B	2 703 595,85	83 217,52	2 786 813,37	135 179,79	2 568 416,06
C1	305 699,16	634 963,31	940 662,47	15 284,96	290 414,20
<b>A+B+C1</b>	<b>3 167 073,40</b>	<b>718 180,83</b>	<b>3 885 254,24</b>	<b>158 353,67</b>	<b>3 008 719,73</b>

Kamen na ležištu „Valtura“ je prema rezultatu makroskopskih i mikroskopskih ispitivanja (mineralnog sastava, strukturnih i teksturnih osobina te dimenziji, količini i vrsti detritusa) određen kao vapnenac organskog postanka, prema R. L. Folku kao biomikrit/sparit, a prema R. J. Dunhamu kao fosiliferni pekston (Pavelić et al., 2021).

### 2.4.2.1. Popravni koeficijenti

Obujam stijenske mase tehničko-građevnog kamena potrebno je korigirati popravnim koeficijentom u iznosu od 0,95, uzevši u obzir stupanj istraženosti, geološku građu ležišta te iskustva stečena dosadašnjom eksploatacijom.

Za proračun eksploatacijskih rezervi potrebno je utvrđene bilančne rezerve umanjiti za iznos eksploatacijskog gubitka koji na eksploatacijskom polju „Valtura“ iznosi 5% i rezultat je iskustava stečenih tijekom dugogodišnje eksploatacije. Relativno veliki eksploatacijski gubitak proizlazi i iz fizikalno-mehaničkih karakteristika mineralne sirovine koja uslijed miniranja stvara veće količine sitnih fragmenata.

Koeficijent rastresitosti utvrđen je dugogodišnjom eksploatacijom te iznosi 1,45.

Tablica 2.4-2 prikazuje zbirni prikaz koeficijenata korištenih prilikom proračuna rezervi na površinskom kopu „Valtura“.

**Tablica 2.4-2** Koeficijenti korišteni pri proračunu rezervi na površinskom kopu „Valtura“

Naziv	Oznaka	Iznos
Popravni koeficijent	$k_p$	0,95
Eksploatacijski gubici	$k_{eg}$	5%
Koeficijent rastresitosti	$k_r$	1,45
Koeficijent rastresitosti zemlje	$k_{rz}$	1,2

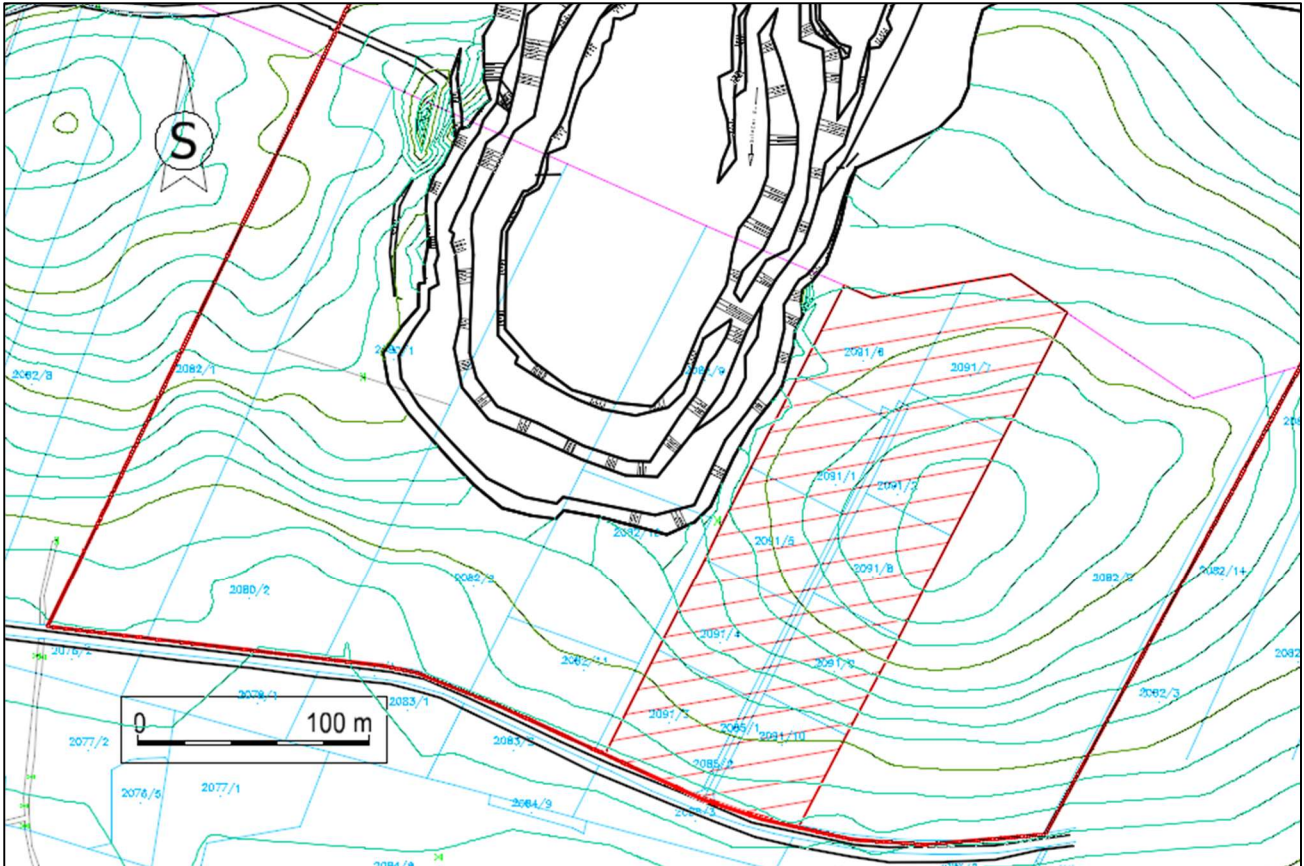
### 2.5. Imovinsko-pravni odnosi



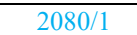
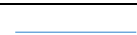
Sukladno Članku 11. Zakona o Rudarstvu, eksploatacija mineralnih sirovina dozvoljena je samo unutar utvđenog eksploatacijskog polja mineralnih sirovina i u granicama provjerenog rudarskog projekta na temelju kojeg je dana koncesija (NN 52/18).

Na slici 2.5-1 prikazane su katastarske čestice unutar granica EP „Valtura“ s ishođenom služnosti (obrubljene plavom linijom) te one bez ishođene služnosti (iscrtkane crvenom linijom).

S obzirom na katastarske čestice na kojima se ne može obavljati eksploatacija, izvođenje radova morat će se prilagoditi navedenoj situaciji na terenu. Prvo će se eksploatirati na području koje ima ishođenu služnost dok se ne riješe imovinsko-pravni odnosi na svim katastarskim česticama unutar granica EP „Valtura“ te će zbog toga eksploatacija biti

podijeljena u više etapa. Ovo će uvjetovati prihode koji su nužni za daljni rad površinskog kopa. Nakon ishođenja koncesije za eksploataciju na području bez služnosti eksploatacija će se nastaviti na istome.



Tumač oznaka:			
	Granice EP „Valtura“		K.Č. bez ishođene služnosti
	Oznaka katastarske čestice		K.Č. s ishođenom služnosti

Slika 2.5-1 Prikaz katastarskih čestica unutar obuhvata eksploatacijskog polja „Valtura“



### 3. TEHNOLOGIJA EKSPLOATACIJE MINERALNE SIROVINE

#### 3.1. Projektni parametri površinskog kopa „Valtura“

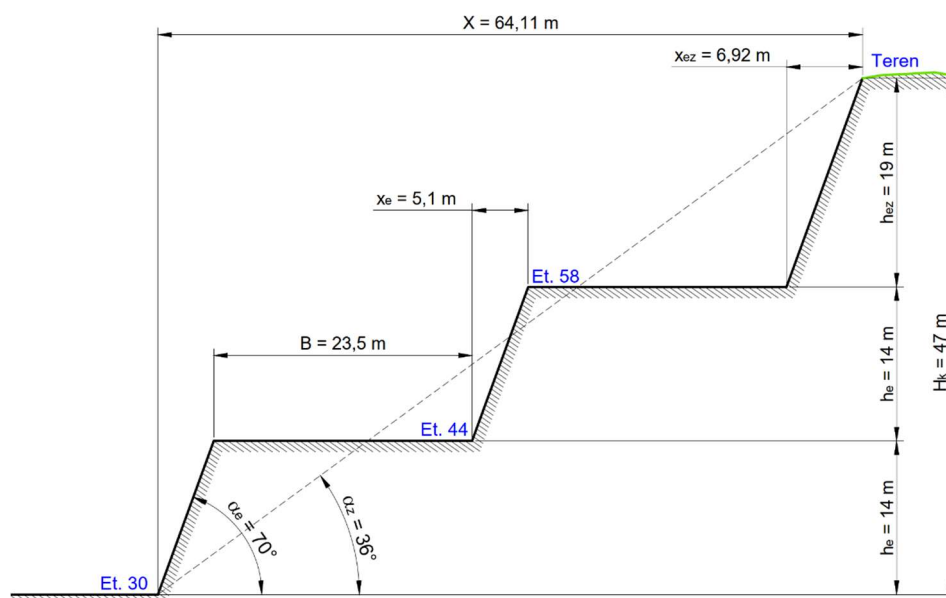
Eksploatacija tehničko-građevnog kamena na površinskom koku „Valtura“ odvijati će se prema parametrima koji su navedeni u tablici 3.1-1.

Parametri su preuzeti iz Dopunskog rudarskog projekta eksploatacije tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju „Valtura“ – druga dopuna, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, odgovorni projektant doc. dr. sc. Branimir Farkaš, dipl. ing. rud., 14.3.2022. godine. (Farkaš, B. 2022, u daljnjem tekstu DRP-2)

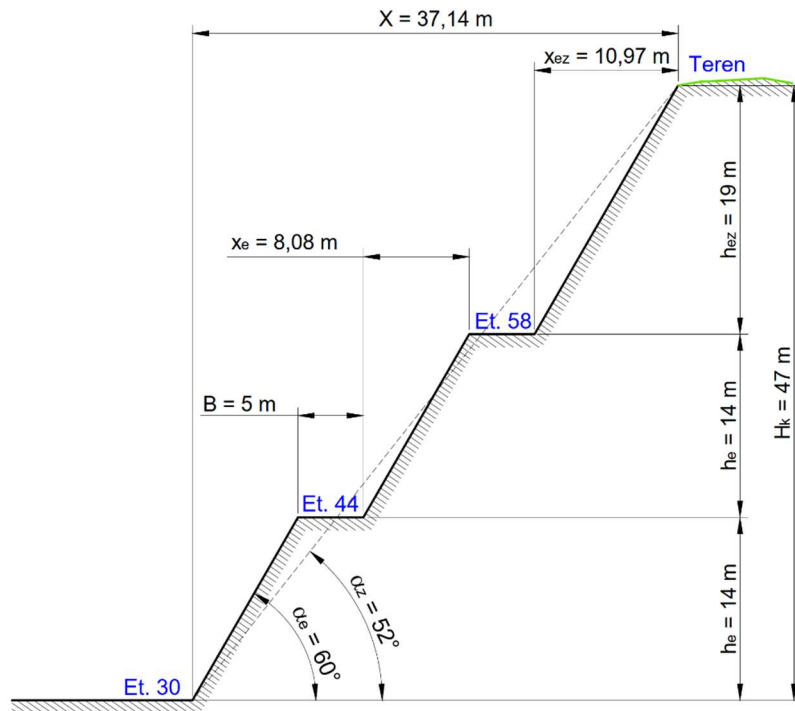
Tablica 3.1-1 Projektni parametri površinskog kopa "Valtura" (Preuzeto iz DRP-2)

Projektni parametri	Oznaka	Iznos		Jedinica
		Radno	Završno	
Etaže površinskog kopa	Et.	+30, +44, +58		m n.v.
Širina etažne ravnine	B	23,5	5	m
Kut nagiba generalne kosine kopa	$\alpha_z$	$\leq 36$	$\leq 52$	°
Kut nagiba etažne kosine	$\alpha_e$	$\leq 70$	$\leq 60$	°
Visina površinskog kopa	$H_k$	47		m
Visina etaže	$h_e$	14		m
Visina zadnje etaže	$h_{ez}$	19		m

Na presjecima kontura površinskog kopa dan je grafički prikaz projektnih parametara s time da su posebno prikazani projektni parametri radnih kontura (slika 3.1-1) i završnih kontura (slika 3.1-2).



