

INVESTITOR:
RUDNICI BOKSITA JAJCE d.d.



RGNF

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
HR-10000 Zagreb
Pierottijeva 6, p.p. 679

GLAVNI RUDARSKI PROJEKT
EKSPLOATACIJE LEŽIŠTA BOKSITA U
EKSPLOATACIJSKOM POLJU "BEŠPELJ"

Broj projekta: 11-1263/1-161/05

IZRAĐIVAČ:
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
ZAVOD ZA RUDARSTVO I GEOTEHNIKU

ODGOVORNI PROJEKTANT:

DEKAN:

Doc.dr.sc. Ivo Galić, dipl.ing.rud.

Prof.dr.sc. Goran Durn, dipl.ing.geol.

TEL:
centrala: 01/4605-444
ured dekana: 01/4836-053
računovodstvo: 01/4605-405
FAX: 01/4836-051
MB: 03207005
ŽIRO RAČUN:
2360000-1101303431
URL: <http://www.rgn.hr>
E-MAIL: dekan@rgn.hr

Zagreb, siječanj 2006.

PROJEKT IZRADILI:

Odgovorni projektant:	Doc.dr.sc. Ivo Galić, dipl.ing.rud.
------------------------------	-------------------------------------

Projektanti:	Prof.dr.sc. Ivan Dragičević, dipl.ing.geol. Prof.dr.sc. Stanislav Živković, dipl.ing.rud. Branimir Janković, dipl.ing.rud.
---------------------	--

Konzultanti:	Tihomir Radovac, dipl.ing.rud. Árpád Kovacsics, dipl.ing.rud. Hederics József, dipl.ing.el. Tibor Podanyi, dipl.ing.rud.
---------------------	---

Suradnici:	Danijel Hajsek, dipl.ing.rud.
-------------------	-------------------------------

Zagreb, 02. listopada 2005.

PREDMET: Rješenje o odgovornom projektantu

Uvidom u radnu knjižicu i uvjerenje o položenom Stručnom ispitu izdaje se

RJEŠENJE

o imenovanju:

Doc.dr.sc. Ive Galića, dipl.ing.rud. za Odgovornog projektanta:

**Glavnog rudarskog projekta eksploatacije ležišta boksita u eksploatacijskom polju
“Bešpelj”**

Dekan:

Prof.dr.sc. Goran Durn, dipl.ing.geol.

PROJEKTNI ZADATAK

za izradu

**GLAVNOG RUDARSKOG PROJEKTA EKSPLOATACIJE LEŽIŠTA BOKSITA U
EKSPLOATACIJSKOM POLJU "BEŠPELJ"**

A. OPĆI DIO

Izraditi **Glavni rudarski projekt eksploatacije ležišta boksita u eksploatacijskom polju "Bešpelj"** za odobrene rezerve mineralne sirovine.

B. TEHNIČKI DIO

Glavni rudarski projekt eksploatacije ležišta boksita u eksploatacijskom polju "Bešpelj" izraditi temeljem PRAVILNIKA o sadržaju dugoročnog programa i rudarskih projekata za istraživanje i eksploataciju čvrstih mineralnih sirovina (Službeni list SRBiH 27/79), a sukladno važećim zakonima i propisima za ovu vrstu projektiranja u Republici Bosni i Hercegovini.

Glavni rudarski projekt eksploatacije ležišta boksita u eksploatacijskom polju "Bešpelj" izraditi štujući suvremene tehnike rada u rudarstvu, uz primjenu zaštite i sigurnosti na radu, kao i maksimalne zaštite okoliša (krajobraza) pri izvođenju rudarskih radova.

Predvidjeti tehnološki proces rada koji omogućava dobivanje najmanje 80 000 t/god boksita.

Sukladno traženim kapacitetima proizvodnje dimenzionirati strojeve i opremu neophodnu za rad na površinskim i podzemnim kopovima, uz mogućnost povećanja kapaciteta.

Potrebno je predvidjeti da površinski kopovi rade najmanje 250 dana godišnje (blagdani, subote i nedjelje su neradni dani), a rad će se organizirati najviše u dvije smjene, s vremenom trajanja smjene, ovisno o godišnjem dobu, od 8 do 12 sati.

Jajce, 01. lipnja 2005.

za Investitora:
RUDNICI BOKSITA JAJCE d.d.
direktor:

Tihomir Radovac, dipl.ing.rud.

Glede rješenja RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNOG FAKULTETA ZAGREB, kojim sam određen za Odgovornog projektanta GLAVNOG RUDARSKOG PROJEKTA EKSPLOATACIJE LEŽIŠTA BOKSITA U EKSPLOATACIJSKOM POLJU "BEŠPELJ"

IZJAVLJUJEM

da je **Glavni rudarski projekt eksploatacije ležišta boksita u eksploatacijskom polju "Bešpelj"** izrađen prema utvrđenom PROJEKTNOM ZADATKU, kao i sukladno vrijedećim tehničkim i općim zakonima, pravilnicima i propisima Republike Bosne i Hercegovine:

1. Zakon o rudarstvu, Službeni list SRBiH 4/84 i Službene novine ŽSB/SBK 15/01.
2. Zakon o zaštiti na radu, Službeni list SRBiH 22/90 i Službene novine FBiH 6/98.
3. Pravilnik o sadržaju dugoročnog programa i rudarskih projekata za istraživanje i eksploataciju čvrstih mineralnih sirovina, Službeni list SRBiH 27/79.
4. Pravilnik o tehničkim normativima za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina, Službeni list SFRJ 24/91 i 62/87.
5. Pravilnik o tehničkim normativima za podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina metala i nemetala, Službeni list SFRJ 24/91.
6. Pravilnik o tehničkim normativima za strojeve s dizelskim motorima koji se upotrebljavaju pri podzemnim rudarskim radovima u nemetanskim jamama, Službeni list SFRJ 66/78.
7. Pravilnik o tehničkim normativima za električna postrojenja i uređaje u rudnicima s površinskom eksploatacijom mineralnih sirovina, Službeni list SFRJ 66/87.
8. Pravilnik o poslovima i posebnim uvjetima rada, Službeni list SRBiH 2/91.
9. Pravilnik o pružanju prve pomoći djelatnicima na radu, Službeni list SRBiH 38/86 i 1/87.
10. Zakon o zaštiti od požara, Službene novine ŽSB/SBK 11/02.
11. Zakon o gradnji, Službene novine ŽSB/SBK 11/05.
12. Zakon o zaštiti okoliša, Službene novine FBiH 33/03 i Službene novine ŽSB/SBK 4/05.
13. Zakon o prostornom planiranju, Službene novine FBiH 2/06 i Službene novine ŽSB/SBK 11/05.

Zagreb, 10. siječnja 2005.

Odgovorni projektant:

Doc.dr.sc. Ivo Galić, dipl.ing.rud.

RUDNICI BOKSITA JAJCE d.d.

PREDMET: Izjava Investitora izrade Projekta

Glavni rudarski projekt eksploatacije ležišta boksita u eksploatacijskom polju “Bešpelj” izrađen je prema utvrđenom PROJEKTNOM ZADATKU. Investitor je u potpunosti suglasan s koncepcijom ovog Projekta.

Zagreb, 15. veljača 2006.

za Investitora:
RUDNICI BOKSITA JAJCE d.d.
direktor:

Tihomir Radovac, dipl.ing.rud.

SADRŽAJ

PRAVNE OSNOVE ZA PROJEKTIRANJE RUDNIKA

1. IZVOD IZ SUDSKOG REGISTRA ZA R-G-N FAKULTET ZAGREB
2. PROJEKTNI ZADATAK
3. RJEŠENJE O IMENOVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA
4. DOKAZ O ISPUNJAVANJU UVJETA ZA ODGOVORNOG PROJEKTANTA I PROJEKTANTE
5. RJEŠENJE O ODOBRENJU EKSPLOATACIJSKOG POLJA "BEŠPELJ"
6. RJEŠENJE O UTVRĐENIM KOLIČINAMA I KAKVOĆI REZERVI MINERALNIH SIROVINA U EKSPLOATACIJSKOM POLJU "BEŠPELJ"
7. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA

SADRŽAJ	I
POPIS SLIKA	XIV
POPIS TABLICA	XVII
POPIS PRILOGA	XXI

UVOD

1. OPĆI DIO

1.1. ZEMLJOPISNI POLOŽAJ I KOMUNIKACIJE	1-1
1.2. HIDROGRAFSKE I KLIMATSKE ZNAČAJKE	1-2
1.3. GEOLOŠKE ZNAČAJKE ŠIREG PODRUČJA	1-3
1.4. OSNOVNE ZNAČAJKE LEŽIŠTA BOKSITA U EKSPLOATACIJSKOM POLJU "BEŠPELJ"	1-4
1.4.1. OPIS LEŽIŠTA	1-4
1.4.2. OPIS OBAVLJENIH ISTRAŽNIH RADOVA	1-6
1.4.2.1. RANIJA ISTRAŽIVANJA	1-6
1.4.2.2. NOVI ISTRAŽNI RADOVI	1-7
1.4.3. GEOLOŠKA GRAĐA	1-9
1.4.4. TEKTONIKA	1-11

1.4.5. HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE.....	1-14
1.4.6. GEOMEHANIČKE ZNAČAJKE BOKSITA I PRATEĆIH NASLAGA	1-15
1.4.6.1. ANALIZA RADNIH SREDINA.....	1-15
1.4.6.2. USPOREDBA FIZIČKO-MEHANIČKIH SVOJSTAVA BOKSITA I PRATEĆIH NASLAGA NA ISKUŠANIM POLJIMA (CRVENE STIJENE I POLJANE) S BEŠPELJEM	1-15
1.4.6.3. ZAKLJUČAK GEOMEHANIČKE ANALIZE.....	1-17
1.4.7. OSTALE ZNAČAJKE.....	1-17
1.5. KAKVOĆA I KOLIČINA BOKSITA.....	1-17
1.5.1. KAKVOĆA	1-17
1.5.2. KOLIČINA.....	1-19
1.5.2.1. METODE PRORAČUNAVANJA REZERVI.....	1-19
1.5.2.2. PRIKAZ POSTUPKA PRORAČUNAVANJA REZERVI.....	1-19
1.5.2.3. TABLIČNI PREGLED UKUPNIH I EKSPLOATACIJSKIH REZERVI.....	1-20
1.6. MOGUĆNOSTI EKSPLOATACIJE BOKSITA	1-22
1.6.1. KONCEPT RUDARSKIH RADOVA PREMA IDEJNOJ DOKUMENTACIJI.....	1-22
1.6.1.1. KONCEPCIJA OTVARANJA LEŽIŠTA PREMA RIB-u	1-22
1.6.1.2. KONCEPCIJA RAZRADE LEŽIŠTA PREMA RIB-u.....	1-25
1.6.1.3. KONCEPCIJA EKSPLOATACIJE LEŽIŠTA PREMA RIB- u.....	1-27
1.6.1.4. KONCEPCIJA EKSPLOATACIJE LEŽIŠTA PREMA STUDIJI MAL-a I RBJ-a.....	1-28
1.6.2. STANJE POSTOJEĆIH RUDARSKIH RADOVA.....	1-30
1.6.3. KONCEPT NASTAVKA EKSPLOATACIJE BOKSITA PREMA POLOŽAJU LEŽIŠTA	1-30
1.6.3.1. UVODNI ISKAZ.....	1-30
1.6.3.2. USVOJENA I ODBAČENA RJEŠENJA IZ RANIJE DOKUMENTACIJE	1-31
1.6.3.3. PODJELA LEŽIŠTA PREMA VRSTI I DINAMICI EKSPLOATACIJE	1-31

2. PROJEKTNNA RJEŠENJA EKSPLOATACIJE BOKSITA IZ LEŽIŠTA L-20, L-24, L-25, L-26, L-27, L-34 I L-35

2.1. PROJEKTNNA RJEŠENJA POVRŠINSKOG KOPA L-35	2.1-1
2.1.1. OGRANIČENJE POVRŠINSKOG KOPA S ANALIZOM STABILNOSTI KOSINA	2.1-1
2.1.1.1. OGRANIČENJE POVRŠINSKIH KOPOVA.....	2.1-1
2.1.1.2. PROJEKTNNI PARAMETRI POVRŠINSKIH KOPOVA	2.1-2
2.1.1.3. ANALIZA STABILNOSTI KOSINA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA	2.1-2
2.1.2. RAZVOJ POVRŠINSKOG KOPA PO ŠIRINI I VISINI.....	2.1-6

2.1.3. KOLIČINE BOKSITA I PRATEĆIH NASLAGA	2.1-8
2.1.3.1. PRATEĆE NASLAGE-OTKRIVKA	2.1-8
2.1.3.2. UKUPNE KOLIČINE MINERALNE SIROVINE DOBIVENE OGRANIČENJEM POVRŠINSKOG KOPA	2.1-8
2.1.3.3. ISKORIŠTENJE MINERALNE SIROVINE	2.1-9
2.1.3.3.1. EKSPLOATACIJSKI GUBICI	2.1-9
2.1.3.3.2. ISKORIŠTENI DIO MINERALNE SIROVINE	2.1-9
2.1.3.4. KAPACITET PROIZVODNJE BOKSITA	2.1-9
2.1.3.5. KAPACITET ODLAGALIŠTA	2.1-10
2.1.4. TEHNOLOŠKI PROCES EKSPLOATACIJE BOKSITA	2.1-10
2.1.4.1. UKLANJANJE OTKRIVKE BUŠENJEM I MINIRANJEM	2.1-10
2.1.4.1.1. ODREĐIVANJE PARAMETARA MINIRANJA	2.1-10
2.1.4.1.2. ODABIR EKSPLOZIVA	2.1-13
2.1.4.1.3. IZRAČUN EKSPLOZIVNOG PUNJENJA	2.1-13
2.1.4.1.4. PUNJENJE MINSKIH BUŠOTINA I AKTIVIRANJE EKSPLOZIVNOG PUNJENJA	2.1-14
2.1.4.1.5. USITNJAVANJE IZVANGABARITNIH KOMADA	2.1-17
2.1.4.1.6. IZVOĐENJE MINIRANJA	2.1-19
2.1.4.1.7. NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA NA BUŠENJU I MINIRANJU	2.1-21
2.1.4.2. IZRADA USJEKA	2.1-24
2.1.4.3. DOBIVANJE BOKSITA RIPOVANJEM I ZGRTANJEM	2.1-26
2.1.4.3.1. KAPACITETI ZA RIPOVANJE I ZGRTANJE	2.1-26
2.1.4.3.2. ODABIR STROJA ZA RIPOVANJE I ZGRTANJE	2.1-27
2.1.4.3.3. NORMATIV UTROŠKA POTROŠNOG MATERIJALA NA RIPOVANJU I ZGRTANJU	2.1-28
2.1.5. UTOVAR I TRANSPORT	2.1-29
2.1.5.1. TRANSPORTNE DUŽINE	2.1-29
2.1.5.2. VRSTE I KOLIČINE STIJENSKOG MATERIJALA KOJI SE TRANSPORTIRA	2.1-29
2.1.5.3. KAPACITETI ZA UTOVAR I TRANSPORT ODMINIRANOG MATERIJALA	2.1-29
2.1.5.3.1. UTOVAR	2.1-29
2.1.5.3.2. TRANSPORT	2.1-31
2.1.5.4. DIMENZIONIRANJE UTOVARNO-TRANSPORTNIH POVRŠINA	2.1-34
2.1.5.4.1. DIMENZIONIRANJE UTOVARNIH MJESTA	2.1-34
2.1.5.4.2. DIMENZIONIRANJE TRANSPORTNIH CESTA	2.1-35
2.1.5.5. ODABIR STROJEVA ZA UTOVAR I TRANSPORT	2.1-36
2.1.5.6. ODRŽAVANJE UTOVARNO-TRANSPORTNIH STROJEVA I PRILAZNIH CESTA	2.1-36
2.1.5.7. NORMATIVI UTROŠKA POTROŠNOG MATERIJALA NA UTOVARU I TRANSPORTU STIJENSKOG MATERIJALA	2.1-37
2.1.6. ODVODNJA POVRŠINSKOG KOPA	2.1-38
2.1.7. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN RADOVA	2.1-38
2.1.7.1. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN OTKOPAVANJA ETAŽA	2.1-38
2.1.7.2. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN SMJENSKIH RADOVA	2.1-39
2.1.8. OPSKRBA POTROŠAČA PITKOM I TEHNOLOŠKOM VODOM	2.1-40
2.1.9. OPSKRBA POGONSKOM ENERGIJOM	2.1-40
2.1.9.1. ENERGIJA IZ MOTORA S UNUTARNJIM SAGORJEVANJEM	2.1-40
2.1.9.2. HIDRAULIČNA ENERGIJA	2.1-40
2.1.9.3. KOMPRIMIRANI ZRAK	2.1-40
2.1.10. RAZMJETAJ RUDARSKIH OBJEKATA	2.1-41
2.1.11. RADNA SNAGA	2.1-41
2.1.12. UČINAK	2.1-41
2.1.13. GODIŠNJI UTROŠCI POTROŠNIH MATERIJALA I ENERGENATA	2.1-42
2.1.14. MJERE SIGURNOSTI I PROTUPOŽARNE ZAŠTITE	2.1-42
2.1.14.1. OPĆE MJERE SIGURNOSTI	2.1-43

2.1.14.2. ZAJEDNIČKE ZAŠTITNE MJERE PRI RADU RUDARSKIH STROJEVA	2.1-43
2.1.14.3. ZAŠTITNE MJERE KOD BUŠENJA I MINIRANJA	2.1-44
2.1.14.4. ZAŠTITNE MJERE RADI ODRŽAVANJA RADNIH I ZAVRŠNIH KOSINA.....	2.1-47
2.1.14.5. ZAŠTITNE MJERE PRI RIPOVANJU, UTOVARU I ODVOZU ISKOPINE	2.1-48
2.1.14.6. POSEBNE MJERE ZAŠTITE	2.1-48
2.1.14.7. ZAŠTITA OD ELEMENTARNIH NEPOGODA.....	2.1-49
2.1.14.8. PROTUPOŽARNA ZAŠTITA	2.1-49
2.1.14.9. SLUŽBA PRVE POMOĆI.....	2.1-51
2.1.15. UBLAŽAVANJE UTJECAJA RUDARSKIH RADOVA NA OKOLIŠ TE OBLIKOVANJE I PRENAMJENA OTKOPANIH PROSTORA.....	2.1-51
2.1.15.1. UBLAŽAVANJE UTJECAJA RUDARSKIH RADOVA NA OKOLIŠ	2.1-51
2.1.15.2. OBLIKOVANJE I MOGUĆA PRENAMJENA OTKOPANIH PROSTORA.....	2.1-53
2.1.15.2.1. OBLIKOVANJE ZAVRŠNIH RUBOVA POVRŠINSKIH KOPOVA	2.1-53
2.1.15.2.2. MOGUĆA PRENAMJENA OTKOPANIH PROSTORA.....	2.1-54
2.1.16. TEHNO-EKONOMSKA OCJENA ISPLATIVOSTI PROJEKTA.....	2.1-55
<hr/>	
2.2. PROJEKTNA RJEŠENJA POVRŠINSKOG KOPA L-20	2.2-1
2.2.1. OGRANIČENJE POVRŠINSKOG KOPA S ANALIZOM STABILNOSTI KOSINA.....	2.2-1
2.2.1.1. OGRANIČENJE POVRŠINSKIH KOPOVA.....	2.2-1
2.2.1.2. PROJEKTNI PARAMETRI POVRŠINSKIH KOPOVA	2.2-2
2.2.1.3. ANALIZA STABILNOSTI KOSINA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA	2.2-2
2.2.2. RAZVOJ POVRŠINSKOG KOPA PO ŠIRINI I VISINI.....	2.2-2
2.2.3. KOLIČINE BOKSITA I PRATEĆIH NASLAGA.....	2.2-4
2.2.3.1. PRATEĆE NASLAGE-OTKRIVKA	2.2-4
2.2.3.2. UKUPNE KOLIČINE MINERALNE SIROVINE DOBIVENE OGRANIČENJEM POVRŠINSKOG KOPA	2.2-4
2.2.3.3. ISKORIŠTENJE MINERALNE SIROVINE	2.2-5
2.2.3.3.1. EKSPLOATACIJSKI GUBICI.....	2.2-5
2.2.3.3.2. ISKORIŠTENI DIO MINERALNE SIROVINE.....	2.2-5
2.2.3.4. KAPACITET PROIZVODNJE BOKSITA	2.2-5
2.2.3.5. KAPACITET ODLAGALIŠTA	2.2-6
2.2.4. TEHNOLOŠKI PROCES EKSPLOATACIJE BOKSITA.....	2.2-6
2.2.4.1. UKLANJANJE OTKRIVKE BUŠENJEM I MINIRANJEM	2.2-6
2.2.4.1.1. ODREĐIVANJE PARAMETARA MINIRANJA.....	2.2-6
2.2.4.1.2. ODABIR EKSPLOZIVA	2.2-7
2.2.4.1.3. IZRAČUN EKSPLOZIVNOG PUNJENJA	2.2-7
2.2.4.1.4. PUNJENJE MINSKIH BUŠOTINA I AKTIVIRANJE EKSPLOZIVNOG PUNJENJA.....	2.2-7
2.2.4.1.5. USITNJAVANJE IZVANGABARITNIH KOMADA.....	2.2-7
2.2.4.1.6. IZVOĐENJE MINIRANJA.....	2.2-8
2.2.4.1.7. NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA NA BUŠENJU I MINIRANJU.....	2.2-8
2.2.4.2. IZRADA USJEKA.....	2.2-10
2.2.4.3. DOBIVANJE BOKSITA RIPOVANJEM I ZGRTANJEM.....	2.2-11
2.2.4.3.1. KAPACITETI ZA RIPOVANJE I ZGRTANJE.....	2.2-11
2.2.4.3.2. ODABIR STROJA ZA RIPOVANJE I ZGRTANJE	2.2-11
2.2.4.3.3. NORMATIV UTROŠKA POTROŠNOG MATERIJALA NA RIPOVANJU I ZGRTANJU ..	2.2-11

2.2.5. UTOVAR I TRANSPORT	2.2-12
2.2.5.1. TRANSPORTNE DUŽINE	2.2-12
2.2.5.2. VRSTE I KOLIČINE STIJENSKOG MATERIJALA KOJI SE TRANSPORTIRA	2.2-12
2.2.5.3. KAPACITETI ZA UTOVAR I TRANSPORT ODMINIRANOG MATERIJALA	2.2-12
2.2.5.3.1. UTOVAR	2.2-12
2.2.5.3.2. TRANSPORT	2.2-14
2.2.5.4. DIMENZIONIRANJE UTOVARNO-TRANSPORTNIH POVRŠINA	2.2-16
2.2.5.4.1. DIMENZIONIRANJE UTOVARNIH MJESTA	2.2-16
2.2.5.4.2. DIMENZIONIRANJE TRANSPORTNIH CESTA	2.2-17
2.2.5.5. ODABIR STROJEVA ZA UTOVAR I TRANSPORT	2.2-17
2.2.5.6. ODRŽAVANJE UTOVARNO-TRANSPORTNIH STROJEVA I PRILAZNIH CESTA	2.2-17
2.2.5.7. NORMATIVI UTROŠKA POTROŠNOG MATERIJALA NA UTOVARU I TRANSPORTU STIJENSKOG MATERIJALA	2.2-18
2.2.6. ODVODNJA POVRŠINSKOG KOPA	2.2-19
2.2.7. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN RADOVA	2.2-19
2.2.7.1. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN OTKOPAVANJA ETAŽA	2.2-19
2.2.7.2. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN SMJENSKIH RADOVA	2.2-20
2.2.8. OPSKRBA POTROŠAČA PITKOM I TEHNOLOŠKOM VODOM	2.2-21
2.2.9. OPSKRBA POGONSKOM ENERGIJOM	2.2-21
2.2.10. RAZMJEŠTAJ RUDARSKIH OBJEKATA	2.2-21
2.2.11. RADNA SNAGA	2.2-21
2.2.12. UČINAK	2.2-21
2.2.13. GODIŠNJI UTROŠCI POTROŠNIH MATERIJALA I ENERGENATA	2.2-22
2.2.14. MJERE SIGURNOSTI I PROTUPOŽARNE ZAŠTITE	2.2-22
2.2.15. UBLAŽAVANJE UTJECAJA RUDARSKIH RADOVA NA OKOLIŠ TE OBLIKOVANJE I PRENAMJENA OTKOPANIH PROSTORA	2.2-23
2.2.15.1. UBLAŽAVANJE UTJECAJA RUDARSKIH RADOVA NA OKOLIŠ	2.2-23
2.2.15.2. OBLIKOVANJE I MOGUĆA PRENAMJENA OTKOPANIH PROSTORA	2.2-25
2.2.15.2.1. OBLIKOVANJE ZAVRŠNIH RUBOVA POVRŠINSKIH KOPOVA	2.2-25
2.2.15.2.2. MOGUĆA PRENAMJENA OTKOPANIH PROSTORA	2.2-26
2.2.16. TEHNO-EKONOMSKA OCJENA ISPLATIVOSTI PROJEKTA	2.2-26
<hr/>	
2.3. PROJEKTNJA RJEŠENJA POVRŠINSKOG KOPA L-26	2.3-1
2.3.1. OGRANIČENJE POVRŠINSKOG KOPA S ANALIZOM STABILNOSTI KOSINA	2.3-1
2.3.1.1. OGRANIČENJE POVRŠINSKIH KOPOVA	2.3-1
2.3.1.2. PROJEKTNI PARAMETRI POVRŠINSKIH KOPOVA	2.3-2
2.3.1.3. ANALIZA STABILNOSTI KOSINA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA	2.3-2
2.3.2. RAZVOJ POVRŠINSKOG KOPA PO ŠIRINI I VISINI	2.3-2
2.3.3. KOLIČINE BOKSITA I PRATEĆIH NASLAGA	2.3-4
2.3.3.1. PRATEĆE NASLAGE-OTKRIVKA	2.3-4
2.3.3.2. UKUPNE KOLIČINE MINERALNE SIROVINE DOBIVENE OGRANIČENJEM POVRŠINSKOG KOPA	2.3-5
2.3.3.3. ISKORIŠTENJE MINERALNE SIROVINE	2.3-5
2.3.3.3.1. EKSPLOATACIJSKI GUBICI	2.3-5
2.3.3.3.2. ISKORIŠTENI DIO MINERALNE SIROVINE	2.3-5
2.3.3.4. KAPACITET PROIZVODNJE BOKSITA	2.3-6

