



IZVOD IZ STUDIJE O
IZVODLJIVOSTI EKSPLOATACIJE KREČNJAKA U
LEŽIŠTU “METKOVIĆ ” kod Šapca

Autori:

Mr. Radovan Klačar, dipl. ing. rudar.

Stojan Aničić, dipl. ing. geologije

Direktor:

"Geostim" d.o.o.

Nikola Međak, dipl. ing. geologije

BEOGRAD, 2019. GODINE

SADRŽAJ

1. OPŠTI DEO.....	3
1.1. LOKACIJA LEŽIŠTA I EKSPLOATACIONOG POLJA.....	3
1.2. MORFOLOŠKO-HIDROLOŠKE I KLIMATSKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA	7
1.3. PROSTORNI POLOŽAJ EKSPLOATACIONOG POLJA I POVEZANOST SA PUTNOM, ŽELEZNIČKOM I PLOVNOM VODENOM INFRASTRUKTUROM.....	9
2. GEOLOŠKI DEO	11
2.1. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE LEŽIŠTA	11
2.2. OPIS ŠIREG PROSTORA LEŽIŠTA I EKSPLOATACIONOG POLJA.....	15
2.3. GENEZA I TEKTONIKA LEŽIŠTA.....	16
2.4. HIDROGEOLOŠKE I INŽENJERSKO GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE LEŽIŠTA.....	17
2.5. REZERVE	20
2.6. KVALITET MINERALNE SIROVINE.....	21
3. RUDARSKI DEO	23
3.1. KONCEPCIJA EKSPLOATACIJE I PRIPREME MINERALNIH SIROVINA	23
3.2. BUŠENJE I MINIRANJE	24
3.3. UTOVAR KORISNE SIROVINE I JALOVINE	27
3.4. TRANSPORT KORISNE SIROVINE I JALOVINE.....	28
3.5. MOGUĆNOST PRIPREME I PRERADE.....	30
3.6. KAPACITET PROIZVODNJE I VEK EKSPLOATACIJE	32
3.7. PROCENA VRSTE I KOLIČINE OTPADNIH MATERIJALA.....	33
4. GRAFIČKI PRILOZI	34

1. OPŠTI DEO

1.1. LOKACIJA LEŽIŠTA I EKSPLOATACIONOG POLJA

Prostor na kome su izvršena geološka istraživanja se nalazi u ataru sela Metković, na uzvišici Varoško brdo, na jugozapadnoj strani sela Metković, na udaljenosti od oko 1km i 13 km jugozapadno od Šapca. Na preglednoj geografskoj karti 1: 100.000 sekcija 428-3, zauzima jugozapadne delove terena (prilog 3.), odnosno na listu OGK Vladimirci 1:100.000 istražni prostor se nalazi na krajnjem severozapadu (prilog 2.).

Na detalju topografske karte lista Lipolist 1:25.000, (prilog 3.) ležište na lokalitetu "Metković" zahvata površinu koja je ograničena koordinatama:

Koordinate istražnog prostora po Rešenju

Tačka	Koordinate	
	Y	X
1	7 388 250	4 946 229
2	7 389 860	4 946 229
3	7 389 860	4 945 220
4	7 388 250	4 945 220

Naznačeni prostor je većim delom neplodno zemljište obraslo degradiranom šumom i šibljem, a manjim delom je poljoprivredno zemljište pod biljnim kulturama

Detaljna geološka istraživanja su realizovana na centralnom delu istražnog prostora na površini od preko 10 ha.

Prostor ležišta koji je detaljno istražen manjim delom je obrastao retkim niskim rastinjem (žbunjem), deo je pod njivama, deo su livade i kamenjar. Stenska masa (krečnjak) je na samo retkim izdancima ležišta otkrivena na površini terena.



Pozicija eksploatacionog polja

Eksploataciono polje čine 3 poligona, a poligoni obuhvataju delove katastarskih parcela i parcele brojeva i koordinate:

POLIGON -1

Koordinate prelomnih tačaka eksploatacionog polja-POLIGON 1

Tačka	Koordinate	
	Y	X
T ₁	7 388 595	4 946 048
T ₂	7 388 632	4 946 085
T ₃	7 388 689	4 946 096
T ₄	7 388 672	4 946 121
T ₅	7 388 693	4 946 127
T ₆	7 388 741	4 946 157

T ₇	7 388 758	4 946 133
T ₈	7 388 804	4 946 142
T ₉	7 388 772	4 946 204
T ₁₀	7 388 815	4 946 222
T ₁₁	7 388 803	4 946 273
T ₁₂	7 388 852	4 946 288
T ₁₃	7 388 847	4 946 236
T ₁₄	7 388 872	4 946 142
T ₁₅	7 388 852	4 946 007
T ₁₆	7 388 854	4 945 961
T ₁₇	7 388 612	4 945 996

a parcele brojeva 1306, 1313, 1316, 1317, 1318, 1319, 1320, 1321, 1322, 1324, 1325 1326/2, 1330 K.O.Pocerski Metković, Katastra u Šapcu, (Prilog Zahteva) u ukupnoj površini od 4,5025 ha.

POLIGON-2

Koordinate prelomnih tačaka eksploatacionog polja-POLIGON 2

Tačka	Koordinate	
	Y	X
T ₁₈	7 388 958	4 946 046
T ₁₉	7 388 920	4 946 050
T ₂₀	7 388 930	4 946 185
T ₂₁	7 389 114	4 946 149
T ₂₂	7 389 276	4 946 149
T ₂₃	7 389 331	4 946 137
T ₂₄	7 389 295	4 945 991
T ₂₅	7 389 245	4 946 003
T ₂₆	7 389 203	4 945 943
T ₂₇	7 389 037	4 945 960

a parcele brojeva 1285/3, 1287/3, 1288, 1289/2, 1290/1, 1290/2, 1291, 1292/1, 1292/2, 1292/3, 1293, 1294, 1295, 1296, 1297, 1298, 1299, 1300, 1301, 1303/1, 1303/2, 1304/1,1304/2, 1305.K.O.Pocerski Metković, Katastra u Šapcu, (Prilog Zahteva) u ukupnoj površini od 6,8876ha.

POLIGON-3

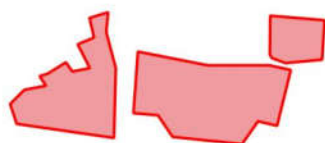
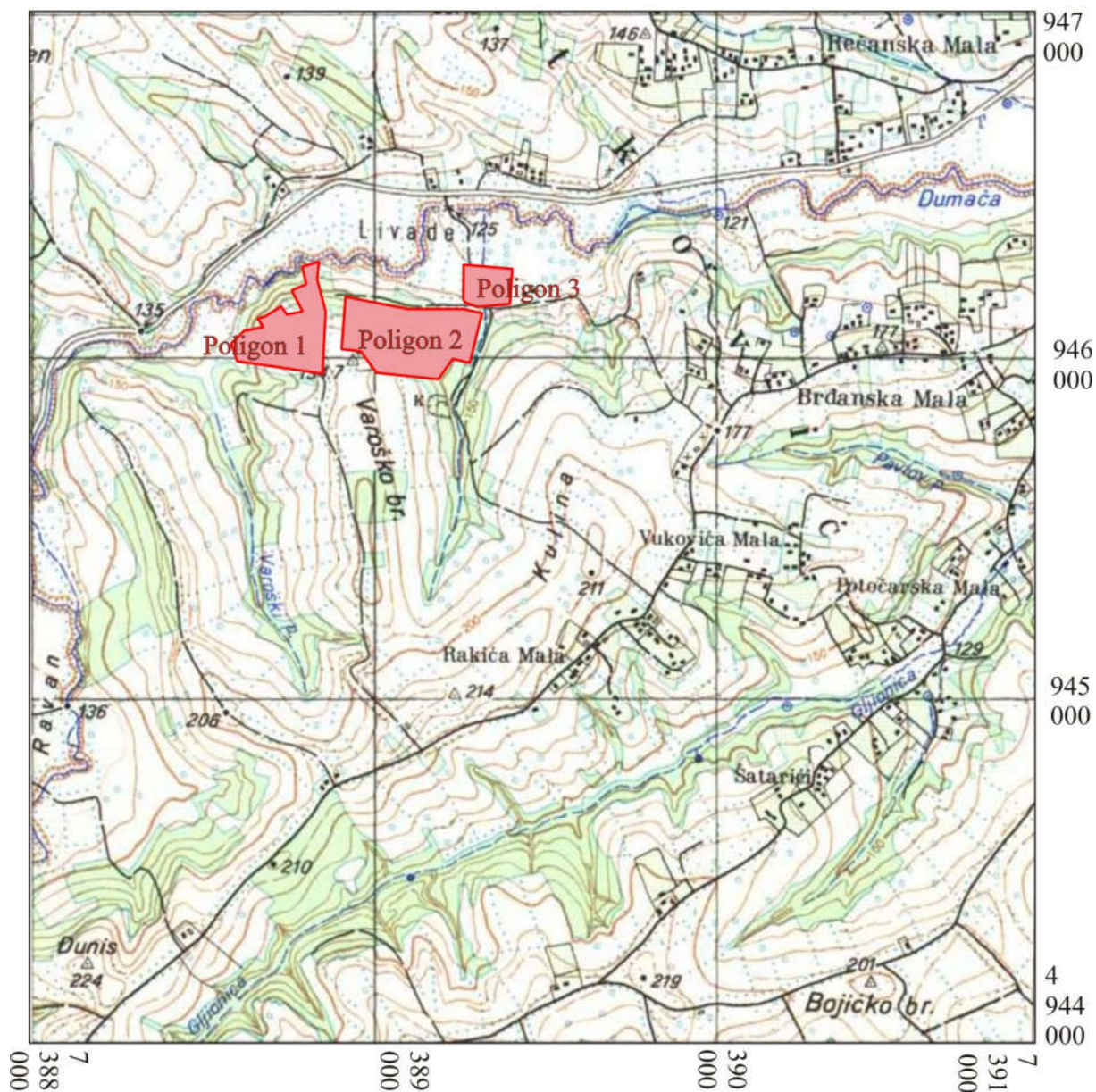
Koordinate prelomnih tačaka eksploatacionog polja-POLIGON- 3