Slika 3.1-1 Projektni parametri radnih kontura površinskog kopa „Valtura“



Slika 3.1-2 Projektni parametri završnih kontura površinskog kopa "Valtura"

Temeljem prihvaćenih godišnjih količina pridobivanja od 50 000 m<sup>3</sup> č.m. te efektivnog broja sati određen je kapacitet tijekom izvođenja rudarskih radova za koji se dimenzionira oprema.

Uzimajući u obzir koeficijent rastresitosti (Tablica 2.4-2) koji iznosi  $k_r = 1,45$ , godišnje količine pridobivanja mineralne sirovine iznose  $Q_{eg} = 72\,500\text{ m}^3\text{ r.m.}$

Kod izračuna potrebnih masa koje se dobivaju, utovaruju, odvoze i oplemenjuju, kao i dimenzioniranja potrebne opreme, ukupne mase se povećavaju za iznos eksploatacijskih gubitaka ( $k_{eg} = 5\%$ ) i popravnog koeficijenta ( $k_p = 0,95$ ) (Tablica 2.4-2).

Ukupne godišnje količine stijenske mase koje je potrebno otkopati kako bi se dobila zadana količina tehničko-građevnog kamena su:

$$Q_G = \frac{Q_{eg}}{k_{eg} \cdot k_p} = \frac{50\,000\text{ m}^3}{0,95 \cdot 0,95} = 55\,401,66\text{ m}^3\text{ č.m.}$$

$$Q_G = 55\,401,66 \cdot k_r = 80\,332,41\text{ m}^3\text{ r.m.}$$

### 3.2. Tehnološki proces eksploatacije mineralne sirovine

Unutar eksploatacijskog polja „Valtura“ potrebno je:

- izraditi minske bušotine te iste opremiti eksplozivom, minirati stijenski materijal
- utovarivati odminirani stijenski materijal u kamion na mjestu nastajanja istog,
- transportirati minirani stijenski materijal s fronte rudarskih radova do oplemenjivačkog postrojenja,
- utovarivati klasirani stijenski materijal tj. tehničko-građevni kamen u transportno sredstvo kupaca.

Utovar miniranog stijenskog materijala izvodi se bagerom gusjeničarom s obrnutom lopatom na etaži tj. mjestu nastajanja miniranog materijala.

Pretpostavljena duljina transportnog puta od čela radilišta do oplemenjivačkog postrojenja (slika 3.2-1) konstantno će se mijenjati te će se zbog jednostavnosti proračuna pretpostaviti da će transportna dužina biti ista u iznosu od 400 m.

Transport miniranog materijala do oplemenjivačkog postrojenja radi se kamionom damperom, s obujmom sanduka do 20 m<sup>3</sup>. Brzina kretanja transportnog sredstva pod opterećenjem će biti prosječno 10 km/h, a bez opterećenja prosječno 20 km/h.



Slika 3.2-1 Oplemenjivačko postrojenje na površinskom kopu "Valtura" (Farkaš, 2022.)



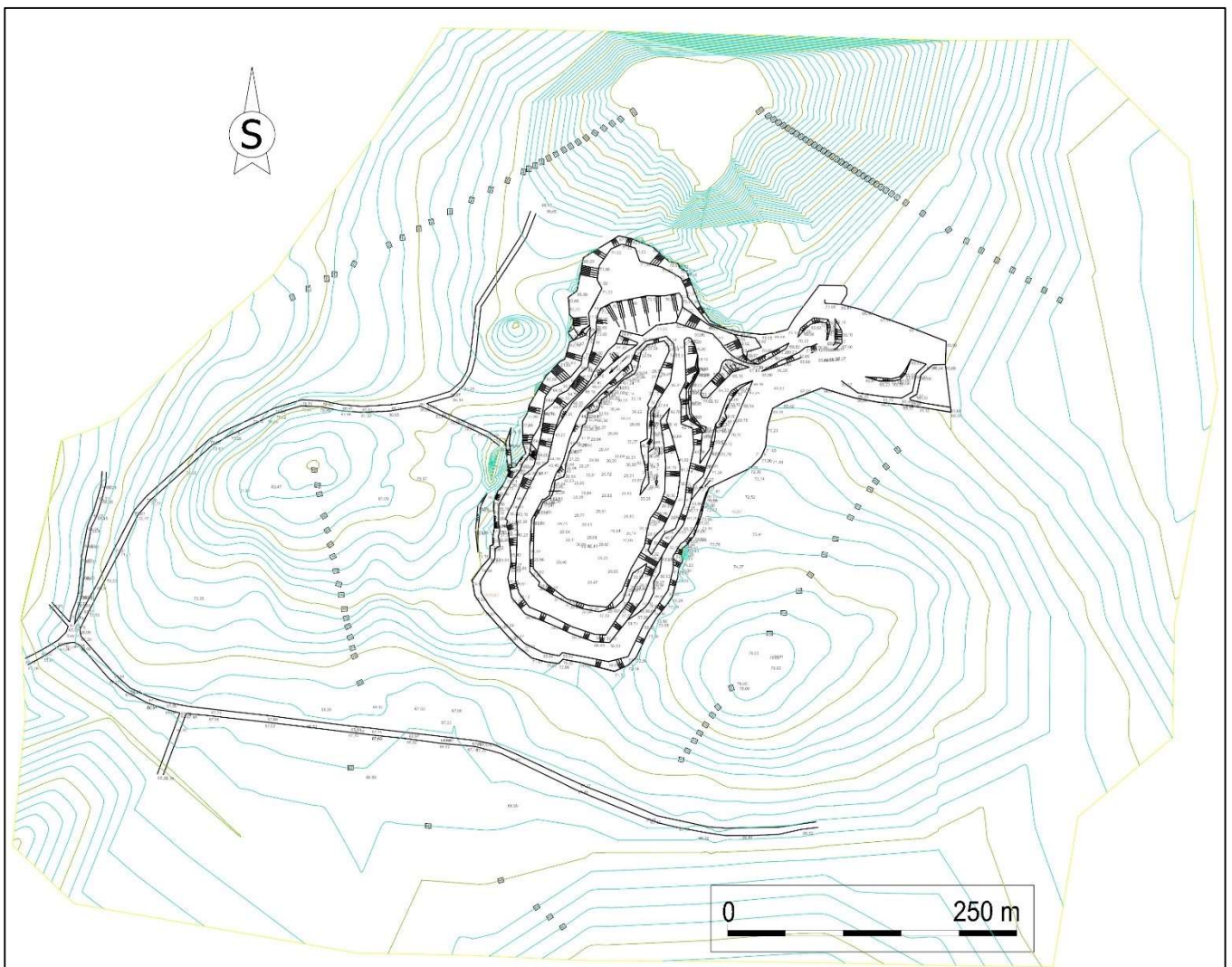
#### 4. RAZVOJ POVRŠINSKOG KOPA

Eksploatacija tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju „Valtura“ planirana je kroz tri etape eksploatacije. Prije samog prikaza eksploatacije polja po etapama, potrebno je izraditi model situacije sa prethodno izvedenim rudarskim radovima.

Situacijsku kartu (slika 4.1-1 i prilog 1) izvedenog stanja eksploatacijskog polja „Valtura“ izradila je tvrtka EKSPLOZIVI d.o.o. Labin sa stanjem radova na dan 31.12.2020. god. u mjerilu 1:1 000, koju je izradio M. Stanišić, dipl. ing. rud. te je ista korištena kao podloga pri izradi ovog diplomskog rada.

Za izradu modela situacije i etapa korišten je računalni program „OpenRoads Designer“

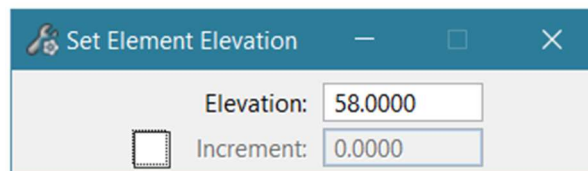
##### 4.1. Situacija



**Slika 4.1-1** Situacijska karta izvedenog stanja eksploatacijskog polja „Valtura“ sa stanjem radova na dan 31.12.2020. god.

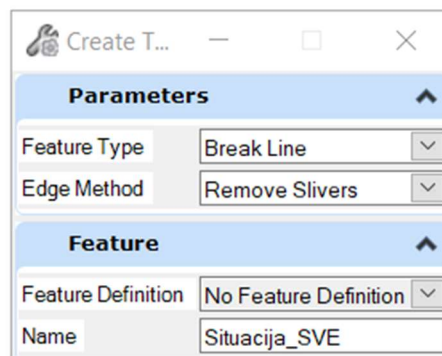
U sljedećim natuknicama objašnjena je izrada trodimenzionalnog modela terena s postojećim rudarskim radovima:

- Najprije je potrebno smjestiti linije slojnica i rudarskih radova na njihovu stvarnu visinu u prostoru. Ovo se postiže naredbom „Set Element Elevation“ (slika 4.1-2).



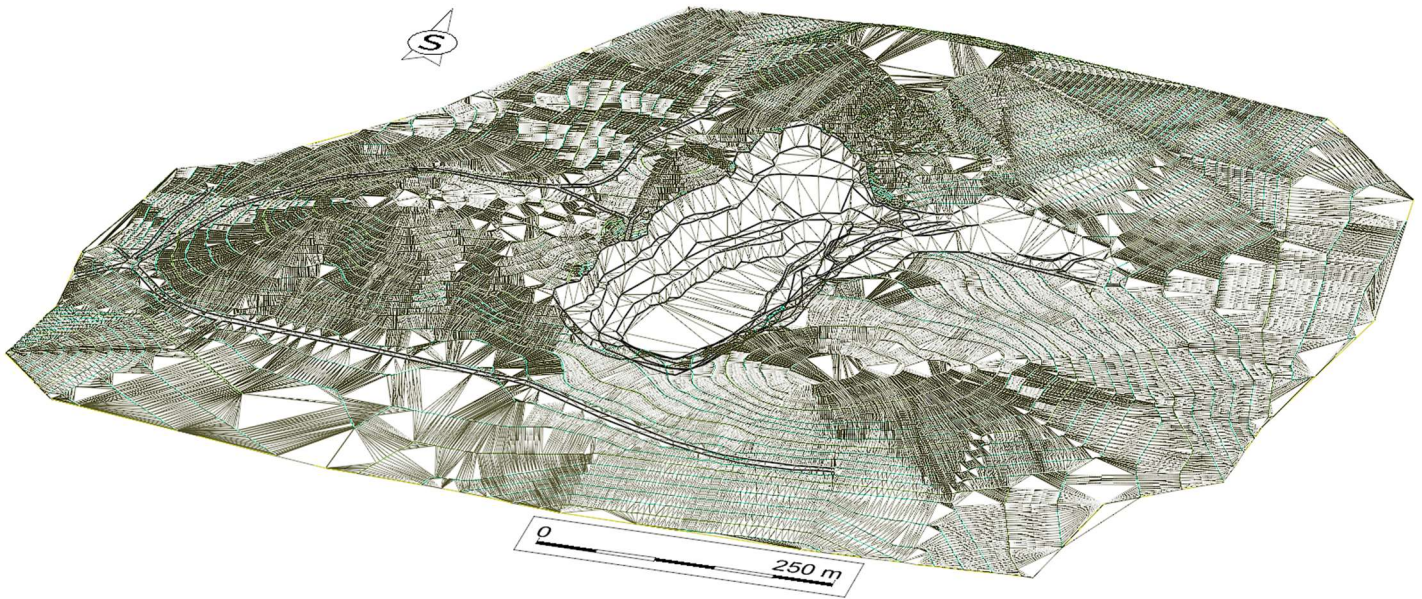
Slika 4.1-2 Naredba „Set Element Elevation“

- Postaviti „WorkFlow“ na „OpenRoads Modeling“
- Označiti sve elemente na kojima se provodi proces triangulacije (slojnice terena i rudarski radovi postavljeni u 3D prostor)
- U tab-u „Terrain“ odabrati naredbu „From Elements“
- Pojavljuje se izbornik (slika 4.1-3) u kojem se pod „Feature Type“ odabire opcija „Break Line“, za „Edge Method“ odabire se „Remove Slivers“ te imenujemo novonastalu površinu



Slika 4.1-3 Naredba "Create Terrain Model by Elements"

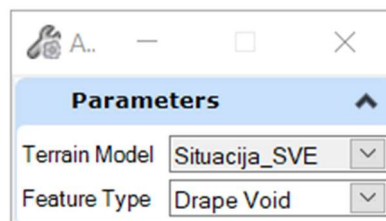
Kao rezultat, dobije se model terena kakav je prikazan na slici 4.1-4.



