DOI broj: 10.5937/rudarstvo26012F

OTVARANJE NOVOG KOPA U OKVIRU POSTOJEĆEG EKSPLOATACIONOG POLJA RUDNIKA UGLJA KOVIN

THE OPENING OF A NEW PIT WITHIN THE EXISTING EXPLOITATION FIELD OF THE KOVIN COAL MINE

Ivan Filipov

ivan.filipov@rudnikkovin.rs

Privredno društvo za podvodnu eksploataciju uglja „Rudnik Kovin“ a.d. Kovin, Srbija

Apstrakt

Rad razmatra tehničke i tehnološke aspekte otvaranja novog kopa u okviru postojećeg eksploatacionog polja rudnika Kovin. Poseban akcenat stavljen je na tehnološka rešenja koja omogućavaju produženje eksploatacionog veka rudnika i maksimalnu valorizaciju raspoloživih rezervi uglja i šljunka.Deo kopa, koji je sredinom devedesetih godina prošlog veka, procenjen nerentabilnim za eksploataciju nakon tridesetogodišnjih usavršavanja i osvajanja novih tehnologija biće zona proizvodnje uglja i šljunka u narednih desetak godina.Planirano otvaranje novog kopa predstavlja tehnički opravdano i održivo rešenje koje može doprineti stabilnoj proizvodnji i produženju eksploatacionog veka rudnika.

Abstract

The paper discusses the technical and technological aspects of the opening of a new pit within the existing exploitation field of the Kovin mine. A special emphasis is placed on technological solutions that enable the extension of the exploitation life of the mine and the maximum valorization of the available reserves of coal and gravel.Part of the mine, which in the mid-nineties of the last century, was assessed as unprofitable for exploitation after thirty years of improvement and the conquest of new technologies, will be the zone of coal and gravel production in the next ten years.The planned opening of a new mine represents a technically justified and sustainable solution that can contribute to stable production and prolonging the exploitation life of the mine.

Uvod

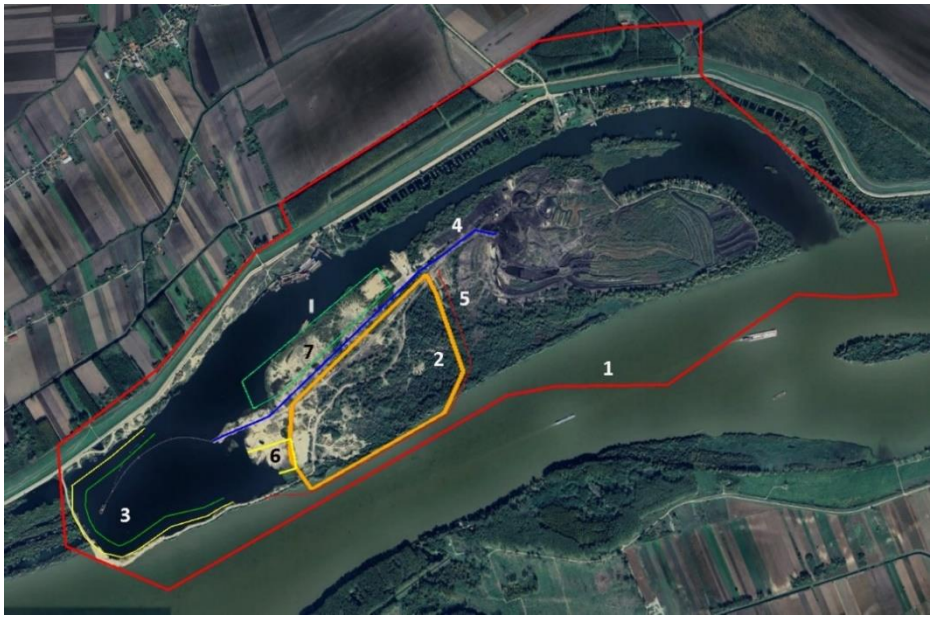
Podvodna eksploatacija uglja i pratećih mineralnih sirovina predstavlja specifičan i tehnički zahtevan vid rudarske proizvodnje, koji zahteva visok stepen planiranja,