2.3.3.5. KAPACITET ODLAGALIŠTA	2.3-7
2.3.4. TEHNOLOŠKI PROCES EKSPLOATACIJE BOKSITA	2.3-7
2.3.4.1. UKLANJANJE OTKRIVKE BUŠENJEM I MINIRANJEM	2.3-7
2.3.4.1.1. ODREĐIVANJE PARAMETARA MINIRANJA	2.3-7
2.3.4.1.2. ODABIR EKSPLOZIVA	2.3-8
2.3.4.1.3. IZRAČUN EKSPLOZIVNOG PUNJENJA	2.3-8
2.3.4.1.4. PUNJENJE MINSKIH BUŠOTINA I AKTIVIRANJE EKSPLOZIVNOG PUNJENJA	2.3-8
2.3.4.1.5. USITNJAVANJE IZVANGABARITNIH KOMADA	2.3-8
2.3.4.1.6. IZVOĐENJE MINIRANJA	2.3-8
2.3.4.1.7. NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA NA BUŠENJU I MINIRANJU	2.3-9
2.3.4.2. IZRADA USJEKA	2.3-11
2.3.4.3. DOBIVANJE BOKSITA RIPOVANJEM I ZGRTANJEM	2.3-11
2.3.4.3.1. KAPACITETI ZA RIPOVANJE I ZGRTANJE	2.3-12
2.3.4.3.2. ODABIR STROJA ZA RIPOVANJE I ZGRTANJE	2.3-12
2.3.4.3.3. NORMATIV UTROŠKA POTROŠNOG MATERIJALA NA RIPOVANJU I ZGRTANJU ..	2.3-12
2.3.5. UTOVAR I TRANSPORT	2.3-13
2.3.5.1. TRANSPORTNE DUŽINE	2.3-13
2.3.5.2. VRSTE I KOLIČINE STIJENSKOG MATERIJALA KOJI SE TRANSPORTIRA	2.3-13
2.3.5.3. KAPACITETI ZA UTOVAR I TRANSPORT ODMINIRANOG MATERIJALA	2.3-13
2.3.5.3.1. UTOVAR	2.3-13
2.3.5.3.2. TRANSPORT	2.3-14
2.3.5.4. DIMENZIONIRANJE UTOVARNO-TRANSPORTNIH POVRŠINA	2.3-17
2.3.5.4.1. DIMENZIONIRANJE UTOVARNIH MJESTA	2.3-17
2.3.5.4.2. DIMENZIONIRANJE TRANSPORTNIH CESTA	2.3-18
2.3.5.5. ODABIR STROJEVA ZA UTOVAR I TRANSPORT	2.3-18
2.3.5.6. ODRŽAVANJE UTOVARNO-TRANSPORTNIH STROJEVA I PRILAZNIH CESTA	2.3-18
2.3.5.7. NORMATIVI UTROŠKA POTROŠNOG MATERIJALA NA UTOVARU I TRANSPORTU STIJENSKOG MATERIJALA	2.3-19
2.3.6. ODVODNJA POVRŠINSKOG KOPA	2.3-20
2.3.7. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN RADOVA	2.3-20
2.3.7.1. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN OTKOPAVANJA ETAŽA	2.3-20
2.3.7.2. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN SMJENSKIH RADOVA	2.3-21
2.3.8. OPSKRBA POTROŠAČA PITKOM I TEHNOLOŠKOM VODOM	2.3-22
2.3.9. OPSKRBA POGONSKOM ENERGIJOM	2.3-22
2.3.10. RAZMJETAJ RUDARSKIH OBJEKATA	2.3-22
2.3.11. RADNA SNAGA	2.3-22
2.3.12. UČINAK	2.3-22
2.3.13. GODIŠNJI UTROŠCI POTROŠNIH MATERIJALA I ENERGENATA	2.3-23
2.3.14. MJERE SIGURNOSTI I PROTUPOŽARNE ZAŠTITE	2.3-23
2.3.15. UBLAŽAVANJE UTJECAJA RUDARSKIH RADOVA NA OKOLIŠ TE OBLIKOVANJE I PRENAMJENA OTKOPANIH PROSTORA	2.3-24
2.3.15.1. UBLAŽAVANJE UTJECAJA RUDARSKIH RADOVA NA OKOLIŠ	2.3-24
2.3.15.2. OBLIKOVANJE I MOGUĆA PRENAMJENA OTKOPANIH PROSTORA	2.3-26
2.3.15.2.1. OBLIKOVANJE ZAVRŠNIH RUBOVA POVRŠINSKIH KOPOVA	2.3-26
2.3.15.2.2. MOGUĆA PRENAMJENA OTKOPANIH PROSTORA	2.3-27
2.3.16. TEHNO-EKONOMSKA OCJENA ISPLATIVOSTI PROJEKTA	2.3-27

2.4. PROJEKTNA RJEŠENJA PODZEMNOG KOPA L-27	2.4-1
2.4.1. OTVARANJE I RAZRADA LEŽIŠTA S METODOM OTKOPAVANJA	2.4-1
2.4.1.1. GRANICE LEŽIŠTA I PODZEMNOG OTKOPAVANJA S PRIKAZOM PARAMETARA STABILNOSTI	2.4-1
2.4.1.2. OTVARANJE, RAZRADA I PRIPREMA LEŽIŠTA	2.4-2
2.4.1.2.1. ANALIZA MOGUĆNOSTI I ODABIR NAJPOVOLJNIJEG NAČINA OTVARANJA	2.4-2
2.4.1.2.2. TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA RUDARSKIH RADOVA I ORGANIZACIJA RADA NA OTVARANJU, PRIPREMI I OTKOPIMA	2.4-2
2.4.1.2.3. DIMENZIONIRANJE OTKOPNOG POLJA I OTKOPA	2.4-4
2.4.1.2.4. RAZRADA LEŽIŠTA OBZIROM NA NAČIN OTVARANJA ETAŽA, OTKOPNU METODU, TE TRANSPORT	2.4-5
2.4.1.3. OBRAČUN I ANALIZA KOLIČINE JALOVINE I MINERALNE SIROVINE	2.4-21
2.4.1.3.1. KOLIČINA PRATEĆIH NASLAGA-JALOVINE	2.4-22
2.4.1.3.2. KOLIČINA BOKSITA	2.4-23
2.4.1.4. PLAN PRIPREME LEŽIŠTA I PROIZVODNIH KAPACITETA	2.4-26
2.4.1.4.1. PLAN PRIPREME LEŽIŠTA ZA EKSPLOATACIJU	2.4-26
2.4.1.4.2. PLAN KAPACITETA PROIZVODNJE BOKSITA	2.4-26
2.4.1.4.3. KAPACITET ODLAGALIŠTA	2.4-27
2.4.1.5. OBRADA TEHNOLOŠKOG PROCESA EKSPLOATACIJE S POTREBNOM MEHANIZACIJOM, TE PRIKAZOM I PRORAČUNIMA PO POJEDINIM FAZAMA RADA	2.4-27
2.4.1.5.1. IZRADA PROSTORIJA OTVARANJA-POTKOPA I IZVOZNIH HODNIKA	2.4-28
2.4.1.5.2. IZRADA PROSTORIJA RAZRADE-VENTILACIJSKIH OKANA I SIPKI	2.4-36
2.4.1.5.3. IZRADA PROSTORIJA PRIPREME-SPIRALNIH NISKOPA I HODNIKA	2.4-49
2.4.1.5.4. IZRADA PROSTORIJA OTKOPAVANJA- SMJERNIH, POPREČNIH I OTKOPNIH HODNIKA	2.4-58
2.4.1.5.5. OTKOPAVANJE NATKOPA OTKOPNIH PROSTORIJA	2.4-78
2.4.1.6. ODABIR OPREME	2.4-83
2.4.1.6.1. ODABIR STROJEVA ZA BUŠENJE	2.4-83
2.4.1.6.2. ODABIR STROJEVA ZA UTOVAR I TRANSPORT	2.4-84
2.4.1.6.3. KOMPRESORSKA STANICA	2.4-86
2.4.2. VJETRENJE	2.4-90
2.4.2.1. OPĆE ZNAČAJKE VJETRENJA U PROJEKTIRANIM JAMAMA	2.4-90
2.4.2.2. KONCEPCIJA VJETRENJA JAME LEŽIŠTA L-27 I L-25	2.4-90
2.4.2.3. VJETRENI PROVODNICI JAME LEŽIŠTA L-27 I L-25	2.4-90
2.4.2.4. VJETRENI PUT	2.4-90
2.4.2.5. PRORAČUN POTREBNE KOLIČINE ZRAKA	2.4-90
2.4.2.5.1. POTREBNA KOLIČINA ZRAKA OBZIROM NA GODIŠNJU PROIZVODNJU JAME	2.4-91
2.4.2.5.2. POTREBNA KOLIČINA ZRAKA OBZIROM NA DIZEL MEHANIZACIJU	2.4-92
2.4.2.5.3. UKUPNA KOLIČINA SVJEŽEG ZRAKA KOJU JE POTREBNO DOBAVITI VENTILATOROM Q_{U4}	2.4-93
2.4.2.6. ODABIR GLAVNOG VENTILATORA	2.4-95
2.4.2.7. VJETRENO POSTROJENJE	2.4-96
2.4.2.8. PRORAČUN VREMENA ZA PROVJETRAVANJE RADILIŠTA NAKON MINIRANJA	2.4-97
2.4.2.9. RAZVOĐENJE VJETRENE STRUJE	2.4-97
2.4.2.10. OTPORI VJETRENIH PROVODNIKA	2.4-98
2.4.2.11. SLOBODNA RASPODJELA ZRAKA U VJETRENOJ MREŽI	2.4-100
2.4.2.12. REGULACIJA VJETRENE MREŽE	2.4-101
2.4.2.13. UTROŠAK ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA RAD VENTILATORA	2.4-102
2.4.3 ODVODNJAVANJE I ZAŠTITA OD POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA	2.4-102
2.4.3.1 SVOJSTVA I KOLIČINE POVRŠINSKE I PODZEMNE VODE TE NJIHOV DOTOK U JAMU	2.4-102
2.4.3.2 ODABIR OSNOVNE KONCEPCIJE I RJEŠENJE NAČINA ODVODNJAVANJA	2.4-103
2.4.3.3 RJEŠENJE ZAŠTITE OD IZNENADNE PROVALE POVRŠINSKE	

ILI PODZEMNE VODE U JAMU	2.4-103
2.4.4. VANJSKA MANIPULACIJA ISKOPINOM	2.4-104
2.4.4.1. MANIPULACIJA JALOVINOM.....	2.4-104
2.4.4.2. MANIPULACIJA RUDOM.....	2.4-104
2.4.5. RAZMJESTA J RUDARSKIH OBJEKATA	2.4-104
2.4.5.1. DEPONIJ ZA RUDU S RAMPOM ZA PRESIPAVANJE.....	2.4-104
2.4.5.2. KOMPRESORSKA STANICA S POGONSKOM RADIONICOM.....	2.4-105
2.4.5.3. POGONSKA ZGRADA.....	2.4-105
2.4.5.4. REMIZA.....	2.4-105
2.4.5.5. POMOĆNO SKLADIŠTE EKSPLOZIVA.....	2.4-105
2.4.5.6. SKLADIŠTE GORIVA I MAZIVA.....	2.4-105
2.4.5.7. VODOSPREMNIK ZA PITKU I TEHNOLOŠKU VODU.....	2.4-106
2.4.5.8. OPSKRBA ELEKTRIĆNOM ENERGIJOM.....	2.4-106
2.4.6. RJEŠENJE RASVJETE, SIGNALIZACIJE I SUSTAVA VEZA	2.4-106
2.4.6.1. RJEŠENJE RASVJETE.....	2.4-106
2.4.6.2. RJEŠENJE SIGNALIZACIJE.....	2.4-107
2.4.6.2. RJEŠENJE SUSTAVA VEZE.....	2.4-107
2.4.7. PRIKAZ POTREBNE RADNE SNAGE	2.4-108
2.4.8. PRIKAZ UĆINAKA PO POJEDINIM VRSTAMA	2.4-108
2.4.9. PRIKAZ UTROŠKA GLAVNOG POTROŠNOG MATERIJALA I ENERGENATA	2.4-109
2.4.9.1. NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA PRI IZRADI GLAVNIH PROSTORIJA OTVARANJA I RAZRADE-INVESTICIJSKO RAZDOBLJE	2.4-109
2.4.9.2. NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA PRI RAZVOJU ETAŽA	2.4-110
2.4.10. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN RADOVA	2.4-112
2.4.10.1. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN OTKOPAVANJA ETAŽA	2.4-112
2.4.10.2. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN SMJENSKIH RADOVA	2.4-113
2.4.11. MJERE SIGURNOSTI I ZAŠTITE	2.4-115
2.4.11.1. OPĆENITO O MJERAMA ZAŠTITE	2.4-115
2.4.11.2. MANIPULACIJA EKSPLOZIVNIM SREDSTVIMA	2.4-115
2.4.11.3. ZAŠTITA NA RADU U JAMI	2.4-115
2.4.11.3.1. POSEBNE MJERE ZAŠTITE PRI OTKOPAVANJU	2.4-116
2.4.11.3.2. POSEBNE MJERE ZAŠTITE PRI RADU S UTOVARNO-TRANSPORTNIM STROJEM CAVO-310	2.4-117
2.4.11.3.3. POSEBNE MJERE ZAŠTITE PRI RADU S DIZEL UTOVARNO- TRANSPORTNIM STROJEVIMA	2.4-118
2.4.11.3.4. POSEBNE MJERE ZAŠTITE KOD PRIJEVOZA S AKU-LOKOMOTIVAMA	2.4-118
2.4.11.3.5. POSEBNE MJERE ZAŠTITE KOD IZRADE KOSIH OKANA ODOZDO NAGORE POKRETNOM SKELOM NA VOĐICI TIPA STH-5	2.4-119
2.4.11.3.6. POSEBNE MJERE ZAŠTITE ZA SIPKE U EKSPLOATACIJI	2.4-122
2.4.11.3.7. ZAŠTITA OD OPASNIH PLINOVA	2.4-124
2.4.11.3.8. ZAŠTITA OD MINERALNE PRAŠINE	2.4-124
2.4.11.3.9. ZAŠTITA OD PROVALE VODE	2.4-125
2.4.11.3.10. ZAŠTITA OD POŽARA	2.4-125
2.4.11.4. ZAŠTITNE MJERE NA POVRŠINI	2.4-125
2.4.11.5. ZAŠTITA OD ELEKTRIĆNE ENERGIJE	2.4-126
2.4.12. TEHNO-EKONOMSKA OCJENA ISPLATIVOSTI PODZEMNE EKSPLOATACIJE LEŽIŠTA L-27	2.4-128

2.5. PROJEKTNJA RJEŠENJA PODZEMNOG KOPA L-24	2.5-1
2.5.1. OTVARANJE I RAZRADA LEŽIŠTA S METODOM OTKOPAVANJA	2.5-1
2.5.1.1. GRANICE LEŽIŠTA I PODZEMNOG OTKOPAVANJA S PRIKAZOM PARAMETARA STABILNOSTI	2.5-1
2.5.1.2. OTVARANJE, RAZRADA I PRIPREMA LEŽIŠTA	2.5-1
2.5.1.2.1. ANALIZA MOGUĆNOSTI I ODABIR NAJPOVOLJNIJEG NAČINA OTVARANJA	2.5-1
2.5.1.2.2. TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA RUDARSKIH RADOVA I ORGANIZACIJA RADA NA OTVARANJU, PRIPREMI I OTKOPIMA	2.5-2
2.5.1.2.3. DIMENZIONIRANJE OTKOPNOG POLJA I OTKOPA	2.5-4
2.5.1.2.4. RAZRADA LEŽIŠTA OBZIROM NA NAČIN OTVARANJA ETAŽA, OTKOPNU METODU, TE TRANSPORT	2.5-4
2.5.1.3. OBRAČUN I ANALIZA KOLIČINE JALOVINE I MINERALNE SIROVINE	2.5-8
2.5.1.3.1. KOLIČINA PRATEĆIH NASLAGA-JALOVINE	2.5-8
2.5.1.3.2. KOLIČINA BOKSITA	2.5-9
2.5.1.4. PLAN PRIPREME LEŽIŠTA I PROIZVODNIH KAPACITETA	2.5-11
2.5.1.4.1. PLAN PRIPREME LEŽIŠTA ZA EKSPLOATACIJU	2.5-11
2.5.1.4.2. PLAN KAPACITETA PROIZVODNJE BOKSITA	2.5-12
2.5.1.4.3. KAPACITET ODLAGALIŠTA	2.5-12
2.5.1.5. OBRADA TEHNOLOŠKOG PROCESA EKSPLOATACIJE S POTREBNOM MEHANIZACIJOM, TE PRIKAZOM I PRORAČUNIMA PO POJEDINIM FAZAMA RADA	2.5-12
2.5.1.5.1. IZRADA PROSTORIJA OTVARANJA I RAZRADE	2.5-13
2.5.1.5.2. IZRADA PROSTORIJA PRIPREME	2.5-18
2.5.1.5.3. IZRADA PROSTORIJA OTKOPAVANJA	2.5-18
2.5.1.5.4. OTKOPAVANJE NATKOPA OTKOPNIH PROSTORIJA	2.5-23
2.5.1.6. ODABIR OPREME	2.5-26
2.5.2. VJETRENJE	2.5-27
2.5.2.1. KONCEPCIJA VJETRENJA JAME LEŽIŠTA L-24	2.5-27
2.5.2.2. VJETRENI PROVODNICI JAME LEŽIŠTA L-24	2.5-27
2.5.2.3. VJETRENI PUT	2.5-27
2.5.2.4. PRORAČUN POTREBNE KOLIČINE ZRAKA	2.5-28
2.5.2.4.1. POTREBNA KOLIČINA ZRAKA OBZIROM NA GODIŠNJU PROIZVODNJU JAME ..	2.5-28
2.5.2.4.2. POTREBNA KOLIČINA ZRAKA OBZIROM NA DIZEL MEHANIZACIJU	2.5-28
2.5.2.4.3. POTREBNA KOLIČINA ZRAKA OBZIROM NA BROJ ZAPOSLENIH	2.5-30
2.5.2.4.4. POTREBNA KOLIČINA ZRAKA OBZIROM NA GUBITKE UZDUŽ VENTILACIJSKE CIJEVI	2.5-30
2.5.2.4.5. UKUPNA KOLIČINA SVJEŽEG ZRAKA KOJU JE POTREBNO DOBAVITI VENTILATOROM Q _{U4}	2.5-30
2.5.2.5. ODABIR GLAVNOG VENTILATORA	2.5-30
2.5.2.6. VJETRENO POSTROJENJE	2.5-32
2.5.2.7. PRORAČUN VREMENA ZA PROVJETRANJE RADILIŠTA NAKON MINIRANJA	2.5-32
2.5.2.8. RAZVOĐENJE VJETRENE STRUJE	2.5-33
2.5.2.9. OTPORI VJETRENIH PROVODNIKA	2.5-33
2.5.2.10. SLOBODNA RASPODJELA ZRAKA U VJETRENOJ MREŽI	2.5-34
2.5.2.11. REGULACIJA VJETRENE MREŽE	2.5-35
2.5.2.12. UTROŠAK ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA RAD VENTILATORA	2.5-36
2.5.3 ODVODNJAVANJE I ZAŠTITA OD POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA	2.5-37
2.5.3.1 SVOJSTVA I KOLIČINE POVRŠINSKE I PODZEMNE VODE TE NJIHOV DOTOK U JAMU	2.5-37
2.5.3.2 ODABIR OSNOVNE KONCEPCIJE I RJEŠENJE NAČINA ODVODNJAVANJA	2.5-37
2.5.3.3 RJEŠENJE ZAŠTITE OD IZNENADNE PROVALE POVRŠINSKE ILI PODZEMNE VODE U JAMU	2.5-38

2.5.4. VANJSKA MANIPULACIJA ISKOPINOM	2.5-38
2.5.4.1. MANIPULACIJA JALOVINOM	2.5-38
2.5.4.2. MANIPULACIJA RUDOM	2.5-38
2.5.5. RAZMJESTA J RUDARSKIH OBJEKATA	2.5-38
2.5.6. RJEŠENJE RASVJETE, SIGNALIZACIJE I SUSTAVA VEZA	2.5-38
2.5.6.1. RJEŠENJE RASVJETE	2.5-38
2.5.6.2. RJEŠENJE SIGNALIZACIJE	2.5-38
2.5.6.2. RJEŠENJE SUSTAVA VEZE	2.5-39
2.5.7. PRIKAZ POTREBNE RADNE SNAGE	2.5-39
2.5.8. PRIKAZ UČINAKA PO POJEDINIM VRSTAMA	2.5-40
2.5.9. PRIKAZ UTROŠKA GLAVNOG POTROŠNOG MATERIJALA I ENERGENATA	2.5-40
2.5.9.1. NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA PRI IZRADI GLAVNIH PROSTORIJA OTVARANJA I RAZRADE-INVESTICIJSKO RAZDOBLJE	2.5-40
2.5.9.2. NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA PRI RAZVOJU ETAŽA	2.5-40
2.5.10. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN RADOVA	2.5-42
2.5.10.1. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN OTKOPAVANJA ETAŽA	2.5-42
2.5.10.2. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN SMJENSKIH RADOVA	2.5-43
2.5.11. MJERE SIGURNOSTI I ZAŠTITE	2.5-43
2.5.12. TEHNO-EKONOMSKA OCJENA ISPLATIVOSTI PODZEMNE EKSPLOATACIJE LEŽIŠTA L-27	2.5-43
<hr/>	
2.6. PROJEKTN A RJEŠENJA PODZEMNOG KOPA L-34	2.6-1
2.6.1. OTVARANJE I RAZRADA LEŽIŠTA S METODOM OTKOPAVANJA	2.6-1
2.6.1.1. GRANICE LEŽIŠTA I PODZEMNOG OTKOPAVANJA S PRIKAZOM PARAMETARA STABILNOSTI	2.6-1
2.6.1.2. OTVARANJE, RAZRADA I PRIPREMA LEŽIŠTA	2.6-2
2.6.1.2.1. ANALIZA MOGUĆNOSTI I ODABIR NAJPOVOLJNIJEG NAČINA OTVARANJA	2.6-2
2.6.1.2.2. TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA RUDARSKIH RADOVA I ORGANIZACIJA RADA NA OTVARANJU, PRIPREMI I OTKOPIMA	2.6-2
2.6.1.2.3. DIMENZIONIRANJE OTKOPNOG POLJA I OTKOPA	2.6-4
2.6.1.2.4. RAZRADA LEŽIŠTA OBZIROM NA NAČIN OTVARANJA ETAŽA, OTKOPNU METODU, TE TRANSPORT	2.6-4
2.6.1.3. OBRAČUN I ANALIZA KOLIČINE JALOVINE I MINERALNE SIROVINE	2.6-14
2.6.1.3.1. KOLIČINA PRATEĆIH NASLAGA-JALOVINE	2.6-14
2.6.1.3.2. KOLIČINA BOKSITA	2.6-15
2.6.1.4. PLAN PRIPREME LEŽIŠTA I PROIZVODNIH KAPACITETA	2.6-18
2.6.1.4.1. PLAN PRIPREME LEŽIŠTA ZA EKSPLOATACIJU	2.6-18
2.6.1.4.2. PLAN KAPACITETA PROIZVODNJE BOKSITA	2.6-18
2.6.1.4.3. KAPACITET ODLAGALIŠTA	2.6-19
2.6.1.5. OBRADA TEHNOLOŠKOG PROCESA EKSPLOATACIJE S POTREBNO M MEHANIZACIJOM, TE PRIKAZOM I PRORAČUNIMA PO POJEDINIM FAZAMA RADA	2.6-19
2.6.1.5.1. IZRADA PROSTORIJA OTVARANJA-POTKOPA I IZVOZNIH HODNIKA	2.6-19
2.6.1.5.2. IZRADA PROSTORIJA RAZRADE-VENTILACIJSKIH OKANA I SIPKI	2.6-28
2.6.1.5.3. IZRADA PROSTORIJA PRIPREME-SPIRALNIH NISKOPA I HODNIKA	2.6-38
2.6.1.5.4. IZRADA PROSTORIJA OTKOPAVANJA- SMJERNIH, POPREČNIH I OTKOPNIH HODNIKA	2.6-43

2.6.1.5.5. OTKOPAVANJE NATKOPA OTKOPNIH PROSTORIJA	2.6-52
2.6.1.6. ODABIR OPREME	2.6-55
2.6.2. VJETRENJE	2.6-56
2.6.2.1. KONCEPCIJA VJETRENJA JAME LEŽIŠTA L-34.....	2.6-56
2.6.2.2. VJETRENI PROVODNICI JAME LEŽIŠTA L-27 I L-25	2.6-56
2.6.2.3. VJETRENI PUT	2.6-56
2.6.2.4. PRORAČUN POTREBNE KOLIČINE ZRAKA.....	2.6-56
2.6.2.4.1. POTREBNA KOLIČINA ZRAKA OBZIROM NA GODIŠNJU PROIZVODNJU JAME	2.6-57
2.6.2.4.2. UKUPNA KOLIČINA SVJEŽEG ZRAKA KOJU JE POTREBNO DOBAVITI VENTILATOROM Q_{U4}	2.6-57
2.6.2.5. ODABIR GLAVNOG VENTILATORA	2.6-58
2.6.2.6. VJETRENO POSTROJENJE.....	2.6-59
2.6.2.7. PRORAČUN VREMENA ZA PROVJETRANJE RADILIŠTA NAKON MINIRANJA	2.6-60
2.6.2.8. RAZVOĐENJE VJETRENE STRUJE	2.6-60
2.6.2.9. OTPORI VJETRENIH PROVODNIKA.....	2.6-61
2.6.2.10. SLOBODNA RASPODJELA ZRAKA U VJETRENOJ MREŽI	2.6-61
2.6.2.11. REGULACIJA VJETRENE MREŽE	2.6-62
2.6.2.12. UTROŠAK ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA RAD VENTILATORA	2.6-62
2.6.3 ODVODNJAVANJE I ZAŠTITA OD POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA	2.6-63
2.6.3.1 SVOJSTVA I KOLIČINE POVRŠINSKE I PODZEMNE VODE TE NJIHOV DOTOK U JAMU	2.6-63
2.6.3.2 ODABIR OSNOVNE KONCEPCIJE I RJEŠENJE NAČINA ODVODNJAVANJA	2.6-64
2.6.3.3 RJEŠENJE ZAŠTITE OD IZNENADNE PROVALE POVRŠINSKE ILI PODZEMNE VODE U JAMU.....	2.6-64
2.6.4. VANJSKA MANIPULACIJA ISKOPINOM	2.6-64
2.6.5. RAZMJESTAJ RUDARSKIH OBJEKATA	2.6-65
2.6.5.1. DEPONIJ ZA RUDU S RAMPOM ZA PRESIPAVANJE.....	2.6-65
2.6.5.2. KOMPRESORSKA STANICA S POGONSKOM RADIONICOM	2.6-65
2.6.5.3. POGONSKA ZGRADA	2.6-65
2.6.5.4. POMOĆNO SKLADIŠTE EKSPLOZIVA	2.6-66
2.6.5.5. SKLADIŠTE GORIVA I MAZIVA	2.6-66
2.6.5.6. VODOSPREMNIK ZA PITKU I TEHNOLOŠKU VODU	2.6-66
2.6.5.7. OPSKRBA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM.....	2.6-66
2.6.6. RJEŠENJE RASVJETE, SIGNALIZACIJE I SUSTAVA VEZA	2.6-67
2.6.6.1. RJEŠENJE RASVJETE.....	2.6-67
2.6.6.2. RJEŠENJE SIGNALIZACIJE	2.6-67
2.6.6.2. RJEŠENJE SUSTAVA VEZE	2.6-68
2.6.7. PRIKAZ POTREBNE RADNE SNAGE	2.6-68
2.6.8. PRIKAZ UČINAKA PO POJEDINIM VRSTAMA	2.6-68
2.6.9. PRIKAZ UTROŠKA GLAVNOG POTROŠNOG MATERIJALA I ENERGENATA	2.6-69
2.6.9.1. NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA PRI IZRADI GLAVNIH PROSTORIJA OTVARANJA I RAZRADE-INVESTICIJSKO RAZDOBLJE	2.6-69
2.6.9.2. NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA PRI RAZVOJU ETAŽA	2.6-70
2.6.10. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN RADOVA	2.6-72
2.6.10.1. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN OTKOPAVANJA ETAŽA	2.6-73
2.6.10.2. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN SMJENSKIH RADOVA	2.6-74