**Slika 4.1-4** Triangulirani model terena i postojećih rudarskih radova

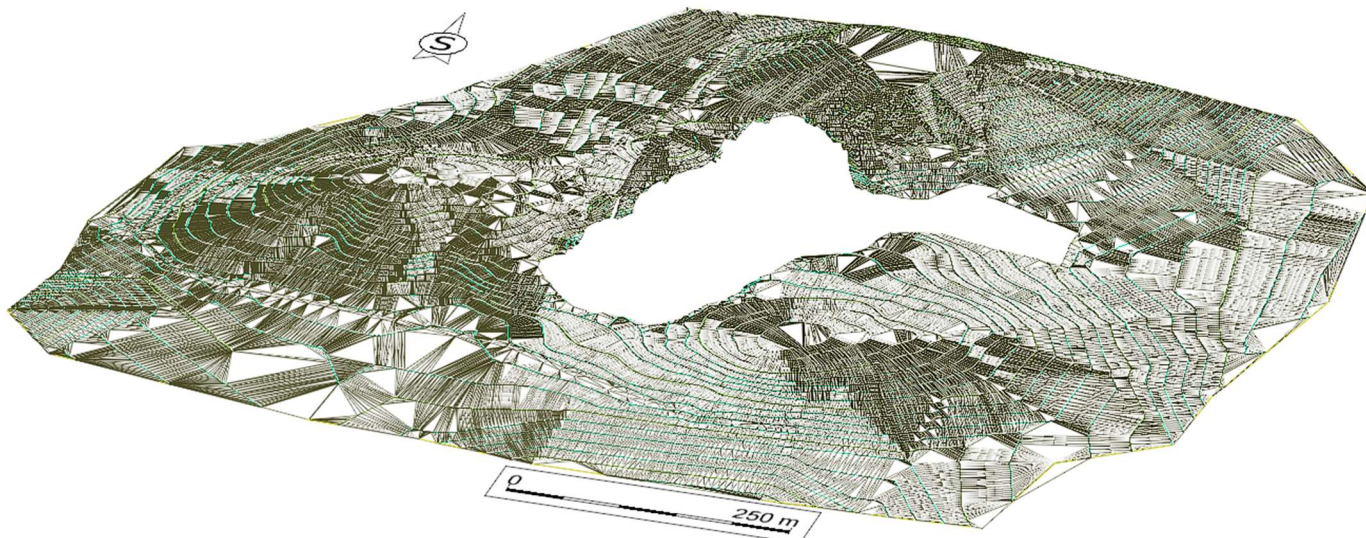
Sljedeći korak je napraviti posebna dva terena, jedan kao model postojećih radova, a drugi kao model okolnog terena:

- Uključi se level na kojem je granica rudarskih radova
- „WorkFlow“ je ostavljen na „OpenRoads Modeling“
- Tab „Terrain“ → „Add Features“ (slika 4.1-5)
- Za „Terrain Model“ odabere se teren koji smo dobili triangulacijom svih linija na terenu (slika 4.1-4) te pod „Feature Type“ odabiremo „Drape Void“ kako bismo dobili „rupu“ u terenu gdje su smješteni rudarski radovi
- Nakon označenog terena kojeg manipuliramo, odabiremo liniju granice rudarskih radova nakon čega se dobije stanje terena kakvo je prikazano na slici 4.1-6
- Za izradu modela postojećih radova proces je isti, osim što se za „Feature Type“ ne odabire „Drape Void“ već „Drape Boundary“ te se dobije teren kakav je prikazan na slici 4.1-7

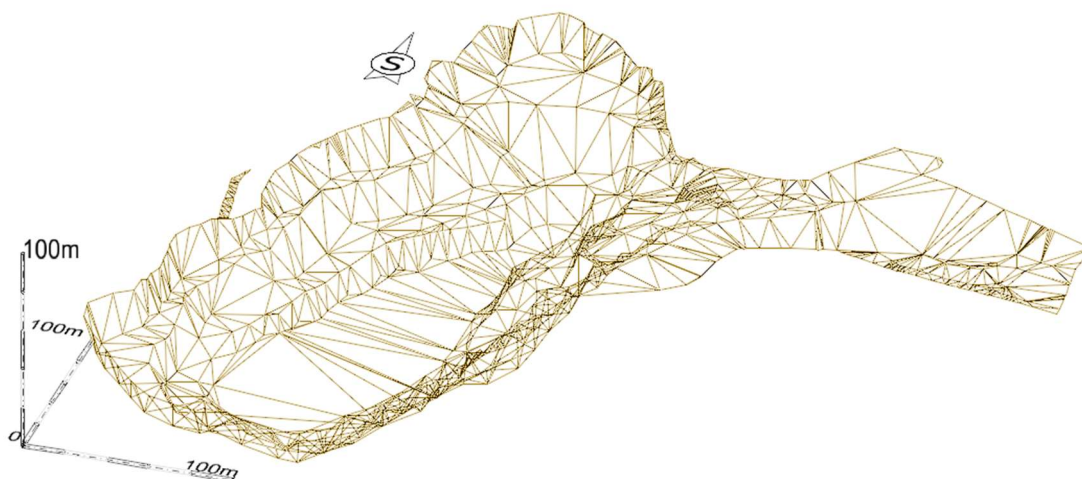


**Slika 4.1-5** Naredba "Add Features"





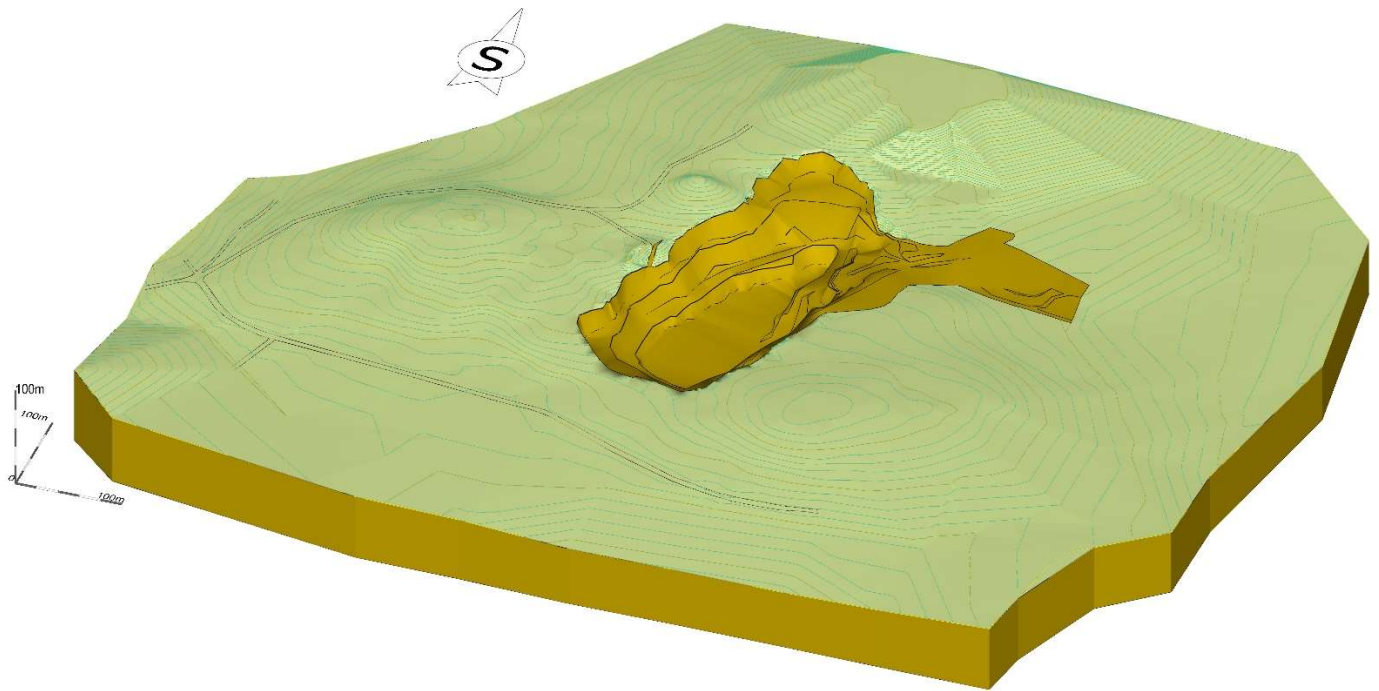
Slika 4.1-6 Triangulirani model terena bez rudarskih radova



Slika 4.1-7 Triangulirani model rudarskih radova

Za izradu blok-modela potrebno je koristiti naredbu „Boundary Options“ kako bi se modelu dodao „perimeter“, odnosno granicu modela. Za metodu se odabire „Extract Graphic“ te se postupak ponavlja kako bi se dobile dvije granice. Naredbom „Set Element Elevation“ treba spustiti jednu granicu na željenu visinu ispod modela. Pomoću naredbe „Construct Surface“ potrebno je kreirati površinu metodom „By Edges“ gdje treba označiti obje granice (Kronja, 2019).

Na kraju je potrebno provesti proces renderiranja, odnosno postaviti „Display Style“ sa „Wireframe“ na „Smooth“ te se dobije teren prikazan na slici 4.1-8.

