



# UPRAVLJANJE RIZICIMA OD POTENCIJALNIH KLIZIŠTA I ODRONA U RUDNIKU ANTRACITA „VRŠKA ČUKA” – AVRAMICA

Bojana Maksimović<sup>1\*</sup>, Steva Miletić<sup>1</sup>, Branislav Stakić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> JP PEU – Resavica, RA „Vrška Čuka” – Avramica, Avramica bb, 19341 Grljan, bojana2708@gmail.com; Tel.: +381 600302711; 0193155514

**Apstrakt:** Predmet istraživanja u ovom radu je analiza potencijalnih klizišta, odrona i deformacija terena u eksploatacionom polju RA „Vrška Čuka” – Avramica, kao i mere upravljanja rizicima ukoliko dođe do akcidentnih situacija. Konceptualno rad se sastoji iz četiri dela. U prvom delu će biti obrađeni osnovni podaci vezani za geografski položaj, geomorfološke uslove i delatnost RA „Vrška Čuka” – Avramica. U drugom delu biće objašnjeni mehanizmi nastajanja odrona i klizišta sa geološkog aspekta. Treći deo obuhvata analizu potencijalnih klizišta i odrona na površini terena, kao i deformacije terena usled podzemne eksploatacije uglja. U četvrtom delu biće sagledane preventivne mere i konkretni zadaci kojima se treba voditi u cilju smanjenja mogućih katastrofa. Cilj rada je evidentirati potencijalno opasne lokacije na kojima bi moglo doći do formiranja odrona i klizišta, unaprediti sistem efikasnog upravljanja rizicima, što podrazumeva monitoring i konkretne mere postupanja za sprečavanje nastajanja akcidentnih situacija.

**Gljučne reči:** odroni i klizišta; upravljanje rizicima; RA „Vrška Čuka” – Avramica

## 1. Uvod

RA „Vrška Čuka” – Avramica nalazi se na 10km jugoistočno od Zaječara. Ugljonosni basen „Vrška Čuka” predstavlja severno pobrđe Stare planine. Sa istoka basen je ograničen državnom granicom sa Bugarskom, sa zapada dolinom Timoka a severoistočnu granicu predstavlja Velikoizvorski plato. U okviru ugljonosnog basena nalaze se četiri ležišta od kojih je jedino aktivno ležište „Mala Čuka”.

U RA „Vrška Čuka” – Avramica koji je osnovan 1884. godine vrši se podzemna eksploatacija antracita. Jedini je rudnik antracita u

Republici Srbiji i posluje u okviru JP PEU – Resavica. Od ukupnih svetskih rezervi uglja svega 2% čini antracit. Antracit je vrsta visokokaloričnog kamenog uglja koga zbog geneze nastanka odlikuje visok sadržaj ugljenika (od 86%-92%) i velika toplotna moć (30.000 kJ/kg – 36.000kJ/kg).

## **2. Mehanizam nastajanja klizišta i odrona sa geološkog aspekta**

Delovanjem endogenih i egzogenih faktora dolazi do narušavanja ravnoteže u stenskim masivima što rezultira njihovim gravitacionim kretanjem i nastanku koluvijalnog procesa. Prilikom toga formiraju se klizišta, odroni, sipari, tecišta, sufozije, soliflukcije.

Klizištima se, u najširem smislu reči, smatraju sva otkidanja i kretanja stenskih masa različitih dimenzija niz prirodne padine ili kosine koje su produkt antropogenog delovanja, što dovodi do narušavanja stabilnosti terena, a samim tim i do ograničenja u smislu korišćenja istog. Odroni predstavljaju nagla i iznenadna otkidanja blokova na strmim odsecima. Pod uticajem egzogenih faktora, zemljotresa i sl. a pri delovanju sile gravitacije dolazi do odvajanja blokova i formiranja odrona. Odroni su karakteristični za čvrste stene.

Uzroci nastanka klizišta i odrona mogu biti prirodni i antropogeni. Prirodni uslovi su: nepovoljan litološki sastav, fizičko-mehaničke osobine stenskih masa, geomorfološke karakteristike terena, hidrološki, hidrogeološki i dr. faktori. Padavine su najčešći uzrok aktiviranja klizišta i odrona. Aktivatori takođe mogu biti erozioni procesi, zemljotresi, oscilacije nivoa podzemnih i površinskih voda, delovanje čoveka u smislu opterećenja topografske površine, neadekvatnog održavanja odvodnih kanala u sklopu drenažnih sistema i sl. (Abolmasov, 2019).