2.6.11. MJERE SIGURNOSTI I ZAŠTITE	2.6-74
2.6.12. TEHNO-EKONOMSKA OCJENA ISPLATIVOSTI PODZEMNE EKSPLOATACIJE LEŽIŠTA L-34	2.6-75
<hr/>	
2.7. PROJEKTNJA RJEŠENJA PODZEMNOG KOPA L-25	2.7-1
2.7.1. OTVARANJE I RAZRADA LEŽIŠTA S METODOM OTKOPAVANJA	2.7-1
2.7.1.1. GRANICE LEŽIŠTA I PODZEMNOG OTKOPAVANJA S PRIKAZOM PARAMETARA STABILNOSTI	2.7-1
2.7.1.2. OTVARANJE, RAZRADA I PRIPREMA LEŽIŠTA	2.7-2
2.7.1.2.1. ANALIZA MOGUĆNOSTI I ODABIR NAJPOVOLJNIJEG NAČINA OTVARANJA	2.7-2
2.7.1.2.2. TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA RUDARSKIH RADOVA I ORGANIZACIJA RADA NA OTVARANJU, PRIPREMI I OTKOPIMA	2.7-2
2.7.1.2.3. DIMENZIONIRANJE OTKOPNOG POLJA I OTKOPA	2.7-5
2.7.1.2.4. RAZRADA LEŽIŠTA OBZIROM NA NAČIN OTVARANJA ETAŽA, OTKOPNU METODU, TE TRANSPORT	2.7-5
2.7.1.3. OBRAČUN I ANALIZA KOLIČINE JALOVINE I MINERALNE SIROVINE	2.7-25
2.7.1.3.1. KOLIČINA PRATEĆIH NASLAGA-JALOVINE	2.7-25
2.7.1.3.2. KOLIČINA BOKSITA	2.7-26
2.7.1.4. PLAN PRIPREME LEŽIŠTA I PROIZVODNIH KAPACITETA	2.7-30
2.7.1.4.1. PLAN PRIPREME LEŽIŠTA ZA EKSPLOATACIJU	2.7-30
2.7.1.4.2. PLAN KAPACITETA PROIZVODNJE BOKSITA	2.7-30
2.7.1.4.3. KAPACITET ODLAGALIŠTA	2.7-31
2.7.1.5. OBRADA TEHNOLOŠKOG PROCESA EKSPLOATACIJE S POTREBNOM MEHANIZACIJOM, TE PRIKAZOM I PRORAČUNIMA PO POJEDINIM FAZAMA RADA	
2.7.1.5.1. IZRADA PROSTORIJA OTVARANJA-POTKOPA I IZVOZNIH HODNIKA	2.7-31
2.7.1.5.2. IZRADA PROSTORIJA RAZRADE-VENTILACIJSKIH OKANA I SIPKI	2.7-36
2.7.1.5.3. IZRADA PROSTORIJA PRIPREME-SPIRALNIH NISKOPA I HODNIKA	2.7-43
2.7.1.5.4. IZRADA PROSTORIJA OTKOPAVANJA- SMJERNIH, POPREČNIH I OTKOPNIH HODNIKA	2.7-48
2.7.1.5.5. OTKOPAVANJE NATKOPA OTKOPNIH PROSTORIJA	2.7-60
2.7.1.6. ODABIR OPREME	2.7-64
2.7.2. VJETRENJE	2.7-64
2.7.2.1. KONCEPCIJA VJETRENJA JAME LEŽIŠTA L-27 I L-25	2.7-64
2.7.2.2. VJETRENI PROVODNICI JAME LEŽIŠTA L-27 I L-25	2.7-64
2.7.2.3. VJETRENI PUT	2.7-64
2.7.2.4. PRORAČUN POTREBNE KOLIČINE ZRAKA	2.7-65
2.7.2.4.1. POTREBNA KOLIČINA ZRAKA OBZIROM NA GODIŠNJU PROIZVODNJU JAME ..	2.7-65
2.7.2.4.2. POTREBNA KOLIČINA ZRAKA OBZIROM NA DIZEL MEHANIZACIJU	2.7-65
2.7.2.4.3. UKUPNA KOLIČINA SVJEŽEG ZRAKA KOJU JE POTREBNO DOBAVITI VENTILATOROM Q_{U4}	2.7-66
2.7.2.5. ODABIR GLAVNOG VENTILATORA	2.7-66
2.7.2.6. VJETRENO POSTROJENJE	2.7-67
2.7.2.7. PRORAČUN VREMENA ZA PROVJETRANJE RADILIŠTA NAKON MINIRANJA	2.7-67
2.7.2.8. RAZVOĐENJE VJETRENE STRUJE	2.7-67
2.7.2.9. SLOBODNA RASPODJELA ZRAKA U VJETRENOJ MREŽI	2.7-68
2.7.2.10. REGULACIJA VJETRENE MREŽE	2.7-68
2.7.2.11. UTROŠAK ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA RAD VENTILATORA	2.7-69
2.7.3 ODVODNJAVANJE I ZAŠTITA OD POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA	2.7-69

2.7.3.1 SVOJSTVA I KOLIČINE POVRŠINSKE I PODZEMNE VODE TE NJIHOV DOTOK U JAMU	2.7-69
2.7.3.2 ODABIR OSNOVNE KONCEPCIJE I RJEŠENJE NAČINA ODVODNJAVANJA	2.7-69
2.7.3.3 RJEŠENJE ZAŠTITE OD IZNENADNE PROVALE POVRŠINSKE ILI PODZEMNE VODE U JAMU.....	2.7-70
2.7.4. VANJSKA MANIPULACIJA ISKOPINOM	2.7-70
2.7.4.1. MANIPULACIJA JALOVINOM	2.7-70
2.7.4.2. MANIPULACIJA RUDOM	2.7-70
2.7.5. RAZMJESTA J RUDARSKIH OBJEKATA	2.7-71
2.7.6. RJEŠENJE RASVJETE, SIGNALIZACIJE I SUSTAVA VEZA	2.7-71
2.7.6.1. RJEŠENJE RASVJETE.....	2.7-71
2.7.6.2. RJEŠENJE SIGNALIZACIJE	2.7-71
2.7.6.2. RJEŠENJE SUSTAVA VEZE	2.7-72
2.7.7. PRIKAZ POTREBNE RADNE SNAGE	2.7-72
2.7.8. PRIKAZ UČINAKA PO POJEDINIM VRSTAMA	2.7-73
2.7.9. PRIKAZ UTROŠKA GLAVNOG POTROŠNOG MATERIJALA I ENERGENATA	2.7-73
2.7.9.1. NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA PRI IZRADI GLAVNIH PROSTORIJA OTVARANJA I RAZRADE-INVESTICIJSKO RAZDOBLJE	2.7-73
2.7.9.2. NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA PRI RAZVOJU ETAŽA	2.7-75
2.7.10. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN RADOVA	2.7-77
2.7.10.1. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN OTKOPAVANJA ETAŽA	2.7-77
2.7.10.2. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN SMJENSKIH RADOVA	2.7-78
2.7.11. MJERE SIGURNOSTI I ZAŠTITE	2.7-78
2.7.12. TEHNO-EKONOMSKA OCJENA ISPLATIVOSTI PODZEMNE EKSPLOATACIJE LEŽIŠTA L-27	2.7-79

LITERATURA

POPIS SLIKA

OPĆI DIO

Slika 1.1 Prikaz podjele eksploatacijskog polja "Bešpelj" po vertikali i horizontali, s pozicijom ležišta boksita.....	1-26
--	------

PROJEKTNJA RJEŠENJA IZVOĐENJA RUDARSKIH RADOVA

Slika 2.0-1 Položaj kontaktne plohe, ležišta boksita i prostorija otvaranja	2.0-1
---	-------

POVRŠINSKI KOP L-35

Slika 2.1-1 Grafički prikaz parametara analize stabilnosti etažne kosine u boksitu, M 1:250	2.1-4
Slika 2.1-2 Grafički prikaz parametara analize stabilnosti etažne kosine u stijeni, M 1:250	2.1-4
Slika 2.1-3 Grafički prikaz parametara analize stabilnosti završne kosine, M 1:500	2.1-5
Slika 2.1-4 Shema parametara miniranja s konstrukcijom punjenja bušotine i načinom aktiviranja minskog polja detonirajućim štapinom	2.1-15
Slika 2.1-5 Shema aktiviranja minskog polja sustavom Nonel.....	2.1-17
Slika 2.1-6 Shema sekundarnog usitnjavanja kamena hidrauličkim čekićem	2.1-18
Slika 2.1-7 Shema aktiviranja minskog polja pri izradi usjeka.....	2.1-25
Slika 2.1-8 Shema konstrukcijskih parametara buldozera	2.1-28
Slika 2.1-9 Shema utovara odminiranog materijala u usjeku.....	2.1-35
Slika 2.1-10 Dimenzije transportne ceste.....	2.1-36
Slika 2.1-11 Dinamika i vremenski plan izvođenja radova	2.1-39
Slika 2.1-12 3D prikaz završnog stanja površinskog kopa L-35.....	2.1-54

POVRŠINSKI KOP L-20

Slika 2.2-1 Dinamika i vremenski plan izvođenja radova	2.2-20
Slika 2.2-2 3D prikaz završnog stanja površinskog kopa L-20.....	2.2-25

POVRŠINSKI KOP L-26

Slika 2.3-1 Dinamika i vremenski plan izvođenja radova	2.3-21
Slika 2.3-2 3D prikaz završnog stanja površinskog kopa L-26.....	2.3-26

PODZEMNI KOP L-27

Slika 2.4.1 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 795	2.4-9
Slika 2.4.2 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 787,5	2.4-10
Slika 2.4.3 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 780	2.4-11
Slika 2.4.4 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 772,5	2.4-12
Slika 2.4.5 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 765	2.4-13
Slika 2.4.6 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 757,5	2.4-14

Slika 2.4.7 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 750	2.4-15
Slika 2.4.8 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 742,5	2.4-16
Slika 2.4.9 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 735	2.4-17
Slika 2.4.10 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 727,5	2.4-18
Slika 2.4-11 Shematski prikaz podetažne metode otkopavanja, na primjeru razvoja etaže 742,5, M1:500.....	2.4-21
Slika 2.4-12 Dimenzionirani presjek glavnih prostorija	2.4-28
Slika 2.4-13 Raspored mina s redoslijedom paljenja mina milisekundnim upaljačima pri izradi potkopa i glavnih hodnika	2.4-31
Slika 2.4-14 Konstrukcija minske bušotine pri izradi potkopa i glavnih hodnika	2.4-31
Slika 2.4-15 Podgrađivanje hodnika u zonama ekstremno nepovoljnih uvjeta (trošnih stijena)	2.4-33
Slika 2.4-16 Dimenzionirani presjek kosih okana i sipke	2.4-37
Slika 2.4-17 Konstrukcija i osiguranje istakajućeg otvora sipke	2.4-39
Slika 2.4-18 Dimenzionirani presjek navozišta.....	2.4-40
Slika 2.4-19 Raspored mina s redoslijedom paljenja mina milisekundnim upaljačima pri izradi kosih okana i uskopa	2.4-44
Slika 2.4-20 Konstrukcija minske bušotine pri izradi kosih okana i uskopa	2.4-44
Slika 2.4-21 Dimenzionirani presjek pripremnih prostorija.....	2.4-49
Slika 2.4-22 Raspored mina s redoslijedom paljenja mina milisekundnim upaljačima pri izradi spiralnog niskopa i pripremnog hodnika	2.4-52
Slika 2.4-23 Konstrukcija minske bušotine pri izradi niskopa i pripremnog hodnika	2.4-52
Slika 2.4-24 Shematski prikaz jamskog dizel utovarivača.....	2.4-54
Slika 2.4-25 Dimenzionirani presjek otkopnih prostorija	2.4-58
Slika 2.4-26 Raspored mina s redoslijedom paljenja mina milisekundnim upaljačima pri izradi spiralnog niskopa i pripremnog hodnika	2.4-61
Slika 2.4-27 Konstrukcija minske bušotine pri izradi niskopa i pripremnog hodnika.....	2.4-61
Slika 2.4-28 Shema glavnog transportnog puta	2.4-61
Slika 2.4-29 Dijagram kapaciteta i dimenzije utovarivača CAVO -310 i 511L	2.4-64
Slika 2.4-30 Shema bušenja i miniranja otkopa (presjek poprečnih i otkopnih hodnika)	2.4-78
Slika 2.4-31 Karakteristika ventilatora "Korfmann" AL 16-900	2.4-96
Slika 2.4-32 Prikaz vremenskog plana i dinamike izrade podzemnih prostorija i eksploatacije ležišta L-27	2.4-112
Slika 2.4-33 Smjenski rad pri izradi potkopa i glavnih hodnika.....	2.4-113
Slika 2.4-34 Smjenski rad pri izradi kosog okna i sipke	2.4-113
Slika 2.4-35 Smjenski rad pri izradi pripremnih prostorija.....	2.4-114
Slika 2.4-36 Smjenski rad pri izradi otkopnih hodnika.....	2.4-114
Slika 2.4-37 Smjenski rad pri eksploataciji otvorenih otkopa	2.4-114

PODZEMNI KOP L-24

Slika 2.5-1 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 662,5	2.5-5
Slika 2.5-2 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 655	2.5-6
Slika 2.5-3 Karakteristika ventilatora "Korfmann" AL 8-110	2.5-31
Slika 2.5-4 Prikaz vremenskog plana i dinamike izrade podzemnih prostorija i eksploatacije ležišta L-24	2.5-42

PODZEMNI KOP L-34

Slika 2.6-1 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 847,5	2.6-7
Slika 2.6-2 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 840	2.6-8

Slika 2.6-3	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 832,5	2.6-9
Slika 2.6-4	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 825	2.6-10
Slika 2.6-5	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 817,5	2.6-11
Slika 2.6-6	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 810	2.6-12
Slika 2.6-7	Dimenzionirani presjek izvoznog niskopa i hodnika.....	2.6-21
Slika 2.6-8	Raspored mina s redosljedom paljenja mina milisekundnim upaljačima pri izradi potkopa i glavnih hodnika	2.6-23
Slika 2.6-9	Konstrukcija minske bušotine pri izradi potkopa i glavnih hodnika	2.6-24
Slika 2.6-10	Podgrađivanje hodnika u zonama ekstremno nepovoljnih uvjeta (trošnih stijena)	2.6-26
Slika 2.6-11	Dimenzionirani presjek sipke	2.6-29
Slika 2.6-12	Raspored mina s redosljedom paljenja mina milisekundnim upaljačima pri izradi kosog okna 2 x 2 m	2.6-35
Slika 2.6-13	Konstrukcija minske bušotine pri izradi kosog okna 2 x 2 m.....	2.6-35
Slika 2.6-14	Konstruktivni dijelovi transportne trake	2.6-46
Slika 2.6-15	Nosiva konstrukcija	2.6-46
Slika 2.6-16	Pogonski bubanj.....	2.6-47
Slika 2.6-17	Položaj pogonskog bubnja.....	2.6-47
Slika 2.6-18	Shema poprečnog presjeka transportera	2.6-48
Slika 2.6-19	Karakteristika ventilatora.....	2.6-59
Slika 2.6-20	Prikaz vremenskog plana i dinamike izrade podzemnih prostorija i eksploatacije ležišta L-34	2.6-73
Slika 2.6-21	Smjenski rad pri izradi niskopa i hodnika 810	2.6-74

PODZEMNI KOP L-25

Slika 2.7-1	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 735	2.7-10
Slika 2.7-2	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 727,5	2.7-11
Slika 2.7-3	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 720	2.7-12
Slika 2.7-4	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 712,5	2.7-13
Slika 2.7-5	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 705	2.7-14
Slika 2.7-6	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 697,5	2.7-15
Slika 2.7-7	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 690	2.7-16
Slika 2.7-8	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 682,5	2.7-17
Slika 2.7-9	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 675	2.7-18
Slika 2.7-10	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 667,5	2.7-19
Slika 2.7-11	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 660	2.7-20
Slika 2.7-12	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 652,5	2.7-21
Slika 2.7-13	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 645	2.7-22
Slika 2.7-14	Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 637,5	2.7-23
Slika 2.7-15	Prikaz vremenskog plana i dinamike izrade podzemnih prostorija i eksploatacije ležišta L-25	2.7-77

POPIS TABLICA

OPĆI DIO

Tablica 1.1	Rezultati analize ostvarene efektivnosti	1-8
Tablica 1.2	Kavoća ležišta boksita u eksploatacijskom polju "Bešpelj"	1-18
Tablica 1.3	Eksploatacijske rezerve boksita po ležištima i ukupno (metoda paralelnih presj.).....	1-20
Tablica 1.4	Proračun metodom srednje aritmetičke debljine.....	1-21

PROJEKTNA RJEŠENJA IZVOĐENJA RUDARSKIH RADOVA

POVRŠINSKI KOP L-35

Tablica 2.1-1	Usvojeni fizičko-mehanički parametri boksita i stjenskog masiva za eksploatacijsko polje "Bešpelj"	2.1-2
Tablica 2.1-2	Rezultati analize stabilnosti kosina za površinski kop L-35	2.1-3
Tablica 2.1-3	Ukupni obujam boksita i pratećih stijena, nakon otkopavanja površinskog kopa L-35	2.1-8
Tablica 2.1-4	Eksploatacijske rezerve površinskog kopa L-35.....	2.1-9
Tablica 2.1-5	Tehnički podaci o ležištu L-35	2.1-9
Tablica 2.1-6	Strojevi i oprema za rad na površinskom kopu L-35	2.1-10
Tablica 2.1-7	Tehničke značajke eksploziva.....	2.1-13
Tablica 2.1-8	Parametri bušenja i miniranja pri otkopavanju etaže	2.1-14
Tablica 2.1-9	Tehnički parametri hidrauličkog otkopnog čekića	2.1-18
Tablica 2.1-10	Normativ utroška materijala s godišnjim potrebama za bušenje	2.1-24
Tablica 2.1-11	Godišnje potrebe za eksplozivnim sredstvima.....	2.1-24
Tablica 2.1-12	Normativi utroška materijala na ripovanju i guranju.....	2.1-28
Tablica 2.1-13	Normativi utroška materijala na utovaru	2.1-37
Tablica 2.1-14	Normativi utroška materijala na transportu	2.1-37
Tablica 2.1-15	Godišnja potrošnja energenata i materijala na utovaru i transportu	2.1-37
Tablica 2.1-16	Struktura i broj radnika za rad na površinskom kopu L-35	2.1-41
Tablica 2.1-17	Ukupni godišnji utrošci i normativi energenata i potrošnih materijala.....	2.1-42
Tablica 2.1-18	Vrijednost opreme za eksploataciju kamenoloma	2.1-55
Tablica 2.1-19	Proračun proizvodne cijene te godišnjih i ukupnih troškova realizacije zahvata	2.1-55

POVRŠINSKI KOP L-20

Tablica 2.2-1	Ukupni obujam boksita i pratećih stijena, nakon otkopavanja površinskog kopa L-20	2.2-4
Tablica 2.2-2	Eksploatacijske rezerve površinskog kopa L-20.....	2.2-5
Tablica 2.2-3	Tehnički podaci o ležištu L-20	2.2-5
Tablica 2.2-4	Normativ utroška materijala s godišnjim potrebama za bušenje	2.2-10
Tablica 2.2-5	Godišnje potrebe za eksplozivnim sredstvima.....	2.2-10
Tablica 2.2-6	Normativi utroška materijala na ripovanju i guranju.....	2.2-11
Tablica 2.2-7	Normativi utroška materijala na utovaru	2.2-18
Tablica 2.2-8	Normativi utroška materijala na transportu	2.2-18
Tablica 2.2-9	Godišnja potrošnja energenata i materijala na utovaru i transportu	2.2-18
Tablica 2.2-10	Struktura i broj radnika za rad na površinskom kopu L-20	2.2-21
Tablica 2.2-11	Ukupni godišnji utrošci i normativi energenata i potrošnih materijala.....	2.2-22
Tablica 2.2-12	Proračun proizvodne cijene te godišnjih i ukupnih troškova realizacije zahvata	2.2-26

POVRŠINSKI KOP L-26

Tablica 2.3-1 Ukupni obujam boksita i pratećih stijena, nakon otkopavanja površinskog kopa L-20	2.3-5
Tablica 2.3-2 Eksploatacijske rezerve površinskog kopa L-20.....	2.3-6
Tablica 2.3-3 Tehnički podaci o ležištu L-20	2.3-6
Tablica 2.3-4 Normativ utroška materijala s godišnjim potrebama za bušenje	2.3-11
Tablica 2.3-5 Godišnje potrebe za eksplozivnim sredstvima.....	2.3-11
Tablica 2.3-6 Normativi utroška materijala na ripovanju i guranju	2.3-12
Tablica 2.3-7 Normativi utroška materijala na utovaru	2.3-19
Tablica 2.3-8 Normativi utroška materijala na transportu	2.3-19
Tablica 2.3-9 Godišnja potrošnja energenata i materijala na utovaru i transportu	2.3-19
Tablica 2.3-10 Struktura i broj radnika za rad na površinskom kopu L-26	2.3-22
Tablica 2.3-11 Ukupni godišnji trošci i normativi energenata i potrošnih materijala.....	2.3-23
Tablica 2.3-12 Proračun proizvodne cijene te godišnjih i ukupnih troškova realizacije zahvata	2.3-27

PODZEMNI KOP L-27

Tablica 2.4-1 Usvojene geomehaničke značajke boksita i pratećih stijena za podzemnu eksploataciju.....	2.4-1
Tablica 2.4-2 Dimenzioniranje prostorija otvaranja, pripreme i otkopavanja ležišta L-27	2.4-4
Tablica 2.4-3 Proračun dužine i količine jalovine u glavnim prostorijama otvaranja i razrade ležišta L-27.....	2.4-22
Tablica 2.4-4 Proračun dužine pripremnih prostorija i količine jalovine u ležištu L-27	2.4-23
Tablica 2.4-5 Proračun dužine prostorija i količine boksita iz potkopa hodnika ležišta L-27	2.4-23
Tablica 2.4-6 Proračun količine boksita iz zaštitnih stupova ležišta L-27.....	2.4-24
Tablica 2.4-7 Proračun količine boksita iz natkopa svih otkopnih prostorija (smjerni, poprečni i otkopni hodnici) i zaštitnih stupova ležišta L-27	2.4-24
Tablica 2.4-8 Ukupni obujam boksita nakon otkopavanja površinskog kopa L-27.....	2.4-25
Tablica 2.4-9 Eksploatacijske rezerve površinskog kopa L-27.....	2.4-25
Tablica 2.4-10 Tehnički podaci o planu pripreme ležišta L-27	2.4-26
Tablica 2.4-11 Tehnički podaci o planu proizvodnje boksita u ležištu L-27	2.4-26
Tablica 2.4-12 Strojevi i oprema za rad u podzemnom kopu L-27.....	2.4-27
Tablica 2.4-13 Godišnja, dnevna i satna proizvodnja	2.4-63
Tablica 2.4-14 Naprezanja na savijanje drvene grede.....	2.4-74
Tablica 2.4-15 Redukcija otrovnih ispušnih plinova na osnovicu CO.....	2.4-93
Tablica 2.4-16 Otpori vjetrenih provodnika jame ležišta L-27	2.4-99
Tablica 2.4-17 Otpori vjetrenih provodnika jame ležišta L-27 i L-25 (I faza)	2.4-99
Tablica 2.4-18 Otpori vjetrenih provodnika jame ležišta L-27 i L-25 (II faza)	2.4-99
Tablica 2.4-19 Struktura i broj radnika za rad u podzemnom kopu L-27	2.4-108
Tablica 2.4-20 Normativ utroška materijala pri izradi potkopa i glavnog hodnika 780	2.4-109
Tablica 2.4-21 Normativ utroška materijala pri izradi potkopa i glavnog hodnika 690	2.4-109
Tablica 2.4-22 Normativ utroška materijala pri izradi sipke i kosog okna	2.4-110
Tablica 2.4-23 Ukupni trošci materijala pri izradi prostorija otvaranja i razrade	2.4-110
Tablica 2.4-24 Normativi utroška materijala pri izradi spiralnih niskopa	2.4-110
Tablica 2.4-25 Normativi utroška materijala pri pripremnih hodnika	2.4-111
Tablica 2.4-26 Normativi utroška materijala pri izradi otkopnih hodnika.....	2.4-111
Tablica 2.4-27 Normativi utroška materijala pri eksploataciji boksita otvorenim otkopima.....	2.4-111
Tablica 2.4-28 Ukupni normativi utroška materijala pri razvoju etaža.....	2.4-112
Tablica 2.4-29 Vrijednost opreme za eksploataciju podzemnog kopa L-27.....	2.4-128
Tablica 2.4-30 Proračun proizvodne cijene te godišnjih i ukupnih troškova realizacije zahvata	2.4-129

Tablica 2.4-31 Proračun proizvodne cijene te godišnjih i ukupnih troškova pri eksploataciji ležišta L-27	2.4-130
--	---------

PODZEMNI KOP L-24

Tablica 2.5-1 Dimenzioniranje prostorija otvaranja, pripreme i otkopavanja ležišta L-24	2.5-4
Tablica 2.5-2 Proračun dužine i količine jalovine u glavnim prostorijama otvaranja i razrade ležišta L-24	2.5-8
Tablica 2.5-3 Proračun dužine pripremnih prostorija i količine jalovine u ležištu L-24	2.5-9
Tablica 2.5-4 Proračun dužine prostorija i količine boksita iz potkopa hodnika ležišta L-24	2.5-9
Tablica 2.5-5 Proračun količine boksita iz zaštitnih stupova ležišta L-24	2.5-10
Tablica 2.5-6 Proračun količine boksita iz natkopa svih otkopnih prostorija (smjerni, poprečni i otkopni hodnici) i zaštitnih stupova ležišta L-24	2.5-10
Tablica 2.5-7 Ukupni obujam boksita nakon otkopavanja površinskog kopa L-24	2.5-10
Tablica 2.5-8 Eksploatacijske rezerve površinskog kopa L-24	2.5-11
Tablica 2.5-9 Tehnički podaci o planu pripreme ležišta L-24	2.5-11
Tablica 2.5-10 Tehnički podaci o planu proizvodnje boksita u ležištu L-24	2.5-12
Tablica 2.5-11 Strojevi i oprema za rad u podzemnom kopu L-24	2.5-12
Tablica 2.5-12 Godišnja, dnevna i satna proizvodnja	2.5-20
Tablica 2.5-13 Otpori vjetrenih provodnika jame ležišta L-24	2.5-34
Tablica 2.5-14 Struktura i broj radnika za rad u podzemnom kopu L-24	2.5-40
Tablica 2.5-15 Normativ utroška materijala pri izradi prostorija otvaranja, razrade i pripreme	2.5-41
Tablica 2.5-16 Normativi utroška materijala pri izradi otkopnih hodnika	2.5-41
Tablica 2.5-17 Normativi utroška materijala pri eksploataciji boksita otvorenim otkopima	2.5-41
Tablica 2.5-18 Ukupni normativi utroška materijala pri razvoju etaža	2.5-42
Tablica 2.5-19 Vrijednost opreme za eksploataciju podzemnog kopa L-24	2.5-43
Tablica 2.5-20 Proračun proizvodne cijene te godišnjih i ukupnih troškova realizacije zahvata	2.5-44
Tablica 2.5-21 Proračun proizvodne cijene boksita iz ležišta L-24	2.5-44

PODZEMNI KOP L-34

Tablica 2.6-1 Dimenzioniranje prostorija otvaranja, pripreme i otkopavanja ležišta L-34	2.6-4
Tablica 2.6-2 Proračun dužine i količine jalovine u glavnim prostorijama otvaranja i razrade ležišta L-34	2.6-15
Tablica 2.6-3 Proračun dužine pripremnih prostorija i količine jalovine u ležištu L-34	2.6-15
Tablica 2.6-4 Proračun dužine prostorija i količine boksita iz potkopa hodnika ležišta L-34	2.6-16
Tablica 2.6-5 Proračun količine boksita iz zaštitnih stupova ležišta L-34	2.6-16
Tablica 2.6-6 Proračun količine boksita iz natkopa svih otkopnih prostorija (smjerni, poprečni i otkopni hodnici) i zaštitnih stupova ležišta L-34	2.6-17
Tablica 2.6-7 Ukupni obujam boksita nakon otkopavanja površinskog kopa L-34	2.6-17
Tablica 2.6-8 Eksploatacijske rezerve površinskog kopa L-34	2.6-18
Tablica 2.6-9 Tehnički podaci o planu pripreme ležišta L-34	2.6-18
Tablica 2.6-10 Tehnički podaci o planu proizvodnje boksita u ležištu L-34	2.6-19
Tablica 2.6-11 Strojevi i oprema za rad u podzemnom kopu L-34	2.6-20
Tablica 2.6-12 Godišnja, dnevna i satna proizvodnja	2.6-45
Tablica 2.6-13 Otpori vjetrenih provodnika jame L-34	2.6-61
Tablica 2.6-14 Struktura i broj radnika za rad u podzemnom kopu L-34	2.6-68
Tablica 2.6-15 Normativ utroška materijala pri izradi niskopa i glavnog hodnika 810	2.6-69
Tablica 2.6-16 Normativ utroška materijala pri izradi kosih okana	2.6-70
Tablica 2.6-17 Ukupni trošci materijala pri izradi prostorija otvaranja i razrade	2.6-70

Tablica 2.6-18	Normativi utroška materijala pri izradi spiralnih niskopa	2.6-71
Tablica 2.6-19	Normativi utroška materijala pri izradi pripremljenih hodnika	2.6-71
Tablica 2.6-20	Normativi utroška materijala pri izradi otkopnih hodnika.....	2.6-71
Tablica 2.6-21	Normativi utroška materijala pri eksploataciji boksita otvorenim otkopima.....	2.6-72
Tablica 2.6-22	Ukupni normativi utroška materijala pri razvoju etaža.....	2.6-72
Tablica 2.4-23	Vrijednost opreme za eksploataciju podzemnog kopa L-34.....	2.4-75
Tablica 2.6-24	Proračun troškova investicijskog razdoblja za kop L-34.....	2.6-76
Tablica 2.6-25	Proračun proizvodne cijene te godišnjih i ukupnih troškova pri eksploataciji ležišta L-34	2.6-76