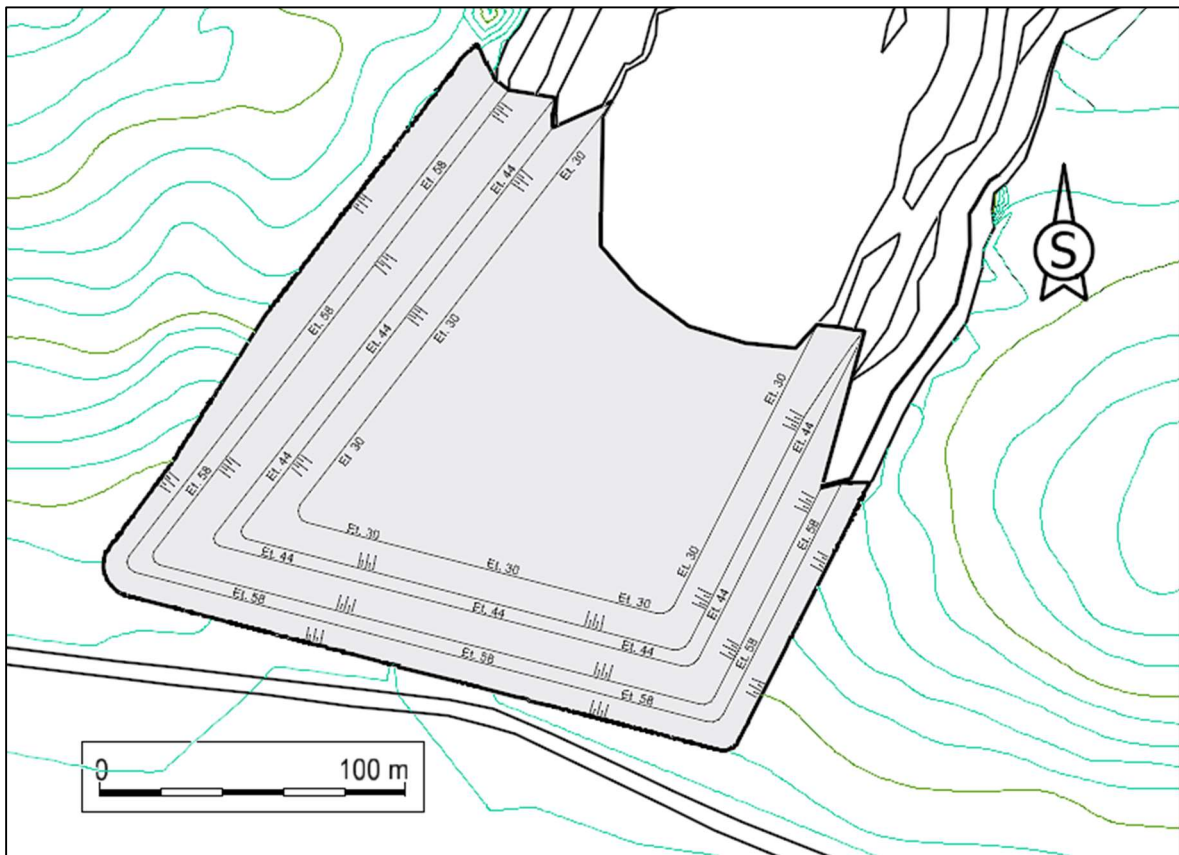


Slika 4.1-8 Blok model površinskog kopa „Valtura“

## 4.2. Etape eksploatacije mineralne sirovine

### 4.2.1. Prva etapa

Prva etapa razvoja površinskog kopa (slika 4.2-1) predstavlja nastavak započetih rudarskih radova. Razvoj se očituje u uklanjanju otkrivke kao priprema za miniranje najviše etaže Et. 58 m n.v. Etaža će u svojem najvišem dijelu biti visoka 19 metara. Nakon formiranja radnog platoa Et. 58 m n.v. u širini od  $B = 23,5$  m započinje se s razvojem niže etaže Et. 44 m n.v. Radni plato Et. 44 m n.v. također se razvija do širine od 23,5 m kada će se krenuti s razvojem Et. 30 m n.v. tj. osnovnog platoa. Razvojem etažne ravnine svake etaže u iznosu od  $B = 23,5$  m osigurat će se nesmetan dolazak kamiona do odminiranog materijala, utovar materijala bagerom u kamion te okretanje kamiona i odvoz materijala do oplemenjivačkog postrojenja. Fronta rudarskih radova bit će okrenuta prema jugozapadu.



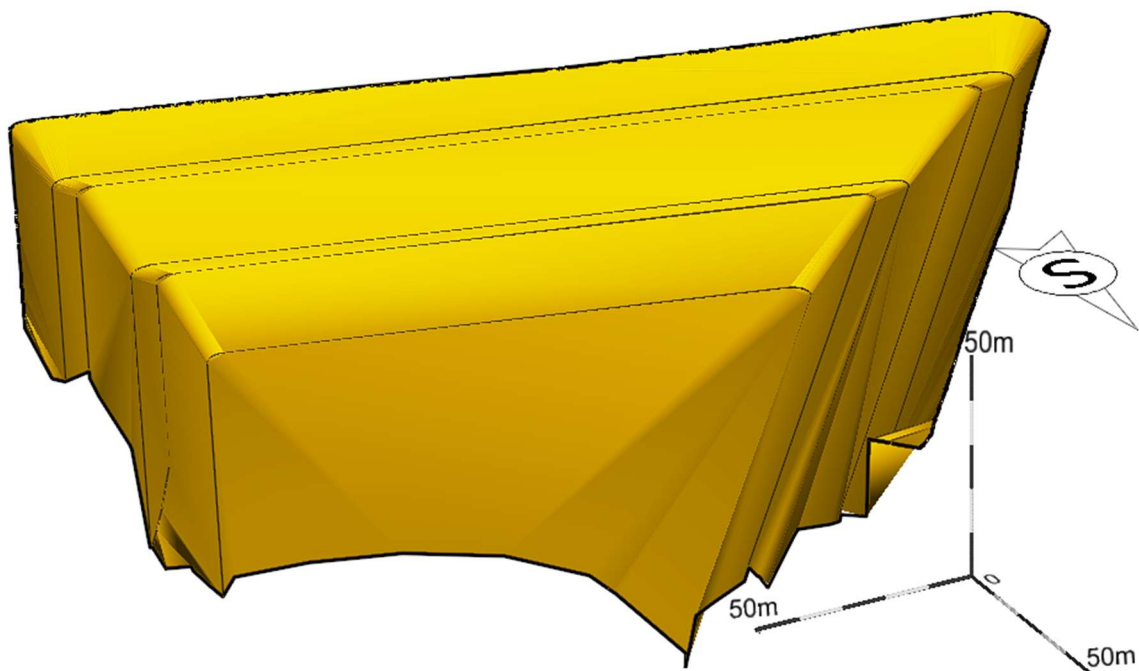
Slika 4.2-1 Prva etapa razvoja površinskog kopa „Valtura“

Kao i u prethodnom poglavlju, potrebno je smjestiti linije rudarskih radova u 3D prostor pomoću naredbe „Set Element Elevation“ te izraditi trodimenzionalni model etape.

Granica rudarskih radova prve etape u prostor postavlja se na drugi način s obzirom na konfiguraciju terena:

- „Workflow“ se postavi na „Reality Modeling“
- Uključi se level na kojem je triangulirana površina cijelog terena
- U izborniku „Extract“ odabere se naredba „Drape Element“
- Označi se triangulirana površina „Situacija\_SVE“ (slika 4.1-4) pa element koji želimo „zalijepiti“ na površinu terena

Na kraju je potrebno provesti postupak triangulacije koji je objašnjen u poglavlju 4.1. te se nakon renderiranja dobije izgled modela kakav je prikazan na slici 4.2-2.

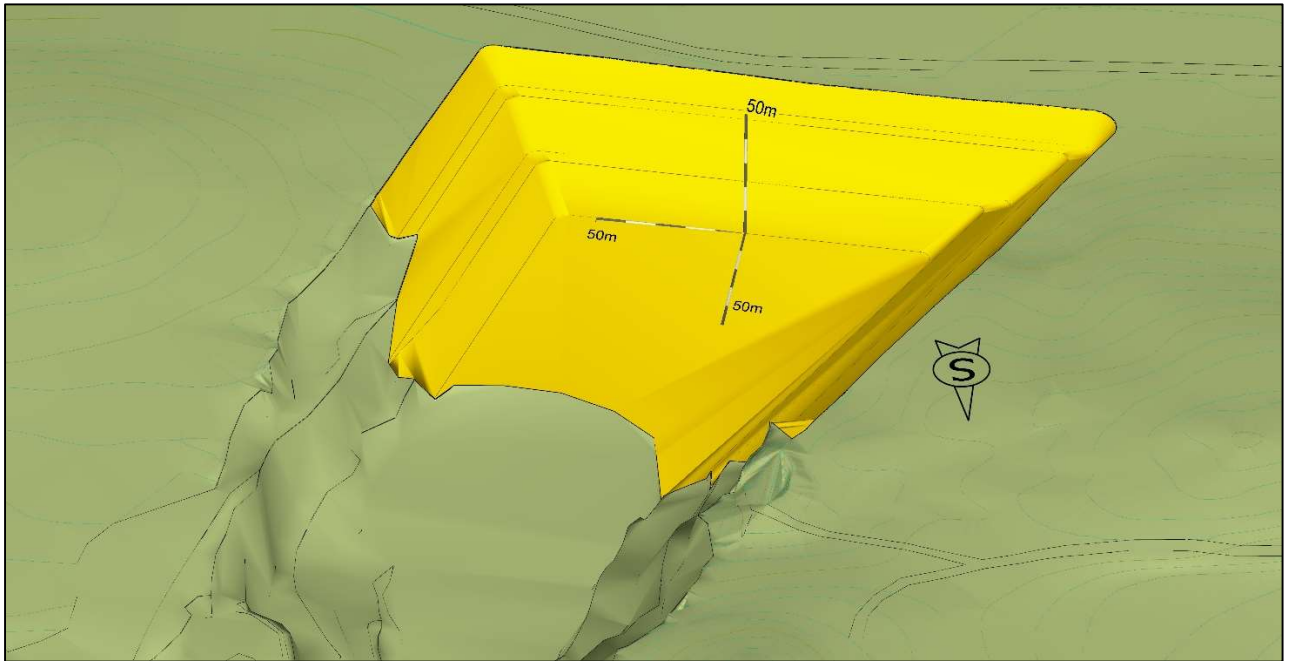


**Slika 4.2-2** 3D model rudarskih radova – 1. etapa

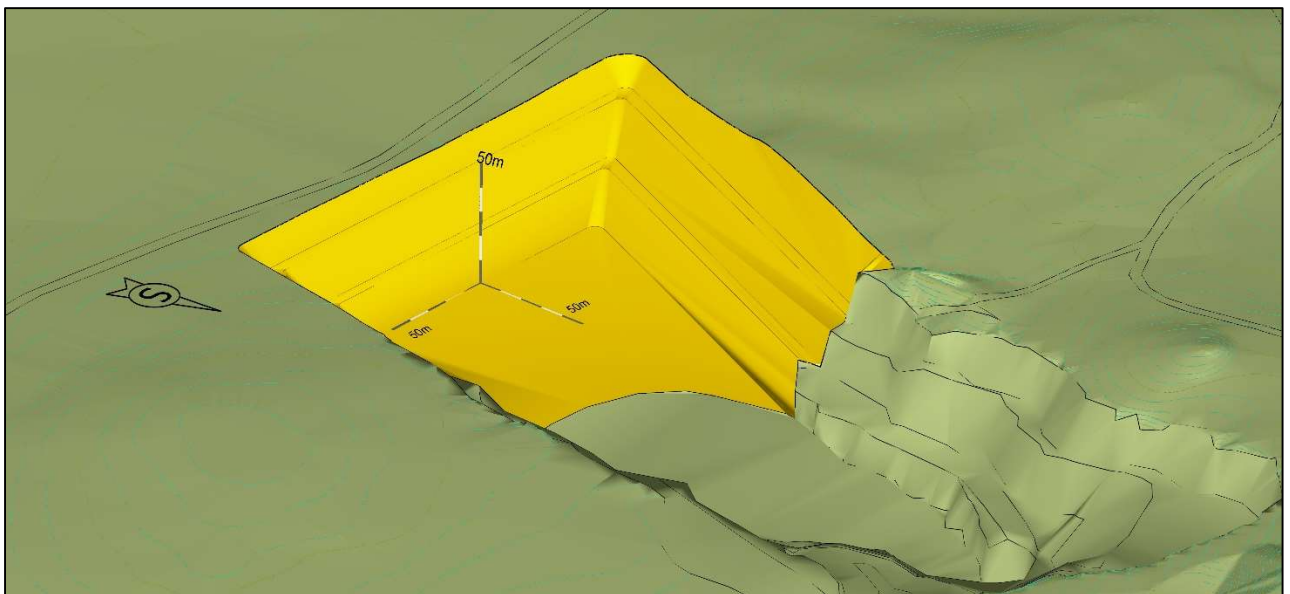
Nakon što je izrađen triangulirani model 1. etape potrebno ga je prikazati zajedno s okolnim terenom, a postupak se odvija na sljedeći način:

- „Workflow“ se postavi na „OpenRoads Modeling“
- U izborniku „Terrain“ odabire se naredba „Add Features“
- Pojavljuje se prozor u kojem se za „Terrain Model“ odabire triangulirana površina cijelog terena, a za „Feature Type“ odabire se „Hole“ obzirom da želimo stvoriti rupu u terenu koju će popuniti model 1. etape
- Označi se granica 1. etape
- Zadnji korak je uključiti odgovarajuće levele i dobije se model kakav je prikazan na slikama 4.2-3 i 4.2-4





Slika 4.2-3 3D model terena s 1. etapom – pogled prema jugu



Slika 4.2-4 3D model terena s 1. etapom – pogled prema sjeverozapadu



#### 4.2.2. Druga etapa

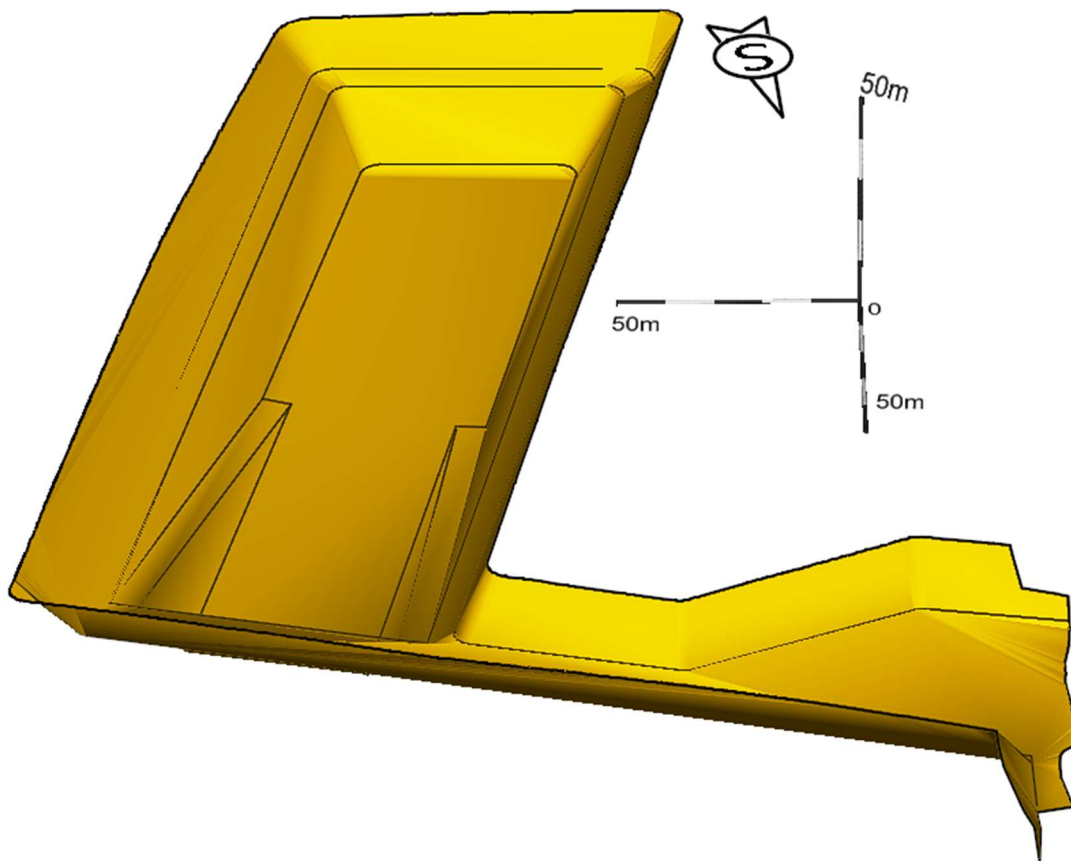
Druga etapa razvoja površinskog kopa (slika 4.2-5) započinje izradom usjeka na istočnoj strani postojećih rudarskih radova. Formira se radni plato Et. 58 m n.v. sa smjerom napretka prema jugoistoku. Širina radnog platoa smanjuje se od  $B_1 = 50$  m do  $B_2 = 15$  m. Napredak radnog platoa Et. 58 m n.v. zatim se kreće prema jugozapadu sa širinom od  $B = 23,5$  m.

Razvoj radnog platoa Et. 44 m n.v. očituje se u izradi dvije rampe nagiba  $i = 10\%$  i to svake duljine  $d = 100$  m. Izradom spomenutih rampi osigurat će se nesmetan dolazak kamiona do odminiranog materijala te odvoz istoga. Fronta rudarskih radova bit će okrenuta prema jugozapadu.



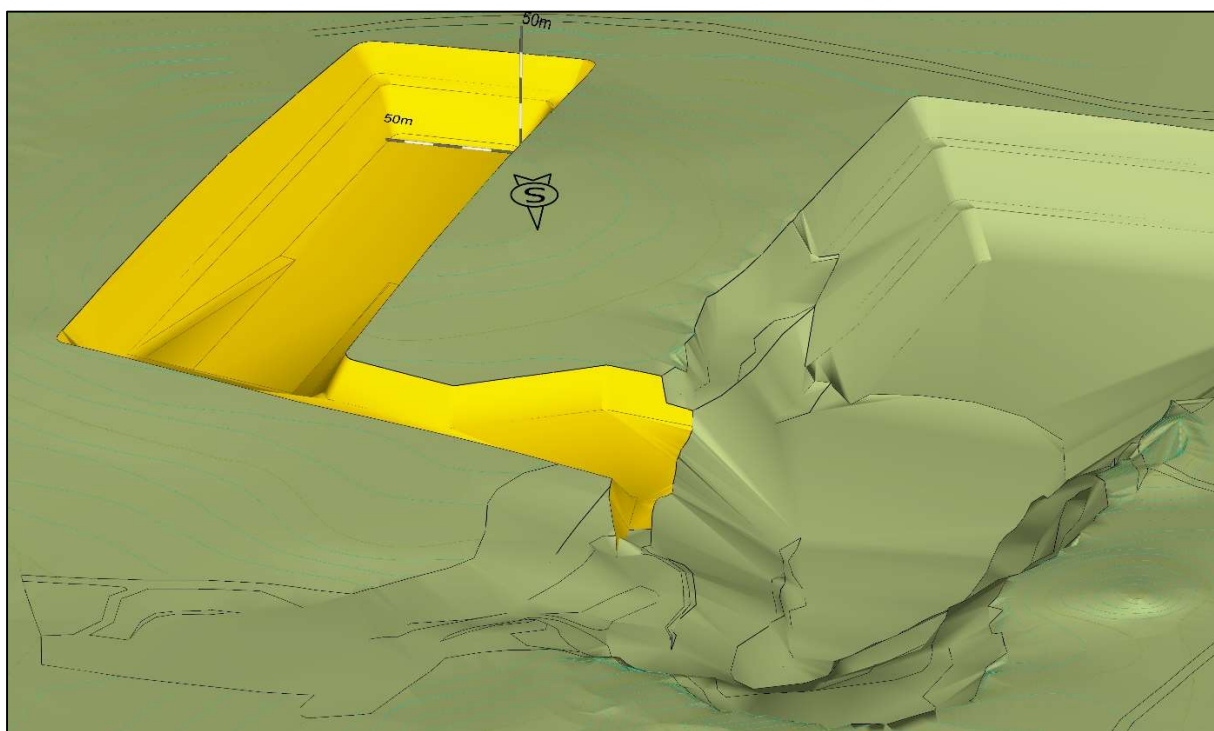
Slika 4.2-5 Druga etapa razvoja površinskog kopa „Valtura“

Postupak izrade trodimenzionalnog modela 2. etape razvoja površinskog kopa isti je kao i za prethodnu etapu, a prikaz modela nalazi se na slici 4.2-6.

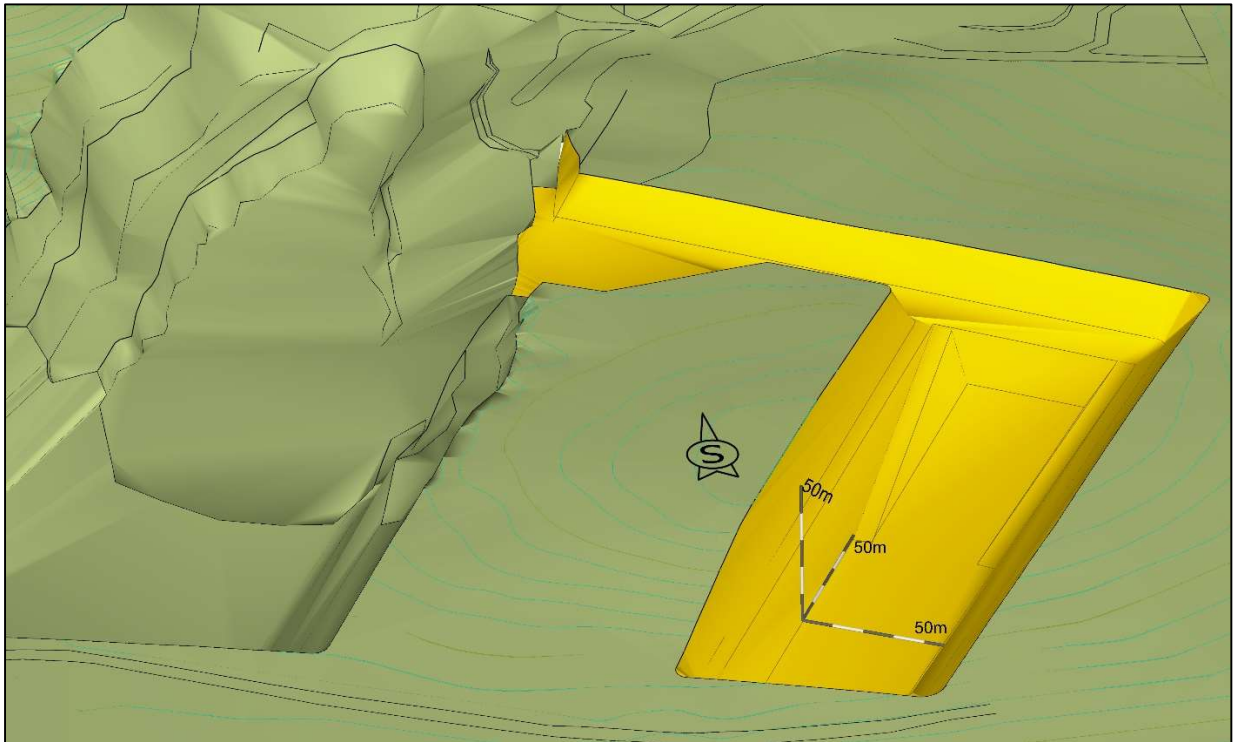


Slika 4.2-6 3D model rudarskih radova – 2. etapa

Na slikama 4.2-7 i 4.2-8 nalazi se prikaz trodimenzionalni model terena s 2. etapom.