Tačka	Koordinate	
	Y	X
T ₂₈	7 389 282	4 946 168
T ₂₉	7 389 276	4 946 177
T ₃₀	7 389 277	4 946 279
T ₃₁	7 389 420	4 946 267
T ₃₂	7 389 413	4 946 164
T ₃₄	7 389 317	4 946 155

a parcele brojeva 1264, 1265, 1266, 1267, 1268. K.O.Pocerski Metković, Katastra u Šapcu, (Prilog Zahteva) u ukupnoj površini od 1,5759ha.

Ukupna površina eksploatacionog polja „Metković“ je 12,966ha.

(detalj lista Lipolist)



Konture eksploatacionog polja

Koordinate overenih bilansnih rezervi u ležištu su date u narednoj tabeli:

Koordinate prelomnih tačaka bilansnih rezervi ležišta

Tačka	Koordinate	
	Y	X
T ₁	7 510 404	4 798 456
T ₂	7 510 456	4 798 434
T ₃	7 510 548	4 798 334
T ₄	7 510 531	4 798 318
T ₅	7 510 562	4 798 285
T ₆	7 510 490	4 798 220
T ₇	7 510 336	4 798 386

1.2. MORFOLOŠKO-HIDROLOŠKE I KLIMATSKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA

U morfološkom pogledu, na širem području ležišta "Metković" dominira planina Cer (646 m), koja prema severu i severoistoku prelazi u brežuljkasti, a dalje prema reci Savi, u ravničarski teren. Orijentacija hidrografske mreže i morfološki oblici uslovljeni su strukturnim i litološkim sklopom terena. Erozijska i denudacijska su jače ili slabije izražene u zavisnosti od otpornosti stena.

Prostor ležišta pripada brdskom tipu reljefa. Dominiraju visovi: Đunis (224 m), Kulina (211 m), Bojičko Brdo (201 m) i Varoško brdo (200m) koji predstavljaju severoistočne obronke planine Cera i pripadaju Pocerju. Najniži delovi nalaze se severno od ležišta u dolini reke Dumače (od 125 m do 121m n.v.).

Blago brdovit teren spušta se sa zapada ka Varoškom potoku, a sa istoka ka dolini Kulinskog potoka. Sa severa je reka Dumača (što je uslovalo orijentaciju površinskih tokova).

Najistaknutije kote nalaze se u centralnom delu ležišta Varoškog brda (200 m).

Erozijska i denudacijska su slabije ili jače izražene u zavisnosti od otpornosti stene. Severni deo predstavlja jedan segment tektonsko-erozionog prozora. Blažim reljefom odlikuju se pobrđa severno od ovog prostora.

Najniže kote terena nalaze se u severoistočnom, zapadnom i istočnom delu ležišta u dolini potoka i slivu reke Dumače (od 150 do 130 m).

Hidrološke prilike ležišta su veoma povoljne. Dominiraju vodeni tokovi reka Dumača i Mutnik, u koje se uliva veliki broj povremenih potoka, koji u letnjim mesecima uglavnom presušuju. Reka Dumača protiče severno od ležišta i u nju se uliva Varoški potok koji drenira zapadnu stranu a istočnu stranu drenira Kulinski potok, koji se takođe uliva u reku Dumaču. I reka Dumača i reka Mutnik kod Šapca se ulivaju u reku Savu.

Sa hidrološkog aspekta, teren ležišta čine dva osnovna tipa stena- krečnjaci i pliocenski sedimenti:

- Kredni krečnjaci, koji su najznačajnija litološka jedinica i pripadaju kompleksu dosta čvrstih stena, koji su često dosta ispucali i kao takvi mogu predstavljati dobre kolektore podzemnih voda. To znači da se površinske vode koje dopru do ispucalih krečnjaka ne zadržavaju dugo, već gravitacijom poniru u dublje nivoe. Oni sa hidrogeološkog aspekta spadaju u vodopropustne stene.

-Pliocenske tvorevine, koje takođe izgrađuju istražni prostor i čine povlatu krednim krečnjacima, su najčešće predstavljene glinama koje su slabo vodopropusne stene i peskovi i šljunak koji su vodopropustljiv tip stena.

S obzirom da je područje ležišta izgrađeno od krečnjaka, u njima se mogu akumulirati izvesne manje količine podzemnih voda, na koje se u toku eksploatacije može naići.

Na području Šapca, kome administrativno pripada ležište, vlada umereno-kontinentalna klima. Zbog otvorenosti prema Panonskoj niziji, njegovi nizijski delovi na severu su pod uticajem panonske kontinentalne klime, a brežuljkasto-planinski jug i jugozapad pod uticajem planinske klime.

Klimatske prilike su vrlo povoljne i odlikuju se toplim letima i hladnim zimama sa prosečnom godišnjom temperaturom od 9-11°C. Najniža temperatura je u januaru i u proseku iznosi 2°C, a najviša je u julu i avgustu kada dostiže i do 35-40°C.

Padavine predstavljaju veoma značajan klimatski element. Količina padavina se povećava od severoistoka ka jugu i jugozapadu.

Godišnja količina padavina je oko 550-700 mm, pri čemu su kiše najobilnije u toku proleća i jeseni, a snežne padavine u periodu decembar-februar. Zbog ovakvih klimatskih prilika eksploatacija se može obavljati deset meseci u godini.



Slika 1 . Pogled na ležište „Metković” sa severa

1.3. PROSTORNI POLOŽAJ EKSPLOATACIONOG POLJA I POVEZANOST SA PUTNOM, ŽELEZNIČKOM I PLOVNOM VODENOM INFRASTRUKTUROM

Na širem prostoru ležišta naseljenost je ravnomerna. Zastupljeno je uglavnom seosko stanovništvo koje se pretežno bavi individualnom poljoprivredom i stočarstvom. Od planiranih radova na površinskom kopu, najbliže kuće su udaljene preko 0,5 km, pa buduća eksploatacija, uz pridržavanje adekvatnih metoda i predviđenih mera zaštite, neće ugroziti postojeće građevinske objekte i stanovništvo.

Očekuje se da će eksploatacija ležišta pozitivno uticati na zapošljavanje i opšte ekonomsko-socijalne prilike, prvenstveno u području sela Metković, ali i u okolnim selima: Dobrićima, Varni, Grušićima i dr.

Zahvaljujući postojećim putnim saobraćajnicama, ovo ležište ima povoljne transportne uslove jer je zemljanim putem, dužine pola kilometra, povezano sa asfaltnim putem koji prolazi kroz centar sela Metković, odakle je asfaltnim putem Metković-Šabac dužine oko 13 km, povezano sa Šapcem. Preko Šapca ležište je kvalitetnim asfaltnim saobraćajnicama

povezano, prvenstveno, sa Valjevom, Loznicom, Lazarevcem i Obrenovcem koji su značajni potrošači kamena ali i zahvaljujući blizini auto-puta Beograd – Šid, sa ostalim delovima Srbije. Pored kopnenog, ležište ima i preduslove za vodeni transport, jer reka Sava koja je plovna do Šapca, omogućava vezu sa najznačajnijom vodenom saobraćajnicom u Evropi- rekom Dunav.

Ekonomski značajan potencijal, ali nedovoljno korišćen, predstavljaju i nemetalične mineralne sirovine koje su vezane više za lokalnu proizvodnju i upotrebu ovih sirovina za pečenje kreča, za zidanja i nasipanja kao tehničkog - građevinskog kamena i manje arhitektonskog kamena.