PODZEMNI KOP L-25

Tablica 2.7-1	Dimenzioniranje prostorija otvaranja, pripreme i otkopavanja ležišta L-25	2.7-5
Tablica 2.7-2	Proračun dužine i količine jalovine u glavnim prostorijama otvaranja i razrade ležišta L-25	2.7-26
Tablica 2.7-3	Proračun dužine pripremljenih prostorija i količine jalovine u ležištu L-25	2.7-26
Tablica 2.7-4	Proračun dužine prostorija i količine boksita iz potkopa hodnika ležišta L-25	2.7-27
Tablica 2.7-5	Proračun količine boksita iz zaštitnih stupova ležišta L-25	2.7-27
Tablica 2.7-6	Proračun količine boksita iz natkopa svih otkopnih prostorija (smjerni, poprečni i otkopni hodnici) i zaštitnih stupova ležišta L-25	2.7-28
Tablica 2.7-7	Ukupni obujam boksita nakon otkopavanja površinskog kopa L-25.....	2.7-29
Tablica 2.7-8	Eksploatacijske rezerve površinskog kopa L-25.....	2.7-29
Tablica 2.7-9	Tehnički podaci o planu pripreme ležišta L-25	2.7-30
Tablica 2.7-10	Tehnički podaci o planu proizvodnje boksita u ležištu L-25	2.7-30
Tablica 2.7-11	Strojevi i oprema za rad u podzemnom kopu L-25.....	2.7-31
Tablica 2.7-12	Godišnja, dnevna i satna proizvodnja	2.7-51
Tablica 2.7-13	Struktura i broj radnika za rad u podzemnom kopu L-25	2.7-72
Tablica 2.7-14	Normativ utroška materijala pri izradi potkopa i glavnog hodnika 780	2.7-73
Tablica 2.7-15	Normativ utroška materijala pri izradi potkopa i glavnog hodnika 690	2.7-74
Tablica 2.7-16	Normativ utroška materijala pri izradi potkopa i glavnog hodnika 600	2.7-74
Tablica 2.7-17	Normativ utroška materijala pri izradi sipke i kosih okana	2.7-74
Tablica 2.7-18	Ukupni utrošci materijala pri izradi prostorija otvaranja i razrade	2.7-75
Tablica 2.7-19	Normativi utroška materijala pri izradi spiralnih niskopa	2.7-75
Tablica 2.7-20	Normativi utroška materijala pri izradi pripremljenih hodnika	2.7-75
Tablica 2.7-21	Normativi utroška materijala pri izradi otkopnih hodnika.....	2.7-76
Tablica 2.7-22	Normativi utroška materijala pri eksploataciji boksita otvorenim otkopima.....	2.7-76
Tablica 2.7-23	Ukupni normativi utroška materijala pri razvoju etaža.....	2.7-76
Tablica 2.7-24	Proračun troškova investicijskog razdoblja za kop L-25	2.7-79
Tablica 2.7-25	Proračun proizvodne cijene te godišnjih i ukupnih troškova pri eksploataciji ležišta L-25	2.7-80

POPIS PRILOGA

OPĆI DIO

- Prilog 1.1 Pregledna geografska karta područja Bešpelj s ucrtanim eksploatacijskim poljem "Bešpelj" (M1:200 000)
- Prilog 1.2 Geološka karta bokitonosnog područja "Bešpelj" (M1:100 000)
- Prilog 1.3 Geološka karta užeg područja eksploatacijskog polja "Bešpelj" (M1:10 000)
- Prilog 1.4 Situacijska karta ležišta boksita: L-20, L-24, L-25, L-26, L-27, L-34 i L-35 (M1: 2 500)

LEŽIŠTE L-20

- Prilog 1.5.1 Situacijska i geološka karta ležišta L-20 (M1:1 000)
- Prilog 1.5.2 Znakoviti geološki presjeci ležišta L-20 (M1:1 000)
- Prilog 1.5.3 Obračunski presjeci ležišta L-20 (M1:1 000)

LEŽIŠTE L-24

- Prilog 1.6.1 Situacijska i geološka karta ležišta L-24 (M1:1 000)
- Prilog 1.6.2 Znakoviti geološki presjeci ležišta L-24 (M1:1 000)
- Prilog 1.6.3 Obračunski presjeci ležišta L-24 (M1:1 000)

LEŽIŠTE L-25

- Prilog 1.7.1 Situacijska i geološka karta ležišta L-25 (M1:1 000)
- Prilog 1.7.2 Znakoviti geološki presjeci ležišta L-25 (M1:1 000)
- Prilog 1.7.3 Obračunski presjeci ležišta L-25 (M1:1 000)

LEŽIŠTE L-26

- Prilog 1.8.1 Situacijska i geološka karta ležišta L-26 (M1:1 000)
- Prilog 1.8.2 Znakoviti geološki presjeci ležišta L-26 (M1:1 000)
- Prilog 1.8.3 Obračunski presjeci ležišta L-26 (M1:1 000)

LEŽIŠTE L-27

- Prilog 1.9.1 Situacijska i geološka karta ležišta L-27 (M1:1 000)
- Prilog 1.9.2 Znakoviti geološki presjeci ležišta L-27 (M1:1 000)
- Prilog 1.9.3 Obračunski presjeci ležišta L-27 (M1:1 000)

LEŽIŠTE L-34

- Prilog 1.10.1 Situacijska i geološka karta ležišta L-34 (M1:1 000)
- Prilog 1.10.2 Znakoviti geološki presjeci ležišta L-34 (M1:1 000)
- Prilog 1.10.3 Obračunski presjeci ležišta L-34 (M1:1 000)

LEŽIŠTE L-35

- Prilog 1.11.1 Situacijska i geološka karta ležišta L-35 (M1:1 000)
- Prilog 1.11.2 Znakoviti geološki presjeci ležišta L-35 (M1:1 000)
- Prilog 1.11.3 Obračunski presjeci ležišta L-35 (M1:1 000)

PROJEKTNA RJEŠENJA IZVOĐENJA RUDARSKIH RADOVA

POVRŠINSKI KOP L-35

- Prilog 2.1.1.1 Karta razvoja etaže 910 (M1:1 000)
- Prilog 2.1.1.2 Karta razvoja etaže 900 (M1:1 000)
- Prilog 2.1.1.3 Karta razvoja etaže 890 (M1:1 000)
- Prilog 2.1.1.4 Karta razvoja etaže 880 (M1:1 000)
- Prilog 2.1.1.5 Karta završnog stanja površinskog kopa na ležištu L-35 (M1:1 000)
- Prilog 2.1.2 Presjeci završnog stanja površinskog kopa na ležištu L-35 (M1:1 000)

POVRŠINSKI KOP L-20

- Prilog 2.2.1.1 Karta razvoja etaže 700 (M1:1 000)
- Prilog 2.2.1.2 Karta razvoja etaže 690 (M1:1 000)
- Prilog 2.2.1.3 Karta razvoja etaže 680 (M1:1 000)
- Prilog 2.2.1.4 Karta razvoja etaže 670 (M1:1 000)
- Prilog 2.2.1.5 Karta razvoja etaže 660 (M1:1 000)
- Prilog 2.2.1.6 Karta završnog stanja površinskog kopa na ležištu L-20 (M1:1 000)
- Prilog 2.2.2 Presjeci završnog stanja površinskog kopa na ležištu L-20 (M1:1 000)

POVRŠINSKI KOP L-26

- Prilog 2.3.1.1 Karta razvoja etaže 825 (M1:1 000)
- Prilog 2.3.1.2 Karta razvoja etaže 815 (M1:1 000)
- Prilog 2.3.1.3 Karta razvoja etaže 805 (M1:1 000)
- Prilog 2.3.1.4 Karta razvoja etaže 795 (M1:1 000)
- Prilog 2.3.1.5 Karta razvoja etaže 785 (M1:1 000)
- Prilog 2.3.1.6 Karta razvoja etaže 775 (M1:1 000)
- Prilog 2.3.1.7 Karta razvoja etaže 765 (M1:1 000)
- Prilog 2.3.1.8 Karta razvoja etaže 755 (M1:1 000)
- Prilog 2.3.1.9 Karta završnog stanja površinskog kopa na ležištu L-26 (M1:1 000)
- Prilog 2.3.2 Presjeci završnog stanja površinskog kopa na ležištu L-26 (M1:1 000)

PODZEMNI KOP L-27

- Prilog 2.4.1.1 Postojeće stanje rudarskih radova (M1:1 000)
- Prilog 2.4.1.2 Karta otvaranja i razrade ležišta L-27 (M1:1 000)
- Prilog 2.4.1.3 Karta otvaranja i pripreme etaže 795 (M1:1 000)
- Prilog 2.4.1.4 Karta otvaranja i pripreme etaže 787,5 (M1:1 000)
- Prilog 2.4.1.5 Karta otvaranja i pripreme etaže 780 (M1:1 000)
- Prilog 2.4.1.6 Karta otvaranja i pripreme etaže 772,5 (M1:1 000)
- Prilog 2.4.1.7 Karta otvaranja i pripreme etaže 765 (M1:1 000)
- Prilog 2.4.1.8 Karta otvaranja i pripreme etaže 757,5 (M1:1 000)
- Prilog 2.4.1.9 Karta otvaranja i pripreme etaže 750 (M1:1 000)
- Prilog 2.4.1.10 Karta otvaranja i pripreme etaže 742,5 (M1:1 000)
- Prilog 2.4.1.11 Karta otvaranja i pripreme etaže 735 (M1:1 000)
- Prilog 2.4.1.12 Karta otvaranja i pripreme etaže 727,5 (M1:1 000)
- Prilog 2.4.1.13 Tumač etažnih karata na ležištu L-27 (M1:1 000)

- Prilog 2.4.2.1 Karta vjetrenja za jamu L-27 (M1:1 000)
- Prilog 2.4.2.2 Graf ventilacijske mreže za jamu L-27 i L-25
- Prilog 2.4.2.3 Vjetrena vrata vjetrenih prostorija
- Prilog 2.4.2.4 Vjetreno postrojenje za jamu L-27 i L-25 (M1:100, M 1:50)

PODZEMNI KOP L-24

- Prilog 2.5.1 Karta otvaranja i razrade ležišta L-24 (M1:1 000)
- Prilog 2.5.2.1 Karta vjetrenja za jamu L-24 (M1:600)
- Prilog 2.5.2.2 Vjetreno postrojenje za jamu L-24 (M1:20)

PODZEMNI KOP L-34

- Prilog 2.6.1.1 Karta otvaranja i razrade ležišta L-34 (M1:1 000)
- Prilog 2.6.1.2 Raspored izvoznih i ventilacijskih prostorija na ležištu (M1:1 000)
- Prilog 2.6.1.3 Karta otvaranja i pripreme etaže 847,5 (M1:1 000)
- Prilog 2.6.1.4 Karta otvaranja i pripreme etaže 840 (M1:1 000)
- Prilog 2.6.1.5 Karta otvaranja i pripreme etaže 832,5 (M1:1 000)
- Prilog 2.6.1.6 Karta otvaranja i pripreme etaže 825 (M1:1 000)
- Prilog 2.6.1.7 Karta otvaranja i pripreme etaže 817,5 (M1:1 000)
- Prilog 2.6.1.8 Karta otvaranja i pripreme etaže 810 (M1:1 000)
- Prilog 2.6.1.9 Tumač etažnih karata na ležištu L-34 (M1:1 000)
- Prilog 2.6.2.1 Karta vjetrenja za jamu L-34 (M1:1 000)
- Prilog 2.6.2.2 Graf ventilacijske mreže za jamu L-34
- Prilog 2.6.2.3 Vjetreno postrojenje za jamu L-34 (M1:100, M 1:50)

PODZEMNI KOP L-25

- Prilog 2.7.1.1 Karta otvaranja i razrade ležišta L-25 između horizonata 780 i 690 (M1:1 000)
- Prilog 2.7.1.2 Karta otvaranja i razrade ležišta L-25 između horizonata 690 i 600 (M1:1 000)
- Prilog 2.7.1.3 Karta otvaranja i pripreme etaže 735 (M1:1 000)
- Prilog 2.7.1.4 Karta otvaranja i pripreme etaže 727,5 (M1:1 000)
- Prilog 2.7.1.5 Karta otvaranja i pripreme etaže 720 (M1:1 000)
- Prilog 2.7.1.6 Karta otvaranja i pripreme etaže 712,5 (M1:1 000)
- Prilog 2.7.1.7 Karta otvaranja i pripreme etaže 705 (M1:1 000)
- Prilog 2.7.1.8 Karta otvaranja i pripreme etaže 697,5 (M1:1 000)
- Prilog 2.7.1.9 Karta otvaranja i pripreme etaže 690 (M1:1 000)
- Prilog 2.7.1.10 Karta otvaranja i pripreme etaže 682,5 (M1:1 000)
- Prilog 2.7.1.11 Karta otvaranja i pripreme etaže 675 (M1:1 000)
- Prilog 2.7.1.12 Karta otvaranja i pripreme etaže 667,5 (M1:1 000)
- Prilog 2.7.1.13 Karta otvaranja i pripreme etaže 660 (M1:1 000)
- Prilog 2.7.1.14 Karta otvaranja i pripreme etaže 652,5 (M1:1 000)
- Prilog 2.7.1.15 Karta otvaranja i pripreme etaže 645 (M1:1 000)
- Prilog 2.7.1.16 Karta otvaranja i pripreme etaže 637,5 (M1:1 000)
- Prilog 2.7.1.17 Tumač za etažne karte ležišta L-25
- Prilog 2.7.2.1 Karta vjetrenja za jamu L-25 (M1:1 000)

1. OPĆI DIO

1.1. ZEMLJOPISNI POLOŽAJ I KOMUNIKACIJE

Ležišta boksita: **L-20, L-24, L-25, L-26, L-27, L-34 i L-35**, nalaze se u eksploatacijskom polju "Bešpelj" u okviru rudnika boksita Jajce. Administrativno pripadaju Srednjobosanskom kantonu.

Eksploatacijsko polje ležišta boksita Bešpelj nalazi se na prostranoj krškoj zaravni, na desnoj kanjonskoj obali rijeke Vrbas (prilog 1.1). Udaljeno je oko 10 km zračne linije sjeverno od Jajca.

Nadmorska visina krške zaravni kreće se u prosjeku od 800 do 1000 m n.m. Rijeka Vrbas u ovom području ima nadmorsku visinu od cca 310 m n.m.

Najveće mjesto je Jajce koje je gospodarski i kulturni centar šireg područja. Ostala veća naselja su sela Donji i Gornji Bešpelj, Dubrave, Zdaljevac, Seoci i Kuprešani. Gustoća naseljenosti u širem području je mala. Razlog tome su brojni izbjegli i prognani žitelji iz ovih područja koji se nisu vratili na svoja ognjišta.

Prometna je mreža ovog područja relativno dobra kao i povezanost sa širim regionom. Asfaltna cesta iz kanjona Vrbasa dolazi do Gornjeg Bešpelja, a do Donjeg Bešpelja vodi makadamski put. U širem području Bešpelja izgrađena je gusta mreža rudničkih makadamskih putova. U novije vrijeme iz kanjona Vrbasa probijen je novi makadamski put do potkopa u području visoko iznad kanjona Vrbasa. On je predviđen kao glavni put za odvoz rude sa Bešpelja. Kanjonom rijeke Vrbas prolazi državna asfaltirana cesta koja povezuje najšire gledano Sarajevo i Banja Luku. Iz Jajca se odvaja kvalitetna asfaltna prometnica prema Bihaću. Prohodnost ovih glavnih komunikacija osigurana je tijekom cijele godine.

1.2. HIDROGRAFSKE I KLIMATSKE ZNAČAJKE

Morfološke osobitosti svrstavaju ovo područje u planinsko-brdski tip reljefa. Nadmorske visine u dobro razvijenom reljefu šireg područja kreću se u rasponu od oko 310 m u kanjonu Vrbasa pa do preko 1400 m na okolnim visovima (Gola planina, te nekoliko visova Ranča planine).

Glavni vodotoci su Vrbas sa pritocima Plivom koja se u njega ulijeva u samom gradu Jajce te veći potoci kao npr. Komotinski potok, Lučina potok i dr. Na sjeveru se ističe kanjonska dolina rijeke Ugar kao desne pritoke Vrbasa. Ovi vodotoci često teku dolinama kanjonskih obilježja, a poglavito tamo gdje teren izgrađuju vapnenačke stijene.

Dijelovi terena koji su izgrađeni od vapnenačkih stijena imaju najčešće obilježja krškog reljefa. Padine su vrlo strme (35-40°). Procesi okršavanja stvorili su vrtače, škrape i doline. Krška su područja izrazito propusna u hidrogeološkom pogledu (siromaštvo vode na površini i obilje u podzemlju). Područja izgrađena od klastita (fliš i neogenske taložine) imaju razvijenu hidrografsku mrežu i predstavljaju izolatorske stijene u pogledu vododrživosti.

Što se tiče klimatskih obilježja područje se nalazi u pojasu umjerene kontinentalne klime. Padaline su najčešće u proljeće i na prijelazu jesen-zima. Prosječne ljetne temperature iznose oko 20-ak °C. Zimi se temperature spuštaju i do -20-ak °C. Tijekom zime su sniježne padaline česte i obilne, ali se čišćenjem prometnica promet odvija nesmetano.

1.3. GEOLOŠKE ZNAČAJKE ŠIREG PODRUČJA

Geološka građa šireg boksitonosnog područja Jajca prikazana je na geološkoj karti 1:100 000 (prilog 1.2), Marinković i Ahac, 1979.

U širem području, prema Osnovnoj geološkoj karti, list Jajce, 1:100 000, Marinković i Ahac, 1979, utvrđene su naslage širokog stratigrafskog raspona od donje krede do kvartara. Pretežu vapnenci i klastiti.

Valendis-barem (K_1^{1-3})

Ove su naslage na površini razvijene u sjevernom dijelu razmatranog područja (prilog 1.2). Izgrađuju kanjon rijeke Ugar. To su dobro uslojeni pločasti do bankoviti pretežito mikrokristalasti vapnenci svjetlosive do bijele boje. Rjeđe se javljaju slojevi i leće dolomitiziranih vapnenaca ili dolomita. U sedimentacijskom slijedu debelom oko 500 metara prisutni su raznovrsni tipovi plitkovodnih vapnenaca. Prisutnost provodnih fosila je rijetka. Pretežu mikrofosili te sitne nerinee, krupni hidrozoi i primitivni rudisti. Na temelju mikrofosila (foraminifere i alge) ove su naslage pribrojene valendisu, otrivu i dijelu barema.

Barem-apt (K_1^{3-5})

Ove naslage izgrađuju velike površine u sjevernom i jugozapadnom dijelu terena prikazanom na priloženoj geološkoj karti. Slijede kontinuirano na naprijed opisanim naslagama. To su pretežito pločasti dobro uslojeni vapnenci. Nekada su slojevi debeli i do 100 centimetara. Boja vapnenaca varira od sivo smeđe, svjetlosive do tamnosive boje. Raznovrsni tipovi plitkovodnih vapnenaca prisutni su kroz cijeli stup naslaga koji je deo oko 450 metara. Proslojci i slojevi kasnodijagenetskih dolomita su rijetki. Starost ovoga stratigrafskog člana dobro je paleontološki dokumentirana. U starijim dijelovima slijeda dolaze salpingoporele a iznad njih bogata zajednica orbitolina. Od makrofosila najčešće su nerinee i primitivni rudisti. Ovakova fosilna asocijacija upućuje na pripadnost ovih stijena gornjem baremu-aptu i donjem dijelu alba.

Alb-cenoman ($K_{1,2}$)

Kontinuirano na naprijed opisanim vapnencima leže različiti tipovi alb-cenomanskih plitkovodnih vapnenaca. Boja vapnenaca je bijela, ružičasta do svijetlosiva. Izgrađuju dijelove terena u kojima čine neposrednu podinu ležištima boksita (Bešpelj i Poljane te druga područja). Podređeno dolaze slojevi dolomita. Cijeli je stratigrafski član dobro uslojen. Debljina slojeva varira od 5 cm do 1 m.

Stratigrafska je pripadnost određena na temelju brojnih ostataka algi, foraminifera i rudista.

Debljina ovog stratigrafskog člana doseže do 500 metara.

Senon ($^2K_2^3$)

Na geološkoj karti šireg područja (prilog 1. 2), raznovrsni pretežito karbonatni klastiti izdvojeni su u središnjem i istočnom dijelu područja. Izgrađuju najveće površine u razmatranom području. Oni su poznatiji pod nazivom "fliš" koji sugerira njihovu genezu.

U litološkom pogledu brojni su raznovrsni litofacijesi. Najčešći su vapnenačke breče i konglomerati, kalkareniti, glinoviti mikriti, lapori i dr. Česta je brza vertikalna i dijelom horizontalna izmjena litotipova. U donjem dijelu ovog člana prisutniji su litotipovi krupnoga zrna (oni su transgresivni i diskordantni na naprijed opisane vapnence), a prema gore litofacijesi dobivaju tipična turbiditna obilježja s mnoštvom eksternih i internih tekstura karakterističnih za turbidite.

Brojni su fosilni ostaci koji potvrđuju senonsku starost: Rudisti(najčešće u fragmentima), globotrunkane i globigerine. Sasvim je izvjesno da postoji kontinuirani prijelaz u paleogen.

Naslage su intenzivno borane i izrasjedane, a debljina im može dosezati i preko 1000 metara.

Donji, srednji miocen (¹M_{1,2})

Najstariji superpozicijski paket neogenskih taložina razvijen je u njegovom bazalnom dijelu u južnom dijelu terena prikazanog na priloženoj geološkoj karti u okviru Jajačkog neogenskog bazena. Predstavljen je dobrouslojenim debelim do bankovitim slojevima konglomerata unutar kojih dolaze ulošci slabo vezanih pješčenjaka žute boje. Leže transgresivno i diskordantno na krednim sedimentima. Konglomerati su polimiktni. Valutice su srednje do slabozaobljene. Dominiraju vapnenačke valutice, a rjeđe se javljaju rožnaci, kalkareniti, kvarc i lapor. Vezivo je glinovito-pjeskovito, rjeđe kalcitično. Valutice mogu dosegnuti i do 30 cm u promjeru.

Drugi superpozicioni paket (²M_{1,2})

Kontinuirano na naprijed opisanom superpozicionom paketu slijede tanko pločasti i tanko slojeviti lapori i gline sa rijetkim tankim ulošcima slabo vezanih pješčenjaka. Oni čine drugi superpozicijski paket.

Unutar ovog paketa pojavljuju se i slojevi ugljena (istočno od sela Podlipci i u području Divičana). Debljina slojeva ugljena varira od 0,5-2,0 m.

U laporima i glinama nađeni su slijedeći fosilni ostaci: pisidiumi, planorbisi, limneusi, melanopsisi i dr.

Treći superpozicioni paket (³M_{1,2})

Kontinuirano na naprijed opisanom paketu slijedi treći superpozicioni paket. Najbolje je dostupan promatranju u području Careva polja, Pšenika i Prudi. Predstavljen je bankovitim sedrastim vapnencima (šupljikavi). Boja im je smeđa do žućkasta. Često sadrže brojne fosilne ostatke: limnee, bitinije, fosaruluse, ostrakode i dr. Debljina ovih vapnenaca iznosi 50-60 m.

Sipari(s)

Uzdruž dubokih kanjonskih dolina Vrbasa i Ugra na više mjesta prisutni su sipari koji nastaju i u recentno vrijeme. Kredni vapnenci koji su oštećeni tektonskim procesima i procesima okršavanja izvrnuti su neprestano egzogenim geološkim faktorima što dovodi do njihovog mehaničkog raspadanja i gravitacijskog premještanja u podnožje padina.

Odronjeni materijal je nevezan, nezaobljen i djelomično sortiran. U dnu sipara su česti blokovi vapnenaca veličine i do nekoliko m³.

Tektonika

Brojni izmjereni podaci o položaju nagnutih slojeva, prebačeni slojevi i brojni na terenu utvrđeni rasjedi govore o intenzivnoj tektonskoj aktivnosti u području prikazanom na geološkoj karti (prilog 1.2). Temeljno strukturno obilježje području daju bore i rasjedi. Razlikuju se u strukturnom pogledu dva područja (prilog 1.2). Istočno područje koje obuhvaća boksitonosne revire Poljane i Crvene stijene, odlikuje se dinaridskim pružanjem struktura, dakle sjeverozapad-jugoistok. Karakteriziraju ga blage bore i normalni vertikalni do subvertikalni rasjedi. Ističe se sinklinala u području Poljana s blago položenim krilima (10-30⁰). U sjeveroistočnom dijelu ovog područja klastične naslage senona («fliš») intenzivnije su borane pa susrećemo i prebačene bore.

Zapadno područje u kojem se nalazi boksitonosni revir Bešpelja, znatnije je tektonski poremećeno a pružanje glavnih struktura (bore i rasjedi) je zapad istok. Zapravo prisutni su zamršeni tektonski odnosi što se najbolje očituje u inverznoj strukturi Bešpelja (prebačena sinklinala). Prisutni su i rasjedi značajnijih skokova. Oni su normalni, najčešće poprečni i dijagonalni. Najznačajniji rasjed koji je prikazan na priloženoj geološkoj karti je onaj koji razdvaja istočno i zapadno područje (prolazi područjem Crvenih stijena). Najvjerojatnije se radi o rasjedu sa značajnom komponentom horizontalnog tektonskog transporta.

Tektonski su odnosi u području Bešpelja, (prilog 1.3), zamršeniji nego je to prikazano na priloženoj geološkoj karti (prilog 1.2). Oni su prepoznati i determinirani kroz brojne istraživačke radove (detaljno kartiranje, strukturno bušenje, geofizički radovi...). Zbog toga će oni biti opisani u slijedećim poglavljima.

1.4. OSNOVNE ZNAČAJKE LEŽIŠTA BOKSITA U EKSPLOATACIJSKOM POLJU "BEŠPELJ"

1.4.1. OPIS LEŽIŠTA

Ležište L-20

Na krajnjem zapadu boksitonosnog područja Bešpelja, na velikoj strmini prema rijeci Vrbas u dnu velikog dijelom litificiranog sipara nalazi se ovo ležište (prilozi 1.3, 1.4, 1.5.1, 1.5.2 i 1.5.3). Topografski naziv lokaliteta je Točilo (sipar). Boksit se nalazi dijelom na površini u obliku elipsoidalnog izdanka dimenzija 30x15 metara, a većim dijelom ispod krovinskih naslaga. Oblik i veličina utvrđeni su mu s 19 bušotina. Najdublja bušotina je DB-6 (68 m). Ispod krovine ima oblik pravokutnika (cca 60x40 m) čija se dulja os pruža sjeverozapad-jugoistok. Ima oblik relativno pravilne leće koja zadebljava prema izdanačkom dijelu.

Boksit je nabušen s 9 bušotina na dubini od 0 do 30 metara. Debljina probušenog boksita kreće se od 0,5-6,5 metara. Istraživano je tijekom 1983. godine. Površina ležišta je 2.800 m².

Ležište L-24

Oko 110 metara sjeveroistočno od naprijed opisanog ležišta L-20, na lokalitetu Točilo nalazi se ovo ležište (prilozi 1.3, 1.4, 1.6.1, 1.6.2 i 1.6.3). Oblik i veličina utvrđeni su mu s 16 bušotina. Od toga su tri bušotine konstatirale boksit na dubini od 64 do 76 metara. Debljina probušenog boksita je 4 do 12 metara. Uzorci za kemijske i mineraloške analize uzeti su samo iz bušotine DB-20. Iz druge dvije bušotine jezgra boksita nije izvađena nego je boksit samo konstatiran. Zbog toga je kvaliteta boksita za cijelo ležište određena prema kvaliteti iz bušotine DB-20.

Ležište u tlocrtu ima oblik nepravilne elipse (cca 40x20 m), a dulja os ima pružanje sjeveroistok-jugozapad. Iz presjeka je vidljivo da ležište ima oblik relativno pravilne tanke leće u inverznom položaju (prilog 1.6.2).

Površina ležišta je 706 m². Ležište je istraživano od 1983-1985 godine.