Slika 4.2-7 3D model terena s 2. etapom – pogled prema jugu



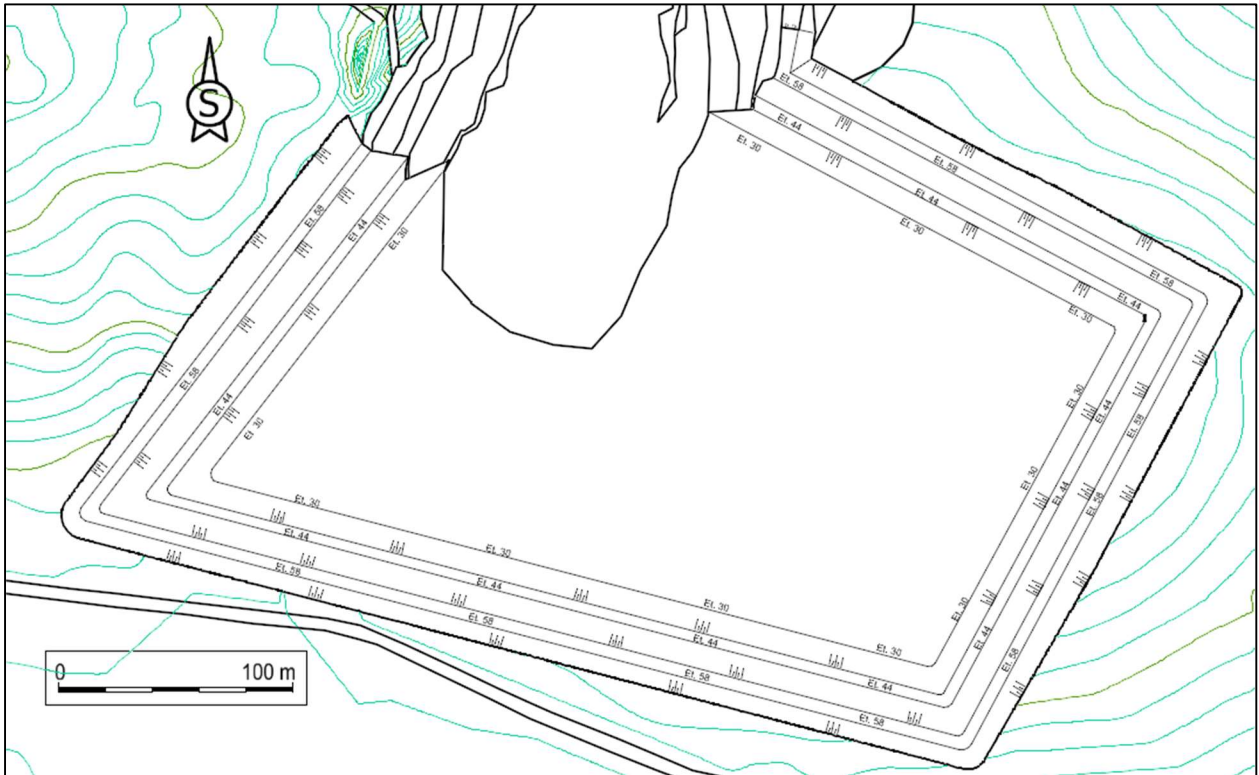
Slika 4.2-8 3D model terena s 2. etapom – pogled prema sjeveru

### 4.2.3. Treća završna etapa

Treća (završna) etapa razvoja površinskog kopa (Slika 4.2-9) predstavlja završno stanje izvođenja rudarskih radova eksploatacije. Tijekom izvođenja rudarskih radova potrebno je iste izvoditi prema projektnim parametrima za radno stanje (Tablica 3.1-1) dok se postizanjem projektnih parametara završnog stanja postiže tehnički uređen površinski kop.

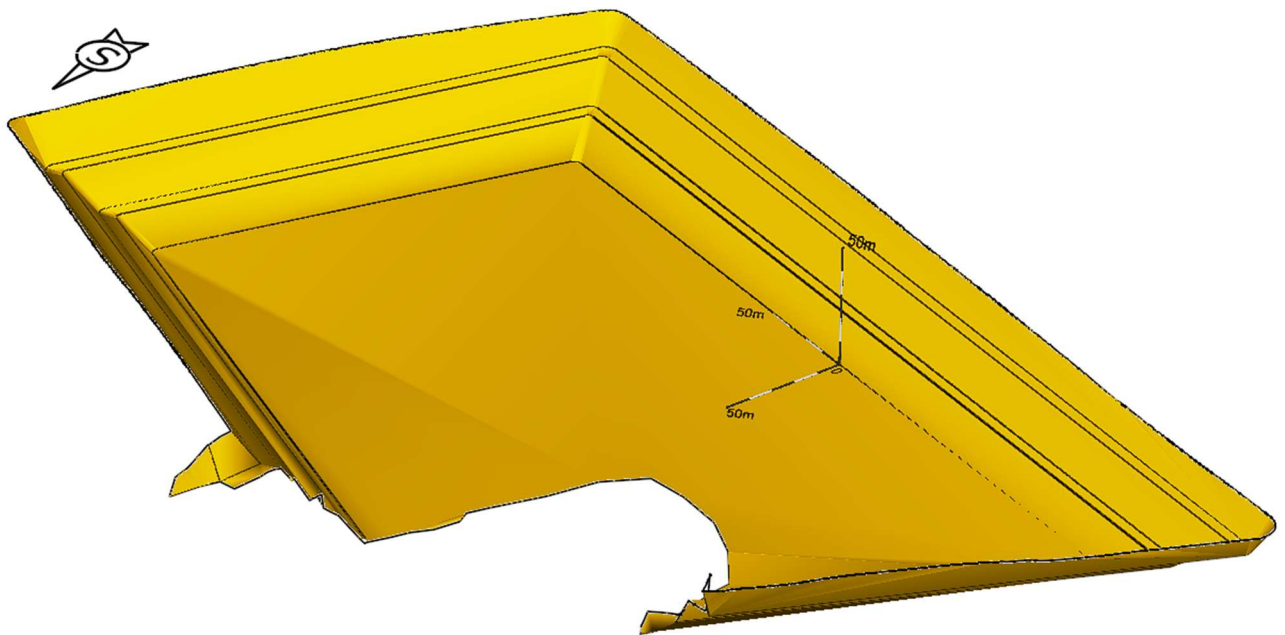
Rudarski radovi nastaviti će se razvijati nastavno na prethodnu fazu s time da će fronta rudarskih radova biti okrenuta prema jugoistoku. Isto kao i u prethodnoj fazi prvo će se ukloniti otkrivka te će pristupiti razvoju Et. 58 *m n.v.* uz obavezno ostavljanje minimalne širine etažne ravnine  $B = 23,5 \text{ m}$ .

Nakon što se razvije Et. 58 *m n.v.* nastaviti će se razvijati Et. 44 *m n.v.* te na kraju Et. 30 *m n.v.*



Slika 4.2-9 Treća (završna) etapa razvoja površinskog kopa „Valtura“

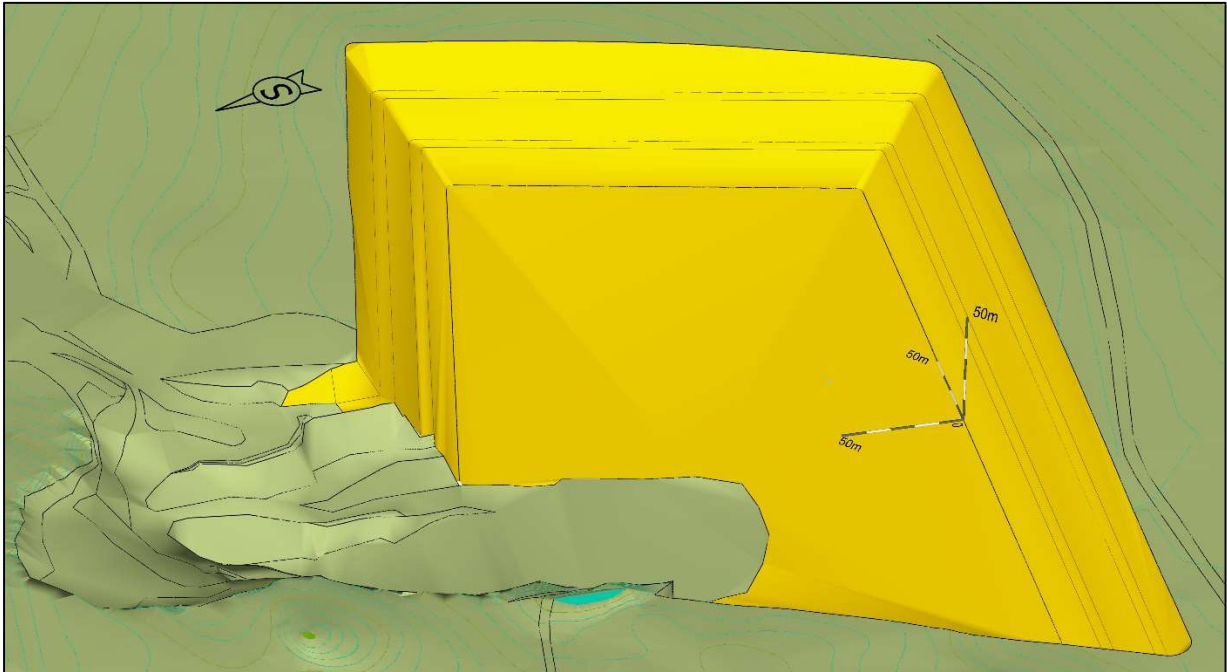
Postupak izrade trodimenzionalnog modela 3. etape razvoja površinskog kopa isti je kao i za prethodne etape, a prikaz modela nalazi se na slici 4.2-10.



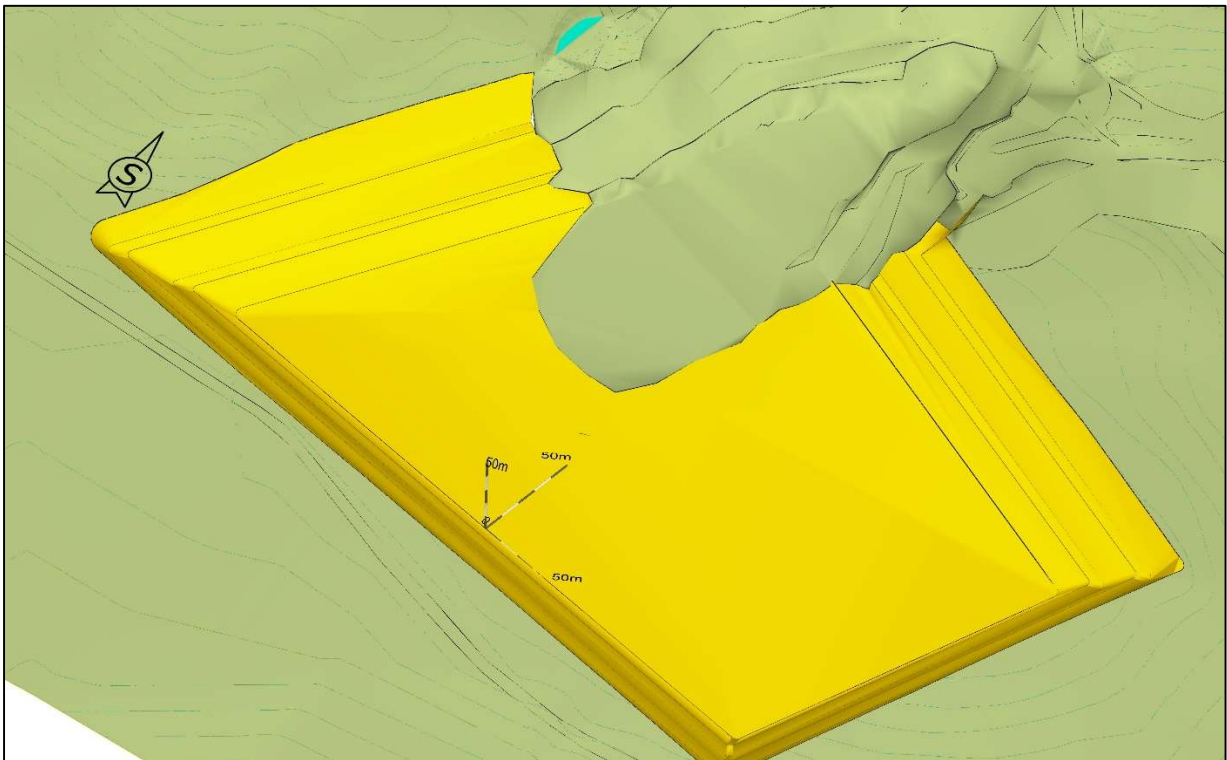
Slika 4.2-10 3D model rudarskih radova – 3. (završna) etapa



Na slikama 4.2-11 i 4.2-12 nalazi se prikaz trodimenzionalni model terena s 3. etapom.