2. GEOLOŠKI DEO

2.1. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE LEŽIŠTA

Geološka građa ležišta krečnjaka „Metković“ opisana je na osnovu makroskopskih opažanja izdanaka i otvorenih profila na terenu, obzirom da krečnjak u severnom delu prostora ležišta izbija na površinu u vidu izdanaka i da u centralnom delu postoji otvoreni profil starog majdana, koji su bili dostupni opservacijama pri rekognosciranju, prospekciji i geološkom kartiranju, kao i na bazi geološkog kartiranja jezgra istražnih bušotina. Takođe, za opis geološke građe korišćeni su i podaci rezultata geoloških istraživanja u regionalnom obimu, koji su prikupljeni prilikom izrade OGK list Vladimirci 1:100.000 (prilog 2).

Ležište "Metković" predstavlja deo krečnjačke mase u okviru krednih krečnjaka izdvojenih u slivu reke Dumača, gde u suštini predstavljaju jedan karakterističan erozioni prozor ispod pliocenskih (P_1^2) tvorevina.



Slika 1. Otvoreni profili-izdanci krečnjaka ležišta „Metković“

Krečnjaci su stene koje su po svom mineralnom sastavu izgrađene od kristalastog do mikrokristalastog kalcita, često prožetim terigenim materijalom koji čine zrna kvarca i feldspata.

U geološkoj građi ležišta "Metković" učestvuju masivni sivoplavičasti kredni krečnjaci (K_2^3 sivozelene do mrke laporovite i peskovite pliocenske gline (Pl_1^2) i aluvijalni nanos predstavljen peskovitim glinama, peskovima i šljunkovima (al).

Podinu krednim krečnjacima čine sedimenti trijasa, dolomiti i dolomitični krečnjaci.

Stratigrafski posmatrano, krečnjaci ležišta pripadaju senonu. Boja ovih krečnjaka varira od sive, svetlo sive do plavičaste.



Slika 2. Izgled sivih, tamno sivih, plavičastih do crvenkastih krečnjaka iz jezgra bušotina

Po sklopu to su masivni, lokalno bankoviti, a duž rasednih struktura tektonizirani, sa prslinama i pukotinama napunjenim krupnokristalastim kalcitom, a u pojedinim delovima stenske mase markirani su bleđožutim pigmentom od glinovito- gvoždavite komponente.

Stena je nepravilnog do školjkastog preloma sa finohrapavim prelomnim površinama i osetnim ivicama loma. Stena burno reaguje na 5% hlorovodoničnu kiselinu.

Van kontura prostora ležišta, ovi krečnjaci imaju rasprostranjenje u pravcu zapada preko 1km, u pravcu istoka oko 200m, u pravcu juga, u dve otvorene mase-prozora, preko 1 km. Po dubini, imaju debljinu preko 60 metara.

Masivni sivoplavičasti, sivi do krem kredni krečnjaci (K_2^3)

Ova litostratigrafska jedinica u suštini predstavlja i produktivnu seriju u okviru kojeg je izdvojen deo istražnog prostora na kome su izvedena detaljna istraživanja, odnosno, predstavlja ležište tehničko- građevinskog kamena "Metković".

To su masivne do bankovite krečnjačke stene sivoplavičaste, sive, krem do crvenkaste boje, duž rasednih zona tektonizirane i brečizirane sa prslinama, pukotinama i

kavernama zapunjenim krupnokristalastim kalcitom, crvenicom i lokalno glinovito- gvožđevitom komponentom.

Mikroskopski posmatrano, ove stene su izgrađene od fosilnih ostataka i retkih intraklasta vezanih sparitskim cementom.



Slika 3. Masivni do bankoviti, kompaktni krečnjaci u ležištu

Fosilni ostaci su različitih veličina i oblika i predstavljeni su različitim mikrofosilnim ostacima ljuštura. Mikritskog su sastava ili su šupljine/komore zapunjene mikrokristalastim do kristalastim kalcitom. Intraklasti su retki, mikritskog su sastava, zaobljeni do slabo uglasti.

Stena je u većoj ili manjoj meri prožeta organskom materijom. Ispresecana je prslinama i pukotinama zapunjenim sekundarnim kalcitom, a u pojedinim delovima i limonitskom materijom.

Masivni, ispucali, polomljeni i kavernozni krečnjaci

U profilu produktivne mase krečnjaka, u krovinskim delovima, ispod deluvijalnih glina nalaze se ispucali, polomljeni, zdrobljeni i većim delom kavernozni krečnjaci.

Kavernoznost ovih krečnjaka je zapažena duž vertikalnih i subvertikalnih pukotina. Sve pukotine i kaverne često su zapunjene površinskim glinovito- gvožđevitim materijalom u

pri površinskim delovima stenske mase. Debljine su različite- od 6,1m u B-3/18, preko 15,5metara u B-2/18 do 21-og metra u B-7/18.



Slika 4. Izgled ispucalih, zdrobljenih, polomljenih i kavernoznih krečnjaka u profilu ležišta

Sa gledišta tehničke petrografije, mineralni sastav, struktura i tekstura krečnjaka iz ležišta "Metković" povoljni su za upotrebu kao tehničko- građevinski kamen.

Deluvijalne gline (Pl_1^2)

Ove tvorevine hipsometrijski zauzimaju najistaknutije delove terena u okviru istražnog prostora i ležišta, gde transgresivno leže preko krednih krečnjaka. Najčešće započinju crvenim glinama sa krečnjačkom drobinom, zatim prelaze u sivoplave laporovite gline, a na kraju završavaju kao crvene prašinate gline.

Debljina ove sedimentne serije u okviru ležišta kreće se od 3,5 metra u B-3/18 i B-5/18 preko 5 metara u B-2/18 i B-6/18 do 8 metara u B-7/18, što ujedno predstavlja jalovinski deo u ležištu.



Slika 5. Izgled povlatnih deluvijalnih glina u profilu ležišta

Aluvijalni nanos (al)

Tvorevine ove vrste imaju nešto veće naslage u slivu reke Dumače, što čini krajnji S-SZ obod ležišta. Ove naslage imaju veoma uzano rasprostranjenje po širini (10-20 m) i plitko po dubini (1-2 m).

U sastavu ovih tvorevina dominiraju grublji materijali- šljunak i pesak, koji se sastoje uglavnom od krečnjačkog materijala i paleozojskih škriljaca. U pojedinim delovima kao proslojci i plavine preovlađuju gline i glinoviti peskovi.

2.2. OPIS ŠIREG PROSTORA LEŽIŠTA I EKSPLOATACIONOG POLJA

Ležište se nalazi na desnoj obali reke Dumača, 1,5 km jugozapadno od sela Metković, na udaljenosti 6 km od Šapca. Smešteno je na severnoj strani Varošskog brda, koje u delu koji obuhvata centralni deo, ima najvišu kotu 194,7 m. Teren ležišta većim delom je prekriven listopadnom šumom i gustim šibljem, a manjim delom ogoljenim proplancima.

Prisustvo vrtača i vodenih akumulacija na površini ležišta nije uočeno. Takođe, vodene akumulacije nisu uočene ni u istražnim bušotinama.

Konture ležišta (prostor sa proračunatim rezervama) imaju paralelopipedni oblik pravca pružanja zapad –istok. Maksimalna dužina ležišta po pružanju iznosi oko 700 m, a po padu, širina je od 200 do 250 m, u proseku 230 metara.

U svim istražnim radovima (istražne bušotine i istražni useci) registrovano je prisustvo produktivne mase. U istražnim bušotinama debljina produktivne mase (krečnjaci), iznosi od 33,3 m (istražna bušotina B – 6/18) do 57 m (istražna bušotina B – 7/18), u proseku 36,25 metara za celo ležište.

Debljina jalovinskog pokrivača iznosi 3,5 m (istražna bušotina B-3/18) do 8 m (istražna bušotina B-7/18). U centralnom delu, na visoravni, ona je i preko 13 metara. Sačinjavaju je braon i mrke deluvijalne gline i krečnjačka drobina pomešana sa glinom.

Krečnjački slojevi padaju ka severu do severoistoku pod uglovima od 20° do 50°.

Donji projektovani istražni nivo je od kota +112 do +125,5m.n.v., u srednjem to je kota +121,88 m.n.v.

Hipsometrijski, ležište se nalazi na visinama od kote +145m.n.v do +190,5m.n.v, u srednjem 121,88m.n.v. Visinska razlika je 41,25metara.

Interesantno je istaći da su na celoj površini ležišta i njegovoj bližoj okolini, pogotovu na severnim padinama brda prema potoku Dumača, registrovani stari radovi – otkrivke. Ove otkrivke izradili su lokalni stanovnici, jer su izvađeni krečnjak koristili kao tesani, lomljeni kamen za gradnju objekata i proizvodnju kreča.

Imajući u vidu morfologiju terena, naseljenost šire okoline ležišta, vrste i prirast šumske vegetacije, planirani najniži nivo eksploatacije, karakteristike stenske mase i njen mineralni sastav, eksploatacija ležišta treba da bude vrlo profitabilna i sa ekološkog aspekta bezbedna po životnu sredinu.