Ležište L-25

Istraženo je sa 70 bušotina. Nalazi se na dubini od 168 do 251 metar. Izuzetno je zamršene geološke građe u kompliciranoj strukturi (prilozi 1.3, 1.4, 1.7.1, 1.7.2 i 1.7.3). Istraživanje je izvedeno tijekom 1988 godine. Podaci o istražnim bušotinama su nepotpuni i nekompletni, a većina ih je preuzeta iz «Konceptijskog rješenja za istraživanje i otvaranje ležišta Bešpelj u rudnicima boksita Jajce», Rudarski institut, Beograd-Zemun, 1989.

U tlocrtu je ležište u obliku jako izdužene nepravilne elipse. Duža os ima pružanje zapad-istok, a duljina ležišta je 255 metara. Širina ležišta jako varira, od 10-40 metara. Površina ležišta je približno 5.728 m².

Ležište ima značajne zalihe boksita, ali zbog nedostatka i loše kvalitete podataka nije bilo moguće jednoznačno obaviti kategorizaciju i proračun rezervi. Zbog toga je nužno prikazane rezerve uzeti orijentacijski, a ležište doistražiti iz podzemnih prostorija. Napominjemo da su izračunate rezerve sigurne jer za njih postoje podaci, ali sasvim je i izvjesno da su one i veće što treba dokazati.

Ležište L-26

Oko 80 metara istočno od ležišta (L-31), nalazi se ovo ležište (prilozi 1.3, 1.4, 1.8.1, 1.8.2 i 1.8.3). Oblik i veličina utvrđeni su mu s 23 bušotine. Ležište je na dubini od 8 do 51,50 metara. Boksit je utvrđen s 10 bušotina. Debljina probušenog boksita kreće se od 2,5 do 37 metara. Ležište u tlocrtu ima nepravilan elipsoidalan oblik (cca 85x25 metara), a dulja os ima pružanje sjeveroistok jugozapad. U presjeku ima oblik relativno nepravilne leće.

Ležište je istraživano je tijekom 1989. godine. Površina ležišta je 1.924 m².

Ležište L-27

Ovo je ležište nabušeno na oko 130 metara istočno od L-1 ili oko 40 metara istočno od L-19 (prilozi 1.3, 1.4, 1.9.1, 1.9.2 i 1.9.3). Izvedeno je 19 bušotina od kojih je 14 s boksitom. Neke su od bušotina probušile boksit u dvije ili tri razine što govori o nekoliko ležišta po vertikali. Zbog toga statističke podatke koji proizilaze iz prikaza bušotina ne treba uzimati kao apsolutno točne nego kao orijentacijske.

Za ležište se može općenito reći da nema svu potrebitu dokumentaciju za elaboriranje rezervi. Iz dostupnih podataka vidljivo je da se može proračunati razeerve u zapadnom dijelu ležišta gdje su one i najznačajnije. Za istočni dio ležišta koji je u obliku izdužene elipse ne postoje potrebite bušotinski podaci pa ovaj dio ležišta treba doistražiti iz podzemnih radova pa tek nakon toga elaborirati.

Ovdje treba napomenuti da je dio bušotina probušio boksit u dvije ili tri razine. Radi se o više ležišta na različitoj dubini (L-27, L-27A, L-27B i L-27C). Samo je ležište L-27 moguće djelomično elaborirati dok dublja ležišta nije moguće elaborirati zbog nedovoljnog broja istražnih bušotina. Dio ležišta L-27 koji je moguće elaborirati u smislu rezervi u tlocrtu ima oblik nepravilne elipse. Nešto dulja os dužine 60 m pruža se zapad istok, a poprečna od ima dužinu od 45 metara. Površina razmatranog dijela ležišta iznosi 2.235 m².

Ležište L-34

Oblik i veličina ovog ležišta ustanovljeni su sa 36 bušotina od kojih za 23 imamo podatke. Boksit je ustanovljen s 14 bušotina, za koje imamo podatke, na dubini od 46,5 do 84 metra (prilozi 1.3, 1.4, 1.10.1, 1.10.2 i 1.10.3). Debljina probušenog boksita varira od 6 metara u bušotini 451 do 35 metara u bušotini 446. Ležište je u tlocrtu nepravilnog elipsoidalnog oblika (cca 110x30 metara), s pružanjem dulje osi približno zapad-istok. U presjecima ima oblik relativno pravilne debele leće. Ležište je istraživano je tijekom 1989. godine. Površina ležišta je 2.862 m².

Za ovo ležište ne postoje stupovi bušotina niti kemijske analize, ali u elaboratu o konceptijskom rješenju za istraživanje i otvaranje ležišta «Bešpelj» u rudnicima boksita Jajce (Rudarski institut Beograd-Zemun, 1989) postoje podaci o bušotinama koji su dovoljni za obračun rezervi.

Ležište L-35

Oblik i veličina ovog ležišta određeni su sa 19 bušotina za koje postoje podaci. Od toga je 14 bušotina sa boksitom (prilozi 1.3, 1.4, 1.11.1, 1.11.2 i 1.11.3). Debljina probušenog boksita varira od 0,5 metara u bušotini 514 do 32 metra u bušotini 508. Ležište je u tlocrtu nepravilnog elipsoidalnog oblika (cca 110x30 metara), s pružanjem dulje osi približno jugozapad-sjeveroistok. U presjecima ima oblik relativno pravilne debele leće. Debljina boksita je najveća u središnjem dijelu ležišta dok se prema rubovima stanjuje. Ležište je istraživano je tijekom 1991. godine. Površina ležišta je 2.686 m².

Za ovo ležište postoje stupovi bušotina i kemijske analize, pa je proračun rezervi bio moguć. Jedino se prema raspoloživim podacima čini da ležište s južne, odnosno jugozapadne strane nije do kraja okontureno pa bi o tome trebalo voditi računa-ili pronaći eventualno izvedene bušotine ili doistražiti ležište !

1.4.2. OPIS OBAVLJENIH ISTRAŽNIH RADOVA

1.4.2.1. RANIJA ISTRAŽIVANJA

Šire područje Jajca, do sada je bilo predmet brojnih geoloških istraživačkih aktivnosti u najširem smislu. Razlog tome su pojave i ležišta raznovrsnih mineralnih sirovina.

U gospodarskom smislu najznačajnija su ležišta boksita (lokaliteti Poljane, Crvene stijene, Bešpelj i Liskovica), arhitektonskog građevinskog kamena-"plivit" (Divičani) i tehničkog građevinskog kamena (Podmilačje).

Ovdje neće biti elaborirana istraživanja kronološkim redom jer su ona uistinu obimna i traju još od Austrougarskih geologa do danas.

Temeljni su stratigrafski i tektonski odnosi riješeni kroz izradu Osnovne geološke karte 1:100 000, list Jajce, (R. Marinković i A. Ahac, 1975), te tumača za istu kartu (R. Marinković i D. Đorđević, 1975).

Najobimniji su istraživački radovi obavljani kroz duže vrijeme na istraživanju boksita i ukrasnog kamena "plivita" (Institut za geološka istraživanja Ilidža-Sarajevo). Na kraju treba izdvojiti i više elaborata koji su napravljeni radi istraživanja rezervi i kvalitete boksita i tehničkog kamena vapnenca u kamenolomu Podmilačje.

Brojna su znanstvena istraživanja u boksitonosnom području Jajca čiji su rezultati pridonijeli boljem razumijevanju geneze boksita i omogućili učinkovitije pronalaženje ležišta duboko ispod krovinskih naslaga (Dragičević, 1981, Tomić, 1983 i Dragičević 1987.).

1.4.2.2. NOVI ISTRAŽNI RADOVI

U radu «Elaborat o geološkoj i rudarskoj dokumentaciji i o rezervama boksita u rudnicima Bešpelju i Poljanama kod Jajca u Bosni», (Papeš i dr, 2001.), prikazana je sva pronađena preostala dokumentacija o ležištima na Bešpelju. Na temelju strukturnog položaja ležišta u čitavom boksitonosnom području Bešpelja autori razlikuju 5 zona s obzirom na dubinu ležišta, odnosno njihovu apsolutnu visinu.

U nultu zonu pribrajaju ležišta bez krovine koja su u potpunosti iskorištena. Navodi se sedam ležišta s ukupno 53.102 tone iskorištenog boksita.

Prvoj zoni pribrajaju ležišta do dubine od 50 metara. Tu je 19 ležišta s ukupnim rezervama od 798.503,39 tona boksita od čega je 162.258,39 tona neiskorišteno. Navodi se da je ova zona visoko istražena i da nema puno mjesta za daljnja istraživanja. Iz dužine orudnjenog kontakta i dubine izračunata je površina orudnjenog kontakta, a orudnjenost prve zone iznosi 2,903 t/m².

Drugoj zoni pripadaju ležišta na dubinama od 50-150 metara. Postoji 6 ležišta s utvrđenim rezervama od 254.034,63 tone, te s obzirom na orudnjenost 1.265.000,00 t. potencijalnih rezervi.

Iz dužine orudnjenog kontakta i dubine izračunata je površina orudnjenog kontakta, a orudnjenost druge zone iznosi 2,3 t/m².

Trećoj zoni pripadaju ležišta na dubinama od 150-250 metara. Iz dužine orudnjenog kontakta i dubine izračunata je površina orudnjenog kontakta, a orudnjenost treće zone iznosi 2,03 t/m². Utvrđenih rezervi ima 300.850,08 tona, a potencijalnih 1.116.500,00 t.

Četvrtoj zoni pripadaju ležišta na dubinama od 250-350 metara. Iz dužine orudnjenog kontakta i dubine izračunata je površina orudnjenog kontakta, a orudnjenost četvrte zone iznosi 2,03 t/m². Utvrđenih rezervi ima 10.496,83 tone, a potencijalnih 1.015.000,00 t.

Napominjemo da su utvrđene rezerve uglavnom računane metodom srednje aritmetičke vrijednosti pa je moguće i znatnije odstupanje.

Istraživanje ležišta boksita u ovim područjima predstavlja vrlo kompleksan, mukotrpan i dugotrajan posao. Zbog toga će se u nastavku prikazati metode istraživanja, opis istražnih radova i analiza ostvarene efektivnosti istraživanja.

Metode istraživanja

Glavna metoda istraživanja ovih ležišta je detaljno istražno bušenje. Da bi se ono moglo kvalitetno i učinkovito izvesti bilo je prije njega, za vrijeme njega i poslije njega potrebno sukcesivno izvesti još čitav niz metoda istraživanja. Prema tome za istraživanje ovih ležišta korištene su slijedeće metode istraživanja:

- Aerofotogrametrijsko snimanje terena
- Geološko kartiranje terena 1:10 000
- Detaljno istražno bušenje
- Geodetsko iskolčavanje i snimanje bušotina
- Geodetsko snimanje ležišta 1:1000
- Geološko kartiranje ležišta 1:1000
- Geološko kartiranje bušotina
- Uzorkovanje bušotina
- Kemijske analize boksita na 6 komponenti
- Mineraloške analize boksita
- Geomehanička ispitivanja uzoraka iz bušotina

Opis istražnih radova

Aerofotogrametrijsko snimanje terena obavila je geodetska uprava NR BiH Sarajevo 1960. godine.

Geološko kartiranje terena u mjerilu 1:10 000, obavio je Institut za geološka istraživanja Ilidža-Sarajevo, Papeš i suradnici. Karta je dopunjavana terenskim i bušotinskim podacima sve do današnjih dana.

Detaljno istražno bušenje obavili su Rudnici boksita Jajce koji su u vremenu od 1970-1990. godine raspolagali vrlo dobrom bušačom operativom. Bušenje je izvedeno s vodenom isplakom i uz jezgrovanje po cijeloj dužini bušotine. Jezgrovanje kroz rudu bilo je maksimalno a uzorci za analize uzimani su sa svakog metra ili sa svaka dva metra.

Bušotine su geodetski iskolčavane i snimane što je obavila geodetska služba Rudnika boksita Jajce.

Geodetsko snimanje područja ležišta u mjerilu 1:1 000 obavile su geodetske službe Rudnika boksita Jajce.

Geološko kartiranje ležišta u mjerilu 1:1 000 obavio je J. Papeš sa suradnicima.

Geološki nadzor nad bušenjem, kartiranje i uzorkovanje bušotina obavile su različiti ljudi iz geološke službe Rudnika boksita Jajce. Strukturno-istraživačke bušotine, od koje su neke probušile rudu, kartirao je J. Papeš. Uz svaku od bušotina koje su sačuvane i pronađene piše i ime geologa koji je iskartirao i uzorkovao bušotinu.

Kemijske analize uzoraka boksita načinjene su u laboratoriju Rudnika boksita Jajce. Sačuvane bušotine koje su probušile boksit imaju i podatke o kemijskim analizama.

Mineraloške analize boksita prema usmenim priopćenjima (Papeš, J.), rađene su u Institutu za geološka istraživanja Ilidža-Sarajevo. Nažalost nismo pronašli predmetne analize.

Geomehanička ispitivanja prema usmenim priopćenjima (Papeš, J.), rađena su u Geoinženjeringu-Sarajevo. Nažalost nismo pronašli predmetne analize.

Analiza ostvarene efektivnosti istraživanja

Kako za obrađivana ležišta nije dostupna sva potrebna dokumentacija za potpunu analizu ostvarene efektivnosti istraživanja ista je načinjena na temelju podataka koji su nam bili na raspolaganju, pa se ona može shvatiti orijentaciono. Ti su podaci prikazani u tablici 1.1.

Tablica 1.1 Rezultati analize ostvarene efektivnosti

LEŽIŠTE	Ukupni broj bušotina	Ukupno izbušeno m ¹	Broj bušotina s boksitom	Ukupno probušeno m ¹ boksita	Obračunate kol. boksita (t)
L-20	19	656,00	9	31,00	22.876
L-24	16	1.517,00	3	21,00	11.591
L-25	41	10.247,00	22	452,50	192.206
L-26	23	1.729,00	10	161,20	90.191
L-27	19	4.610,00	14	173,60	81.505
L-34	23	3.197,00	14	295,80	141.780
L-35	19	1.940,00	14	173,00	67.066
UKUPNO	160	23.896,00	86	1308,10	607.215.

Za definiranje rudnih tijela, odnosno ležišta boksita koja su obrađena u ovom elaboratu izrađeno je 160 bušotina od kojih su 86 pozitivne. Izbušeno je ukupno 23.896,00 metara, od čega kroz boksit 1.308,10 m.

Dokazane rezerve u svim ležištima iznose 607.215 tona boksita. Prema tome za dokazivanje jedne tone boksita bilo je potrebno izbušiti 0,039 metara, odnosno s jednim izbušenim metrom dokazano je 25,41 tona boksita.

Ako se dobiveni podaci preračunaju u cijenu koštanja metra bušenja s geološko-geodetskom obradom (cijena jednog metra iznosi 80 KM), tada je za dokazivanje jedne tone boksita utrošeno 3,12 KM, što prodajnu tonu boksita (34 KM) opterećuje s 9,2%.

1.4.3. GEOLOŠKA GRAĐA

Geološka građa područja Bešpelja

Geološki su odnosi u području Bešpelja prikazani na geološkoj karti 1:10 000 i geološkim presjecima istog mjerila (prilog 1.3), Papeš, 1984. Ona je od istog autora dopunjavana u više navrata, kako su napredovala istraživanja boksita te je u ovakovom obliku preuzeta iz Papeš i dr., 2001. Na karti je kredni karbonatni kompleks koji predstavlja podinu boksita rasčlanjen u pet litostratigrafskih članova: debelouslojeni sivi vapnenci s orbitolinama (*O. lenticularis*) $K_1^{3,4}$, debelouslojeni do pločasti vapnenci sa salpingoporelama (*S. dinarica*) K_1^4 , sivi uslojeni vapnenci s orbitolinama (*O. texana*) $^1K_1^5$, svjetlosmeđi dobro uslojeni vapnenci s miliolidama, puževima i rijetkim orbitolinama, $^2K_1^5$ i uslojeni bijeli i rumenkasti vapnenci s miliolidama i rudistima-neposredna podina, K_2^1 . Neposredna krovina predstavljena je kalkarenitima, brečama, laporima i glinovitim vapnencima, K_2^3 , a u debelom klastičnom krovinskom slijedu izdvojeni su i lapori, breče, kalkareniti i pjeskoviti vapnenci (fliš), Pc, te miocenske taložine, lapori, gline i pješčenjaci s proslojcima ugljena, M.

Posebna vrijednost ove karte su geološki presjeci (prilog 1.3) koji vrlo zorno i na temelju bušotinskih podataka, dakle egzaktno, daju sliku o zamršenosti tektonskih odnosa u području Bešpelja. Ova činjenica je vrlo važna i pomogla je pri rješavanju tektonskih odnosa u samim obrađivanim ležištima u ovom elaboratu. Ti će odnosi biti prikazani na detaljnim geološkim kartama i presjecima u narednim poglavljima.

U nastavku se daje prikaz geoloških odnosa na Bešpelju točno onako kako ih je opisao Papeš, 2001.

«Područje rudnika boksita Bešpelj nalazi se sjeverno od Jajca. Asfaltiranim putem od Jajca preko Divičana i Kuprešana do Bešpelja je 25 km. Područje Bešpelj zauzima površinu od oko 20 km². Na sjeveru se proteže do vrlo dubokog kanjona Ugra, na istoku od sela Ometala odnosno do planine Kober. Na jugu granicu čine strme padine Studenca i Debeljaka, a na zapadu rijeka Vrba. Bešpelj predstavlja blagu izmodeliranu zaravan na 900 m.n.v. Na zaravni su dva naselja: Donji i Gornji Bešpelj. Zaravan je izgrađena od fliša, pokrivena livadama i njivama, a dio terena izgrađen od vapnenaca je obrastao vrlo lijepom gustom crnogoričnom šumom. Vodom je ovo područje vrlo siromašno. Svega je nekoliko manjih izvora na južnim padinama zaravni, dok je ostali dio bezvodan, zbog čega stanovnici koriste pretežno kišnicu.

Bešpelj je boksitonosno područje u kojem su najprije počela detaljna istraživanja i eksploatacija boksita. Već 1937 god. saznalo se da tu ima boksita (učitelj Hasić), međutim sve do 1954 god. teren nije istraživao. Geološki zavod Sarajevo (Živaljević 1955) je istraživao izdanke boksita (raskopima, oknima i bušotinama). Slijedećih godina istraživanje je nastavljeno. Niskopima je praćeno zaljevanje boksita pod krovinu. Istraživanje u 1956 i 1957 godini izvodi "Elektrosonda" Zagreb. Isto poduzeće 1958 godine je otvorilo rudnik, te je počela prva proizvodnja boksita u regiji Jajca. Uz proizvodnju nastavljeno je i istraživanje i to uglavnom istražnim hodnicima (1760 m) i bušenjem (1825 m). Geološka karta u mjerilu 1:25 000 i jedan dio terena u mjerilu 1:10000, napravljeni su 1958 godine (Geološki zavod Sarajevo). Najintenzivnije istraživanje bušenjem provedeno je 1972 godine (Tomić, 1973). Izbušeno je 6734 metara na 59 bušotina. Tada su izbušene i tri tzv. geofizičke bušotine. Locirane su u krovinskim naslagama na osnovi geofizičkih ispitivanja (Gaćeša, 1971). Niti jedna bušotina nije

potvrdila predviđanja geofizičara te su sve obustavljene u krovinskim flišnim naslagama. Bušotine izrađene u mreži 60 x 60 metara blizu kontakata podina - krovina nisu nabušile boksit, makar su sve ušle u podinu (prema elaboratima). Zbog toga je istraživanje na Bešpelju prekinuto. Tijekom 1973 god izbušen je manji broj bušotina istočno od ležišta 13. Interes za istraživanja Bešpelja ipak nije prestao pa su tijekom 1978 god izbušene četiri strukturne bušotine (468 m) u području Kobera (istočni dio Bešpelja) bušenjem nije riješena geološka građa ovoga područja. Zato je u 1979 god. ponovno iskartiran dio terena (oko 20 km²). Tada je detaljnije rasčlanjena podina boksita u pakete kakvi su su odvojeni na Liskovici i u širem području Poljana. Kartiranjem su dobiveni značajni podaci. Utvrdilo se da je istočni dio Bešpelja jače izdizan za vrijeme taloženja fliša, pa su zbog toga mogla biti erodirana ležišta boksita. U zapadnom dijelu Bešpelja je utvrđena struktura na osnovu koje se može zaključiti da podinski vapnenci nalježu (da su navučeni) na krovinske.

U 1981 godini je nastavljeno istraživanje i to: geofizička ispitivanja, geološko snimanje detaljnih stupova kroz fliš i strukturno bušenje. Geofizička ispitivanja su ukazala da bi kod Donjeg Bešpelja krovina bila ispod podinskih vapnenaca. Bušotina DB-1 locirana na osnovi geofizičkih rezultata nabušila je fliš ispod podine (na dubini od 365 m).

Druga bušotina DB-2 postavljena je na istom presjeku, ali u krovinskim naslagama. Očekivalo se ovom bušotinom ući u podinske vapnence na nešto manjoj dubini, međutim bušotina je čitavom dubinom prošla kroz fliš, s tim što je počela u starijem senonu, a završila u mlađem s prelazom u paleocen.

Bušotine u Smionici (jugozapadno od Crvenih stijena) išla je također kroz fliš cijelom dubinom (386 m). utvrđene su paleocenske flišne naslage. Njome je dokazano da je tu podina duboka vjerojatno oko 1000 metara. Prema tome taj teren ne dolazi u obzir za dalja istraživanja. Iste godine snimljena su dva stratigrafska stupa kroz fliške naslage. Uspjelo se izdvojiti nekoliko paketa krednog i paleocenskog fliša, što je naročito značajno za utvrđivanje strukture, a time i prognozne dubine do boksitnog kontakta.

Tijekom 1983 godine na Bešpelju su vršena dodatna (iz 1972) geofizička istraživanja i to u području G. Bešpelja. Zadatak tih istraživanja je bio da se sigurnije odrede mikrolokacije za strukturne bušotine. Izvedeno je 5 strukturnih bušotina GB-1/82; 2;3;4 i 5. Bušotine GB-1/83 je locirana oko 600 metara jugoistočno od L-13 na geofizičkoj sondi broj 78 A. Prema geofizici bušotina je trebala nabušiti podinske vapnence na dubini 200 - 250 metara.

Uz strukturno bušenje na Bešpelju u 1983 godini nastavljeno je i detaljno bušenje u području D. Bešpelja. Okontureno je ležište L-20, te je nešto sjevernoistočnije od tog ležišta nabušeno novo ležište (L-24) također ispod podinskih vapnenaca. Podaci sa novog ležišta boksita su vrlo značajni, jer ukazuju da navlačna ploha na kojoj se nalaze ležišta zalježu prema zapadu. To znači da se prema istoku nalazi sve bliže površini. Detaljnom analizom svih podataka u tom području došlo se do zaključka da bi navlačna ploha (do sada nabušena na različitim dubinama na DB-1, DB-3,4,5) istočno od D. Bešpelja mogla biti na manjoj dubini. Zbog toga su locirane nove strukturne bušotine u području između ležišta L-22 i L-8. Izvedene su svega dvije bušotine (GB-6 353 m, GB-7 456 m). Bušotina GB-6/84 locirana oko 100 m od kontakta na površini u podinskim vapnencima nabušila je krovinu na 342 - om metru čime je još jednom dokazano da ispod podine na Bešpelju ima fliša, odnosno da je na Bešpelju formirana polegla antiklinala u čijem tjemenu se nalaze značajna ležišta boksita. Bušotina GB-7/84 izvedena je blizu ležišta L-8. Do 456 m nije se ušlo u fliš, pa je bušotina obustavljena u podinskim vapnencima.

U 1985 godini izvedena su u Bešpelju samo detaljna bušenja i to na utvrđenoj strukturi u D. Bešpelju između L-15 i L-5. Bilo je predviđeno izbušiti najmanje 6000 metara u rasporedu bušotina po pružanju s razmakom 20 m, a po zalijeganju naslagau razmaku od 10 m. Međutim, zbog vrlo visokih troškova za ta bušenja izvedeno je svega 6 bušotina (oko 1600 m). Od tih bušotina tri su nabušile boksit (165/84 u dvije razine, 166/84 od 203-212 m, 167 od 185 do 222 m).

Te bušotine su u potpunosti potvrdile predviđanja geologa što se tiče položaja strukture i njene boksitonosti. Ti rezultati istraživanja promijenila su razmišljanja investitora o perspektivnosti Bešpelja za boksit.

Tijekom 1985, 86, 87, 88 i 1989 godine nastavljeno je strukturno bušenje koje je imalo za cilj da preciznije utvrdi položaj polegale antiklinale i da nabuši eventualni boksit. Do 1991. godine obavljeno je detaljno geološko bušenje (okonturivanje ležišta). Nabušena su i okonturena (ne potpuno!) ležišta L-25; L-26; L-27; L-28; L-29; L-30; L-31; L-32; L-33; L-34; L-35. Podaci o obračunu rezervi ne postoje. Jedini elaborat o rezervama za Bešpelj postoji iz 1974 godine za ležište 7 i 7a. Rezerve su procijenjene ili grubo proračunate na osnovi postojećih podataka iz bušotina. Rezerve su izračunate srednjom aritmetičkom metodom (površina ležišta boksita pomnožena sa srednjom vrijednosti debljine boksita iz svih bušotina na ležištu).»

Geološka građa ležišta

Geološka je građa ležišta, obrađivanih u ovom elaboratu, definirana prvenstveno na temelju podataka bušotina, na temelju geoloških odnosa koji su vidljivi na površini terena te na temelju strukturnih odnosa koje je postavio Papeš (2001) za ležišta boksita na Bešpelju. Kako se ležišta nalaze u vrlo zamršenim tektonskim odnosima za svako je ležište napravljena geološka karta 1:1 000 (prilozi 1.5.1, 1.6.1, 1.7.1, 1.8.1, 1.9.1, 1.10.1 i 1.11.1) te dva karakteristična geološka presjeka (poprečni i uzdužni), koji su poslužili kao temelj za izradu proračunskih presjeka (prilozi 1.5.2, 1.6.2, 1.7.2, 1.8.2, 1.9.2, 1.10.2 i 1.11.2).

Temeljna je karakteristika svih ležišta da su istaložena na vapnencima alb-cenomana. Oni su za vrijeme dugotrajne emerzije (kopnene faze) pod utjecajem vanjskih geoloških faktora bili okršeni, odnosno u njima su stvorena raznovrsna paleoudubljenja u koja je deponiran materijal za boksit. Gornjokredna transgresija istaložila je preko ležišta boksita heterogenu seriju karbonatnih klastita. U bazalnom dijelu to su glinoviti vapnenci, kalkareniti, karbonatne breče i konglobreče, te sporadično sačuvani rudistni grebeni. U višim dijelovima stupa prevladavaju lapori i kalkareniti najčešće nastali turbiditnim mehanizmima sedimentacije. Takva je sedimentacija trajala do u srednji eocen.

Intenzivni tektonski pokreti od eocena do danas cijelo su boksitonosno područje Bešpelja značajno strukturno poremetili (prilog 1.3). Neka se od ležišta nalaze u inverznom položaju, dakle stratigrafska podina predstavlja topografsku krovinu. Detaljniji strukturni položaj svakog od obrađivanih ležišta prikazan je u opisu tektonike za svako ležište ponaosob.

1.4.4. TEKTONIKA

Zbog zamršenih strukturnih odnosa u okruženju obrađivanih ležišta i njihovog značenja kod eksploatacije, oni su prikazani za svako ležište posebno.

Ležište L-20

Tektonski su odnosi u ovom ležištu prikazani na priloženoj geološkoj karti (prilog 1.5.1). Radi boljeg njihovog razumijevanja iskonstruirana su dva detaljna geološka presjeka, jedan poprečni A-B i jedan uzdužni C-D (prilog 1.5.2). Iz presjeka A-B, vidljivo je da rudno tijelo zaliježe prema sjeveru pod kutem od cca 20⁰. Uzdužni presjek pokazuje da je rudno tijelo po pružanju savijeno i ima oblik blage sinklinale.

U cijelom ležištu ustanovljen je samo jedan rasjed. On se nalazi u sjevernom dijelu ležišta i ima pružanje približno zapad-istok. Po karakteru to je reversni uzdužni rasjed koji je krajnji sjeverni dio ležišta (bušotina DB-11) odvojio i uzdignuo od glavnine ležišta. Reversno kretanje uz ovaj rasjed iznosi oko 20 metara. Drugi tektonski elementi u ovom ležištu nisu prepoznati.