Slika 4.2-11 3D model terena s 3. (završnom) etapom – pogled prema jugoistoku



Slika 4.2-12 3D model terena s 3. (završnom) etapom – pogled prema sjeveroistoku

### 4.3. Proračun otkopanih količina mineralne sirovine

Nakon izrađenih modela svih etapa razvoja površinskog kopa, određuju se volumeni pojedinih etapa. Proračun otkopanih količina mineralne sirovine u ovom diplomskom radu obavlja se metodom nasuprotnih površina, odnosno integrala površine koristeći napredne funkcije softvera.

Volumen između dviju nasuprotnih površina računa se pomoću formule:

$$V = \iint_R (f_1(x, y) - f_2(x, y)) dA$$

Pri čemu je:

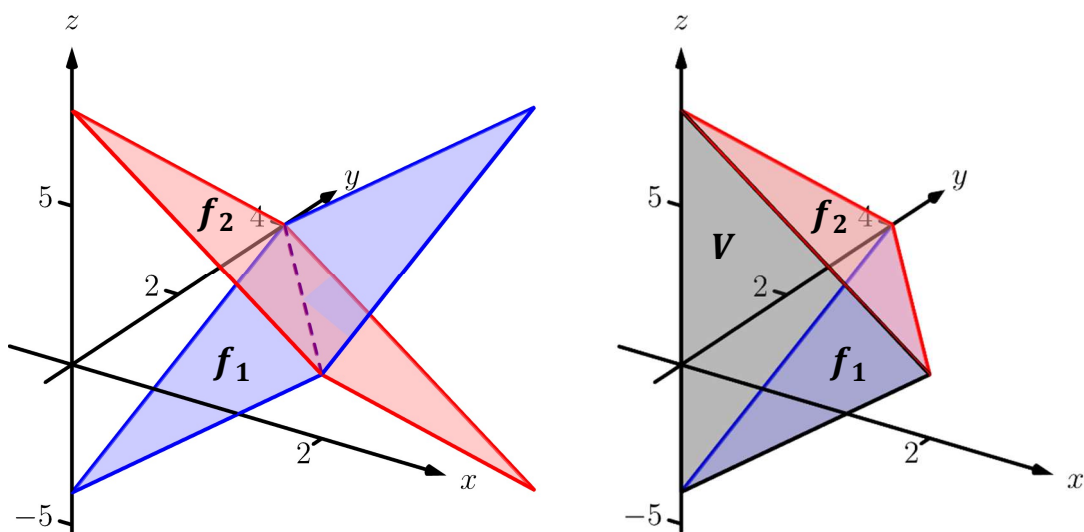
$V$  – volumen između površina,  $m^3$

$R$  – obuhvat unutar kojega se računa volumen,  $m$

$f_1$  – prva površina,

$f_2$  – druga površina,

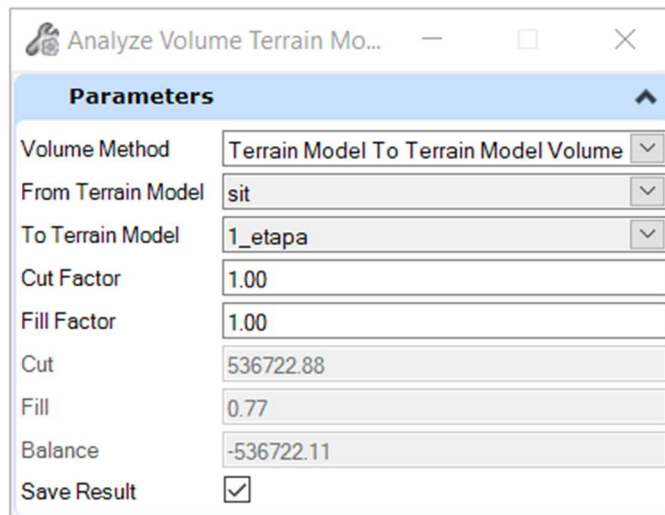
$dA$  – dio površine za koji se računa volumen.



Računalo površinu dijeli u trokute te računa dvostruki integral između trokutova, tj volumen. Zbrajanjem i oduzimanjem pojedinih vrijednosti volumena dobiva se ukupan volumen između dviju trianguliranih ploha, u ovom slučaju između površine terena i svake zasebne etape.

Metoda se koristi na sljedeći način:

- Postaviti „Workflow“ u „OpenRoads Modeling“, otvoriti tab „Terrain“ → „Volumes“ → naredba „Analyze Volumes“ (slika 4.3-1)
- Za „Volume Method“ postaviti „Terrain Model To Terrain Model Volume“, kao prvi model se postavlja površina terena bez rudarskih radova (slika 4.1-6), a drugi model određena etapa
- Postupak se ponavlja za drugu i treću (završnu) etapu
- Otkopane rezerve nalaze se u prozoru „Balance“



Slika 4.3-1 Naredba "Analyze Volume"

U tablici 4.3-1 prikazane su otkopane rezerve po pojedinoj etapi, kao i ukupne otkopane rezerve.

Tablica 4.3-1 Otkopane rezerve po etapama

Etapa eksploatacije	Količina mineralne sirovine (m <sup>3</sup> č.m.)	Količina mineralne sirovine (m <sup>3</sup> r.m.)
1. etapa	536 722, 11	778 247, 06
2. etapa	512 803, 72	743 565, 40
3. etapa (završna)	1 202 008, 60	1 742 912, 47
Ukupno	2 251 534, 43	3 264 724, 93

Količina mineralne sirovine u rastresitom stanju proračunata je iz količine mineralne sirovine u čvrstom stanju uzimajući u obzir koeficijent rastresitosti  $k_r = 1,45$ .



## 5. TEHNO-EKONOMSKA OCJENA EKSPLOATACIJE POVRŠINSKOG KOPA

Tehno-ekonomska ocjena provodi se sa svrhom određivanja vremena trajanja eksploatacije površinskog kopa i isplativosti eksploatacije mineralne sirovine.

S obzirom da planirana ukupna godišnja pridobivanja na površinskom kopu tehničko-građevnog kamena „Valtura“ iznosi 50 000 m<sup>3</sup>, vrijeme trajanja eksploatacije izračuna se omjerom ukupne količine otkopanog materijala u iznosu od 2 251 534, 43 m<sup>3</sup> i godišnje količine pridobivanja mineralne sirovine te se dobije da je vrijeme trajanja eksploatacije 45,03 godina.

Dinamika eksploatacije proračunata je za ukupni vijek eksploatacije mineralne sirovine (Tablica 4.3-2) korištenjem sljedećih relacija:

$$P = Q_{uk} \cdot C_T = (Q_{e1} + Q_{e2} + Q_{e3}) \cdot C_T$$

Pri čemu je:

$P$  – prihod od prodaje mineralne sirovine, kn

$Q_{e1}$  – količina eksploatacijskih rezervi prve etape,  $Q_{e1} = 778\,247,06\text{ m}^3\text{ r.m.}$

$Q_{e2}$  – količina eksploatacijskih rezervi druge etape,  $Q_{e2} = 743\,565,40\text{ m}^3\text{ r.m.}$

$Q_{e3}$  – količina eksploatacijskih rezervi treće etape,  $Q_{e3} = 1\,742\,912,47\text{ m}^3\text{ r.m.}$

$C_T$  – prosječna prodajna cijena frakcija t-gk,  $C_T = 7,50\text{ eur/m}^3\text{ r.m.}$

$n_g$  – vrijeme rada površinskog kopa,  $n_g = 45,03\text{ god.}$

$n_{f1}$  – vrijeme rada 1. etape razvoja,  $n_{f1} = 10,73\text{ god}$

$n_{f2}$  – vrijeme rada 2. etape razvoja,  $n_{f2} = 10,26\text{ god}$

$n_{f3}$  – vrijeme rada 3. etape razvoja,  $n_{f3} = 24,04\text{ god}$

Tablica 4.3-2 Dinamika eksploatacije i prihoda

Etapa eksploatacije	Količina mineralne sirovine (m <sup>3</sup> r.m.)	Trajanje etape eksploatacije (god.)	Ukupni prihod po etapama eksploatacije (eur)
1. etapa	778 247, 06	10,73	5 836 852, 95
2. etapa	743 565, 40	10,26	5 576 740, 50
3. etapa (završna)	1 742 912, 47	24,04	13 071 843, 50
<b>Ukupno</b>	<b>3 264 724, 93</b>	<b>45,03</b>	<b>24 485 436, 95</b>

Temeljem DRP-2, ukupno ulaganje u strojeve i opremu te objekte i infrastrukturu iznosi **470 000 eur**, dok ukupni troškovi eksploatacije i oplemenjivanja mineralne sirovine tijekom jedne godine iznose  $T_{1g} = 454\ 000\ \text{eur}$ .

Ukupna dobit eksploatacije mineralne sirovine na EP „Valtura“ prikazana je u vremenskom periodu od jedne godine te na ukupni period eksploatacije od  $n_g = 45,03\ \text{god.}$

Godišnja bruto dobit od prodaje klasiranog tehničko-građevnog kamena tijekom jedne godine rada površinskog kopa „Valtura“ iznosi:

$$D_{1g} = (Q_{eg} \cdot C_T) - T_{1g} = (72\ 500 \cdot 7,50) - 454\ 000$$

$$D_{1g} = 89\ 750\ \text{eur}$$

Tablica 4.3-3 prikazuje financijsko stanje rudarskog zahvata (povrata investicijskih ulaganja) s obzirom na potrebna ulaganja na početku zahvata i ostvarenu bruto dobit svake godine.

**Tablica 4.3-3** Financijsko stanje rudarskog zahvata - godišnje

<b>Vrijeme rada</b>	<b>Financijsko stanje – godišnje</b>	<b>Financijsko stanje – kumulativno</b>
<b>god.</b>	<b>eur</b>	<b>eur</b>
0	- 470 000	- 470 000
1	89 750	- 380 250
2	89 750	- 290 500
3	89 750	- 200 750
4	89 750	- 111 000
5	89 750	- 21 250
<b>6</b>	<b>89 750</b>	<b>68 500</b>
7	89 750	158 250
8	89 750	248 000
9	89 750	337 750
10	89 750	427 500

Iz tablice 4.3-3 može se zaključiti kako će površinski kop „Valtura“ za proširenje radova imati povrat investicije u manje od 6 godina rada.

## 6. DISKUSIJA

Eksploatacijsko polje „Valtura“ (EP „Valtura“) smješteno je u južnom dijelu istarskog poluotoka, na udaljenosti od oko 3 km sjeveroistočno od grada Pule. Odobreno je *Rješenjem o utvrđivanju eksploatacijskog polja tehničko-građevnog kamena „Valtura“* izdanog od Ministarstva gospodarstva, poduzetništva i obrta, a utvrđeno je do 31.12.2047. godine.