Treba imati u vidu i vrlo značajni ekonomski aspekt lokacije ležišta, koji omogućava vrlo povoljan i relativno jeftin drumski i železnički transport svih proizvedenih količina agregata.

2.3. GENEZA I TEKTONIKA LEŽIŠTA

Genetske karakteristike potencijalnog ležišta proističu iz karakteristika produktivnih krečnjačkih naslaga, koje su stvarane u marinskoj sredini za vreme gornje krede. Radi se ,dakle, o sedimentima koji su taloženi preko srednjeg i gornjeg trijasa, a u okviru složenih geoloških i drugih uslova koji su tada vladali na širem prostoru.

Najvažniji uticaj na ležište u genetskom smislu su imali geološki procesi koji su se dešavali krajem krede i početkom tercijara, u toku faze tektogeneze. Naime, posle taloženja

trijasa, more se iz ovih prostora povlači i nastaje druga regresivna faza. Senonska sprudna i subsprudna facija sprudnih krečnjaka taložena je u relativno plitkom moru sa dosta razrušenim paleoreljefom koji je uticao na karakter sedimenata.

Kao posledica snažnih tektonskih pokreta došlo je do stvaranja novog u odnosu na postojeći režim sedimentacije, tj. nastali su kopneni uslovi, koji su trajali sve do srednjeg miocena.

U srednjem miocenu, počinje transgresija mora tako da i poslednja ostrvca gornjokrednih krečnjaka bivaju prekrivena morem. Ali marinski sedimentacioni uslovi traju relativno kratko vreme, tako da sa promenjenim paleogeografskim uslovima dolazi do progresivnog oslađivanja. Na taj način najmlađe neogene tvorevine stvaraju se u marinsko-brakičnim basenima.

Ležište, u geomorfološkom obliku, oformljeno je u kvartaru, delovanjem erozije i denudacije.

Ležište krečnjaka „Metković” pripada, dakle, sedimentnom tipu ležišta mineralnih sirovina, klasi biogenih (organogenih) sedimentnih ležišta.

U opštem genetskom modelu obrazovanja ovog tipa može se reći da sedimentna ležišta krečnjaka nastaju kao posledica raspadanja primarnih stenskih karbonatnih kompleksa koji su nastali u ranijim fazama evolucije terena. Raspadnuti stenski kompleksi, odnosno kalcija, nailazi na vodene rastvore i biva njima preneti do mesta obaranja. Obaranje i deponovanje se vršilo u marinskoj sredini u uslovima smanjenog sadržaja kiseonika usled prisustva organske materije. Kao posledica hemijskih reakcija kalcije i ugljen dioksida u vodenoj sredini, u oksidacionoj sredini nastaje kalcijum karbonat koji se koncentriše u lokalni prostor. Nakon deponovanja, dolazi do taloženja mlađih sedimenata, nastaje dijageneza i litifikacija karbonatnih sedimenata. Ovi krečnjaci su delovanjem erozije i denudacije otkriveni lokalno u okviru tektonsko-erozionih prozora.

Morfologija ležišta - Obzirom na uslove i način postanka, ležište je relativno jednostavne morfologije. Generalno, ono je slojevitog oblika i zadržalo je primaran položaj

2.4. HIDROGEOLOŠKE I INŽENJERSKO GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE LEŽIŠTA

U istražnom prostoru ležišta zastupljena su dva osnovna tipa poroznosti i to:

-intergranularni tip poroznosti u pliocenskim peskovima i šljunkovima i aluvijalnim naslagama Dumače, u kojima se formira zbijeni tip izdani

-pukotinski tip poroznosti u krednim krečnjacima koji predstavljaju sirovinu predviđenu za eksploataciju.

Za zbijenu izdan u okviru pliocenskih peskova i šljunkova karakteristično je široko prostiranje u zaleđu ležišta i relativno mala debljina u neposrednoj zoni eksploatacije, gde čini povlatu krednim krečnjacima. Severno od ležišta aluvijalne naslage reke Dumače, takođe, leže direktno na krečnjacima. Ovakav položaj izdani je praktično "viseći" što omogućava relativno brzo i efikasno ocedivanje u niže delove terena, a time i u krečnjake u podini. U prilog tome svedoči i relativno mali broj izvora čija minimalna izdašnost ne prelazi 0,1 l/s. Dobro izražena uravnoteženost aluvijalne ravni Dumače indicira malu dubinu do nivoa podzemnih voda koja je orijentaciono na koti 100 m.

Za kredne krečnjake je karakteristična tekstura u kojoj se smenjuju bankovitost i slojevitost. Generalni pad slojeva je prema sever-sveroistoku sa merenim elementima pada 20 do 50°.

Najniže partije u trijaskoj seriji (T₁) su oolitski krečnjaci koji na višim delovima prelaze u dolomitične i retko u laporovite krečnjake. Peščari i glineni škriljci javljaju se podređeno i kao interkalacije u višim delovima, na prelazu ka srednjetrijaskim sivim krečnjacima kristalaste strukture, koji su delimično dolomitizirani.

Ove stene otkrivene su na širem prostoru i logično je pretpostaviti njihovo postojanje u dubljim delovima terena.

Ovakav geološki sastav bitno opredeljuje hidrogeološku sredinu koja se u njima formira. Naime, nisu ostvareni uslovi za formiranje izrazite karstne poroznosti sa dugim i povezanim kanalima, duž kojih bi se formirali privilegovani pravci tečenja koji su uzročnik velikih koncentrisanih proticaja i brzih oscilacija nivoa podzemnih voda. Karstifikacija je svedena na izolovane kaverne koje, teoretski, mogu dostići decimetarski do metarski reda veličine, ali su u suštini centimetarske. Za njih je karakteristična "saćasta" poroznost koja se odlikuje formiranjem šupljina koje su međusobno odvojene tanjim ili debljim krečnjačkim zidom, a samo sporadično su međusobno spojene uskim pukotinama. Njihovoj podređenoj hidrogeološkoj funkciji doprinosi i glinovita do prašinasta ispuna. U takvim uslovima, najznačajnija cirkulacija se odvija po ravnima slojevitosti, što ukupnoj stenskoj masi daje izrazito anizotropan karakter, a sa stanovišta eksploatacije kamena predstavlja povoljnu okolnost. Potencijalno veći dotoci podzemnih voda iz zaleđa raspoređuju se na veliki broj pukotina i prslina, što daje odziv homogene hidrogeološke sredine, pa je kolebanje nivoa podzemnih voda usporeno i saglasno na širem prostoru, uključujući i vode akumulirane u okviru aluvijalnih sedimenata Dumače.

Ove karakteristike omogućavaju i dreniranje krečnjaka koji stratigrafski čine povlatu, a ujedno predstavljaju korisnu mineralnu sirovinu predviđenu za eksploataciju. Naime, sivi kompaktni kristalasti krečnjaci debljine oko 60 m zahvataju relativno malu površinu, na koju se

prosečno godišnje izluči 500 – 700 mm atmosferskog taloga. To daje prosečan godišnji ukupni oticaj sa površine celog ležišta reda veličine 0,2 – 025 l/s (površinski i podzemno).

Srednja poroznost ovih krečnjaka iznosi 0,7% što ih generalno svrstava u slabovodopropusne stene, dok su ispucale i tektonski oštećene zone u bušotinama kroz ležište registrovane sporadično, do dubine 30 m i prividne debljine oko 1 m.

Zbog relativno malog ukupnog oticanja sa površine ležišta i nepovoljnih hidrogeoloških karakteristika krečnjaka predviđenih za eksploataciju, uz mogućnost njihovog brzog i efikasnog ocedivanja u dublje delove terena, ne očekuju se veći prilivi podzemnih voda niti iz šireg zaleđa, niti od padavina koje bi se izlučile na površinu budućeg kopa, posebno imajući u vidu činjenicu da je predviđena donja kota eksploatacije 122 m, odnosno 20 m iznad erozionog bazisa.

U inženjersko-geološkom pogledu, teren je jednostavne građe i sastoji se od:

-bankovitih i slojevitih sivih, sivobelih, sivoplavičastih i crvenkastih krečnjaka koji predstavljaju dominantnu litološku jedinicu (produktivnu masu);

-deluvijalnih glina (jalovina) i

-aluvijalnih naslaga duž korita reke Dumače.

Krečnjaci su uglavnom kompaktni, ređe ispuicali i ispresecani otvorenim pukotinama i kavernama. Ove pukotine i kaverne uglavnom su ispunjene crvenicom, deluvijalnim glinama i komadima krečnjaka. Ovakva mreža mehaničkih diskontinuiteta učinila je stensku masu deljivom na manje blokove, što je sa aspekta miniranja, eksploatacije i prerade mineralne sirovine - jako povoljno. U pogledu stabilnosti, odnosno određivanja ugla radnih i završnih kosina površinskog kopa i pored relativno dobrih fizičko-mehaničkih svojstava stene, mora se uzeti u obzir ispuicalost stenske mase, pogotovu na prvoj etaži pri otvaranju kopa.