Ležište L-24

Tektonski su odnosi u ovom ležištu prikazani na priloženoj geološkoj karti (prilog 1.6.1). Radi boljeg njihovog razumijevanja iskonstruirana su dva detaljna geološka presjeka, jedan poprečni A-B i jedan uzdužni C-D (prilog 1.6.2). Ležište se nalazi u inverznom položaju. Dakle stratigrafska podina, tj, vapnenci alb-cenomana sada se nalaze u položaju topografske krovine, a primarno krovinski karbonatni klastiti gornje krede sada predstavljaju topografsku podinu. Ovakvi odnosi rezultat su intenzivnog boranja i pretežito reversnog rasjedanja na širem planu-polegla bora Bešpelja (prilog 1.3). Iz presjeka A-B, vidljivo je da rudno tijelo zaliježe prema sjeveru pod kutem od cca 30° . Uzdužni presjek pokazuje da je rudno tijelo po pružanju gotovo u vodoravnom položaju.

U samom ležištu i u neposrednom okruženju nisu ustanovljeni rasjedi pa možemo reći da ovo ležište osim inverznog položaja ima jednostavne tektonske odnose.

Ležište L-25

Prema dostupnim ali nepotpunim i često manjkavim podacima ovo se ležište nalazi duboko ispod površine u zamršenim tektonskim odnosima. Nema dovoljno podataka za jednoznačno rješenje strukture u kojoj se ležište nalazi. Zbog toga na priloženoj geološkoj karti (prilog 1.7.1) i geološkim presjecima (prilog 1.7.2) nisu prikazani rasjedi koji su najvjerojatnije prisutni. Boksit je okonturen samo na temelju sigurnih bušotinskih podataka i takve su konture uvažavane kod proračuna zaliha. Iz proračunskih je presjeka vidljivo da se boksit javlja u više nivoa pa se možda radi i o nekoliko ležišta. Jedino se može reći, što se vidi i iz priloženih presjeka, da su geološki odnosi u zapadnom dijelu ležišta jednostavniji pa je tu i proračun rezervi bio lakši. Sa sigurnošću se može reći da je ležište u inverznom položaju što se vidi iz podataka bušotina skinutih sa diskete. U svakom slučaju kako je to i ranije navedeno, zbog značajnih zaliha boksita u ovom ležištu isto je nužno istražiti iz podzemnih radova i ponovo elaborirati.

Ležište L-26

Strukturni odnosi u ovom ležištu prikazani su na detaljnoj geološkoj karti (prilog 1.8.1), i na detaljnim geološkim presjecima, koji su iskonstruirani na temelju podataka iz bušotina i geološke karte (prilog 1.8.2). Nalazi se u normalnom stratigrafskom položaju, dakle u podini ima vapnence alb-cenomana, a u krovini su karbonatni klastiti senona. Duža os ležišta pruža se paralelno transgresivnom kontaktu odnosno paralelno sa glavnom strukturom Bešpelja. Poprečni geološki presjek otkriva nam da je ležište zajedno s podinom i krovinom borano i reversno rasjednuto. Radi se o bori dekametarskih dimenzija, a skok uz reversni rasjed iznosi oko 13 metara. Pružanje reversnog rasjeda je zapad-istok (paralelno dužoj osi ležišta), dakle rasjed je uzdužni.

Iz uzdužnog geološkog presjeka vidljivo je da ležište zaliježe (tone prema zapadu pod kutem od cca 30°). Ovaj nam presjek otkriva i dva rasjeda u krajnjem zapadnom dijelu strukture ležišta. Jedan od njih je normalni uspravni poprečni rasjed koji je poremetio ležište. Skok uz njega iznosi 5 metara (zapadno krilo je izdignuto u odnosu na istočno, odnosno istočno je spuštено u odnosu na zapadno). Drugi rasjed, paralelan s opisanim, nije poremetio ležište, a karakter mu je reversni. Iskonstruiran je na temelju podataka bušotina.

Ležište L-27

Tektonski su odnosi u ovom ležištu, odnosno ležištima izuzetno zamršeni. Nepotpuni podaci otežali su tektonsku interpretaciju. Podaci površinske geologije koji su nam dostupni pokazuju normalni kontakt podinskih i krovinskih naslaga. Pružanje kontakta je približno zapad-istok i on zaliježe prema jugu (prilog 1.9.1). Nema drugih površinskih geoloških strukturnih elemenata koji bi pripomogli pri rješavanju strukture. Nedostaci bušotinskih podataka ne omogućavaju određivanje točnog prostornog položaja kontaktne plohe podine i krovine. Konstruirani poprečni geološki presjek A-B, (prilog 1.9.2), kao i njemu paralelni proračunski presjek 3-3, pokazuju da se ležište nalazi u inverznom položaju. Dakle primarne podinske stijene-vapnenci, dakle stratigrafska podina boksita sada čine topografsku krovinu ležištu, a primarno krovinski klastiti (stratigrafska krovina sada čine topografsku podinu. Iz spomenutih je presjeka vidljiv položaj boksitonosnog kontakta područja Bešpelja. Na površini normalni kontakt idući u dubinu naglo se ustrmljuje i prelazi u inverzan položaj čineći generalno gledano poleglu antiklinalu. Za rješenje strukturnog položaja rudnog tijela iskonstruiran je blago položeni do vodoravni rasjed koji je raskinuo kontaktnu ploh. Kretanje uz njega iznosi cca 20 metara. Na proračunskom presjeku 3-3 (prilog 1.9.3) vidljivi su još zamršeniji tektonski odnosi istog stila. Naime za objašnjenje strukturnih odnosa u ležištu uz spomenuti rasjed iskonstruiran je i normalni rasjed sa skokom od 12 metara. Kretanje uz horizontalni rasjed na ovom presjeku iznosi cca 32 metra. Strukturni odnosi u ležištu dodatno su prikazani na uzdužnom geološkom presjeku C-D, (prilog 1.9.2).

Ležište L-34

Tektonski su odnosi u ovom ležištu prikazani na priloženoj geološkoj karti (prilog 1.10.1). Radi boljeg njihovog razumijevanja iskonstruirana su dva detaljna geološka presjeka, jedan poprečni A-B i jedan uzdužni C-D (prilog 1.10.2).

Za ležište nedostaju stupovi bušotina, ali se iz tablice bušotina s osnovnim podacima za ovo ležište, koja je preuzeta iz elaborata o koncepcijskom rješenju za istraživanje i otvaranje ležišta «Bešpelj» u rudnicima boksita Jajce (Rudarski institut Beograd-Zemun, 1989.) može zaključiti da se ležište nalazi u normalnom stratigrafskom položaju. Dakle u podini su vapnenci alb-cenomana, a u krovini su karbonatni klastiti gornje krede. Iz presjeka A-B, poprečnog presjeka vidljivo je da ležište zaliježe prema jugu tj. pod krovinu pod kutom od tridesetak stupnjeva. Uzdužni presjek C-D pokazuje da je rudno tijelo po pružanju u zapadnom dijelu ležišta gotovo u vodoravnom položaju, dok se prema istočnom dijelu ustrmljava pod kutom od 20-40 stupnjeva.

U samom ležištu ustanovljena su dva rasjeda iz domene normalnih približno uzdužnih rasjeda, pružanja približno zapad-istok. Južni rasjed ima skok oko 20 metara. Južno krilo je spušteno za toliki iznos što se lijepo vidi na proračunskom presjeku 2-2 (prilog 1.10.3). Na geološkom poprečnom presjeku A-B (obračunski presjek 3-3), rasjed je na samom rubu ležišta sa skokom oko 2 metra. Ovaj podatak govori da se radi o normalnom rasjedu s elementima rotacijskog kretanja. Sjeverni rasjed poremetio je krajnji sjeverni dio ležišta. To se lijepo vidi na poprečnom geološkom presjeku između bušotina 446 i 458 gdje je ustanovljen skok od 26 metara. Ostali dijelovi ležišta su bez utvrđenih rasjeda.

Ležište L-35

Tektonski su odnosi u ovom ležištu prikazani na priloženoj geološkoj karti (prilog 1.11.1). Radi boljeg njihovog razumijevanja iskonstruirana su dva detaljna geološka presjeka, jedan poprečni A-B i jedan uzdužni C-D (prilog 1.11.2). Iz poprečnog presjeka A-B vidljivo je da ležište zaliježe prema jugoistoku pod kutom od cca 42°. Uzdužni presjek C-D pokazuje skoro vodoravni položaj ležišta po pružanju. Obradom bušotinskih podataka u samom ležištu iskonstruirana su tri dijagonalna normalna rasjeda te jedan također dijagonalni normalni rasjed u neposrednoj blizini istočnog dijela ležišta (prilog 1.11.1). Vertikalni pomaci uz ove rasjede prikazani su na geološkim i proračunskim presjecima. Oni iznose do najviše 10 metara (proračunski presjek 3-3), inače su u drugim dijelovima ležišta znatno manji (2-4 metra). Razlike u iznosima skokova uz predmetne rasjede lijepo se vide usporedbom poprečnog i uzdužnog geološkog presjeka. Ovi podaci upućuju na elemente rotacijskog kretanja.

1.4.5. HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE

Zbog slične geološke građe, litoloških i tektonskih odnosa u području Bešpelja odnosno u području gdje se nalaze predmetna ležišta, regionalni hidrogeološki odnosi isti su za cijelo područje i bit će prikazani kao cjelina.

Glavninu terena izgrađuju karbonatne naslage (vapnenci i karbonatni klastiti). U normalnom slijedu naslaga vapnenci predstavljaju podinu boksitnim ležištima. Debljina im je više stotina metara. Pretežito su ispucali i okršeni. U njima je prisutna u najvećoj mjeri sekundarna poroznost. Prevladava pukotinska i disolucijska. Na površini terena u njima su razvijeni krški oblici, a najčešće su vrtače. Bušenjem su u podzemlju ustanovljene brojne kaverne različitih dimenzija (mogu se očekivati i pećinski prostori). Padalinske vode koje dođu na površine terena izgrađene od podinskih vapnenaca brzo poniru u podzemlje i spuštaju se duboko prema rijeci Vrbas koji je glavni recipijent voda u ovom području. Rijeka Vrbas je i erozijska baza u ovom području pa u nju u obliku baznih dotoka dotječe i većina padalinskih voda s Bešpeljske krške zaravni. Zbog toga u podinskim vapnencima ne treba očekivati podzemnu vodu, a pogotovo u području ležišta koja su visoko iznad Vrbasa.

U karbonatnim klastitima koji čine krovinu, u najširem smislu, ležištima boksita razlikujemo dva litološka člana koji se razlikuju po hidrogeološkim osobitostima. Stariji član predstavljen je karbonatnim brečama, brečokonglomeratima, kalkarenitima, grebentskim vapnencima i rjeđe glinovitim mikritima. Njegova je debljina promjenljiva, ali može dosegnuti i do 40 pa i više metara. Uglavnom ovaj član nikada ne nedostaje iznad ležišta boksita. U hidrogeološkom smislu on ima jako slične hidrogeološke karakteristike kao i podinski vapnenci i sa njima čini jedinstvenu hidrogeološku cjelinu. U njemu je razvijena pretežito sekundarna poroznost-pukotinska i disolucijska ali i dijelom primarna poroznost. Zbog toga je on dobro vodopropustan i sudbina podzemnih voda u njemu ista je kao i onih u podinskim vapnencima.

Mlađi član predstavljen je karbonatnim brečama, kalkarenitima i laporima. Količina lapora raste u mlađim naslagama ovog člana. Gledajući u cjelini ovaj je član vodonepropustan i predstavlja barijeru poniranju površinskih voda u podzemlje, ali i podzemnu barijeru tečenju voda u podzemlju. Zbog karakterističnog strukturnog položaja ovog člana u podzemlju (prilog 1.3), on je najčešće u poziciji tzv. viseće barijere što znači da on samo lokalno zadržava podzemne vode dok se njihova glavnina spušta kroz debeli vapnenački vodonosnik prema Vrbasu.

Kako se većina ležišta ne nalazi preduboko, a u svome okruženju imaju karbonatne dobro propusne naslage, ne treba očekivati probleme s podzemnom vodom prilikom eksploatacije. Tek kod ležišta koja su duboko mogu se očekivati eventualni problemi s podzemnom vodom koja se akumulira u području visećih barijera (lapori). Ukoliko bi i došlo do prodora podzemnih voda rudarski radovi bit će tako projektirani i izvedeni da će omogućiti brzu evakuaciju voda iz jame.

1.4.6. GEOMEHANIČKE ZNAČAJKE BOKSITA I PRATEĆIH NASLAGA

1.4.6.1. ANALIZA RADNIH SREDINA

Kako je već napomenuto sva se ležišta nalaze u okruženju karbonatnih stijena. Definiranje inženjersko geoloških karakteristika boksita i pratećih naslaga trebalo bi definirati prema ispitivanjima fizičko-mehaničkih i deformacijskih svojstava na uzorcima iz bušotina. Nažalost nije nam poznato da li su takvi uzorci uzimani i da li su takova ispitivanja provedena. Tragova o tome nismo našli. No s obzirom da su stijene podine i krovine kao i boksit na više mjesta dostupni promatranju na površini slobodni smo iznijeti temeljne inženjersko-geološke karakteristike istih na temelju naših terenskih opažanja. Pri tome ćemo koristiti i veliko iskustvo iz podzemne eksploatacije na rudnicima Poljane i Crvene stijene.

Podinski vapnenci alb-cenomanske starosti su dobro uslojeni s debljinama slojeva najčešće u rasponu od 0,1-1,0 metar. To su čvrste homogene stijene redovito s brojnim pukotinama različite geneze i šupljinama nastalim disolucijskim procesima (okršavanje). Usprkos tome iskustvo pokazuje da su oni veoma zahvalni za izvođenje svih vrsta rudarskih radova. Podzemne prostorije koje se u njima grade nije potrebno podgrađivati, osim u područjima rasjeda (šire zdrobljene zone) i područjima s intenzivno razvijenim kavernama. Ako se u njima izvode usjeci ili zasjeci isti se mogu raditi pod najmanjim kutom od 50°.

Fizičko mehaničke karakteristike boksita, zbog redovito velikog broja pukotina, ne pogoduju izradi podzemnih prostorija u njima. Za usitnjavanje rude potrebna je upotreba eksploziva (miniranje)

Stijene neposredne krovine boksita pripadaju pretežito karbonatnim klastitima. Načestće zastupljeni litotipovi su: karbonatne breče, brečokonglomerati, kalkareniti, grebenski vapnenci i rjeđe glinoviti mikriti. Karakteristična je česta horizontalna i vertikalna izmjena litotipova što znatno narušava homogenitet krovine. U ovim su stijenama također razvijeni brojni pukotinski sustavi kao i u podinskim vapnencima jer su prošle zajedničku strukturnu evoluciju. Zbog toga stratigrafska krovina nije pogodna za izvođenje podzemnih rudarskih radova. Ako se oni i budu izvodili u krovini trebat će se koristiti podgrada, a postoji i velika opasnost od «ispadanja» velikih klasta, odnosno blokova u otvorene prostore.

Lapori, koji se doduše nalaze primarno daleko od rudnih tijela, ali koji tektonski mogu biti približeni rudnim tijelima, a time mogu biti i sredina za izvođenje rudarskih radova, imaju izrazito nepovoljna geomehanička svojstva (bubrenje, klizanje, otkidanje, viseće barijere za podzemnu vodu). Zbog svega toga su nepogodna sredina za izvođenje podzemnih rudarskih radova.

1.4.6.2. USPOREDBA FIZIČKO-MEHANIČKIH SVOJSTAVA BOKSITA I PRATEĆIH NASLAGA NA ISKUŠANIM POLJIMA (CRVENE STIJENE I POLJANE) S BEŠPELJEM

Iz analogije eksploatacijskih polja Crvene stijene i Poljane, koji su već u podmakloj fazi eksploatacije (preko 30 godina) može se isčitati dosta zajedničkih značajki boksita i pratećih naslaga s istima u eksploatacijskom polju Bešpelj. Iako su uvjeti zalijeganja podine i krovine bitno različiti, zajedničke značajke su slijedeće:

- mala koncentracija rude po ležištima,
- nepravilan oblik ležišta, velike razlike moćnosti boksita na pojedinim ležištima,
- neposrednu podinu boksitnim ležištima čine vapnenci alb-cenomana, preko kojih diskordantno leže gornjokredni klastični sedimenti koji čine neposrednu krovinu boksitima,

- kontakt krovine i boksita nije ravan, često se pojavljuju krovinske piramide manjih ili većih dimenzija zaobljene u obliku polukugle,
- krovina je ispresjecana rasjedima i pukotinskim sistemima što je čini iznad rudnog tijela nestabilnom (pogotovo u zoni manjih rasjeda).

Bitna razlika između Crvenih stijena, odnosno Poljana i Bešpelja je u tome što na prva dva polja boksitna ležišta imaju mali ili skoro nikakav pad, dok je na Bešpelju zalijeganje promijenljivo, od blagog pada na istočnoj strani do potpuno inverznog na zapadnoj strani koja se nalazi praktično iznad kanjona Vrbasa.

No, ono što je jako bitno a ovdje treba naglasiti je da, prema sadašnjim spoznajama, ne postoji geomehanički elaborat za područje Bešpelja te je nužno koristiti poznate egzaktno podatke za Poljane i iskustvene za Crvene stijene.

Strukturno i geomehanički radi se o vrlo sličnim ili istim boksitima i pratećim stijenama na svim poljima te se ovdje uzima analogija kao jedini vodič dok se ne naprave nove analize i elaborati.

Geomehaničke karakteristike uzoraka stijena s Poljana, koje su identične za ležišta Crvene Stijene" a slične su i za "Bešpelj" su slijedeće:

- za boksit:
- čvrstoća loma, σ = 2 – 5 MPa
- kohezija, c = 0,5 – 0,7 MPa
- kut unutrašnjeg trenja, φ = 50 – 60°

Kod krovinskih naslaga fizičko-mehaničke karakteristike variraju u širokom rasponu i imaju slijedeće vrijednosti:

- čvrstoća loma, σ = 7 – 10,65 MPa
- kohezija, c = 0,8 – 1,6 MPa
- kut unutrašnjeg trenja, φ = 47 – 60°

Za podinske naslage:

- čvrstoća loma, σ = 4,8 – 7,4 MPa
- kohezija, c = 0,8 – 1,8 MPa
- kut unutrašnjeg trenja, φ = 45 – 67°

S obzirom na navedene karakteristike pratećih naslaga, za očekivati je različito ponašanje krovinskih naslaga u pogledu zarušavanja pri otkopavanju, slično kao što je bilo i u dosadašnjem toku kod podzemne eksploatacije ležišta boksita na Poljanama.

Klastični sedimenti gornjokredne starosti - senonski fliš - predstavljaju stratigrafsku krovinu boksitnim ležištima područja "Crvene Stijene", "Poljane" i "Bešpelj". Ove naslage su veoma heterogenog sastava, to su lapori, laporoviti vapnenci, breče razne granulacije, kalkareniti, bazalni konglomerati, vapnenci. Izmjena napomenutih litoloških članova veoma je česta kako horizontalno, tako i vertikalno. U fragmentima breča određeno je više vrsta rudista.

Naslage leže diskordantno na vapnencima alb-cenomanske starosti i imaju široko rasprostranjenje na cijelom području.

Kod ležišta koja su bliže površini, može se očekivati zarušavanje neposredno poslije otkopavanja. To se isto može očekivati i kod drugih ležišta ukoliko neposrednu krovinu čine lapori, laporoviti vapnenci ili kalkareniti. U cilju definiranja stabilnosti otvorenih otkopanih

prostora, čije nastajanje je vezano za geološke i geotehničke karakteristike kao i za diskontinualnost krovinskih stijena, Rudnik boksita Jajce je sa Zavodom za rudarstvo i mehaniku stijena pri Rudarsko-geolosko-naftnom fakultetu Sveučilista u Zagrebu izradio studiju: "Postupak sa otkopanim prostorima u jami Poljane". U Studiji su proučeni geološki i geotehnički uvjeti pratećih stijena, sistematizirana su sva dosadašnja iskustva i obavljene teorijski proračuni stabilnosti otvorenih prostora u jami.

Proračun rasporeda naprezanja i deformacija oko otkopanih prostora rađen je s dvije vrste modela:

- metodom konačnih elemenata i
- proračunom naprezanja na konturi otvora (Greenspan metoda).

Teorijski proračuni pokazali su slijedeće:

1. Niti u najvećim promatranim otvorima od 80 metara ne postoje tolika naprezanja u zonama najvećeg tlaka da bi u materijalu bila prekoračena tangencijalna čvrstoća.
2. Obadva načina teorijskog izučavanja ukazuju na postojanje velikih zona vlačnog naprezanja u krovini.
3. Veličina vlačnog naprezanja na otvorima od 60 metara tolika je, da prelazi otpornost materijala i za homogene cjeline.
4. U zonama vlaka dolazi do otvaranja pojedinih pukotina i do odlamanja dijelova krovine.
5. Već kod otvora od 20 metara može doći u zoni vlačnih naprezanja do ispadanja blokova ako postoje pukotinski diskontinuiteti i slojne plohe.
6. Ako nema pukotinskih sistema, onda na rasponima do 60 metara neće doći do zarušavanja krovine.

Ova teorijska razmatranja odnose se i na ležišta boksita "Crvene Stijene", ali zasigurno ne i za ležišta na Bešpelju, upravo radi bitno nepovoljnijih uvjeta zalijeganja i tektonski poremećenih primarnih stratigrafskih struktura.

1.4.6.3. ZAKLJUČAK GEOMEHANIČKE ANALIZE

Kao zaključak, odnosno preporuka, dužni smo istaknuti da podzemne rudarske prostorije u području elaboriranih ležišta boksita svakako treba nastojati izvoditi u podinskim (stratigrafska podina) vapnencima, bez obzira da li oni predstavljali topografsku podinu ili topografsku krovinu ležištima. Karbonatne klastite neposredne krovine ili pak lapore treba gdje god je to moguće izbjegavati za izvođenje podzemnih radova. Ako se to ne može izbjeći potrebno se pripremiti za naprijed iznesene uvjete.

Ukoliko iz određenih razloga nije moguće izrađivati glavne prostorije kroz alb-cenomanske vapnence ($K_{1,2}$) onda treba nastojati usmjeriti ih kroz superpozicijske pakete debelouslojenih gornjokrednih-senonskih vapnenaca (K_2^3) koji se nalaze cca 5-7 m od kontaktne plohe formacija cenoman-senon.

S određenom rezervom (umanjiti vrijednosti za 5%) mogu se koristiti podaci o fizičko-mehaničkim svojstvima (čvrstoća, kohezija i kut unutarnjeg trenja) boksita i pratećih naslaga s ležišta Poljane pri proračunu stabilnosti u podzemnim i površinskim kopovima na Bešpelju.

1.4.7. OSTALE ZNAČAJKE

Prema mineraloškom i kemijskom sastavu boksita i pratećih naslaga (gornjokredni vapnenci cenomana i senona) razvidno je da ne postoji opasnost od plinova, radioaktivnosti, eksplozivnosti, zapaljivosti, štetnosti i/ili otrovnosti mineralne prašine.

1.5. KAKVOĆA I KOLIČINA BOKSITA

1.5.1. KAKVOĆA

Kakvoća boksita određena je kemijskom analizom svih proba na 6 komponenti: Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO i gubitak žarenjem (Tablica 1.2).

Sve su analize prikazane na presjecima odnosnih bušotina, a na temelju pondera kvalitete svake bušotine izračunat je ponder kvalitete za čitavo ležište. Ukoliko nisu pronađeni podaci za bušotine, odnosno ako za neka ležišta ili dijelove ležišta nije bilo moguće izračunati kakvoću onda su upotrijebljeni statistički podaci iz više stotina analiza sa Bešpelja prema Dragičević, 1981.

	%
Al_2O_3 ,	57,66
SiO_2 ,	2,00
Fe_2O_3 ,	24,77
TiO_2 ,	2,60
CaO	0,05
gubitak žarenjem	28,83

Općenito se može reći da se sva ležišta odlikuju visokom kakvoćom boksita (visoki sadržaj Al_2O_3 i niski sadržaj SiO_2).

Tablica 1.2 Kakvoća ležišta boksita u eksploatacijskom polju "Bešpelj"

LEŽIŠTE	$\text{Al}_2\text{O}_3(\%)$	$\text{SiO}_2(\%)$	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\%)$	$\text{TiO}_2(\%)$	$\text{CaO}(\%)$	G.Ž.	OSTATAK
L-20*	42,98	5,07	18,24	2,00	12,56	18,55	0,30
L-24*	52,60	2,19	20,37	2,15	6,30	16,08	0,30
L-25	57,66	2,00	24,77	2,60	0,05	28,83	-
L-26*	59,70	0,98	23,67	2,53	0,31	12,46	0,30
L-27*	59,26	1,16	24,03	2,55	0,16	12,63	0,30
L-34	57,66	2,00	24,77	2,60	0,05	28,83	-
L-35**	55,19	2,98	21,45	2,50	1,10	13,00	0,30

*preuzeto iz: «Zahtjev za obnavljanje odobrenja eksploatacije na eksploatacijskom polju Bešpelj za 1992. godinu».

** preuzeto iz: «Dopunski rudarski projekt površinske eksploatacije ležišta boksita L-35 na Bešpelju».

Za ležišta L-25 i L-34 podataka o kemijskim analizama nema pa se ne može govoriti o kvaliteti boksita. Jedino se može sa sigurnošću tvrditi da boksit iz ovih ležišta po kvaliteti bitno ne odstupa od ostalih ležišta na Bešpelju. Zbog toga je kvaliteta za ova dva ležišta prikazana prema Dragičević, 1981.

1.5.2. KOLIČINA

1.5.2.1. METODE PRORAČUNAVANJA REZERVI

Proračun iz Elaborata o rezervama

Za proračun rezervi korištena je metoda paralelnih presjeka kao osnovna, a metoda srednje aritmetičke debljine kao kontrolna metoda. Prvo je izrađena karta rezervi za svako od ležišta (prilozi 1.5.1, 1.6.1, 1.7.1, 1.8.1, 1.9.1, 1.10.1 i 1.11.1). Obračunski presjeci (prilozi 1.5.3, 1.6.3, 1.7.3, 1.8.3, 1.9.3, 1.10.3 i 1.11.3) postavljeni su okomito na pružanja naslaga, odnosno okomito na duže osi ležišta, odnosno okomito na geološke strukture u kojima se ležišta nalaze. Presjecima se nastojalo obuhvatiti što više bušotina sa boksitom. Razmak između proračunskih presjeka je različit jer često puta zbog morfologije terena nije mogla biti izvedena pravilna mreža bušotina.

Proračun u predmetnom projektu

Postupak proračunavanja rezervi u ovom projektu napravljen je računalnom tehnikom i primijenjenim programima (software-ima) koja ima ugrađene alate za automatizirane izračune površine, obujma i mase. Korišteni su programi za 3D modeliranje. Izlazni rezultati tih proračuna i modela priloženi su u drugom dijelu Projekta.

1.5.2.2. PRIKAZ POSTUPKA PRORAČUNAVANJA REZERVI

Proračun metodom paralelnih presjeka obavljen je na slijedeći način:

- Na proračunskim presjecima izdvojene su površine posebno za svaku kategoriju.
- Svakoj izdvojenoj površini na presjeku računalno je izmjerena površina (kompjutorski programi: Microstation i Excel)
- Sve površine iz jednog presjeka su zbrojene tako da se za svaki presjek ima ukupno površina boksita i površina po kategorijama,
- Izračunata je srednja površina dva susjedna presjeka,
- Srednja površina presjeka pomnožena je s rastojanjem između dva susjedna presjeka
- Tako dobiven obujam boksita između dva presjeka pomnožen je sa obujamskom masom boksita,
- Na taj način dobivene rezerve između pojedinih presjeka su zbrojene i dobivene su rezerve za čitavo ležište.

Stoga su rezerve računane po formuli:

$$Q = \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot l, (m^3)$$

Kada se površine dva susjedna presjeka razlikuju više od 45% (što je konkretno gotovo pravilo) korištena je formula:

$$Q = \frac{P_1 + P_2 + \sqrt{P_1 \cdot P_2}}{3} \cdot l, (m^3)$$

Proračun metodom srednje aritmetičke debljine obavljen je na slijedeći način:

- Precizno je kompjutorski izračunata površina ležišta,
- Zbrojene su debljine boksita iz svih bušotina te podijeljene s brojem bušotina čime se dobila srednja debljina boksita,
- Srednja debljina boksita pomnožena je s površinom ležišta i obujamskom masom boksita i tako su dobivene rezerve boksita.