Prema Jovanoviću (1954), litološki članovi gde možemo očekivati formiranje klizišta podeljeni su na primarne i sekundarne sedimente. Primarni sedimenti predstavljeni su klastičnim sedimentima koji su nastali u procesu sedimentacije, dok sekundarne sedimente čine kore raspadanja koje nastaju fizičko-hemijskim raspadanjem čvrstih stenskih masa. Klizišta koja se formiraju u primarnim sedimentima direktno zavise od strukture slojeva i njihovog prostornog položaja u odnosu na nagib terena. Kada ravni slojevitosti prate nagib terena ili slojevi zaležu blaže u odnosu na nagib terena dolazi do formiranja

klizišta. Pod uticajem gravitacije, kada se rastresiti materijal kora raspadanja nađe na matičnoj steni određenog nagiba dolazi do formiranja klizišta u primarnim sedimentima (Milošević, 2010).

### **3. Potencijalna klizišta i odroni na pogonu RA „Vrška Čuka” - Avramica**

#### *3.1. Avramički potok*

Na pogonu RA „Vrška Čuka” – Avramica, Avramički potok je usekao korito tako da su leva i desna obala potoka pod veoma velikim nagibom, od 43°-75°. Obzirom na takvu morfologiju, teren je izložen uticaju erozivnih procesa pod kojima podrazumevamo promene površinskog sloja zemljišta usled delovanja kiše, snega, vetra, tekuće vode, temperaturnih razlika... Do erodovanja terena može doći i pod uticajem antropogenih faktora.

Avramički potok kao i sve desne pritoke Timoka tokom vegetativnog perioda ima povremen tok, odnosno prisutna je vrlo mala količina vode. Prilikom erodovanja, tj. odronjavanja padina stene i zemljište se zadržavaju u koritu potoka, što dovodi do stvaranja kaskada. Avramički potok je u jednom delu svog toka, zbog potrebe odlaganja jalovine sveden u kolektor. Kolektor je celom svojom dužinom betoniran, a na ustima kolektora je postavljena sigurnosna mreža zbog čega nema nagomilavanja materijala unutar istog. Krupnije stene ostaju u koritu potoka a sitne frakcije bivaju dalje odnešene.

Uzvodno, stene koje čine litološki stub su lijaske starosti i predstavljene su glinom, glincima, peskovitim glincima, ugljem i peščarima, što ukazuje na mogućnost nastanka potencijanih klizišta na tom prostoru. Nizvodno, litološki stub je predstavljen laporovitim peščarima i krečnjacima malmske starosti, što ne ukazuje na mogućnost formiranja klizišta, ali formiranje odrona na ovom delu terena je evidentno. Prilikom izgradnje objekata na pogonu Rudnika na određenim lokacijama došlo je do formiranja odrona pod dejstvom antropogenih faktora.

#### *3.2. Odlagalište jalovine*

Odlaganje jalovine vrši se prema projektu „Tehnički projekat odlaganja krupne jalovine RA „Vrška Čuka””. Projektom su između ostalog definisane kosine jalovišta i izrada obodnih kanala za odvodnjavanje

površinske vode. Jalovina je rastresitog tipa a čine je peščari, glinci, ugljeviti glinci, ugajl, alevroliti. S tim u vezi, do nastanka klizišta može doći u slučaju kada se kanali ne održavaju na pravi način, a do nastanka odrona na odlagalištu može da dođe ako kosine jalovišta nisu urađene pod odgovarajućim uglom koji je predviđen projektom.

### 3.3. Jama Avramica

Otkopavanje uglja u RA "Vrška Čuka" vrši se komorno-stubnom otkopnom metodom sa zarušavanjem. Način otkopavanja, debljina slojeva, dubina otkopavanja i način odvodnjavanja ključni su činioci zbog kojih ne dolazi do deformacija na površini terena.