Prema svemu napred navedenom, može se zaključiti da su inženjersko-geološki uslovi povoljni za eksploataciju krečnjaka ležišta.

Pri pravilnoj eksploataciji ne očekuju se inženjersko-geološki procesi koji bi mogli ugroziti stabilnost kosina.

Masivnost i kompaktnost krečnjaka ležišta ne omogućavaju pojavu klizišta i odrona, što povoljno utiče na stabilnost kosina i omogućava bezbednu eksploataciju mineralne sirovine.

Polazni parametri (čvrstoća na pritisak) potrebni za definisanje kohezije (s) i ugla unutrašnjeg trenja (ϕ), utvrđeni su nakon laboratorijskih ispitivanja uzoraka uzetih iz istražne bušotine B-7/18 (65 m) u cilju geomehaničkih ispitivanja.

U narednom tekstu su prikazani karakteristični fizičko-mehanički parametri za navedeni inženjersko-geološki kompleks stena:

β_p - čvrstoća na pritisak

β_z - čvrstoća na zatezanje

φ^0 - ugao unutrašnjeg trenja (po M.M. Protodakonovu)

K - inženjersko-geološka kategorija (po M.M. Protodakonovu)

S - kohezija

Rezultate ispitivanja osnovnih parametara koji određuju inženjersko-geološke karakteristike ležišta krečnjaka "Varoško Brdo - Metković", prikazujemo u narednoj tabeli.

Rezultate ispitivanja osnovnih parametara koji određuju inženjersko-geološke karakteristike

Vrsta stene	Čvrstoća na pritisak daN/cm ²	Čvrstoća na zatezanje daN/cm ²	Ugao unutrašnjeg trenja φ^0	Inženjersko – geološka kategorija	Kohezija daN/cm ²
krečnjak	695,47	88,32	40°	III (tvrda stena)	100,30

Oznaka uzorka i vrsta stene	Zapreminska težina γ KN/m ³	Zapreminska masa ρ t/m ³	Parametri čvrstoće na smicanje		Brzina longitudinalnih elastičnih talasa V_p m/s	Brzina transverzalnih elastičnih talasa V_s	Dinamički modul elastičnosti E_{dyn} GN/m ²	Poisson-ov koeficijent μ_{dyn} -
			kohezija c MPa	m/s ugao unutrašnjeg trenja φ (°)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Uzorak - 1 GM - 1 krečnjak	26,83	2,735	10,30	40° 00'	4530	2354	38,93	0,355

Debljina jalovinskog pokrivača je od 3,2-13,2 m, a ukupna zapremina neproduktivne mase u ležištu iznosi 796.402 m³. Otkopavanje jalovine vršiće se pomoću građevinskih mašina: buldozer, bager, utovarivač. Eksploatacija krečnjaka obaviće se miniranjem stenske mase, što će detaljno biti opisano u Glavnom Rudarskom projektu eksploatacije.

2.5. REZERVE

Rezerve krečnjaka ležišta "Metković" proračunate su kao geološke, a one su po svojoj nameni i mogućnosti da se rentabilno izeksploatišu bilansne. Eksploatacione rezerve dobijene su umanjenjem bilansnih rezervi za eksploatacione gubitke.

Geološke rezerve

Proračun geoloških rezervi krečnjaka ležišta "Metković", izvršen je metodom paralelnih vertikalnih profila kao osnovnom metodom i metodom izopahita kao kontrolnom metodom. Usvojene su geološke rezerve dobijene osnovnom metodom proračuna, a one iznose:

Geološke rezerve u ležištu „Metković“

Kategorija rezervi	GEOLOŠKE REZERVE	
	(m ³)	(t)
B	3.148.730	8.407.109
C ₁	1.610.211	4.299.263
UKUPNO B+ C ₁ :	4.758.941	12.706.372

Bilansne rezerve

Tehničko-ekonomskom analizom relevantnih faktora i pokazatelja, u tehničko-ekonomskim i eksploatacionim uslovima, utvrđeno je da su sve geološke rezerve krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena bilansne, odnosno da se na sadašnjem stepenu tehnologije eksploatacije sve mogu rentabilno otkopati i preraditi i one iznose:

Bilansne rezerve krečnjaka kao TGK u ležištu „Metković“

Kategorija rezervi	BILANSNE REZERVE	
	(m ³)	(t)
B	3.148.730	8.407.109
C ₁	1.610.211	4.299.263
UKUPNO B+ C ₁ :	4.758.941	12.706.372

Eksploatacione rezerve

Eksploatacione rezerve krečnjaka u ležištu „Metković” kod Šapca su dobijene na taj način što su od bilansnih rezervi oduzeti eksploatacioni gubici koji kod površinske eksploatacije iznose od 3 do 5%.

U konkretnom slučaju usvojeni su gubici u visini od 5%, a odnose se na rastur prilikom transporta i količine koje ostaju u kosinama kopa. To su projektovani gubici, a krečnjaci se mogu u potpunosti otkopati. Eksploatacione rezerve prikazane su u tabeli koja sledi:

Eksploatacione rezerve krečnjaka u ležištu „Metković“

Kategorija rezervi	Bilansne rezerve m ³	Gubici 5%	Eksploatacione rezerve m ³	Eksploatacione rezerve t
B	3.148.730	157.435	2.991.294	7.986.755
C ₁	1.610.211	80.511	1.529.700	4.084.299
Ukupno B+ C ₁ :	4.758.941	237.946	4.520.994	12.071.054

2.6. Kvalitet mineralne sirovine

Kvalitet krečnjaka u ležištu ispitan je i analiziran sa aspekta upotrebe kao tehničko-građevinski kamen.

Prema utvrđenim fizičko-mehaničkim, mineraloško-petrografskim i hemijskim svojstvima, a što je detaljno opisano u odeljku o "kvalitetu", krečnjaci ispunjavaju uslove za primenu kao tehničko-građevinski kamen u skladu sa odgovarajućim standardima, a kvalitet je:

Kvalitet krečnjaka kao tehničko-građevinskog kmena u ležištu „Metković”

Svojstva kamena	Standard	Srednja vrednost
Čvrstoća na pritisak (MPa)		
- u suvom stanju	SRPS B.B8.012	105
- u vodozasićenom stanju		87
-posle smrzavanja		84
Upijanje vode (%)	SRPS B.B8.010	0,47
Postojanost na dejstvo mraza (%)	SRPS B.B8.002	postojan
Zaprem.masa sa porama i šupljina.(g/cm ³)	SRPS B.B8.032	2,67
Zapreminska masa bez pora i šupljina(g/cm ³)	SRPS B.B8.032	2,704
Poroznost (%)	SRPS B.B8.032	1,1
Koeficijent zapreminske mase	SRPS B.B8.032	0,984
Otporn.na habanje Beme (cm ³ /50 cm ²)	SRPS B.B8.015	21,15
Otporn. na dinam.udare i habanje trenj. – L.A	SRPS B.B8.045	25,55
Petrografska odredba	SRPS B.B8.003	krečnjak biosparit
Sadržaj nepoželjnih komponenti (%)		
- hloridi, Cl	SRPS B.B8.042	0,003-0,005
- sulfidi, S ²⁻		-
- sulfati, SO ₃		-

Štetne komponente, prisutne su samo u tragovima ili niskim koncentracijama tako da ne utiču na kvalitet sirovine. Prema mineraloško-petrografskim ispitivanjima uzorci su determinisani kao krečnjaci.

Na osnovu rezultata laboratorijskih ispitivanja i u saglasnosti sa tehničkim uslovima srpskih standarda, može se zaključiti da se mineralna sirovina –krečnjaci ležišta mogu upotrebiti kao tehnički građevinski kamen za proizvodnju **nefrakcionisane i frakcionisane kamene sitneži za izradu:**

- proizvodnju agregata za gornje noseće od bituminiziranog materijala po vrućem postupku (SRPS U.E9.021);
- proizvodnju agregata za izradu nasipa (Tehničke specifikacije JP “Putevi Srbije, 2009, t.E.2.10) ;
- proizvodnju agregata za nekategorisane puteve.
- lomljenog kamena - neobrađenog, poluobrađenog i obrađenog - za sva zidanja u niskogradnji (podzide, portali, kosine) i visokogradnji (zidarstvu);
- hidrotehničkog građevinskog kamena - lomljenog, poluobrađenog i obrađenog - za izradu obaloutvrda, vodotokova, svih vrsta hidrotehničkih objekata, gabona, fašina i dr.
- proizvodnju agregata za izradu betona (SRPS B.B2.009).