Proračun rezervi metodom srednje aritmetičke debljine, kao kontrolne metode također je prikazan tablicom za svako ležište. Postupak proračuna je slijedeći:

$$Q = P \times M_s \times z_t$$

gdje je:

P - površina rudnog tijela

M_s - srednja debljina rudnog tijela

z_t - obujamska masa boksita

1.5.2.3. TABLIČNI PREGLED UKUPNIH I EKSPLOATACIJSKIH REZERVU

U tablici 1.3 daje se prikaz bilančnih i eksploatacijskih rezervi za svako ležište i sveukupno za sva obrađivana ležišta.

Tablica 1.3 Eksploatacijske rezerve boksita po ležištima i ukupno (metoda paralelnih presjeka)

Ležište	Bilančne rezerve (m ³)	Eksploatacijski gubitak %	Eksploatacijske rezerve (m ³)	Eksploatacijske rezerve (t)
L-20	8 473	20	6 778,4	18 301,7
L-24	4 293	20	3 434,4	92 72,9
L-25	71 188	20	56 950,4	153 766,1
L-26	33 404	20	26 723,2	72 152,6
L-27	30 187	20	24 149,6	65 203,9
L-34	52 511	20	42 008,8	113 423,8
L-35	24 839	20	19 871,2	53 652,2
UKUPNO	224 895	20	179 916	485 773,2

Obzirom da je na otkopavanju ležišta boksita Jajce već dugo u primjeni podetažna metoda otkopavanja tj. metoda sa zarušavanjem natkopnih dijelova boksita i krovinskih naslaga iskustva su potvrdila navedene eksploatacijske gubitke.

U pravilu, primjenjivanu metodu karakterizira veoma velika produktivnost ali i značajni eksploatacijski gubici nastali mješanjem krovinskih naslaga s obrušenom mineralnom sirovinom iz natkopa jer se ne vrši oplemenjivanje rude boksita, a tehnološki proces njegove prerade u glinicu dozvoljava samo male jalove primjese (do 1,5%).

Međutim, u uvjetima ležišta boksita Jajce koja su prostorno mala i mahom razvijena po vertikali širine otkopnih prostora su male (10-30 m), te krovne naslage sporadično ili uopće ne zarušavaju tijekom otkopavanja boksita. U tim okolnostima ova metoda poprima karakteristike metode otkopavanja otvorenih otkopa koje imaju maksimalnu iskoristivost rudne supstance. Radovi se izvode mobilnim strojevima-utovarivačima na daljinsko upravljanje pa su eksploatacijski gubici pod navedenim okolnostima puno manji i konkretno su više nego korektno određeni.

Proračun rezervi metodom srednje aritmetičke debljine, kao kontrolne metode prikazan je u tablici 1.4.

Tablica 1.4 Proračun metodom srednje aritmetičke debljine

LEŽIŠTE	Broj bušotina s boksitom	Ukupno probušeno boksita (m)	Srednja debljina boksita (m)	Površina ležišta m ²	Ukupni obujam m ³ č. m.	Ukupne količine t
L-20	9	31	3,5	2 800	9 800	26 460
L-24	3	21	7	706	4 942	13 343,4
L-25	22	452,5	20,6	5 728	117 996,8	318 591
L-26	10	161,2	16,1	1 924	31 014,9	83 740,2
L-27	14	173,6	12,4	2 235	27 714	74 827,8
L-34	14	295,8	21,1	2 862	60 388,2	163 048
L-35	14	173	12,4	2 686	33 306,4	89 927,3
Ukupno					285 162	769 938

Dobivena razlika u količinama za sva ležišta između osnovne metode paralelnih presjeka ($Q=224.895\text{m}^3$ ili 607 125 t) i kontrolne metode srednje aritmetičke debljine ($Q=285.162\text{m}^3$ ili 769 938 t) iznosi oko 21%.

Za pojedina ležišta razlika je:

Ležište	Razlika, +/-	
	m ³	%
L-20	- 1 327	-14
L-24	- 649	-13
L-25	- 46 808	- 40
L-26	+ 2 390	+ 7
L-27	+ 2 473	+ 8
L-34	- 7 877	- 13
L-35	- 8 467	-26

Vidljivo je da su rezlike za ležišta L-26 i L-27 do 8% (rezerve su veće kod obračuna osnovnom metodom), za ležišta L-20, L-24 i L-34 razlike su ispod 15% (rezerve su veće kod obračuna kontrolnom metodom), a kod ležišta L-35 razlika iznosi 26% i za ležište L-25 razlika je 40% (u oba slučaja razlike količina su u korist kontrolne metode). Ovdje treba istaknuti da su ležišta 25 i 35, komplicirane geološke građe, odnosno da su ulazni podaci za proračun nedovoljni. Predlažemo da se ovakav proračun prihvati, a da se rezerve provjere istraživanjem iz rudarskih radova.

Komentar dobivenih podataka upućuje na slijedeće:

Kod malih razlika obračuna između osnovne i kontrolne metode razlike u količinama idu u prilog osnovne metode, što se može prihvatiti kao veoma dobra točnost izračuna objema metodama, a veća točnost daje se svakako preciznijoj-osnovnoj metodi.

Kod većih i napose velikih razlika izračuna (13-40%) uvijek su razlike u korist obračuna kontrolnom metodom, što znači da prihvaćanje metode sa obračunom daleko manjih količina (osnovna metoda) ima malo rizika u prekoračenju mogućih rezervi.

Posljednji podaci, svakako, bitno remete prosječni odnos, ali razlike za ležišta L-35 (26%) i napose ležište L-25 (40%) su u korist metode srednje aritmetičke sredine debljina boksita u bušotinama što je potvrđeno i proračunom u ovom Projektu.

Stoga, iako je razlika zamjetna jer su ležišta veoma složena rezultati obračuna rezervi osnovnom metodom smatraju se realnim (manji su u prosjeku za 21% od metode aritmetičke sredine), te se izloženi podaci o količinama boksita u pojedinom ležištu i ukupno za tretirana ležišta verificirani.

1.6. MOGUĆNOSTI EKSPLOATACIJE BOKSITA

1.6.1. KONCEPT RUDARSKIH RADOVA PREMA IDEJNOJ DOKUMENTACIJI

Za boksitonosno područje Bešpelja do sada je izrađena slijedeća dokumentacija:

- 1) Elaborat o geološkoj i rudarskoj dokumentaciji o rezervama boksita na rudnicima Bešpelju i Poljanama kod Jajca u Bosni (Rudnici boksita Jajce, 2001. godine),
- 2) Elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi crvenog boksita na ležištima: L-20, L-24, L-25, L-26, L-27, L-34 i L-35 u području Bešpelj – Jajce BiH (autor: Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zavod za geologiju i geološko inženjstvo Zagreb, Pierottijeva 6, Hrvatska. Siječanj, 2004. godine),
- 3) Kopije karata sa površinskim kotama, mjerilo: 1:1000 (istražne bušotine i potkopi) Jajce,
- 4) Konceptijsko rješenje za istraživanje i otvaranje ležišta «Bešpelj» u Rudnicima boksita Jajce (autor: Rudarski institut Beograd, 11.09.1989. godine),
- 5) Tehnički projekat površinskog kopa L-35 (2000. godina),
- 6) Studija o realizaciji investicije rudnika Bešpelj (Mađarski aluminij i Rudnici boksita Jajce, 2004. godine).

Prve smjernice otvaranja i razrade ležišta boksita u eksploatacijskom polju "Bešpelj" prikazane su u **Konceptijskom rješenju za istraživanje i otvaranje ležišta "Bešpelj"** koje je izradio Rudarski institut Beograd 1989. godine (u nastavku RIB). Te smjernice su poslužile za višestruke analize kako pri planiranju istražnih radova tako i pri razmatranju moguće eksploatacije boksitnih ležišta. No, iz samog naslova navedenog dokumenta vidljivo je da se primarno razmatrao problem istražnih radova a potom izvođenja rudarskih radova. U nastavku slijedi kratki opis zacrtanih rješenja a potom, u narednim poglavljima, postojeće stanje započetih rudarskih radova te koncept nastavka eksploatacije boksita na "Bešpelju".

1.6.1.1. KONCEPCIJA OTVARANJA LEŽIŠTA PREMA RIB-u

Ležište "Bešpelj" s aspekta otvaranja pruža dosta nepovoljne uvjete, koji se ogledaju, prije svega, u sljedećem:

- rudonosni kontakt zaliježe skoro vertikalno na relativno velikoj dubini (preko 30 m)
- prostiranje strukture na velikoj dužini - preko 5 km
- cijelo ležište se nalazi ispod približno ravnog terena
- rudonosna struktura se približava površini terena samo na krajnjem zapadnom delu

Geomorfološka karakteristika ležišta, morfološke karakteristike terena, te njihov međusobni odnos ne pružaju realnu mogućnost za veći broj varijanti otvaranja. Proučavanjem svih relevantnih faktora realno su moguće dvije varijante:

- a.. Otvaranje potkopima sa zapadne granice ležišta
- b. Otvaranje vertikalnim izvoznim oknom koje bi bilo locirano na platou iznad ležišta (k 900 - 915 m).

Uzimajući u obzir sve značajnije prednosti i nedostatke pojedinih varijanti, ocijenjena je kao najpovoljnija varijanta: OTVARANJE POTKOPIMA

Pod objektima otvaranja smatraju se:

- potkopi od površine do ulaza u rudonosni kontakt i
- ventilacijska okna
- centralne rudne sipke

Zalijeganje ležišta od skoro 300 m podijeljeno je na tri horizonta: 600 m, 690 m i 780 m.

Svaki od ova tri horizonta će se otvarati s površine potkopom (slika 1.1). Prema tome generalne kote ulaza u potkope su:

I horizont	- k. 780 m
II horizont	- k. 690 m
III horizont	- k. 600 m

Ulazi sva tri potkopa locirani su na padini terena od platoa Bešpelj prema rijeci Vrbas, na desnoj (severnoj) strani uvale Gričevi-Kobilica-Prisoje (Prilozi 2.4.1.1, 2.7.1.1 i 2.7.1.2).

Ovaj dio terena je najbliži ležištu i praktično jedino moguća lokacija.

U odnosu na ležišta potkopi su locirani na zapadnoj granici ležišta što se može smatrati kao nedostatak ove varijante. Kada bi se potkopi tako locirali da uđu približno u sredinu pružanja strukture, onda bi dužina svakog od ova tri potkopa prelazila 1000 m.

Sva tri potkopa locirani su u krovinskim stijenama što je nedostatak imajući u vidu karakteristike flišnih sedimenata kroz koje će oni prolaziti.

Potkop I horizonta (potkop 780 m)

Ovim potkopom otvorit će se prvi najviši horizont. Koordinate osi ulaza u potkop su:

$$\begin{aligned}x &= 4\,919\,421 \text{ m} \\y &= 6\,442\,939 \text{ m} \\z &= 780 \text{ m}\end{aligned}$$

Azimet pravca potkopa je po pravcu S-J odnosno $\vartheta = 0^\circ$
Radni presjek potkopa je $Fr = 7,94 \text{ m}^2$

Potkop II horizonta (potkop 690 m)

Potkopom 690 m otvorit će se drugi horizont. Koordinate ulaza u potkop su:

$$\begin{aligned}x &= 4\,919\,369 \text{ m} \\y &= 6\,442\,652 \text{ m} \\z &= 690 \text{ m}\end{aligned}$$

Azimet pravca potkopa je S-J odn. $\vartheta = 0^\circ$

Poprečni presjek je isti kao i kod potkopa 780 m odnosno $Fr = 7,94 \text{ m}^2$

Potkop III horizonta (potkop 600 m)

Potkop 600 m predstavlja osnovni izvozni horizont. Prema RIB-u, na razinu ovog horizonta, gravitacijom, trebala bi se spuštati cjelokupna proizvodnja koja bi se izvozila na vanjsku deponiju (površinu terena).

Koordinate ulaza u potkop su:

$$x = 4\,919\,262 \text{ m}$$

$$y = 6\,442\,378 \text{ m}$$

$$z = 600 \text{ m}$$

Azimut pravca potkopa je isti kao i kod viših potkopa. Ide po pravcu S-J odnosno azimut mu je $\vartheta = 0^\circ$

Poprečini presjek potkopa je također $Fr = 7,94 \text{ m}^2$.

Napomena: Generalno je prihvaćena podjela Bešpelja na horizonte, a koordinate ulaza u potkop su djelomično korigirane i prikazane u vrijednostima koje su projektirane ovim Projektom.

Ventilacijska okna

Ventilacija rudnika Bešpelj, s obzirom na položaj potkopa i zbog velikog prostiranja ležišta kako po pružanju tako i po padu neće biti jednostavna.

Osnovni ventilacijski objekti biće ventilacijska okna. Na bazi iskustava iz sličnih prilika, jednom ventilacijskom oknu gravitiraće dio jame čija je dužina po pružanju 1000 m. Na ovoj dužini, pri proizvodnji od oko 500 t/dan i kod primjene samohodne bezšinske mehanizacije za otkopavanje, procjenjuje se da će za efikasnu ventilaciju biti potreban ventilator kapaciteta 35-40 m³/s.

Na ukupnoj dužini ležišta od 5,5 km predviđa se izgradnja tri ventilacijska okna (prema RIB-u).

Predložena su vertikalna ventilacijska okna ($\alpha=90^\circ$), okruglog poprečnog presjeka $\phi=2,7$ m i veličine poprečnog preseka $F_s = 5,72 \text{ m}^2$.

Na ventilacijska okna vezuju se svi horizonti i međuhorizonti za koje postoje eksploatacijski razlozi.

Ventilacijska okna se opremaju s prolaznim odjeljenjem na cijeloj dužini. Glavni ventilator biće montiran na površini.

Centralne rudne sipke (CRS)

Za spuštanje rude na glavnu izvoznju razinu - horizont 600 m predložene su odgovarajuće centralne rudne sipke. Predviđena je izrada po jedne centralne rudne sipke za svako otkopno polje (5 kom). Prema prijedlogu, položaj sipke bi bio približno na sredini otkopnog polja.

Zbog karakteristika rude i visinu slobodnog pada, a u cilju sprječavanja zaglave, RIB je predložio varijantu sipke s otvorenim dnom. Po tom rješenju ruda iz sipke bi padala na razinu horizonta 600 m u bunker za rovnu rudu. Nakon toga, uz pomoć samohodnog utovarača ruda bi se iz bunkera utovarala u vagone. Utovarači bi radili u utovarno-istovarnim hodnicima, a za manevre bi im služili hodnici.

Predloženo je stablo rudne sipke kružnog preseka, $\phi=2$ m, i veličine poprečnog preseka 3,14 m².

Na stablo sipke bi se vezali svi viši horizonti i međuhorizonti. Stablo CRS bilo bi vertikalno, a između pojedinih razina i pod nagibom $\geq 70^\circ$.

1.6.1.2. KONCEPCIJA RAZRADE LEŽIŠTA PREMA RIB-u

Položaj glavnih objekata razrade na horizontima kao i podjela ležišta na otkopna polja prikazan je na slici 1.1.

Pod objektima razrade ležišta podrazumevaju se glavni izvozni hodnici na horizontima i transportni hodnici na međuhorizontima, servisne rampe i glavni ventilacijski uskopi.

Ostali rudarski objekti imajuće karakter pripremnih radova.

Glavni izvozni hodnici na horizontima predstavljaju ranije izrađene istražne hodnike neposredno uz kontaktnu plohu podinskih i krovinskih stijena.

Transportni hodnici na međuhorizontima povezivat će više otkopa s centralnom rudnom sipkom, ventilacijskim oknom i glavnim ventilacijskim uskopima, servisnom rampom i drugim značajnijim objektima. Lokacija ovih hodnika moguća je tek nakon obavljanja detaljnih istražnih radova u otkopnom polju.

Prema predloženom, veza između horizonata i međuhorizonata ostvarivala bi se dogovrajućim servisnim rampama. Glavni ventilacijski uskopi predstavljaju puteve za dolazak svežeg zraka na horizonte i međuhorizonte. Ovi uskopi imali bi ventilacijsku vezu s površinom. Broj ovih uskopa zavisi od konkretnih prilika u otkopnom polju i otkopnom bloku.

IZBOR VISINE HORIZONATA (VERTIKALNA PODJELA)

Dosadašnjim istražnim radovima po dubini se doseglo do K 530 m. Ruda je nabušena najniže na K580 m. Veliki rasjed koji ide uzduž ležišta, na neki način dijeli ležište po visini. Imajući to u vidu, predloženo je da se najniži horizont izradi na koti 600 m. Razmatrana je varijanta na K580 m, ali se ispostavilo da bi hodnik ovog horizonta imao dosta nepovoljan položaj prema višim horizontima i dobrim dijelom bi bio u nepovoljnoj sredini.

Površina terena do koje se prostire boksitonosni kontakt nalazi se na prosečnoj koti oko 900 m. Boksit koji je bio na površini (izdajivao ili neposredno uz nju je ranije otkopan). Uvjetno rečeno, zona od 20-30 m uz površinu može se smatrati sterilnom.

Prema tome u narednom razdoblju potrebno je istražiti, otvoriti i razraditi otkopnu visinu od oko 270 m.

Način pojavljivanja rudnih tijela, posebno njihova veličina ne dozvoljavaju velike visine između horizonata. S druge strane veliko horizontalno prostiranje ograničava izradu velikog broja horizonata. Zbog svega toga odlučeno je da se vertikalna podjela ležišta izvrši na sljedeći način:

- predviđa se izrada tri horizonta na međusobnoj udaljenosti od 90 m. Kote horizonata su:

I horizont k. 780 m

II horizont k. 690 m

III horizont k. 600 m

-između horizonata i to samo na dijelu ležišta gdje postoje ekonomski značajna rudna tijela, predviđa se izrada međuhorizonata, na kotama 825 m, 735 m i 645 m. (udaljenost 45 m)

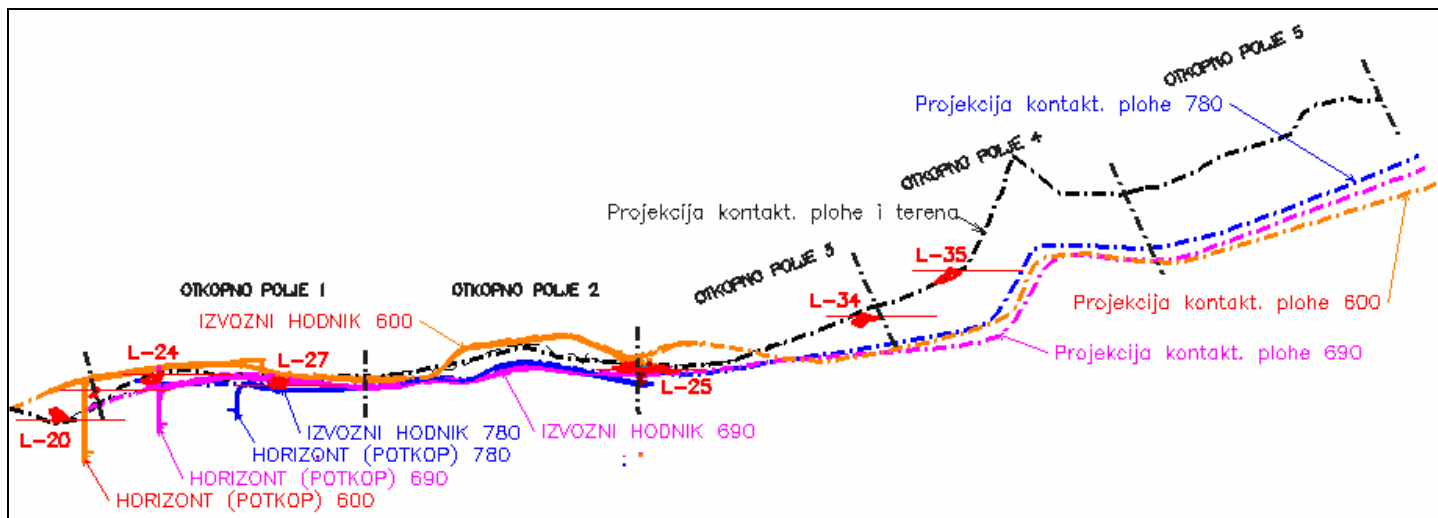
HORIZONTALNA PODJELA LEŽIŠTA

Horizontalna podjela ležišta na otkopna polja može se vidjeti na slici 1.1.

Po horizontali ležišta Bešpelj dijele se na pet otkopnih polja: Svako otkopno polje zahvaća dužinu po pružanju od 1000 m. Na ovoj dužini organizirali bi se radovi na otkopavanju, brz i efikasan transport iskopine kao i efikasna ventilacija radilišta.

Zapadnu granicu otkopnog polja "1" čini potkop 600 m i od njega su uzete dužine od po 1000 m po pružanju.

Do 1989. godine kada je izrađeno Konceptijsko rješenje istražni radovi su obavljani u otkopnom polju "1", otkopnom polju "2" i dijelu otkopnog polja "3". U drugom dijelu OP 3, OP 4 i OP 5, do tada nisu rađeni značajniji istražni radovi iako su smatrati kao perspektivni prostor.



Slika 1.1 Prikaz podjele eksploatacijskog polja "Bešpelj" po vertikali i horizontali, s pozicijom ležišta boksita

OPIS GLAVNIH IZVOZNIH HODNIKA NA HORIZONTIMA

Položaj glavnih izvoznih hodnika u odnosu na kontakt podinskih i krovinskih stijena bio je predmet posebnog razmatranja. S aspekta kvaliteta radne sredine podinski vapnenac je pretpostavljen kao relativno povoljna radna sredina. Međutim, homogenost je dosta poremećena većim brojem pukotina i prslina. Također, u podinskom vapnencu moguće je pojavljivanje kaverni i šupljina.

Krovinske stijene čine fliš i u cjelini gledano one su nepovoljne kao radna sredina. Međutim dio krovinskih stijena neposredno uz kontakt čine krovinski vapnenci koji su čvrsti i kompaktni, pa se mogu smatrati kao povoljna radna sredina. Dublju krovinu čine laporci, glinenci i druge stijene koje karakteriziraju fliš i one su izrazito nepovoljne kao radna sredina.

Pri određivanju položaja glavnog izvoznog hodnika u odnosu na kontakt razmatrane su tri varijante:

1. hodnik u dubljoj podini na oko 50-70 m od kontakta
2. hodnik u podini, ali neposredno uz kontakt (na 5-10 m)
3. hodnik u krovinskom vapnencu, na 5-7 m od kontakta

Kako s aspekta radne sredine tako i s aspekta istraživanja bušenjem, ocijenjeno je da je treća varijanta najpovoljnija, pa je zbog toga ona i usvojena.

Napomena: Temeljem sveobuhvatnog razmatranja projektne dokumentacije Projektanti su prihvatili kao optimalnu varijantu 3. i ista je poslužila za konstrukciju prostorija otvaranja, razrade i pripreme ležišta boksita u, predmetnom, Glavnom rudarskom projektu.

1.6.1.3. KONCEPCIJA EKSPLOATACIJE LEŽIŠTA PREMA RIB-u

Pri formiranju koncepcije eksploatacije pošlo se od toga da to treba da bude moderan rudnik koji će raditi sa suvremenom mehanizacijom. Pri tome ograničavajući parametar bila je relativno mala proizvodnja od svega 120 000 t/god.

OTKOPAVANJE

Pretpostavilo se da će u primjeni biti najmanje dvije metode eksploatacije:

- metoda s otvorenim otkopima i
- metoda s naknadnim ili sukcesivnim zarušavanjem otkopanog prostora.

Metode treba prilagoditi za rad sa bezšinskom samohodnom mehanizacijom i to: samohodne elektrohidrauličke bušilice za horizontalno i vertikalno bušenje, samohodni utovarači tipa UTI sa žlicom obujma 1,0 i 2,0 m³ ovisno o veličini otkopa. Predviđeno je podgrađivanje otkopa sidrenjem s odgovarajućim strojem za sidrenje.

Pripremni objekti (hodnici i rampe) izradit će se primjenom bezšinske mehanizacije (kao i kod izrade istražnih hodnika) . Uskopi će se izvoditi na klasičan način.

TRANSPORT I IZVOZ

Predložen je transport na međuhorizontima od otkopa ili otkopnih sipki do CRS kamionima nosivosti oko 5 t, te transport i izvoz na horizontima trolej lokomotivama mase 10-12 t i vagonima tipa grembi, obujma oko 2,5 m³. Šinski transport na horizontima predložen je prije svega zbog velikih dužina transporta (max. 5000 m) .

Ruda s viših horizonata i međuhorizonata spuštati će se na razinu najnižeg horizonta (600 m) preko centralne rudne sipke CRS. Svako otkopno polje imalo bi svoju CRS. Prosečna dužina prevoza na međuhorizontima ne bi bila veća od 500 m.

VENTILACIJA

Ventilacija jame mora da ispuni sve propisane uvjete za primjenu mehanizacije s dizel pogonom.

Svi otkopi biće provjetravani protočno.

SERVISIRANJE JAME

Prevoz ljudi u i iz jame i doprema materijala i alata u jamu biće odgovarajućim servisnim vozilima.

Za održavanje opreme na portalu potkopa 600 m izradiće se manja elektrostrojarska radionica u kojoj će se izvoditi manje opravke. Veće opravke izvodit će se u centralnoj radionici rudnika.

Predviđena je opskrba rudnika eksplozivnim sredstvima iz centralnog magacina hodnika. Po tome, u jami Bešpelj bi se trebala izraditi priručna spremišta za opskrbu radilišta.

Opskrba jame Bešpelj materijalom bila bi iz centralnog skladišta rudnika a na portalu potkopa 600 m izradio bi se samo manji priručni spremnik materijala i alata.

1.6.1.4. KONCEPCIJA EKSPLOATACIJE LEŽIŠTA PREMA STUDIJI MAL-a I RBJ-a

Tijekom 2004. godine stručna vodstva Mađarskog aluminija i Rudnika boksita Jajce izradili su **Studiju o realizaciji investicije rudnika Bešpelj (Á. Kovacsics, Radovac T. i dr.)** koja se temeljila na do tada izrađenoj dokumentaciji o ležištima boksita na "Bešpelju", postojećem stanju rudarskih radova i vlastitim procjenama mogućeg nastavka aktivnosti. Kao osnovni dokument uzet je **Elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi crvenog boksita na ležištima: L-20, L-24, L-25, L-26, L-27, L-34 i L-35 u području Bešpelja (I. Dragičević, 2003.)** koji je izrađen od strane Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta iz Zagreba.

U nastavku se daju glavni zaključci i smjernice za eksploataciju ležišta boksita na "Bešpelju":

1. Prema izvršenim analizama, grupu istraženih ležišta – s najmanjim troškovima – moguće je otvoriti i eksploatirati podijelom u tri samostalne grupe:
 - a) ležište L-20 površinski kop,
 - b) ležište L-26, L-27, L-27A, L-25 jama, ukopčanje iz potkopa K-690 i K-780 (ležište L-29 može se priključiti poslije istraživanja),
 - c) ležište L-34 jama i ležište L-35 površinski kop.
2. Ovom podjelom odbačen je sustav naznačen u Konceptijskom rješenju RIB-a koji sva ležišta (izuzev L-20 i L-35 koje planira za površinsku proizvodnju) otvara s potkopima uz takozvanu liniju K-690, K-780 i eventualno K-600, s nadom da bi se u tim prostorima nakon izvršenih daljnjih istraživanja našla nova ležišta.
3. Od onih ležišta koja su uzeta u obzir kod računanja rezervi i koja bi se priključila na sadašnje potkope, između najistočnijeg ležišta L-25 i ležišta L-35 je daljina 700 metara, pa bi se hodnik na koti 780 metara nadmorske visine uz pomoć posebne ventilacije trebao otvoriti. Nasuprot toga, iz površinskog kopa L-35 do ležišta se može doći niskopom od 300 metara. Daljnje otvaranje ležišta u obadva slučaja znači otvaranje otprilike iste količine hodnika i uskopa.
4. Troškovi otvaranja 650 metara više hodnika iznose 90 MFt ili 36 EUR. Rezerve koje smo sada uzeli u obzir nisu potvrdile potrebu ove investicije.
5. Posebno otvaranje ležišta L-34 ne sprečava kasnije povezivanje tih hodnika, štoviše olakšava, jer potkop na koti 780 m nadmorske visine se može povezati s niskopom ležišta L-35 i poslije njegove eksploatacije (štoviše može se otvoriti sa dvije strane). Otvor na površinu na ovom mjestu svakako je potreban i zbog ventilacije i zbog prolaza.
6. Daljnje otvaranje potkopa na koti 690 metara nadmorske visine prema zapadu do ležišta L-24 (250 – 300 m, troškovi 40 MFt) je neopravdano zbog male količine rezervi ležišta (7,5 kt boksita) niti zbog indikacija rude koja se nalazi duboko ispod kote 540 i 630 metara nadmorske visine.
7. Otvaranje je otpočelo još prije rata i napravljena su na dvije kote (690 m i 780 m nadmorske visine) dva potkopa u dužini oko 1200 metara (s nagibom 2 – 3 ‰ i mogućnostima vagonetskog transporta), pa te potkope treba koristiti za vrijeme otvaranja.
8. Geometrijska forma rudnog tijela, smještanje krovine i podine, položaj ležišta prema površini opravdava primjenu kod Rudnika boksita Jajce već izrađen sustav s horizontima od 90 metara i otvaranje potkopa koje je lako povezati u puteve koji se nalaze na strmim padinama terena.

