DOI broj: 10.5937/rudarstvo26086R

DEFINING THE LANDSLIDE AND UNSTABLE ZONE OF THE NORTHWESTERN PART OF THE OPEN PIT SOUTH DISTRICT OF THE MAJDANPEK COPPER MINE

DEFINISANJE KLIZIŠTA I NESTABILNE ZONE SEVEROZAPADNOG DELA POVRŠINSKOG KOPA JUŽNI REVIR RUDNIKA BAKRA MAJDANPEK

Radmilo Rajković*, Daniel Kržanović*, Miomir Mikić*, Milenko Jovanović*
*Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, *Zeleni Bulevar 35*,Bor
radmilo.rajkovic@irmbor.co.rs

Abstract

Designing of the final boundary of the project, i.e. the northwestern boundary of the South district open pit, was carried out on the basis of a defined solid landslide and unstable zone in the space limited by the topography of the terrain, the upper surface, the boundary of the sliding plane, and the lower limiting surface. The solid was made based on the geotechnical interpretation of landslides and unstable zones, i.e. based on defined vertical engineering-geological profiles, which represent closed polygons.
Keywords: *Open pit South district, landslide and unstable zone, solid.*

Izvod

Projektovanje konačne granice zahvata, odnosno severozapadne granice površinskog kopa Južni revir izvršeno je na osnovu definisanog solida klizišta i nestabilne zone u prostoru ograničenom topografijom terena, gornjom površinom, granicom klizne ravni, i donjom ograničavajućom površinom. Solid je izrađen na osnovu geotehničke interpretacije klizišta i nestabilne zone, tj. na osnovu definisanih vertikalnih inženjersko-geoloških profila, koji predstavljaju zatvorene poligone.
Ključne reči*: Površinski kop Južni revir, klizište i nestabilna zona, solid.*

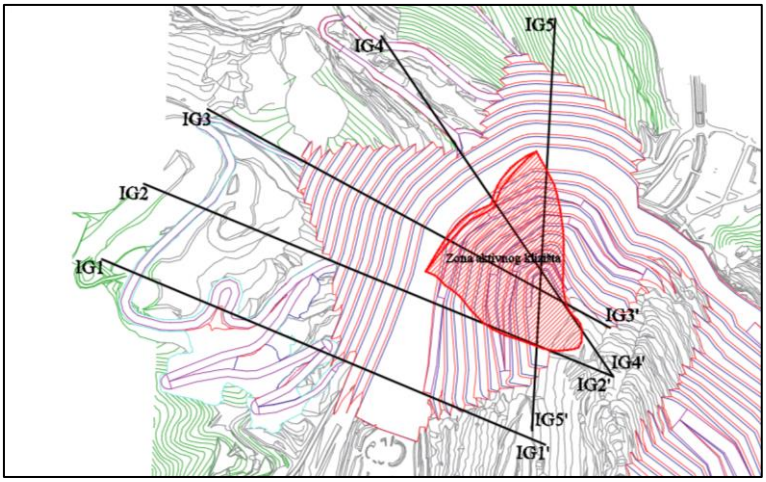
UVOD

Optimizacija i izbor završne konture površinskog kopa, planiranje i projektovanje faznog razvoja radova i dinamike otkopavanja površinskog kopa “Južni revir” su