3. RUDARSKI DEO

3.1. KONCEPCIJA EKSPLOATACIJE I PRIPREME MINERALNIH SIROVINA

Ekonomski i genetski tip ležišta, njegove morfološke karakteristike, način pojavljivanja i uslovi zaleganja, stepen koncentrisanosti rezervi i karakter mineralne sirovine, prvenstveno tržišna cena kao i okolnost da rudno telo praktično svojom celom površinom izdanjuje na površinu, ako se zanemari površinska glinena jalovina, omogućavaju površinski način eksploatacije.

Eksploatacija ovog ležišta metodom površinskog otkopavanja je tehnički vrlo lako izvodljiva i ekonomski opravdana, što garantuju i fizičko-mehaničke karakteristike stene. Za rešenje površinskog kopa korišćeni su podaci iz "Studije stabilnosti kosina na ležištu Metković", tako da se za ovo ležište mogu projektovati sledeći parametri:

- visina etaže: $h = 15 \text{ m}$
- nagib radne etaže: 75°
- nagib završne kosine: 60°
- širina završne berme 6 m

Eksploatacija mineralne sirovine (krečnjaka) obuhvatiće sledeće faze rada:

- o izrada i popravka postojećih prilaznih puteva,
- o otkopavanje („skidanje”) jalovine,
- o bušenje i miniranje,
- o utovar i
- o transport sirovine do drobilnog postrojenja.

Nakon skidanja jalovine, koje će se vršiti buldozerski i bagerski sa kaminskim transportom do spoljnog odlagališta, biće bušene minske bušotine i to tako da će se miniranje vršiti sa tri ili četiri reda bušotina. Izminirani materijal pada na nivo etaže gde se utovara u kamione i odvozi do drobilnog postrojenja.

Otkopavanje mineralne sirovine vršiće se u etažama visine 15 m , odozgo na dole. Pre završetka eksploatacije koja je u radu blagovremeno se otvara naredna (niža) etaža kako bi se nastavio kontinuitet eksploatacije.

Da bi bile zahvaćene najveće količine geoloških rezervi-krečnjaka, površinski kop je konstruisan tako, da je kontura otkopa na najnižoj etaži (nivo istraživanja) po granici projektovanja „B” i C1 rezervi.

Eksploatacija krečnjaka kao tehničkog građevinskog kamena, na površinskom kopu „Metković ” kod Šapca izvodila bi se diskontinualanim načinom eksploatacije uz primenu mehanizacije koju Investitor već ima (konstruktivni parametri su navedeni u daljem tekstu) ili druga oprema sličnih konstruktivnih parametara.

Nakon izvršenog miniranja uz pomoć bulozera odminirani materijal se prikupi kako bi se stvorio dovoljan prostor za postavljanje u odgovarajući položaj mobilne drobilice i hidrauličnog bagera, kao i prostor za izdvajanje negabarita, koji će se naknadno usitnjavati hidrauličnim razbijačem. Sa radnog platoa bager vrši otkopavanje i utovar odminiranog krečnjaka direktno u mobilno drobilično postrojenje.

Izdrobljeni materijal se direktno preko transportera sa gumenom trakom utovara u kamione ili se naknadno utovaračem utovara u komercijalna vozila.

Jalovina otkopana sa površine trena se utovara takođe bagerom u kamione i transportuje do deponije koja se može formirati zapadno od površinskog kopa. Ukupna jalovina koja se nalazi u konturama površinskog kopa dobija se kod dve različite faze rada:

- humus i deluvijalne pliocenske gline sa površine terena i
- jalovina iz procesa pripreme, sa prvog sita

U toku eksploatacije, jalovina iz postrojenja za preradu može se koristiti kao nus proizvod (tampon) za popravku i izgradnju rudničkih i lokalnih puteva.

3.2. BUŠENJE I MINIRANJE

Na eksploataciji ležišta „Metković“ može biti angažovana bušilica na gusenicama proizvođača „Atlas Copco“ (Švedska) tip „ROC 203“, ili slična u koju je uključena hidraulična jedinica koju pokreću pneumatski motori.



Slika 6. Izgled pneumatske bušilice „ROC 203“

Na površinskom kopu će se bušiti bušotine do maksimalno 16,5m dubine, u geometriji 3×3m, tako da je produktivnost jedne bušotine (3×3×15/16,5) oko 8,18 m³ č.m./m bušotine. Prema tome za 200.000 m³ potrebno je izbušiti ukupno:

$$Bb = 200.000 / 8,18 = 24.450m$$

Pri brzini od 9 m/čas (4 - 12 m/h), ukupno je potrebno bušiti:

$$i = 24.450/9 = 2.717\text{časova}$$

Pri dvosmenskom radu i 42 minutnom času ukupno je potrebno bušilica:

$$nb = 2.717 / (240 \times 2 \times 8 \times 0,7) = 1,011 \text{ bušilica}$$

Za ostvarivanje godišnjeg kapaciteta potrebna je **dve bušilice**. Ovo je neophodno jer je bušilica strateško sredstvo za eksploataciju i uvek treba da ima jedna ispravna, u slučaju da se jedna pokvari.

Izvodi se u serijama pri čemu se koristi amonijum nitratski praškasti eksploziv AMONEX-1 prečnika $\varnothing 70 \pm 2$ mm. Na osnovu iskustva potrošnja eksploziva je $0,4 \text{ kg/m}^3$. Aktiviranje i povezivanje eksplozivnih punjenja u mrežu vrši će se NONEL sistemom, odnosno detonirajućim štapinom "C-12". Iniciranje detonirajućeg štapina se vrši rudarskom kapislom broj 8 i sporogorećim štapinom. Usporeenje između pojedinih eksplozivnih punjenja vrši se usporivačima. Umesto sekundarnog miniranja, čiji su prateći štetni efekti pojačana buka i povećani radijus odbačenih komada, za usitnjavanje vangabarita primenjivaće se hidraulični čekić.

Primarno miniranje se izvodi u serijama pri čemu se koristi eksploziv *amonex* ili *demulex* prečnika $\varnothing 70$ mm. Na površinskom kopu "Metković " ostvarivaće se normativ od $0,4 \text{ kg/m}^3$. Aktiviranje i povezivanje eksplozivnih punjenja u mrežu vrši će se NONEL sistemom.

Sekundarno miniranje se izvodi u cilju poravnavanja etažnih platoa i usitnjavanja negabaritnih komada zapremine preko 1 m^3 . Vršiti se bušenjem minskih rupa prečnika $\varnothing 32$ mm pneumatskim čekićem RK-21. Usitnjavanje negabaritnih komada zapremine preko 1 m^3 se vrši bušenjem minskih rupa i punjenjem eksplozivom *amonex* prečnika patrone $\varnothing 28$ mm. Iniciranje se vrši polusekundnim upaljačima ili rudarskom kapislom broj 8.

Specifična potrošnja eksploziva iznosi $0,4 \text{ kg/m}^3$ ili $0,15 \text{ kg/toni}$.

Pomoćne operacije

Pripremni i pomoćni radovi uključuju sledeće operacije: čišćenje terena ispred fronta otkopavanja; izradu pristupnih puteva; izrada platoa za smeštaj kontejnerskog naselja i pomoćnih objekata; i prigrivanje lomljenog kamena i formiranje gomile za utovar i otvaranje kopa. . Pod otvaranjem kopa podrazumevaju se operacije uklanjanje rastinja sa terena, planiranja terena, otkopavanje i odlaganje jalovinskog pokrivača, odnosno otkrivke. Uklanjanjem otkrivke, omogućava se pristup krečnjaku koji će se eksploatisati. Površinski deo otkrivke otkopavaće se direktno bagerom i buldozerom sa povremenim ripovanjem.

Pripremu radnog prostora i uklanjanje jalovinskog pokrivača vršiće buldozer i bager, sa direktnim otkopavanjem bagerom i utovarom u kamione i odvoženjem na privremeno spoljašnje i unutrašnje odlagalište u zavisnosti od udaljenosti čela radilišta od mesta odlaganja. Takođe, za rastojanja do 50 metara udaljenosti, otkrivka se kopa i transportuje buldozerom do mesta predviđenog za odlaganje u boku završne konture površinskog kopa na zapadnom delu eksploatacionog polja. Za transport na rastojanje od 100 m do 700 m koristiće se kamion, a u izuzetnim slučajevima kao nužno rešenje utovarivač.

Čišćenje terena ispred fronta otkopavanja i izrada pristupnih puteva neophodni su za kretanje bušaće garniture pri izradi početnih minskih bušotina na tlu koje je u nagibu. Pored toga, formiranje gomila za utovar bagerom neophodno je da bi se postizali veći kapaciteti na utovaru koncentrisanjem izminiranog materijala na gomilu. Ove operacije izvodiće se najčešće buldozerom, dok će se formiranje gomila za utovar bagerom u bunker drobilice vršiti i bagerom i utovarivačem.

Kapacitet buldozera

Teoretski kapacitet buldozera sa kašikom "U" na dužini do 30 m je $Q_r = 600 \text{ č.m}^3/\text{h}$.