pouzdanost opreme i kontinuiranu analizu ostvarenih rezultata rada. Rudnik uglja Kovin je jedinstven primer ovakvog sistema u Republici Srbiji, sa višedecenijskim iskustvom u eksploataciji uglja i šljunka iz priobalja reke Dunav. U cilju obezbeđenja kontinuiteta proizvodnje, racionalnog korišćenja postojećih kapaciteta i produženja eksploatacionog veka rudnika, javlja se potreba za otvaranjem novog kopa u okviru postojećeg eksploatacionog polja.Istražni radovi na području današnjeg rudnika Kovin započeti su sredinom sedamdesetih godina prošlog veka, sa ciljem sagledavanja potencijala podvodnih ležišta mineralnih sirovina u priobalju Dunava.
Šljunak i ugalj se u priobalju reke Dunav, na rudniku Kovin, otkopavaju metodom podvodne eksploatacije. Plovno usisni bager „Kovin I“ sa reznim točkom UCW 450, proizvod nemačke firme Orenštajn i Kopel (Orenstein & Koppel) započeo je sa radom krajem 1991. godine. Do 1994. godine otkopavani su samo peskovito-glinoviti sedimenti i šljunak, a od tada počinje i eksploatacija uglja. Do kraja 2025. bagerom „Kovin I“ je otkopano, za 43.098 sati 21.057.186 m^3 otkrivke i proizvedeno, za 71.412 sati, 4.635.850 t komercijalnog uglja.

Hronologija događaja

Prema Glavnom rudarskom projektu eksploatacije uglja i otkrivke na podvodnom kopu Kovin u nebranjenom delu polja „A“ i stanju rudarskih radova u konturi odobrenog eksploatacionog polja rudnika Kovin preostale eksploatacione rezerve uglja i šljunka obezbeđuju, prema sadašnjoj dinamici, eksploataciju do kraja 2026. godine. Nakon toga, prema GRP, prerađivao bi se preostali materijal iz taložnice (obrađeno u radu „Završno pražnjenje taložnice rudnika uglja Kovin“; 16. simpozijum "Rudarstvo 2025") i koristio deponovani šljunak kao sirovinu za separaciju šljunka (tehnologija definisana u TRP izuzimanja i prerade šljunka odloženog u unutrašnje odlagalište rudnika za podvodnu eksploataciju uglja Kovin; Rudarski Institut Beograd; 2024. godina).

Rudnik je aktivno radio na dobijanju rešena o proširenju (Studija proširenja postojećeg eksploatacionog polja rudnika „Kovin“ u okviru ugljonosnog polja „A“ kovinskog ležišta; Rudarski Institut Beograd; 2019. godine, prezentovana na 11. simpozijumu „Rudarstvo 2020“ pod nazivom „Mogućnost povećanja eksploatacionog veka rudnika). Obzirom da Rudnik nije dobio odgovor nadležnih institucija na zahtev za proširenje od 500 m u okviru zaštitnog prostora odobrenog eksploatacionog polja odlučeno je da se otvori novi front rudarskih radova unutar odobrenog eksploatacionog polja.



Slika br.1. Satelitski snimak rudnika Kovin

1. Granica eksploatacionog polja
2. Lokacija novog kopa
3. Trenutna zona eksploatacije
4. Trasa kopnenog cevovoda
5. Planirana trasa obilaznog puta
6. Lokacija otvaranja novog kopa
7. Lokacija sa koje će da se izuzima tehnogena mineralna sirovina šljunak-jalovina

Nova zona u kojoj je planirana eksploatacija je sa zapada i severa ograničena ranije otkopanim ugljem, južnu granicu definiše reka Dunav, a istočnu geološki uslovi ležišta. Zona je donekle geološki istražena (osamdesetih godina), potrebno je doistražiti (pre svega ležište šljunka). Ovaj prostor je u drugoj polovini devedesetih godina zbog karakteristika ležišta (raslojenost ugljenog sloja i promene petrografske strukture) i sankcija UN (koje su onemogućavale nabavku rezervnih delova) procenjen nedovoljno ekonomičan. Prostor je korišćen za odlaganje šljunka, jalovine i rezervnih delova. U međuvremenu Rudnik je pronašao preduzeća koji mogu da izrađuju rezervne delove i održavaju bager, kompletirano je

postrojenje za odvodnjavanje i klasiranje (2003.) i pušteno je u rad postrojenje za doradu (2007.) kojim će se efikasnije eksploatisati ugalj iz ovog dela kopa.