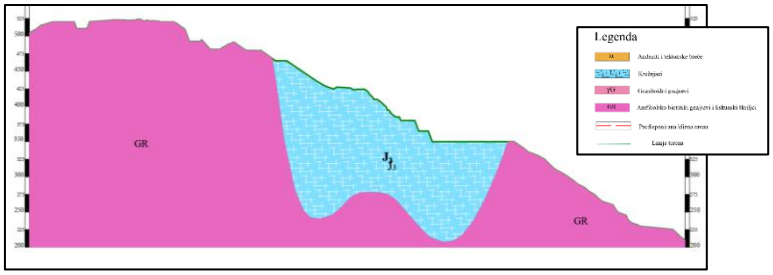
izvršeni primenom *Gemcom Gems*^{TM} i *Whittle*^{TM} softvera, koji u savremenom rudarstvu predstavljaju standard za strateško planiranje i projektovanje površinskih kopova. Optimizacija je izvršena na osnovu blok modela ležišta i tehno – ekonomskih parametara proizvodnje [1].Pojava nestabilnosti na severozapadnom delu površinskog kopa, zahvata deo reke Mali Pek, ka oi deo državnog puta IB-33 Kučevo – Majdanpek i kosinu iznad njega. Klizište je veliko, složene geometrije i dinamike kretanja. Osim klizanja, na predmetnom području prisutni su sledeći savremeni geodinamički procesi i pojave: površinsko raspadanje, osipanje i odronjavanje [1-3]. Na osnovu raspoložive dokumentacije i rezultata sprovedenih geotehničkih istraživanja za ovaj prostor, kao i izvršenog inženjersko-geološkog rekognosciranja terena, izvršena je konstrukcija inženjersko-geoloških profila i modeliranje kliznog tela.

DEFINISANJE PROSTORNOG POLOŽAJA KLIZIŠTA I NESTABILNE ZONE

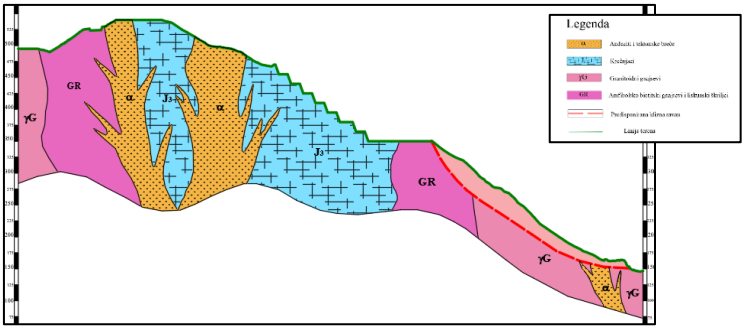
Kao uslovno stabilan i nestabilan teren u severozapadnom delu površinskog kopa „Južni revir“, izdvojen je prostor približnih dimenzija 450 x 420 m, dok su dimenzije samog pokrenutog materijala (koluvijuma) 320 x 330 m. Materijal koji je zahvaćen koluvijalnim procesom su: tehnogene tvorevine (nasip puta), kompleks srednje i potpuno degradiranih škriljaca i gnajseva i srednje i potpuno degradiranh andezita. Na osnovu dostupne dokumentacije [1-3] definisani su pet inženjersko-geoloških profila, slike 1 - 6.



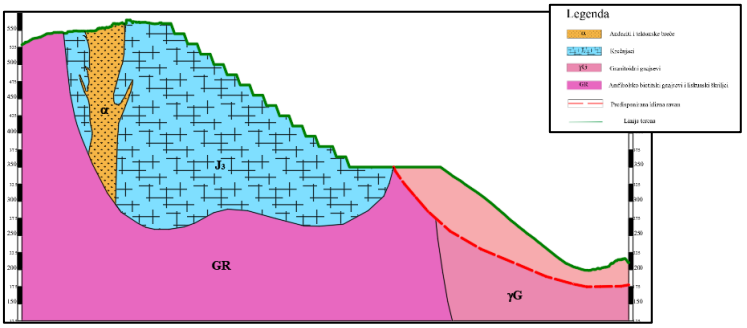
Slika 1. Položaj inženjersko-geoloških profila i zona klizišta



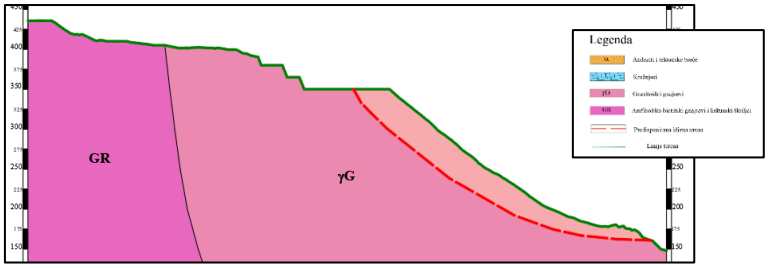
Slika 2. Inženjersko-geološki profil IG1-IG1'