Eksploatacioni kapacitet buldozera:

$$Q_{ex} = Q_t \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6$$

Usvojeni koeficijenti za eksploatacioni kapacitet su sledeći:

$$K_1 = 0,75 \text{ obučenost radnika}$$

$$K_2 = 0,8 \text{ za minirani materijal}$$

$$K_3 = 0,75 \text{ vidljivost trase}$$

$$K_4 = 0,7 \text{ vreme čistog rada, 42 min/h}$$

$$K_5 = 1,0 \text{ nagib trase-horizentalna}$$

$$K_6 = 0,75 \text{ oblik poluga, "U"}$$

$$Q_{ex} = 600 \times 0,75 \times 0,8 \times 0,75 \times 0,7 \times 1,0 \times 0,75$$

$$Q_{ex} = 141,75 \text{ č.m}^3/\text{h}$$

Rad buldozera orijentisan je na pripremi materijala za utovar i to u količini od 30% od ukupne količine, zatim na preguravanje jalovine debljine do 1m', pa je prema tome na pripremi potrebno ostvariti efektivnih časova:

$$N = 66.000/142 = 465 \text{ h/godišnje}$$

Pored toga buldozer će se koristiti za održavanje puteva i pripremu radilišta za bušenje, pa se **usvaja ukupno $N_g = 550 \text{ h/godišnje}$** .

Širina platoa za prijem gravitaciono oborenih masa iznosiće $B = 20 \text{ m}$ i dovoljno je velika za nesmetan rad raspoložive utovarne opreme i manevrisanja postrojenja za preradu i utovar gotovih proizvoda. U slučaju potrebe (pojave negabarita), prethodna fragmenatacija

materijala može se izvoditi mehaničkim postupkom tj. udarnim čekićem postavljenim na hidraulični bager.



Slika 7. Rad bagera kašikara sa hidruličnim udarnim čekićem

3.3. UTOVAR KORISNE SIROVINE I JALOVINE

Na površinskom kopu vršice se utovar:

- miniranog materijala -krečnjačke u drobilično postrojenje.
- jalovinskog materijala u vozilo za transport do deponije
- drobljenog i lomljenog kamena u kamione kupaca.

Izminirana i pripremljena masa se može utovarati bagerom marke Volvo EC 460, zapremine kašike 2,3 m³, a utovar u kamione kupaca vršice se utovaračem O&K RH-12, zapremine kašike 3m³.

Kapacitet utovara odminiranog materijala (sirovine i jalovine)

Za utovar odminiranog materijala krečnjaka (rude) i jalovine, koristiće se hidraulični bager zapremine kašike 1,8 m³ Volvo EC 460.

-*Tehnički kapacitet bagera će biti:*

Tehnički kapacitet hidrauličnog bagera kašikara iznosi:

$$Q = 60 \times \frac{60}{t_c} \times V \times \frac{K_p}{K_r}$$

$$\text{gde je: } Q_h = \frac{3.600 \times v \times k_p \times k_s}{t_c \times K_r}$$

t_c - vreme ciklusa bagera ($t_c = 30$ s)

K_p - koeficijent punjenja kašike ($K_p = 0.8$)

K_r - koeficijent rastresitosti ($K_r = 1.5$)

Tehnički kapacitet hidrauličnog bagera iznosi:

$$Q = 60 \times \frac{60}{30} \times 2,3 \times \frac{0,8}{1,5} = 170 \text{ čm}^3/\text{h}$$

Efektivni kapacitet bagera

Efektivni kapacitet hidrauličnog bagera predstavlja tehnički kapacitet korigovan koeficijentom efektivnosti radnog vremena, pa će biti:

$$Q_{eh} = Q_{teh} \times k_i \text{ (m}^3/\text{h)}$$

gde je:

k_i - koeficijent efektivnosti 0,70 odnosno:

$$Q_{ef} = 170 \times 0,70 = 119 \text{ čm}^3/\text{h}$$

Godišnji kapacitet rada i potreban broj bagera

$$n_{hg} = 235.200/119 = \mathbf{1.976 \text{ efektivnih časova na utovaru rude i jalovine}}$$

-Potreban broj bagera će biti:

$$N_b = 235.200/(240 \times 6 \times 2 \times 119) = 0,69 \text{ bagera.}$$

Jedan bager je dovoljan za utovar rude i jalovine.



Slika 8. Bager VOLVO 460

3.4. TRANSPORT KORISNE SIROVINE I JALOVINE

Na površinskom kopu, klasičnog transporta lomljenog kamena do mobilnog drobiličnog postrojenja neće biti, jer je projektovana tehnologija otkopavanja takva da se odminirani materijal direktno utovara u bunker postrojenja, te stoga nema unutrašnjeg transporta masa.

Transport jalovine

Jalovina se javlja kao površinska otkrivka i podrešetni proizvod primarne drobilice koja ima svoju upotrebnu vrednost i može se koristiti za nasipanje pristupnih puteva i sl. Otkrivka i podrešeni proizvod će se odlagati na posebnu deoponiju razdvojeno (spoljno odlagalište). Za transport jalovine do mesta privremenog deponovanja na udaljenosti 300m uslužno će se angažovati kamioni zapremine sanduka **10m³**.

Utovar jalovine u kamion ce se vršiti hidrauličnim bagerom na radnim platoima.

- Broj kašika u sanduku kamiona (broj ciklusa bagera), može se odrediti iz obrasca:

$$n_c = \frac{V_s \times k_{pk} \times K_{rb}}{V_{kb} \times K_{rk} \times k_{pb}}$$

gde je:

V_s – zapremina saduka kamiona,

k_{pk} – koeficijent punjenja kamiona,

K_{rb} – koeficijent rastresitosti u kašiki utovarnog sredstva,

V_{kb} – zapremina kašike utovarnog sredstva,

K_{rk} – koeficijent rastresitosti u sanduku kamiona,

k_{pb} – koeficijent punjenja kašike utovarnog sredstva,

pa je:

$$n_c = (10 \times 0,9 \times 1,5) / (2,3 \times 1,45 \times 0,9) = 4,5 \text{ usvaja se 5 ciklusa.}$$

-Koristan teret u sanduku kamiona može se dobiti iz izraza:

$$q = n_c \times v_{kb} \times \frac{k_{pb}}{K_{rk}}$$

$$q_k = 5 \times 2,3 \times 0,9 / 1,5 = 6,9 \text{ m}^3,$$

-Ciklus kamiona se dobija sabiranjem pojedinačnih vremena:

$$T_c = t_u + t_i + t_v + t_m$$

gde je:

t_u – vreme utovara (5 kašike) iznosi $(5 \times 30) = 150\text{s}$

t_i – vreme istresanja 60s;

t_v – vreme vožnje, koje se računa prema obrascu:

$$t_v = 60 \left(\frac{S}{V_p} + \frac{S}{V_{pr}} \right)$$

S – težišno rastojanje transporta jalovine je 0,3 km;

v_p – prosečna brzina kretanja punog kamiona je 10 km/h;

v_{pr} – prosečna brzina kretanja praznog kamiona je 15 km/h;

t_m – vreme manevrisanja 90 s.

odnosno:

$$t_u + t_i + t_m = 150 + 60 + 90 = 300 \text{ s};$$

Vreme vožnje:

$$t_v = 3600 \times (0,15/15 + 0,15/10) = 90 \text{ s}$$

-pa je ciklus na transportu jalovine:

$$T_c' = 300 + 90 = 390 \text{ s}$$

$$T_c' = 6,5 \text{ min}$$

-Časovni kapacitet kamiona može se odrediti iz obrasca:

q_k – koristan teret u sanduku kamiona (m^3);

$$q_s = 60 \times \frac{q_k}{T_c}$$

$$q_h = 60 \times 0,7 \times 6,9 / 6 = 48,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

-Potreban broj efektivnih časova na transportu jalovine je:

$$35.200 \text{ m}^3 / 48,3 \text{ m}^3 = 729 \text{ h /god.}$$

3.5. MOGUĆNOST pripreme i prerade

Sirovina ovog tipa i kvaliteta ne zahteva proces pripreme sirovine u klasičnom smislu. Ono što bi se ovde moglo podvesti pod taj pojam je povremeno selektivno miniranje i selektivni utovar i prerada kvalitetnijih ili manje kvalitetnih delova rudnog tela ležišta, u zavisnosti od trenutnog stanja potraživanja na tržištu. Dakle, sirovina ovog tipa ne zahteva nikakvu pripremu u smislu predkoncentracije (izuzev povremenog mašinskog prebira pri utovaru), povećavanja sadržaja korisne komponente i dr.

Odminirani materijal gornje granične krupnoće 750mm, se utovarnom mehnizacijom (bagerom) utovara u prijemni bunker mobilnog postrojenja. Posle prolaza kroz prijemnu rešetku, gravitacijski se spušta na dvoetažno sito. Zadatak dvoetažnog sita je da se odstrane eventualne nečistoće u materijalu i sitne frakcije krečnjaka.