Moćnost slojeva u ležištu kreće se od 0,5 do 4 m, prosečno 2 m, dubina na kojoj se vrši otkopavanje je oko 70 m. Dakle, slojevi su male debljine, na relativno velikoj dubini od površine terena, a metoda otkopavanja koja se koristi podrazumeva izradu drvenih i kamenih zaštitnih stubova koji onemogućavaju naglo zarušavanje što sprečava deformisanje terena na površini. Kada se otkopavaju slojevi debljine veće od 3 m, stubovi se izrađuju na manjim međusobnim rastojanjima. U slučaju da se otkopavanje bude vršilo bliže površini terena prostorije će biti zapunjavane materijalom.

Problematika odvodnjavanja jame rešena je tako što je projektovano i primenjeno gravitaciono odvodnjavanje. Kota potkopa je niža (206 m) a otkopi i istražne prostorije su na višim kotama, tako da se kroz glavne hodnike voda gravitaciono izvodi iz jame. U slučaju da se jave veće količine vode prilikom izvođenja rudarskih radova voda se sistemima pumpi izvodi do glavnog hodnika a zatim gravitaciono iz jame.

## 4. Aktivnosti i mere za upravljanje rizicima od klizišta i odrona u RA „Vrška Čuka“ - Avramica

Upravljanje rizicima od klizišta i odrona u RA „Vrška Čuka“ - Avramica iziskuje određene napore u vidu definisanja zadatka u okviru same organizacije. Planiranje mera i aktivnosti za redukovanje rizika do prihvatljivog nivoa obuhvata različite elemente, prognozu razvoja za buduću period, uzajamno delovanje službi, koncepiranje dejstava i dostupnost resursa za realizaciju. Površinske i podzemne opasnosti od odrona i klizišta svojim specifičnostima uslovljavaju implementaciju i osmišljavanje mera za efikasno upravljanje rizikom.

Metodološki i radni postupci trebali bi biti usaglašeni sa ekogeološkim zahtevima. Prevencija predstavlja najefikasniju zaštitu od klizišta i odrona što direktno povlači određene investicije u uređaje i nove tehnologije koje će omogućiti lakše praćenje i upravljanje situacijom kao i usavršavanje zaposlenih.

Jedan vid preventivnih mera predstavlja sprovođenje kontinuiranog monitoringa (Cvetković, 2019; Cvetković, Adem, & Aleksandar, 2019; Cvetković & Martinović, 2020; Ocal, Cvetković, Baytiyeh, Tedim, & Zečević, 2020). Monitoring stanja predstavlja krucijalnu važnost za izdavanje blagovremenih upozorenja i pravovremeno reagovanje. Stabilnost terena bila bi ispraćena sa dva aspekta, ekološkog i geološkog. Sa ekološkog aspekta monitoring bi podrazumevao analizu površinskih i otpadnih voda, uređivanje kosina i pravilnu upotrebu i korišćenje zemljišta. Geološki monitoring podrazumevao bi hidrogeološka, geotehnička i geodetska merenja. Razvojem novih tehnologija otvorene su mnoge mogućnosti za prepoznavanje i upravljanje rizicima od nastajanja klizišta i odrona. Modelovanje potencijalnog klizanja može se izvesti različitim GIS tehnikama, izradom digitalnih karata hazarda i uvođenjem sistema za daljinsko praćenje.

Potencijalno ugrožene tačke od klizišta i odrona nalaze se u zoni korita Avramičkog potoka. S obzirom da je ranije u radu pomenuto da Avramički potok u letnjim mesecima gotovo presuši, a u zimskim mesecima nivo vode raste, važno je sprovesti vizuelno osmatranje (Studija o proceni uticaja na životnu sredinu eksploatacije uglja u jami „Avramica” Rudnika „Vrška Čuka” – Avramica, Zaječar, 2009). Svako zamućivanje vode može biti znak aktiviranja klizišta. Preventivna mera koju treba preduzeti za smanjenje rizika jeste periodično čišćenje korita potoka. U dužem periodu unazad u koritu Avramičkog potoka, čije su vode predhodno prihvaćene kolektorom vrši se odlaganje krupne jalovine. Sadašnje odlagalište formira plato sa potrebnim kosinama dok matična stenska masa strmo pada u potok gde je padni ugao kosina useka i do 40°. Na stranama useka konstatovan je niz sipara lokalnog značaja, a u inženjersko-geološkom smislu okarakterisan kao fosilno klizište. Ceo tretirani teren obrastao je rastinjem što donekle usporava aktivni proces erozije (Tehnički projekat odlaganja krupne jalovine Rudnika antracita „Vrška Čuka”, 1992).