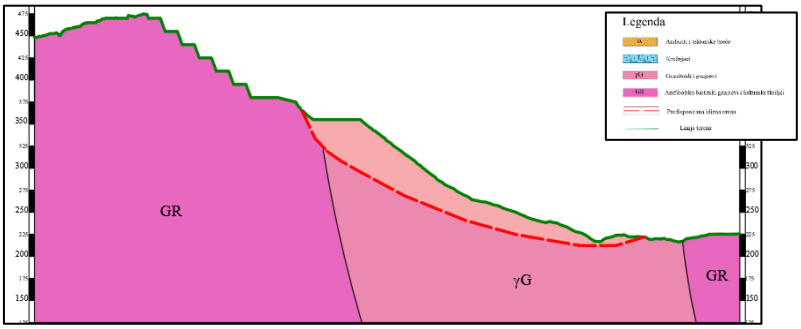
Slika 3. Inženjersko-geološki profil IG2-IG2'



Slika 4. Inženjersko-geološki profil IG3-IG3'



Slika 5. Inženjersko-geološki profil IG4-IG4'

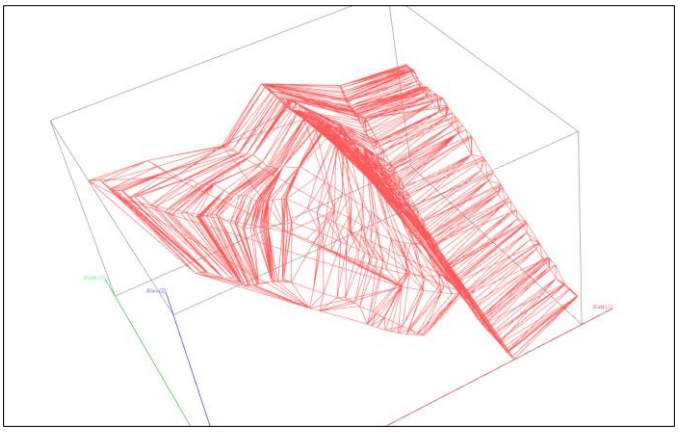


Slika 6. Inženjersko-geološki profil IG5-IG5'

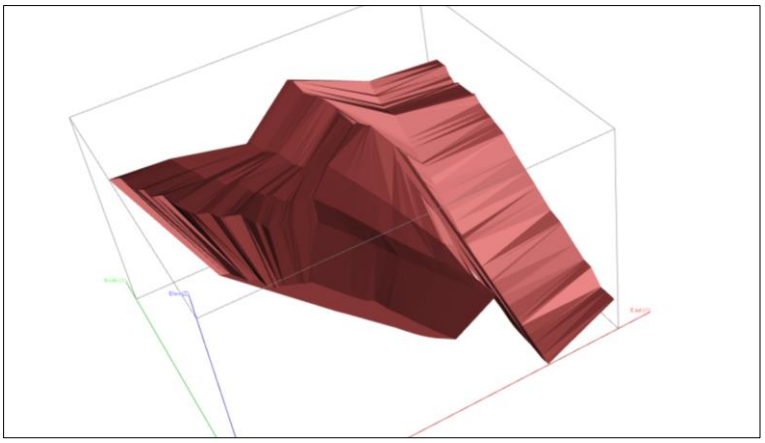
3D SOLID KLIZIŠTA I NESTABILNE ZONE

Solid klizišta i nestabilne zone u severozapadnom delu površinskog kopa „Južni revir" je izrađen na osnovu geotehničke interpretacije klizišta i nestabilne zone, tj. pomoću definisanih vertikalnih inženjersko-geoloških profila, koji predstavljaju zatvorene poligone – 3D ringove. Solid je deo prostora nepravilnog oblika ograničen površinom koja se dobija triangulacijom – mrežom neregularnih trouglova. Solid ima svoje karakteristike poput zapremine, zapreminske mase, boje, itd [4-10].