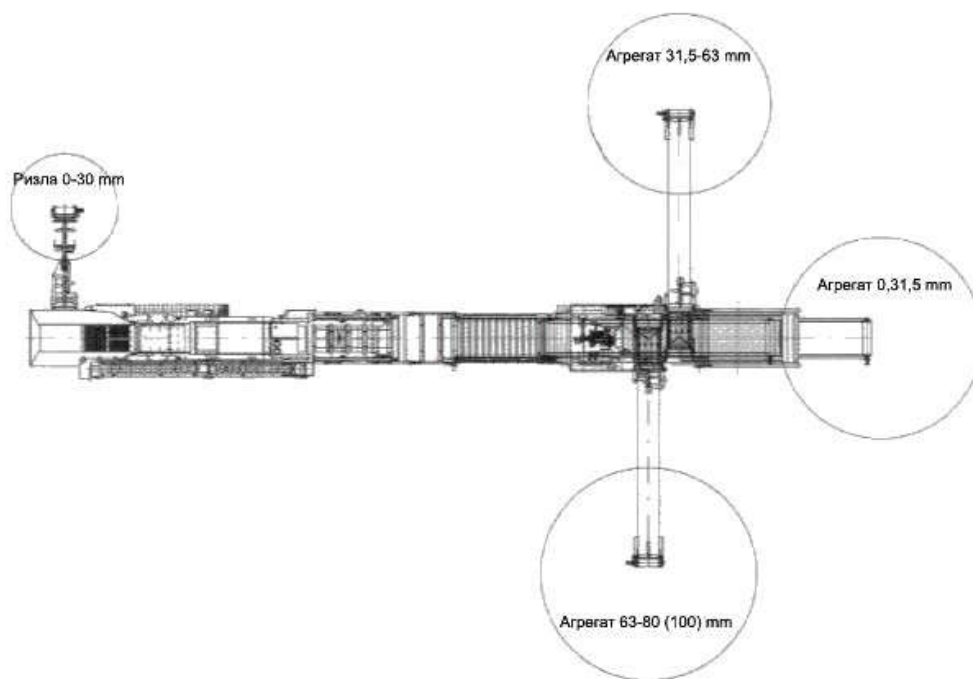
Prosev poslednjeg dvoetažnog sita je krupnoće +0-30 mm (3 % učešća u ukupnim masama) (rizla) se može koristiti kao tampon pri izgradnji lokalnih puteva. Odsev dvoetažnog sita ide na udarno–rotacionu drobilicu gde se vrši drobljenje na gornju graničnu krupnoću od 80 do 100 mm. Posle drobljenja agregat ide na troetažno sito, gde se vrši klasiranje. Gotovi proizvodi sa sita padaju na transportere kao gotov proizvod i transportuju se do deponija za utovar frakcijama: 0 - 31,5 mm; 31,5 - 63 mm i 63-100 (150mm).



Slika 9. Tehnološka šema moguće prerade krečnjaka na ležištu „Metković”

Najniža klasa krupnoće 0/31,5 mm delimično će služiti kao tampon (rizla). Klasa 31,5/63 predstavlja tucanik. Krupna klasa 31,5/100 (63/100) mm, služi kao sirovina za proizvodnju agregata za putogradnju i građevinarstvo.

Tehnološka šema rada postrojenja za preradu lomljenog krečnjaka prikazana je na sledećoj slici.



Slika 10. Tehnološka šema rada postrojenja za preradu lomljenog kamena

Krečnjak ležišta spada u srednje tvrde i neabrazivne stene. Akcesorne sastojke (kvarc) sadrži u količini manjoj od 0,01%, što ima beznačajan uticaj na abrazivnost, pa se lako prerađuje, odnosno drobi, klasira i melje standardnim mašinama i uređajima domaće i strane proizvodnje. Eksploatacijom će se dobijati lomljeni kamen koji će predstavljati ulaznu sirovinu za već navedene proizvode za potrebe putogradnje i građevinarstva.

Da bi se dobio finalni proizvod tehničko-građevinskog kamena primeniće se klasični postupci višestepenog usitnjavanja i to: primarno i sekundarno drobljenje po poznatim postupcima i tehnologijama. Za primarno drobljenje koriste se čeljusne drobilice, za sekundarno drobljenje se koriste udarno-rotacione drobilice i drobilice-čekićari i na kraju potrebno je sistemom prosejavanja izdvojiti različite frakcije agregata. U tehnološkom pogledu a prema podacima o ispitivanju tehničkih karakteristika, sve ove postupke moguće je primeniti u standardnoj formi tako da sa aspekta tehnologije prerade sirovine nema posebnih problema.

Prema navedenom, osnovni uslovi dobijanja proizvoda od krečnjaka, odnosno, tehničko-građevinskog kamena su svedeni na osnovne karakteristike diskontinualnog sistema eksploatacije i postrojenja za drobljenje i klasiranje i sastoje se iz sledećih tehnoloških faza rada:

- bušenje i miniranje
- utovar izminiranog materijala u bunker drobiličnog postrojenja
- drobljenje i klasiranje, tj. dobijanje finalnih proizvoda
- utovar gotovih proizvoda u transportna sredstva kupaca.

U tehnološkom pogledu, svi postupci pripreme krečnjaka primenjivaće se u standardnoj formi.

3.6. KAPACITET PROIZVODNJE I VEK EKSPLOATACIJE

Predviđena je proizvodnja krečnjaka sa kapacitetom od 200.000 m³ godišnje, pa je vek buduće eksploatacije ležišta „Metković” sa utvrđenim eksploatacionim rezervama:

$$K = 4.520.994 \text{ m}^3 / 200.000 \text{ m}^3$$

$$K = 22,6 \text{ godina} \sim 23 \text{ godina}$$

Na osnovu godišnjeg kapaciteta površinskog kopa od 200.000 m³ lomljenog kamena i 240 radnih dana godišnje u dve smene, dobija se kapacitet od:

$$Q_{dr} = 200.000 \text{ m}^3 / 240 = 834 \text{ m}^3 \text{ lomljenog kamena/dan}$$

$$q_{hr} = 200.000 \text{ m}^3 / (240 \times 8 \times 2 \times 0,7) = 74,4 \text{ m}^3 \text{ lomljenog kamena /h}$$

Na osnovu utvrđenog koeficijenta otkrivke koji iznosi 0,176 m³/m³, pored 200.000 m³ krečnjaka, otkopće se i 35.200 m³ jalovine, pa će ukupni kapacitet površinskog kopa biti:

$$Q_g = 200.000 + 35.200 = 235.200 \text{ m}^3 / \text{godišnje}$$

Ukupno je dnevno potrebno otkopati korisne sirovine i jalovine:

$$Q_{dr+j} = 235.200 \text{ m}^3 / 240 = 980 \text{ m}^3 \text{ č.m, na dan, odnosno,}$$

- Ukupni efektivni časovni kapacitet površinskog kopa je:

$$q_{hr+j} = 235.200 \text{ m}^3 \times (240 \times 8 \times 2 \times 0,7)$$

$$q_{hr+j} = 87,5 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Radi preglednosti, proračunate kapacitete eksploatacije dajemo tabelarno.

Kapacitet proizvodnje

Vrsta kapaciteta	krečnjaci, m ³	Otkrivka, m ³	Ukupno, m ³
Godišnji	200.000	35.200	235.200
Dnevi (smenski)	834	146	980
Efektivni časovni	74,4	13,1	87,5

3.7. Procena vrste i količine otpadnih materijala

U procesu otkopavanja može se očekivati određena količina jalovine (glina sa primesama zrodljenog kamena) koja će se odlagati na za to određen prostor i koristiti za rakultivaciju otkopanih prostora.

Drugog čvrstog otpada, kao produkta proizvodnog procesa nema.

U toku realizacije projektovanih tehničko-tehnoloških rešenja do zagađenja vode (površinske i podzemne), vazduha, zemljišta može doći samo usled stvaranja prašine u fazi izrade minskih bušotina, neposredno posle miniranja i u toku drobljenja stenske mase.

Izdvajanje prašine je kontrolisano, obzirom da savremena oprema poseduje dodatne uređaje za odprašivanje ili obaranja prašine (usisavanje i prskanje vodom).

Buka i vibracije koje se javljaju u toku procesa proizvodnje takođe se mogu kontrolisati i odgovarajućim tehničko-tehnološkim rešenjima svesti u dozvoljene okvire.

Ostalih potencijalnih opasnosti u toku obavljanja procesa proizvodnje nema (toplota, svetlost, radijacija itd.).

4. GRAFIČKI PRILOZI

1.	Karta komunikacija	1 : 600.000
2.	Topografska karta šireg prostora sa ekspl. poljem.....	1 : 25.000
3.	Katastarsko topografski plan.....	1: 2.000
4.	Završni izgled kopa.....	1: 2.000