Faktori pokretanja klizišta i odrona mogu biti antropogenog i prirodnog karaktera. Antropogeni faktori, odnosno uticaj čoveka predstavljen

je u vidu stvaranja iskopina mehanizacijom, nagomilavanja jalovine, što dovodi do prekoračenja dozvoljenog opterećenja padine.

Rizik od potencijalnog klizanja se može javiti prilikom padavina jer se određena količina vode nalazi na površini jalovišta, što zahteva izradu obodnih kanala. Smer odvodnih kanala mora biti što dalje od padina i objekata. Kanali se moraju redovno proveravati i uređivati. Sprečavanje multirizika od klizanja jalovine u Avramički potok postiže se produžavanjem kolektora. Predupređiti klizanje na odlagalištu jalovine moguće je izvršiti sadnjom drveća. S obzirom da jalovište uslovljava situaciju zbog rastresitog materijala, mineralnog sastava jalovine i slično, moraju se izabrati odgovarajuće sadnice. Po projektu „Projekat rekultivacije degradiranog zemljišta Rudnika antracita “Vrška Čuka” Avramica” predviđena je sadnja crnog bora (Projekat rekultivacije degradiranog zemljišta Rudnika antracita “Vrška Čuka” Avramica, 2015).

Rizik od odronjavanja javlja se na lokacijama gde su objekti već izgrađeni. Mere prevencije nastanka odrona ogledale bi se u vidu kontrolisanog mehaničkog čišćenja i “kavanja” nestabilnih stenskih masa na kosini korišćenjem priručnih alata čekića i ćuskija. Zatim, ankerisanje i postavljanje zaštitne čelične mreže, izrada potpornih zidova fundiranih u zdravu podlogu iza kojih je potrebno uraditi drenažne kanale. Nestabilne delove stenske mase učvrstiti geotehničkim sidrima i bušnim drenovima.

## 5. Zaključak

Umesto zaključka, autori će dati preporuke za unapređenje stanja i procesa upravljanja rizicima od klizišta i odrona u RA „Vrška Čuka” - Avramica: u cilju unapređenja upravljanja rizicima od klizišta i odrona u RA „Vrška Čuka” - Avramica, preporučuje se uspostavljanje sistema neprekidnog praćenja potencijalno ugroženih lokacija; formiranje stručno-operativnog tima za preventivni nadzor, brzo reagovanje i efikasnu sanaciju u slučaju aktiviranja klizista i odrona treba biti prioritarna mera; izrada sveobuhvatne procene rizika od katastrofa na Rudniku, s posebnim osvrtom na opasnosti od klizanja i odronjavanja, predstavlja ključnu fazu u unapređenju sistema upravljanja rizicima; razvijanje baze podataka sa relevantnim informacijama o potencijalnim klizištima i odronima za buduće periode omogućiće brže i efikasnije reagovanje u slučaju aktivacije rizika; ukoliko dođe do klizista,

preporučuje se izrada detaljnog projekta za sanaciju, uzimajući u obzir sve relevantne faktore kako bi se obezbedila dugoročna stabilnost terena; imajući u vidu visoke finansijske zahteve upravljanja rizicima od klizišta i odrona, preporučuje se formiranje posebnog fonda za vanredne situacije na Rudniku kako bi se obezbedila adekvatna sredstva u slučaju potrebe; sve preporučene zadatke treba realizovati bez odlaganja kako bi se osigurala brza implementacija sistema upravljanja rizicima; kontinuirano obučavanje članova stručno-operativnog tima važan je deo procesa unapređenja, kako bi se osigurala efikasna reakcija i smanjila mogućnost ozbiljnih posledica u slučaju klizista ili odrona; redovna revizija i ažuriranje procene rizika od klizišta i odrona trebalo bi da postane standardna praksa kako bi se osigurala relevantnost informacija i adekvatnost predloženih mera; postavljanje transparentnih procedura za mobilizaciju sredstava iz fonda za vanredne situacije olakšaće brzu reakciju i adekvatno finansiranje u situacijama krize.