Objekti, oprema i planirana tehnologija eksploatacije u novom kopu

Tehnološki proces otkopavanja otkrivke i proizvodnje uglja na rudniku Kovin zasniva se na metodi podvodne eksploatacije, koja se pokazala kao jedino tehnički i ekonomski opravdano rešenje u uslovima priobalja reke Dunav. U poslednjih deset godina rudnik Kovin je ostvario stabilnu proizvodnju uglja i otkrivke, uz varijacije uslovljene tehničkim stanjem opreme, geološkim uslovima i organizacionim faktorima. Sistem bager – cevovod – klasirnica predstavlja okosnicu proizvodnog procesa, pri čemu su ostvarene značajne količine otkopane otkrivke i proizvedenog komercijalnog uglja.U poslednjih deset godina prosečan časovni kapacitet sistema pri radu na rovnom uglju iznosi približno 100 t/h, dok su prosečni kapaciteti pri radu na otkrivci znatno veći: oko 815 m^3/h pri otkopavanju šljunka i oko 147 m^3/h pri radu na kontaktnom sloju. Stepen vremenskog iskorišćenja sistema u poslednjih deset godina iznosio je prosečno 0,509, sa izraženim oscilacijama u godinama sa dužim havarijama i remontima. Analiza raspodele vremena pokazuje da je sistem bio angažovan oko 62,3 % raspoloživog vremena na radu na uglju i 37,7 % na radu na otkrivci, što predstavlja osnov za planiranje buduće dinamike eksploatacije.

Analiza rada ukazuje na relativno stabilan stepen vremenskog iskorišćenja sistema, uz izraženu osetljivost na havarije pojedinih elemenata, s obzirom na njihovu rednu vezu. Poseban problem predstavlja otkopavanje površinskog sloja otkrivke, zbog čega su u određenim periodima angažovani izvođači. Uprkos navedenim ograničenjima, ostvareni rezultati potvrđuju opravdanost daljeg razvoja eksploatacije i otvaranja novog kopa.

Opremljenost rudnika Kovin prilagođena je specifičnim uslovima podvodne eksploatacije uglja i šljunka. Osnovu tehnološkog sistema čini plovni usisni (refulerni) bager UCW 450 „Kovin I“, koji predstavlja ključni proizvodni kapacitet rudnika. Bager je namenjen prvenstveno otkopavanju uglja, ali se u praksi koristi i za otkopavanje određenih slojeva otkrivke, u skladu sa tehničkim mogućnostima i organizacijom rada.



Slika br.2. Plovni bager „Kovin I“.

Plovni rotorno-refulernim bager „Kovin I“ odlikuje se kontinualnim dejstvom rada, čiji je radni organ – rezni točak prečnika 4,5 m. Rezni točak reže materijalu smeru odozgo na dole. Broj obrtaja reznog točka je promenljiv u opsegu 6,75-13,5 o/min. Kretanje bagera napred – nazad se ostvaruje pomoću dva pilona (fiksnog i radnog), a kretanje levo – desno lavirnim sajlama (sistem užadi fiksiranih jednim krajem na obali).Bager se napaja električnom energijom preko kabla namotanog na bubnju, smeštenom na obali. Energetski kabl pruža se od bubnja jednim delom po kopnu, a drugim po vodi (na pontonima) do plovnog bagera. Jedan kraći deo kabla je potopljen usled mogućnosti prolaska drugih plovnih objekata preko njega.Plovni bager je povezan sa sistemom cevovoda, koji se sastoji od bagerskog, plovnog i kopnenog dela, a kojim se hidrauličkim putem transportuje otkopani materijal do postrojenja za prihvat, odvodnjavanje i klasiranje uglja. Cevovod je modularnog karaktera i prilagođava se napredovanju eksploatacionog fronta.Centralni objekat za preradu uglja je postrojenje za odvodnjavanje i klasiranje (EHS III), u kojem se vrši razdvajanje komercijalnih sortimana uglja po krupnoći. U okviru rudnika postoje i taložnice za prihvat mulja, kao i postrojenje za doradu materijala iz taložnice, čime se povećava ukupno iskorišćenje mineralne sirovine.Hidromešavina otkopanog uglja se pomoću dve pumpe (snage 6 MW) potiskuje kroz cevovod (prečnika 900 mm) do klasirnice uglja (EHS III) gde se prosejavanjem dobijaju tri komercijalna sortimana uglja („Komad-kocka“ krupnoće - 300 + 30 mm, „Orah“ -