Solid je formiran u računarskom programu *Gems* metodom TIN – *Triangle Iregular Network*, slike 7 i 8.

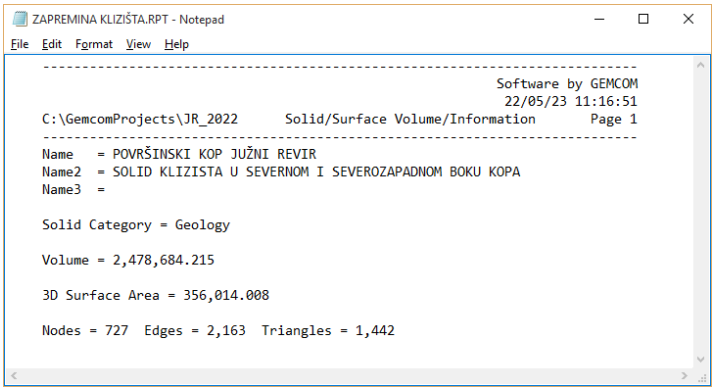


Slika 7. Prikaz mreže neregularnih trouglova solida klizišta i nestabilne zone



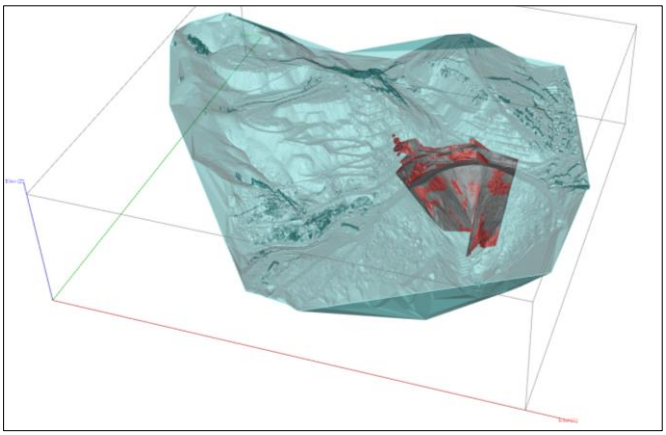
Slika 8. Prikaz generisanog solida klizišta i nestabilne zone

Na slici 9 prikazan je izlazni rezultat proračuna zapremine solida klizišta i nestabilne zone kao tekstualni fajl programa Notepad.



Slika 9. Rezultat proračuna zapremine solida klizišta i nestabilne zone u softveru Gems

Na slici 10 dat je 3D prikaz položaja klizišta i nestabilne zone u severozapadnoj zoni površinskog kopa „Južni revir“.



Slika 10. 3D prikaz položaja solida klizišta i nestabilne zone u severozapadnoj zoni površinskog kopa “Južni revir”

ZAKLJUČAK

Određivanje prostornog položaja klizišta, odnosno izrada njegovog 3D modela, je jedan od primarnih činilaca za definisanje tehnologije eksploatacije na severozapadnom delu kopa i stvaranja uslova za bezbedan rad u ovoj zoni.Uvidom

u postojeću dokumentaciju [1-5], poznato je da u okviru nestabilne zone u severozapadnom delu površinskog kopa „Južni revir“ postoje geodetski reperi, ugrađeni inklinometri i pijezometarske konstrukcije u istražnim bušotinama. Potrebno je proveriti funkcionalnost svih ovih uređaja i objekata, kao i formiranje šire osmatračke mreže.Predlaže se projektovanje dodatnih geotehničkih istraživanja na prostoru označenom kao zona klizišta, obzirom da su poslednja istraživanja vezana za ovu problematiku izvedena 2020. godine, a pojave kretanja stenskih masa i deformacija na površini terena su i dalje aktuelne. Cilj istraživanja bio bi utvrđivanje inženjerskogeoloških svojstava, granica, gabarita i karakteristika klizišta u sadašnjem stanju, kako bi se mogle sprovesti adekvatne sanacione mere i predvidelo postupanje sa ovim problemom tokom rudarskih aktivnosti.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je finansijski podržan od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, Ugovor o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada NIO u 2026. godini, br. 451-03-33/2026-03/ 200052.