## Reference

1. Abolmasov, B. (2019). Geohazardi u Srbiji u 21. veku – znanje je najbolji bedem protiv stihije. Beograd: Srpska akademija nauka i umetnosti, ciklus predavanja, knjiga 5.
2. Milošević, V.M. (2010). Klizišta na teritoriji grada Jagodine – geogenetski faktori i posledice. Beograd: Geografski institute Jovan Cvijić Srpske akademije nauka i umetnosti, posebna izdanja, knjiga 79.
3. Projekat rekultivacije degradiranog zemljišta Rudnika antracita „Vrška Čuka” Avramica (2015). Ugaljprojekt Beograd, Biro za projektovanje i razvoj.
4. Studija o proceni uticaja na životnu sredinu eksploatacije uglja u jami „Avramica” Rudnika „Vrška Čuka” – Avramica, Zaječar (2009). Javno preduzeće za podzemnu eksploataciju uglja – Resavica.
5. Tehnički projekat odlaganja krupne jalovine Rudnika antracita „Vrška Čuka” (1992). Direkcija za podzemnu eksploataciju, JP „Elektroprivreda” Beograd.
6. Hristov, S. (1969). Geologija za inženjerijske starešine. Beograd: Vojna štamparija.
7. Baruh, S., Dey, C., & Dutta, N. P. M. K. (2023). Dima Hasao, Assam (India) landslides’ 2022: A lesson learnt. *International Journal of Disaster Risk Management*, 5(1), 1-13.

8. Carla S, R. G. (2019). School-community collaboration: disaster preparedness towards building resilient communities. *International Journal of Disaster Risk Management*, 1(2), 45-59.
9. Chakma, U. K., Hossain, A., Islam, K., Hasnat, G. T., & Kabir. (2020). Water crisis and adaptation strategies by tribal community: A case study in Baghaichari Upazila of Rangamati District in Bangladesh. *International Journal of Disaster Risk Management*, 2(2), 37-46.
10. Thennavan, E., Ganapathy, G., Chandrasekaran, S., & Rajawat, A. (2020). Probabilistic rainfall thresholds for shallow landslides initiation – A case study from The Nilgiris district, Western Ghats, India. *International Journal of Disaster Risk Management*, 2(1), 1-14.
11. Cvetković, V. (2019). Risk Perception of Building Fires in Belgrade. *International Journal of Disaster Risk Management*, 1(1), 81-91.
12. Cvetković, V., Adem, O., & Aleksandar, I. (2019). Young adults' fear of disasters: A case study of residents from Turkey, Serbia and Macedonia. *International journal of disaster risk reduction*, 35, 101095.
13. Cvetkovic, V. M., & Martinović, J. (2020). Innovative solutions for flood risk management. *International Journal of Disaster Risk Management*, 2(2), 71-100.
14. Ocal, A., Cvetković, V., Baytiyeh, H., Tedim, F., & Zečević, M. (2020). Public reactions to the disaster COVID-19: A comparative study in Italy, Lebanon, Portugal, and Serbia. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 11(1), 1864-1885.



*Review Article*

## **MANAGEMENT OF RISKS FROM POTENTIAL LANDSLIDE IN THE „VRŠKA ČUKA” ANTHRACITE MINE – AVRAMICA**

**Bojana Maksimović<sup>1\*</sup> Steva Miletić<sup>1</sup>, Branislav Stakić<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup> JP PEU – Resavica, RA „Vrška Čuka” – Avramica, Avramica  
bb, 19341 Grljan, bojana2708@gmail.com; Tel.: +381 600302711;  
0193155514

**Abstract:** The subject of research in this work is the analysis of potential landslides and terrain deformations in the exploitation field of RA „Vrška Čuka” - Avramica, as well as risk management measures in case of accidental situations. Conceptually, the work consists of four parts. In the first part, the basic data related to the geographical position, geomorphological conditions and activity of RA „Vrška Čuka” - Avramica will be processed. The second part will explain the mechanisms of landslides from a geological point of view. The third part includes the analysis of potential landslides on the surface of the terrain, as well as deformation of the terrain due to underground coal mining. In the fourth part, preventive measures and specific tasks that should be carried out in order to reduce possible disasters will be reviewed. The goal of the work is to record potentially dangerous locations where landslides could occur, to improve the system of effective risk management, which includes monitoring and concrete measures to prevent the occurrence of accidents.

**Keywords:** landslides; risk management; RA „Vrška Čuka” - Avramica