30 + 15 mm i „Grah“ - 15 + 5 mm) i prosev krupnoće - 5 + 0,0 mm koji odlazi u taložno polje (taložnica). Tehnologijom podvodne eksploatacije i postupkom odvodnjavanja i klasiranja uglja dolazi do masenog gubitka rovnog uglja (12 % prilikom eksploatacije i 31 % u procesu odvodnjavanja i klasiranja), ali i do poboljšanja kvaliteta finalnih proizvoda manifestovanim kroz povećanje toplotne vrednosti za 25÷30 % i smanjenje sadržaja pepela za 3 %. Prosečna DTV komercijalnog uglja iznosi 10.256 kJ/kg.



Slika br.3. Postrojenje za odvodnjavanje i klasiranje uglja EHS III

Pored osnovnih proizvodnih objekata, na rudniku se nalaze elektroenergetski objekti, pristupni i privremeni putevi, pomoćni pontoni, skladišni prostori i objekti za smeštaj radne snage. Celokupna infrastruktura projektovana je tako da obezbedi kontinuitet rada u složenim hidrogeološkim uslovima.Prosev procesa odvodnjavanja i klasiranja na EHS III postrojenju se sastoji od vode sa sitnim ugljem, sitnozrnih čestica kvarcnog peska i dispergovane gline iz proslojaka jalovine u eksploatisanom ugljenom sloju. Ugalj i čvrste čestice talože se u tankim slojevima preko ranije nataloženog materijala dok bistra voda, preko pet cevi, preliva u Dunav.



Slika br.4. Postrojenje za preradu materijala iz taložnice

U procesu proizvodnje uglja na rudniku Kovin na postrojenju za odvodnjavanje i klasiranje pojavljuju je se podrešetne klase - 7(5)+0,0 mm koje se deponuju u taložnicu. Obaveza Rudnika je održavanje taložnice kako bi se zadržala njena osnovna funkcija odvajanje čvrste od tečne faze tako da bistra voda preliva u Dunav. Velika ušteda prilikom pražnjenja taložnice je što se deo uglja naknadno valorizuje čišćenjem na postrojenju za doradu.U novembru 2007. godine pušteno je u rad postrojenje za čišćenje uglja („Kučuk makina“), sa prevashodnim ciljem da se na njemu valorizuje ugalj iz taložnog polja (podrešetnog proizvoda sa postrojenja EHS III). Prema dosadašnjim iskustvima za dobijanje finalnog proizvoda toplotne vrednosti 9.500 kJ/kg iskristalisao se kapacitet od 30 – 40 t/h ulazne sirovine, gde je proizvodnja oko 12 – 15 t/h finalnog proizvoda i maseno iskorišćenje materijala iz taložnice od 40 %.

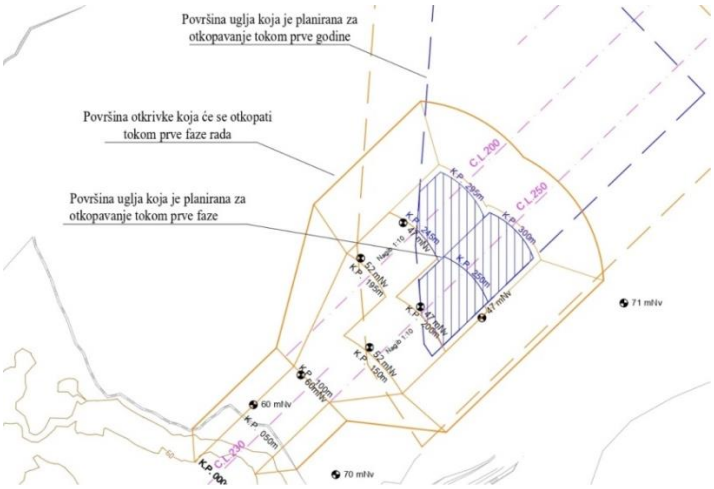
Planirana dinamika radova

Tehnologija eksploatacije novog kopa zasniva se na primeni postojećeg eksploatacionog sistema bager „Kovin I“ – cevovod – klasirnica, čiji su tehnički i proizvodni parametri potvrđeni višegodišnjim radom. Projektovanje dinamike radova izvršeno je na osnovu ostvarenih rezultata rada u periodu 2015–2024. godine.Godišnja proizvodnja novog kopa planirana je u rasponu od 130.000 do 140.000 t komercijalnog uglja, uz prateće otkopavanje oko 1,15–1,25 miliona kubnih metra otkrivke godišnje. Ovakva dinamika omogućava obezbeđenje 30–40 kalendarskih dana godišnje za planirane remonte, što je sa aspekta tehničke