Provedenim geološkim i rudarskim istraživanjima te laboratorijskim ispitivanjima mineraloško-petrografskog sastava uzoraka kamena iz istražnih bušotina, utvrđeno je da najveći dio stijenske mase eksploatacijskog polja izgrađuju vapnenci.

Definirani su koeficijenti temeljem iskustva stečenim dosadašnjom eksploatacijom, s vrijednostima popravnog koeficijenta od 0,95, eksploatacijskih gubitaka od 5%, koeficijenta rastresitosti 1,45 te koeficijenta rastresitosti zemlje od 1,2.

Utvrđeno je da se zbog imovinsko-pravnih odnosa eksploatacija mora odvijati u više etapa. Katastarske čestice s neishođenom služnosti stvaraju problem pri eksploataciji te se plan izvođenja rudarskih radova formira na česticama s ishođenom služnosti dok se ne dobije služnost na česticama na kojima ista nije trenutno ishođena. Po ishođenju služnosti na svim k.č. unutar EP „Valtura“ te po potpisivanju novog ugovora o koncesija za eksploataciju mineralne sirovine moći će se izvoditi rudarski radovi prema trećoj (završnoj) etapi.

Parametri prema kojima će se odvijati eksploatacija na površinskom kopu „Valtura“ preuzeti su iz izrađenog dopunskog rudarskog projekta (Farkaš, 2022). Etaže površinskog kopa formirat će se na visinama od +30, +44 i +58 m n.v. Širina radne etažne ravnine iznosit će 23,5 m, a završne etažne ravnine 5 m. Kut nagiba radne etažne ravnine neće biti veći od 70°, a završne etažne ravnine ne veći od 60°. Generalna visina površinskog kopa iznosit će 47 m, sa visinama etaža od 14 m, osim zadnje koja će iznositi 19 m.

Prihvaćene su godišnje količine pridobivanja od 50 000 m<sup>3</sup> čvrstog materijala iz čega su, uzimajući u obzir eksploatacijske gubitke i popravni koeficijent, proračunate ukupne godišnje količine stijenske mase koje je potrebno otkopati kako bi se dobila zadana količina tehničko-građevnog kamena u iznosu od 55 401,66 m<sup>3</sup> čvrstog materijala.

Utvrđen je tehnološki proces eksploatacije mineralne sirovine, a isti se sastoji od miniranja stijenskog materijala, utovarivanja u kamion na mjestu nastajanja istog, transporta s fronte rudarskih radova do oplemenjivačkog postrojenja te transporta klasiranog stijenskog materijala u transportno sredstvo kupaca.

Zbog prije spomenutih imovinsko-pravnih odnosa odlučeno je da će se eksploatacija tehničko-građevnog kamena na EP „Valtura“ odvijati kroz tri etape. Situacijska karta sa stanjem radova na dan 31.12.2020. izrađena od strane tvrtke EKSPLOZIVI d.o.o. korištena je za prikaz trodimenzionalnog modela terena te napretka radova po etapama.

U poglavljima 4.2.1, 4.2.2 i 4.2.3 utvrđen je razvoj rudarskih radova te su prikazani 3D modeli pojedinih etapa zasebno, kao i zajedno s okolnim terenom.

Koristeći metodu nasuprotnih površina, odnosno integrala površine proračunate su otkopane količine mineralne sirovine koje iznose po etapama:

- 536 722, 11 m<sup>3</sup> čvrstog materijala mineralne sirovine za prvu etapu
  - 512 803, 72 m<sup>3</sup> čvrstog materijala mineralne sirovine za drugu etapu
  - 1 202 008, 60 m<sup>3</sup> čvrstog materijala mineralne sirovine za treću, završnu etapu
- sa ukupnom količinom od 2 251 534, 43 m<sup>3</sup> čvrstog materijala mineralne sirovine.

Razlika između eksploatacijskih i otkopanih rezervi iznosi 757 185, 30 m<sup>3</sup> č.m., odnosno 25% mogućih eksploatacijskih rezervi se „gubi“ zbog ograničenja tehnike otkopavanja i topografije terena.

Provedena je tehno-ekonomska ocjena eksploatacije površinskog kopa gdje se na temelju količine otkopanog materijala i planirane godišnje proizvodnje od 50 000 m<sup>3</sup> zaključilo kako će vrijeme trajanja eksploatacije iznositi 45 godina.

Prikazano je godišnje financijsko stanje rudarskog zahvata iz kojeg se može vidjeti kako će površinski kop „Valtura“ za proširenje radova imati povrat investicije u nešto manje od 6 godina rada.

## **7. ZAKLJUČAK**

Naglasak ovog diplomskog rada bio je na razvoju proširenja radova površinskog kopa „Valtura“. Detaljno je objašnjena i prikazana izrada situacije terena i postojećih rudarskih radova kao i razvoj novih radova koji se očituje kroz tri etape.

Za izradu svih modela situacije i etapa, kao i za proračun otkopanih količina tehničko-gradevnog kamena, odnosno vapnenca korišten je računalni program „OpenRoads Designer“.

Dobivene su ukupne količine iskopanog materijala u iznosu od 2 251 534, 43 m<sup>3</sup> čvrstog materijala koje će se eksploatirati u vremenskom trajanju od 45 godina.

Temeljem izrađene tehno-ekonomske ocjene zaključeno je kako će površinski kop „Valtura“ imati povrat investicija kroz 6 godina rada.

## 8. LITERATURA

Farkaš, B. (2022): *Dopunski rudarski projekt eksploatacije tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju „Valtura“ – druga dopuna*. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.

Filipčić, A. (1992): *Klima Hrvatske*, Geografski horizont, 38–2.

Kronja, J. (2019): *Optimizacija kontura površinskog kopa na eksploatacijskom polju tehničko-građevnog kamena Tetovica na Hvaru*. Diplomski rad. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.

Pavelić, D., Farkaš, B., & Hrastov, A. (2021). *Elaborat o rezervama tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju „Valtura“ – osma obnova*. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.

Polšak et al. (1963): *Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100 000, list Pula*. Institut za geološka istraživanja, Zagreb.

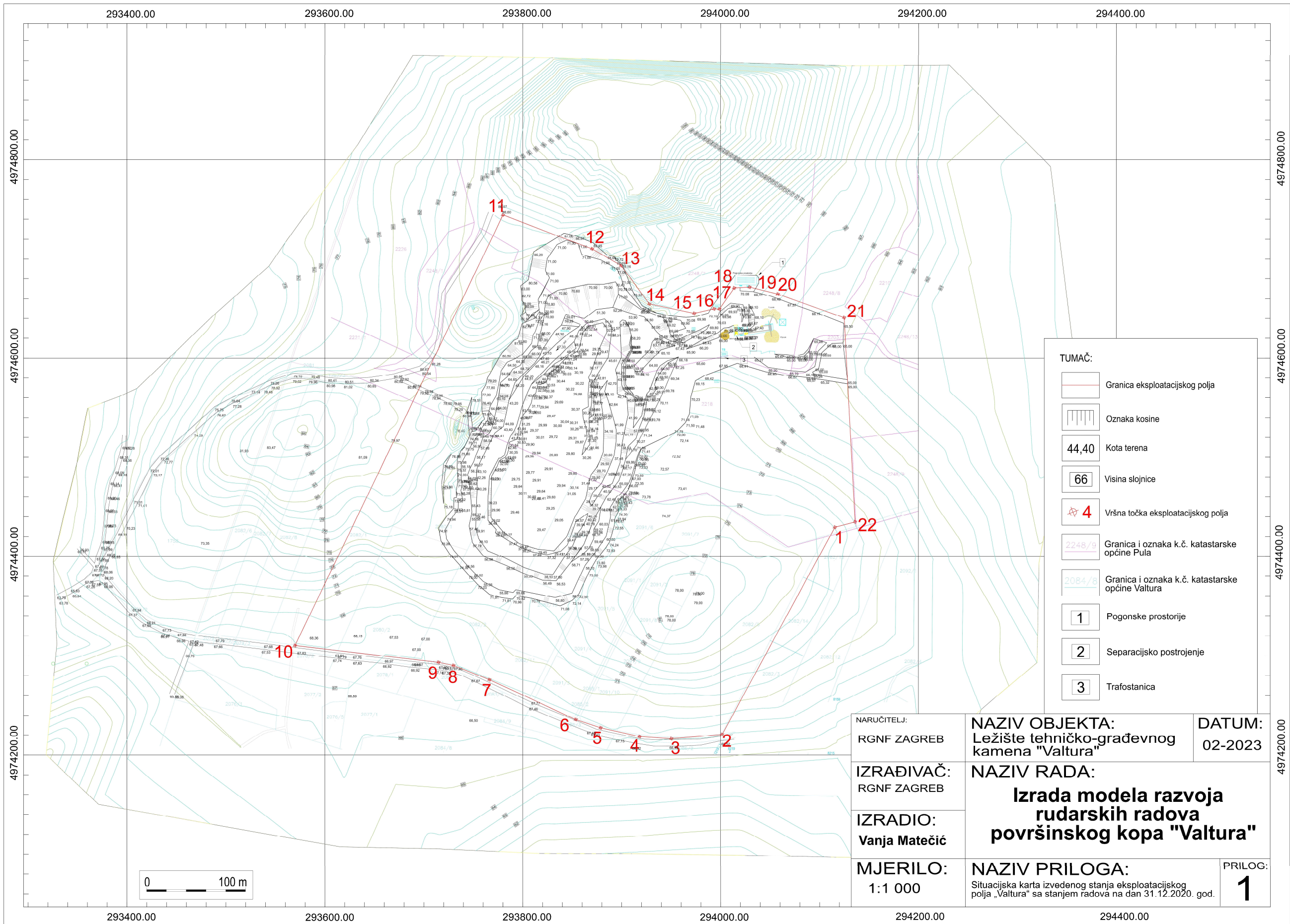
Šegota, T. i Filipčić, A. (2003): *Köppenova podjela klima i hrvatsko nazivlje*. Geoadria, 8/1, str. 17–37.

Zaninović, K., Srnec, L. i Perčec Tadić, M. (2004): *Digitalna godišnja temperaturna karta Hrvatske*. Hrvatski meteorološki časopis, 39, 51–58.

*Pravilnik o utvrđivanju rezervi i eksploataciji mineralnih sirovina*, (NN 046/2018), Narodne novine d.d., Zagreb.

**PRILOG br. 1**

**Situacijska karta izvedenog stanja eksploatacijskog polja „Valtura“ sa stanjem  
radova na dan 31.12.2020. god.**



**TUMAČ:**

	Granica eksploatacijskog polja
	Oznaka kosine
44,40	Kota terena
66	Visina slojnice
	Vršna točka eksploatacijskog polja
2248/9	Granica i oznaka k.č. katastarske općine Pula
2084/8	Granica i oznaka k.č. katastarske općine Valtura
1	Pogonske prostorije
2	Separacijsko postrojenje
3	Trafostanica

NARUČITELJ: RGNF ZAGREB	NAZIV OBJEKTA: Ležište tehničko-građevnog kamena "Valtura"	DATUM: 02-2023
IZRAĐIVAČ: RGNF ZAGREB	NAZIV RADA: <b>Izrada modela razvoja rudarskih radova površinskog kopa "Valtura"</b>	
IZRADIO: Vanja Matečić		
MJERILO: 1:1 000	NAZIV PRILOGA: Situacijska karta izvedenog stanja eksploatacijskog polja „Valtura“ sa stanjem radova na dan 31.12.2020. god.	PRILOG: <b>1</b>