LITERATURA

[1] Dopunski rudarski projekat otkopavanja površinskog kopa Južni revir u Rudniku bakra Majdanpek za godišnji kapacitet otkopavanja rude od 9,9 Mt/god; IRM Bor, 2025.
[2] Izveštaj o inženjerskogeološkim istraživanjima na površinskom kopu „Južni Revir“ u Majdanpeku; IRM Bor, 2020.
[3] Geotehnički Elaborat o uslovima sanacije klizišta „Andenzitski prst - Praurija“ u Majdanpeku, Institut za puteve A.D. Beograd, 2018.
[4] Radmilo Rajković, Daniel Kržanović, Miomir Mikić, Milenko Jovanović, Sandra Milutinović. 3D modeli u funkciji projektovanja zemljanih radova. „Rudarstvo 2024“-15. simpozijum sa međunarodnim učešćem - Održivi razvoj u energetici i rudarstvu. 21. – 24. maj 2024, Vrnjačka banja, Srbija. p.p. 196-201. ISBN 978-86-80420-12-7
[5] Radmilo Rajković, Daniel Kržanović, Miomir Mikić: Construction of flotation tailings in Leposavić applying software package for 3D modeling in mining, Mining 2014 Vrnjačka Banja; pages 356-361; ISBN: 978-86-80809-84-7
[6] Radmilo Rajković, Daniel Kržanović, Miomir Mikić, Vladan Marinković: Construction of ash and slag dump on the thermal power plant Gacko with software Gemcom 6.2 and Minex 5.2; Pages 177-182; Mining 2013 Plans for development and improvent of mining; Veliko Gradište, Srebrno jezero 28-31 may 2013; ISBN: 978-86-80809-78-6

[7] Radmilo Rajković, Vladan Marinković, Miomir Mikić, Daniel Kržanović: Development of 3D model of the southeastern waste dump; Pages 224-226; Mining 2013 Plans for development and improvent of mining; Veliko Gradište, Srebrno jezero 28-31 may 2013; ISBN: 978-86-80809-78-6
[8] Mile Bugarin, Ljubiša Obradović, Radmilo Rajković, Vladan Marinković, Zoran Stevanović: Trodimenzionalni model Oštreljskog planira u funkciji analize uticaja kiselih otpadnih voda na životnu sredinu; Projekat MNTR TR-37001 TR-1; Tehničko rešenje M84; Odluka Naučnog veća IRM Bor o prihvatanju rešenja br. X/7.1, 2012.
[9] Radmilo Rajković, Vladan Marinković, Ružica Lekovski: Digital 3D terrain model; Mining engineering 3/2011; Pages 25 – 40; ISSN: 1451-0162
[10] V. Marinković, R. Rajković, D. Kržanović, G. Pačkovski, D. Mitić, 2D i 3D modeli, sličnosti i razlike, Bakar 34 (2009) 1; UDC: 551:681.51(045)=861

Radmilo Rajković radmilo.rajkovic@irmbor.co.rs
ORCID:0000=0001-5905-6613
Danijel Kržanović danijel.krzanovic@irmbor.co.rs
ORCID:0000-0003-3841-8667
Miomir Mikić miomir.mikic@irmbor.co.rs
ORCID:0000-0001-7659-769x
Milenko Jovanović milenko.jovanovic@irmbor.co.rs
ORCID:0000-0002-6757-4143