pouzdanosti sistema minimalno prihvatljivo rešenje.„Idejno rešenje povećanja rezervi uglja i šljunka i nastavak eksploatacije u odobrenom eksploatacionom polju rudnika Kovin“ koji je izradio Rudarski Institut u aprilu 2025. i druge, naknadne analize, pokazuju da će se životni vek Rudnika povećati za narednih deset godina.
Tehnologija eksploatacija otkrivke i uglja u novom kopu definisaće se u Dopunskom rudarskom projektu (koji je u izradi).Termin završetka radova na eksploatacije uglja u zapadnom delu kopa (prema GRP eksploatacije uglja i otkrivke na podvodnom kopu Kovin u nebranjenom delu polja „A“) planiran je za poslednji kvartal 2026. godine. Tada će se bager, cevovod i visokonaponski kabl zarotirati za 180° i premestiti 800 m ka istoku. U prvoj fazi otkopavaće se jalovina koja je deponovana prethodnih godina (od 2014. do 2024.). Do zone otkopavanja otkrivke uglja formiraće se, kroz jalovinu, kanal dubine 10 m i širine 40 na niveleti 60 mNv. Razlog ovakvih dimenzija kanala su: položaj cevi za usis rashladne vode i želja da se formira dovoljno širok plovni put u novo jezero u koje bi mogli da uplove drugi plovni. Do početka rada na otkrivci uglja potrebno je izraditi novi privremeni makadamski put, a do početka eksploatacije uglja potrebno je izmestiti deo trase kopnenog cevovoda. Na narednoj slici prikazan je planirani izgled radova tokom prve faze. Ispred oba ugljena bloka formiraće se plato dužine 50 m sa nagibom 1:10 gde je kraj nagiba na niveleti krovine uglja (kota 47 mNv), a početak 5 m plići. Ovim se dobija plato po kom će se „kretati“ piloni dok bager „Kovin I“ radi na uglju. Neće se otkopavati jalovina do podine uglja u čeonoj kosini jer je tako potrebno otkopati manje otkrivke i smanjuje se mogućnost da se zahvate panjevi ili krupno kamenje koje su deponovali izvođači.

Planirano je da od završetka radova na uglju na krajnjem zapadu do početka proizvodnje uglja u novom kopu ne protekne više od dva meseca rada na otkrivci.
Otkopavanje otkrivke predstavlja jednu od najzahtevnijih faza eksploatacije na rudniku Kovin, s obzirom na heterogen sastav otkrivke i prisustvo drvne mase, naročito u površinskim slojevima. Otkrivku čine jalovina, peskovito-glinoviti sedimenti, šljunak i kontaktni sloj iznad ugljenog sloja.U zavisnosti od dubine i karakteristika materijala, otkopavanje otkrivke vrši se kombinacijom sopstvene opreme i angažovanjem izvođača. Površinski slojevi, u kojima se nalaze panjevi i ostaci rastinja, najčešće se otkopavaju suvozemnom mehanizacijom ili plovnim bagerima vedričarima, dok se dublji slojevi šljunka i kontaktnog sloja mogu otkopavati plovnim usisnim bagerom. U prve tri godine rada, fizički, neće biti prostora za rad više plovnih bagera i kretanje plovnih objekata po relativno malom jezeru. U praksi, angažovani izvođač je posebnim bagerom vedričarem otkopavao

jalovinu i utovarao u senker barže, a drugim bagerom vedričarem utovarao šljunak u plovne objekte kupaca.



Slika br.5. Planirani radovi u prva tri meseca

Nemoguće je, na malom prostoru, organizovati istovremeni rad više plovnih bagera pogotovu što su pojedini plovni objekti (plovni cevovod i trasa visokonaponskog kabla po vodi) podložni uticaju vetra i pomeraju se.Otkopavanje otkrivke suvozemnom mehanizacijom je tehnički jednostavnije, ali i skuplje. Potrebno je izraditi privremene puteva kojim bi se kretali kamioni. Lokacija gde bi se deponovala jalovina je dosta udaljena od mesta kopanja.Od četvrte godine biće formirano jezero dovoljne površine u kom bi bezbedno radilo više bagera. Prostora za rad će sigurno biti ukoliko bi angažovani izvođač koristio refulerni bager i transportovao otkrivku cevovodom. Naravno, važan je i ekonomski faktor. Usluga otkopavanja otkrivke su u poslednjih pet godina porasli za pet puta.Severno od budućeg kopa nalazi se privatna separacija šljunka i polje iz kojeg će se refulernim bagerom uzimati materijal za preradu (šljunak-jalovinu iz procesa eksploatacije šljunka). Angažovanjem ovog bagera otkrivka (jalovina i šljunak) bi se ekonomski najpovoljnije otkopavala. Otkopana otkrivka se hidrauličkim putem transportuje i odlaže u unutrašnje odlagalište. Jalovina će se koristiti za izradu privremenih puteva i zaštitnog nasipa ka Dunavu, a šljunak plasirati kupcima. Efikasnost ove faze direktno utiče na dinamiku otvaranja ugljenog sloja i ukupne troškove eksploatacije.Proces proizvodnje uglja započinje pripremom krovine ugljenog sloja,

odnosno potpunim uklanjanjem kontaktnog sloja, kako bi se obezbedio kvalitet proizvedenog uglja. Otkopavanje uglja vrši se pomoću reznog točka plovnog bagera, kojim se ugalj mehanički razara, nakon čega se usisava zajedno sa vodom i transportuje cevovodom do postrojenja za preradu. Rad bagera odvija se u blokovima, sa jasno definisanim etažama i smerom napredovanja, uz stalnu kontrolu stabilnosti radnih kosina.Na postrojenju za odvodnjavanje i klasiranje (EHS III) vrši se razdvajanje uglja po granulaciji, uklanjanje viška vode i izdvajanje jalovinskih primesa. Veliku ulogu u proizvodnji uglja imaće sekundarno postrojenje (kučuk mašina). Zbog slabijeg kvaliteta rovnog uglja očekuje se veća količina podrešetnog proizvoda procesa odvodnjavanja i klasiranja (EHS III). Postrojenje za preradu materijala iz taložnice može da proizvede dodatnih oko 40.000 t uglja sortimana „Dorađeni grah“ krupnoće -5+1 mm.

Zaključak

Otvaranje novog kopa u okviru postojećeg eksploatacionog polja rudnika Kovin predstavlja tehnički i tehnološki opravdan korak, zasnovan na dugogodišnjem iskustvu u podvodnoj eksploataciji uglja i detaljnoj analizi ostvarenih parametara rada. Postojeći eksploatacioni sistem, uz uočena ograničenja, pokazao je sposobnost da obezbedi stabilnu proizvodnju uglja i otkrivke, što čini dobru osnovu za dalji razvoj rudnika.Analiza podataka iz prethodnog perioda ukazuje da su ključni faktori uspešnog rada pouzdanost osnovne opreme, pravilno usklađivanje otkopavanja otkrivke i uglja, kao i realno planiranje godišnje proizvodnje u skladu sa stvarnim kapacitetima sistema. Planirana tehnologija i dinamika eksploatacije novog kopa omogućavaju kontinuitet proizvodnje, racionalno korišćenje raspoloživih rezervi i produženje eksploatacionog veka rudnika.

LITERATURA:

- Idejno rešenje povećanja rezervi uglja i šljunka i nastavak eksploatacije u odobrenom eksploatacionom polju rudnika Kovin; Rudarski Institut Beograd; 2025.
- Analiza ostvarenih parametara rada sistema bager „Kovin I“ – cevovod – klasirnica za period od 2015. do 2024. godine; Filipov Ivan; maj 2025.
- Elaborat za izradu tehničkih uslova za izradu dopunskog rudarskog projekta eksploatacije uglja i šljunka u jugoistočnoj zoni odobrenog eksploatacionog polja rudnika „Kovin“; Glavonić Marko; oktobar 2025.

Ivan Filipov ivan.filipov@rudnikkovin.rs