Ovaj sustav također je lako povezati s otkopnim sustavom pojedinih ležišta i s otkopnim horizontima od 10 metara i paralelnim uskopima od 50 do 90 metara dužine.

9. Relativno mala količina rudnog blaga ukupno i u pojedinim ležištima, male dimenzije radnih horizonata ograničava kapacitet rudnika. Potkopne horizonte i horizonte otkopavanja spajaju uskopi za ventilaciju i za prolaz, preko kojih se vrši promet i dostava materijala i strojeva. Zbog ograničenog kapaciteta i dostave strojeva preko uskopa predlažemo primjenu otkopne metode: podetažni otkop sa komorama i ostavljanje stubova (sa strojevima CAVO 310), a ta se metoda i danas koristi u Rudnicima boksita Jajce.

10. Primjenu dizel utovarivača, kao novi sustav u Rudnicima boksita Jajce, predlažemo za ubrzanje otvaranja u jalovini i za ukopčanje u eksploataciju horizonte koji se nalazi ispod kote 690 metara nadmorske visine. S primjenom dizel strojeva i drugi elementi rada i uvjeti se mijenjaju (ventilacija, gorivo, ulje, opasni otpadak, održavanje), na što treba skrenuti pažnju i za vrijeme otvaranja, organiziranja i djelovanja rudnika.

POVRŠINSKI OBJEKTI

Pogonski put

Pogonski put Bešpelj – Zdaljevac, preko kojeg se planira otprema boksita, treba napraviti tako da se na koti 900 metara nadmorske visine poveže sa bešpeljskom javnom cestom, poslije sa strane brda prema Vrbasu, s doticanjem točaka otvaranja rudnika preko serpentina – s manjim nagibom od 150‰, stiže do saniranog mosta na Vrbasu.

Pogonski put ne stiže do ležišta L-34 i L-35, te se ista mogu povezati s Bešpeljskom cestom. Na površini površinskog kopa sada se nalazi zemljani put i njega treba premjestiti u dužini oko 250 metara.

Pojedinačni rudnički pogoni i njihova oprema

Površinski centralni objekti rudnika smjestit će se u blizini ulaza potkopa na koti 690. S obzirom da se ležišta L-34 i L-35 nalaze dosta daleko od tog mjesta, treba izgraditi mjesto s kontejnerima s minimalnom opremom.

1) Površinski objekti ležišta L-26, L-27, L-27A, L-29, L-25

- direkcija, skladište, kupatilo (za 50 osoba)
- površinska radionica
- kompresorska stanica (2 kom, GA 1208)
- trafo stanica (20/6 kV)
- sipka za vagonete, depo i tovarište za kamione
- skladište pomoćnog materijala
- ograda, porta

2) Površinski objekti ležišta L-34 i L-35

Ležište L-35 će se izvaditi površinskim kopom. U krugu rudnika treba urediti mjesta za deponiranje jalovine boksita, te treba osigurati uvjete za tovar i promet.

Uvjeti koji su potrebni za početak otvaranja ležišta L-34:

- Oko ulaza niskopa rudnika na koti 875 metara nadmorske visine treba osigurati mjesto za zalihu rude, zatvoreno sa zidom visokim 1,5 m. Deponija bi trebala moći primiti rudu iz rudnika, ruda bi se deponirala i tovarila u kamione koji prevoze rudu.
- Do ulaza niskopa treba dovesti električnu energiju. Preko provodnih žica ili kabla s naponom 6 kV i preko transformatora 6/0,4 kV može se osigurati opskrba ležišta električnom energijom.
Na ovo mjesto treba smjestiti i jedan kompresor.

1.6.2. STANJE POSTOJEĆIH RUDARSKIH RADOVA

Radovi u dva površinska kopa, L-35 i L-20, već su započeli, te se iz njih za kratko vrijeme može računati na proizvodnju. U ležištu L-20 već se ranije izvodila eksploatacija.

Otvaranje dva potkopa na kotama K-690 i K-780 je već započeto prije petnaest godina. Tijekom 2005. godine izvedena je sanacija potkopa tako da se može nastaviti s izradom prostorija otvaranja i razrade. Na prilogu 1.4 prikazana je situacijska karta u mjerilu 1:2500 gdje su vidljive konture ležišta boksita koji su predviđeni za eksploataciju u narednih 10-tak godina. Na prilogu 2.4.1.1 prikazani su postojeći potkopi iz kojih će se nastaviti izrada podzemnih prostorija prema ležištima L-27 i L-25.

Glavne prostorije na horizontu 780 izrađene su u dužini oko 340 m, odnosno Potkop 780 izrađen je u dužini oko 90 m a nastavni hodnik u dužini oko 250 m.

Povrh horizonta 780 postoje dva stara potkopa, na visini 837 (dužine 40 m) i 830 m n.m. (dužine 90 m), koji trenutno nemaju nikakvu ulogu.

Potkop 690 izrađen je u dužini oko 210 m a nastavni hodnik u dužini oko 620 m tako da ukupna dužina podzemnih prostorija na horizontu 690 iznosi oko 830 m.

Od istraženih ležišta, prvo i posljednje ležište nalazi se oko 3400 metara razmaka jedno od drugog. Udaljenost pojedinih ležišta iznosi od nekoliko metara pa do nekoliko stotina metara (600 m). Njihov položaj i prema površini je različit (15-250 m).

1.6.3. KONCEPT NASTAVKA EKSPLOATACIJE BOKSITA PREMA POLOŽAJU LEŽIŠTA

1.6.3.1. UVODNI ISKAZ

Koncept nastavka eksploatacije boksita izrađen je temeljem analize cjelokupne dokumentacije, a koja je obrađena u ranijim poglavljima, te primjenom suvremenih metoda projektiranja uz korištenje računalne tehnike i programskih aplikacija.

Primjenom računalnih programa (MicroStation i SiteWorks) dobivena je trodimenzionalna slika područja Bešpelj, modeli ležišta boksita, površinskih kopova i podzemnih prostorija.

Također, dobivena je prostorna slika kontaktne plohe krovine i podine, u dužini oko 5 km, što će biti značajan doprinos pri projektiranju istražnih radova, kako s površine tako i iz podzemnih radova.

No, zasigurno najveća korist od modeliranja biti će pri eksploataciji ležišta, odnosno razvoju rudarskih radova kada će se moći provjeriti ne samo kvalitet projektnih rješenja već i točnost ulaznih podataka tj. istražnih radova.

Računala su, zbog svojih mogućnosti, na velika vrata ušla u rudarsku struku te je za izvedbu projektnih rješenja nužno poznavanje primijenjenih računalnih programa.

Projektna dokumentacija mijenjat će se ovisno o podacima s terena, koji će se dobiti tijekom istraživanja i eksploatacije boksitnih ležišta.

1.6.3.2. USVOJENA I ODBAČENA RJEŠENJA IZ RANIJE DOKUMENTACIJE

USVOJENA I ODBAČENA RJEŠENJA IZ KONCEPCIJSKOG RJEŠENJA (RIB)

Iz Konceptijskog rješenja generalno su prihvaćena slijedeća rješenja:

- podjela eksploatacijskog polja "Bešpelj" na horizonte 780, 690 i 600
- izrada prostorija otvaranja potkopima 780, 690 i 600
- izrada prostorija razrade (hodnika) u krovinskim naslagama, 5-7 m od kontaktne plohe

Odbačena su slijedeća rješenja:

- podjela eksploatacijskog polja "Bešpelj" na polja
- formiranje međuhorizontata
- način izrade centralnih rudnih sipki i ventilacijskih okana
- način glavnog izvoza (za poznata ležišta ne vrijedi, osim za L-25 i to samo ispod K690)

USVOJENA I ODBAČENA RJEŠENJA IZ STUDIJE MAL-a I RBJ-a

Iz Studije MAL-a I RBJ-a prihvaćena su uglavnom sva rješenja osim načina eksploatacije ležišta L-26. Naime dotično ležište je predviđeno za podzemnu eksploataciju no detaljnom analizom utvrđeni su povoljni pokazatelji (prihvatljiv koeficijent otkrivke) za površinsku eksploataciju, stoga su autori ovog Projekta predvidjeli eksploataciju ležišta L-26 površinskim kopom.

Tragom zajedničke procjene o neprihvatljivosti eksploatacije ležišta L-24 i L-34 iz horizontata 780, 690 i 600 (veliki troškovi pripreme) autori su usvojili rješenje eksploatacije dotičnih ležišta iz površinskih kopova L-20 (potkop ka L-24) i L-35 (niskop ka L-34).

1.6.3.3. PODJELA LEŽIŠTA PREMA VRSTI I DINAMICI EKSPLOATACIJE

Modeli ležišta razvrstani su sustavno, tako da su poredani prema slijedećim kriterijima:

- + način eksploatacije
 - površinski (L-35, L-20 i L-26)
 - podzemni s prostorijama otvaranja iz površinskih kopova (L-34 i L-24)
 - podzemni s klasičnim otvaranjem potkopima (L-27 i L-25)
- + investicijsko razdoblje
 - pristupačni s površine, s najkraćim investicijskim razdobljem (površinski kopovi)

- pristupačni iz izrađenih rudarskih prostora, s najkraćim investicijskim razdobljem (najdostupniji podzemni kopovi)
- pristupačni iz podzemnih prostorija otvaranja (potkopa), s najkraćim investicijskim razdobljem (L-27, 25)

Iz navedenih kriterija defuinirana je vrsta i dinamika eksploatacija ležišta, i to kako slijedi:

- | | |
|---|---|
| 1. Započeta priprema i/ili eksploatacija | Površ. kopovi L-35 i L-20; Podzem. kop L-27 |
| 2. Slijedeća priprema i/ili eksploatacija | Površ. kop L-26; Podzem. kopovi L-24 i L-34 |
| 3. Posljednja priprema i eksploatacija | Podzem. kop L-25 |

2.3. PROJEKTNA RJEŠENJA POVRŠINSKOG KOPA L-26

Projektna rješenja površinskog kopa L-26 slična su ili ista kao i kod površinskih kopova L-35 i L-20. Stoga se u nastavku prikazuju samo ona projektna rješenja koja odstupaju od prikazanih u poglavlju 2.1.

Poglavlje 2.3. strukturirano je kao i prethodno poglavlje, 2.1. s tim da su neki dijelovi koji se preklapaju skraćeni, uz napomenu gdje se mogu vidjeti pripadajuća rješenja.

2.3.1. OGRANIČENJE POVRŠINSKOG KOPA S ANALIZOM STABILNOSTI KOSINA

U prvotnoj opciji prediđeno je bilo da se ležište L-26 eksploatira podzemnim putem, no nakon detaljne analize utvrđeno je da puno ekonomičniju varijantu predstavlja opcija površinske eksploatacije dotičnog ležišta. Dokaz ovih tvrdnji nalazi se u tablici 2.3.-3 gdje je vidljivo da se radi o izuzetno povoljnom koeficijentu otkrivke koji iznosi $1,9 \text{ m}^3$ otkrivke po toni boksita. površinskim kopom, na kojem su izvedeni pripremni radovi (izrađene prilazne ceste, deponij i dr.). Stoga tek slijedi priprema za eksploataciju površinskog kopa L-26. Postojeće stanje terena, s pozicijom istražnih radova i konturom ležišta, prikazano je na prilogu 1.8.1.

Projektno rješenje završnih kontura površinskog kopa L-26 dobiveno je temeljem poznavanja paleoreljeфа odnosno ležišta, usvojenog kuta završne kosine (geomehanički stabilnog) te ekonomski isplative granice otkopavanja ležišta.

2.3.1.1. OGRANIČENJE POVRŠINSKOG KOPA

Temeljem odobrenih granica rezervi ograničen je površinski kop po visini i širini, što se jasno vidi u Prilozima od 2.3.1.1 do 2.3.2.

Najviša točka površinskog kopa, prije provedbe tehničkih rješenja je oko 836 m nad morem, a najniža 745 m nad morem, što predstavlja visinsku razliku od 91 m. Najveća duljina kopa iznosi oko 160 m a širina 70 m. Otkopavanjem će se zahvatiti oko $7\,000 \text{ m}^2$ površine.

Pored navedenog ograničen je i deponij boksita koji će se urediti od jalovinskog materijala (otkrivke) i smjestiti na koti 755, jugozapadno od kopa (Prilozi: od 2.3.1.1 do 2.3.1.5). Deponij zahvaća radnu površinu od oko 2600 m^2 , a ukupna površina odlagališta iznosi oko $7\,000 \text{ m}^2$, s mogućim prihvatom do oko $5\,000 \text{ m}^3$ rastresitog boksita ili stijenskog materijala.

2.3.1.2. PROJEKTNI PARAMETRI POVRŠINSKOG KOPA

Projektirani parametri, tijekom eksploatacije površinskog kopa, bit će slijedeći:

- visina etaža	do 10 m	
- minimalna širina radne etaže		10 m
- minimalna širina utovarno-transportne ravnine	23 m	
- širina završne etaže	1 m	
- kut nagiba radne etažne kosine	75°	
- kut nagiba nasute etažne kosine	35°	
- kut nagiba završne kosine	$\leq 70^\circ$	

2.3.1.3. ANALIZA STABILNOSTI KOSINA NA POVRŠINSKOM KOPU

Geomehaničke karakteristike stijena za ležište L-26 vrlo su slične kao i za ležište L-35 te se usvajaju vrijednosti dobivene u tablici 2.1-1 koje su prikazane na slikama 2.1-1, 2.1-2 i 2.1-3. Proračunati koeficijenti stabilnosti nalaze se u propisanim okvirima.

2.3.2. RAZVOJ POVRŠINSKOG KOPA PO ŠIRINI I VISINI

Kop će se razvijati odozgo prema dolje formiranjem slijedećih etaža:

1. etaža 825
2. etaža 815
3. etaža 805
4. etaža 795
5. etaža 785
6. etaža 775
7. etaža 765
8. etaža 755
9. etaža 745

Kop će se otkopati sa devet etaža, i završit će na najnižoj razini 745 m nad morem.

Za ostvarenje planirane proizvodnje Investitor će, pored vlastitih kapaciteta, angažirati i druge izvođače (Ripovanje, miniranje i dr.) kako bi u razdoblju pripreme podzemnih kopova mogao podmiriti tražene količine boksita.

Površinski kop će biti većim dijelom brdskog tipa (8 gornjih etaža) s jednom dubinskom etažom (etaža 745).

ETAŽA 825

U početnom razdoblju izradit će se prilazne ceste, s istočne strane ležišta (prilog 2.3.1.1).

Etaža 825 otvorit će se zasjekom, a odminirana otkrivka će se preguravati na niže razine dok se ne stvore povoljni uvjeti za transport. Nagib ceste do etaže 825 bit će do 20% te će se ista koristiti samo za komunikaciju (prilaz) strojeva.

Generalni smjer razvoja kopa biti će JJZ-SSI. Izgled otkopane etaže 825 prikazan je na prilogu 2.3.1.1.

Etažom 825 zahvatit će se površina od 860 m² i otkopat će se oko 3000 m³ otkrivke u sraslom stanju.

ETAŽA 815

U nastavku radova otvorit će se etaža 815, izradom zasjeka. Smjerovi razvoja etaže 690 bit će identični smjerovima razvoja etaže 825. Izgled otkopane etaže 815 prikazan je na prilogu 2.3.1.2.

Etažom 815 zahvatit će se površina od 1000 m² i otkopat će se oko 6000 m³ otkrivke.

ETAŽA 805

Etaža 805 otvorit će se na istočnom obodu ležišta izradom zasjeka. Početni smjer razvoja kopa bit će IJI-ZSZ, a nakon formiranja etaže uzduž ležišta napredak će se usmjeriti od JJZ ka SSI. Do etaže 805 izradit će se cesta nagiba do 10% tako da će se moći koristiti za transport jalovine kamionima. Otkrivka će se odvoziti do površinskog kopa L-20 koji će biti otkopan do početka eksploatacije ležišta L-26. Time će se ostvariti dvostruka korist, odnosno krater kopa L-20 će se moći zasuti i tehnički potpuno sanirati a ujedno će se riješiti problem odlaganja otkrivke s kopa L-26. Izgled otkopane etaže 805 prikazan je na prilogu 2.3.1.3.

Etažom 680 zahvatit će se površina od oko 1800 m² i otkopat će se oko 11 000 m³ otkrivke.

ETAŽA 795

Etaža 795 otvorit će se na jugoistočnom obodu ležišta izradom zasjeka. Uslijedit će identičan smjer razvoja kao i etaže 805, IJI-ZSZ, a nakon formiranja etaže uzduž ležišta napredak će se usmjeriti od JJZ ka SSI. Do etaže 795 izradit će se cesta nagiba do 10%. Otkrivka će se i u ovoj fazi odvoziti do površinskog kopa L-20 i deponije horizonta 690. Izgled otkopane etaže 795 prikazan je na prilogu 2.3.1.4.

Etažom 795 zahvatit će se površina od oko 3000 m² i otkopat će se oko 20 000 m³ materijala u sraslom stanju, većim dijelom otkrivke i manjim dijelom boksita (na poziciji presjeka 4 i 5).

ETAŽA 785

Razvoj etaže 785 u potpunosti se poklapa s prethodno opisanim etažama, 805 i 795, s tim da će se etaža otvoriti na južnom obodu ležišta. Odvoz otkrivke i nagibi ceste, također su identični prethodno opisanim. Izgled otkopane etaže 785 prikazan je na prilogu 2.3.1.5.

Etažom 785 zahvatit će se površina od oko 3500 m² i otkopat će se oko 26 000 m³ materijala u sraslom stanju, većim dijelom otkrivke i manjim dijelom boksita (na poziciji presjeka 1, 2, 3, 4 i 5).

ETAŽA 775

Etaža 775 otvorit će se na JZ strani ležišta uz prethodnu izradu prilazne ceste s razine 755 m n.m. gdje će biti pozicija odlagališta. Cesta će se izraditi s nagibom do 15% jer će se ista koristiti za odvoz boksita i otkrivke. U ovoj fazi radova potpuno će se formirati odlagalište, no ono neće biti dostatno za cjelokupnu količinu otkrivke s drugih etaža već samo za otkrivku s etaže 775.

Smjerovi razvoja etaže 775 ovisit će o pojavama bokista. Etaža će se razvijati pravocrtno s napretkom JZ-SI, tako da se prvotno otkopa boksit, a potom će uslijediti skidanje otkrivke od središnjeg dijela ležišta ka sjeverozapadnoj i jugoistočnoj strani kopa.

. Izgled otkopane etaže 775 prikazan je na prilogu 2.3.1.6.

Etažom 775 zahvatit će se površina od oko 3100 m² i otkopat će se oko 27 000 m³ nešto više otkrivke i malo manje boksita.

ETAŽA 765

Etaža 765 otvorit će se, također, na JZ strani ležišta. Smjerovi razvoja etaže 765 biti će identični razvoju etaže 775. Izgled otkopane etaže 765 prikazan je na prilogu 2.3.1.7.

Etažom 765 zahvatit će se površina od oko 2700 m² i otkopat će se oko 24 000 m³ podjednako boksita i otkrivke.

ETAŽA 755

Etaža 755 otvorit će se, neposredno uz odlagalište, velikim usjekom. Smjerovi razvoja etaže 755 biti će identični razvoju etaže 765. Izgled otkopane etaže 755 prikazan je na prilogu 2.3.1.8.

Etažom 755 zahvatit će se površina od oko 1500 m² i otkopat će se oko 18 000 m³ većim dijelom boksita i nešto malo otkrivke.

KRAJ EKSPLOATACIJE - ETAŽA 745

Etaža 745 predstavlja obrnutu piramidu, jedan mali klin boksita koji će se otkopati posljednji. Izgled otkopane etaže 745 prikazan je na prilogu 2.3.1.9 koji je ujedno i prikaz završnog stanja površinskog kopa L-26.

Etažom 745 zahvatit će se površina od 500 m² i otkopat će se oko 7 000 m³ uglavnom boksita.

Završni izgled cjelokupnog prostora, nakon eksploatacije površinskog kopa, prikazan je na prilogima 2.3.1.6 i 2.3.2 temeljem čega je napravljen i obračun količina otkopanog materijala. Obračun je rađen temeljem metode paralelnih presjeka (u računalnoj tehnici rada), a rezultati su prikazani u narednim poglavljima.

Ukupno će se otkopati oko 142 000 m³ otkrivke i boksita u sraslom stanju.

2.3.3. KOLIČINE BOKSITA I PRATEĆIH NASLAGA

2.3.3.1. PRATEĆE NASLAGE-OTKRIVKA

Otkrivku predstavljaju krovinske naslage senona. Ukupno će se otkopati oko 118 500 m³ srasle stijene.

Odmirani, jalovi materijal odvožit će se većim dijelom u površinski kop L-20 (40 000 m³ srasle stijene) i deponiju horizonta 780 (70 000 m³ srasle stijene) a manjim dijelom na odlagalište (12 000 m³ srasle stijene). Jedan dio jalovine iskoristit će se za izradu zaštitne brane oko kopa.

Otkrivka se može koristiti i kao izvrstan tehničko-građevni kamen, ukoliko za to bude određenog interesa.

Proračun količine otkrivke prikazan je detaljno u tablicama 2.3-1 i 2.3-2.

2.3.3.2. UKUPNE KOLIČINE MINERALNE SIROVINE DOBIVENE OGRANIČENJEM POVRŠINSKOG KOPA

U tablici 2.3-1 prikazane su ukupne količine boksita i pratećih naslaga koje će se dobiti nakon otkopavanja cjelokupnog ležišta. Te vrijednosti dobivene su ograničenjem kopa temeljem utvrđenih bilančnih rezervi i tretiraju se kao polazna osnova za izračun eksploatacijskih rezervi površinskog kopa L-26.

Tablica 2.3-1 Ukupni obujam boksita i pratećih stijena, nakon otkopavanja površinskog kopa L-26

Presjek	OTKRIVKA				BOKSIT				UKUPNI OBUJAM O=Oo+Ob m ³ č.m.	
	POVRŠINA, m ²		Udalj. presj. l, m	Obujam Oo=P _{sr} * l m ³ č.m.	POVRŠINA, m ²		Udalj. presj. l, m	Obujam Ob=P _{sr} * l m ³ č.m.		Masa Q=Ob* 2,7 t
	P _{pres.}	P _{sr}			P _{pres.}	P _{sr}				
početak	0,0				0,0					
		299,7	28,0	8 390,7		0,0	0,0	0,0	8 390,7	
0-0'	899,0				0,0					
		860,7	11,0	9 467,9		91,3	11,0	1 004,7	2 712,6	
1-1'	823,0				274,0					
		916,8	5,5	5 042,6		171,2	5,5	941,4	2 541,9	
2-2'	1 014,0				86,0					
		1 078,8	13,8	14 888,0		193,6	13,8	2 671,2	7 212,2	
3-3'	1 145,0				327,0					
		1 527,9	19,8	30 252,5		473,5	19,8	9 374,6	25 311,5	
4-4'	1 946,0				637,0					
		1 680,9	19,8	33 281,0		634,5	19,8	12 563,1	33 920,3	
5-5'	1 429,0				632,0					
		1 101,6	13,3	14 651,6		210,7	13,3	2 801,9	7 565,0	
6-6'	804,0				0,0					
		268,0	9,5	2 546,0		0,0	0,0	0,0	2 546,0	
kraj	0,0				0,0					
UKUPNO				118 520				29 357	79 264	
									147 877	

2.3.3.3. ISKORIŠTENJE MINERALNE SIROVINE

2.3.3.3.1. EKSPLOATACIJSKI GUBICI

Tijekom svake eksploatacije nužno je očekivati gubitke mineralne sirovine. Ti gubici se javljaju u procesu dobivanja mineralne sirovine uslijed osiromašenja odnosno miješanja s jalovinom i/ili neujednačenog načina miniranja. Za eksploatacijsko polje "Bešpelj" procijenjeni su eksploatacijski gubici, temeljem dosadašnje eksploatacije, u iznosu od 20% (Tablica 2.3-2).

2.3.3.3.2. ISKORIŠTENI DIO MINERALNE SIROVINE

U Tablici 2.3-2 prikazane su ukupne ograničene količine mineralne sirovine, bilančne i eksploatacijske rezerve koje će se otkopati na površinskom kopu L-26.

Tablica 2.3-2 Eksploatacijske rezerve površinskog kopa L-26

OBUJAM OTKRIVKE	OBUJAMSKA MASA	BILANČNE REZERVE	EKSPLOATACIJSKI GUBICI 20%	EKSPLOATACIJSKE REZERVE	KOEFICIJENT OTKRIVKE
m ³	t/m ³	t	t	t	m ³ otkrivke / t boksita
(1)	(2)	(3)	(4)=(3)*20/100	(5)=(3)-(4)	(6)=(3) / (5)
118 520	2,70	79 264	15 853	63 411	1,9

2.3.3.4. KAPACITET PROIZVODNJE BOKSITA

U tablici 2.3-3 prikazani su osnovni tehnički podaci koji će usmjeriti buduće radove na površinskom kopu L-26. Prema prikazanom planirana je proizvodnja od 40 000 t boksita. Uz tu količinu razmjerno je potrebno skinuti i određenu količinu jalovog materijala.

Tablica 2.3-3 Tehnički podaci o ležištu L-26

Tehnički opis	Osnovna značajka	Jedinica	Iznos
POVRŠINSKA EKSPLOATACIJA			
Ekspluat. rezerve (prema GRP)	računalno modeliranje	t	63 411
Godišnja proizvodnja		t	40 000
Vijek eksploatacije		god	1,6
Količina otkrivke-jalovine		m ³	118 520
Godišnja količina otkrivke		m ³	74 763
Odnos boksit-jalovina		m ³ /t	1,9
Obujam odlagališta		m ³	18 000
Dužina transporta	do deponije za utovar	m'	100

Godišnja proizvodnja, uz pretpostavku 10 radnih mjeseci, iznosit će:

Boksit

$$Q_{\text{god}} = 40\,000 \text{ t/mj}$$

Otkrivka

$$Q_{\text{god}} = 75\,000 \text{ m}^3/\text{mj}$$

Uzima se raspoloživih 45 smjena/mj te će smjenski kapacitet iznositi:

Boksit

$$Q_{\text{smj}} = 89 \text{ t/smj}$$

Otkrivka

$$Q_{\text{smj}} = 167 \text{ m}^3/\text{smj}$$

2.3.3.5. KAPACITET ODLAGALIŠTA

Ukupna količina jalovine iznositi će oko 118 500 m³ sraslog materijala. Uz koeficijent rastresitosti 1,5 količina otkrivke će biti oko 178 000 m³ rastresitog materijala.

Raspoloživi obujam odlagališta je 18 000 m³, što znači da 160 000 otkrivke u rastresitom stanju treba odložiti na drugu lokaciju. To će biti sigurno lokacije prilaznih cesta i deponije boksita i industrijskog kruga na horizontu 780 koji se nalazi u blizini kopa (oko 300 m). Oko 60 000 m³ r.m. moći će stati u krater površinskog kopa L-20, a ostatak otkrivke treba rasporediti na prilazne ceste i deponije.

2.3.4. TEHNOLOŠKI PROCES DOBIVANJA MINERALNE SIROVINE

Tehnološki proces dobivanja mineralne sirovine i otkrivke na površinskom kopu L-26 u potpunosti je identičan onomu na površinskom kopu L-35.

Stoga će se u ovom poglavlju prikazati samo usvojeni parametri te utrošci i normativi potrošnog materijala koji su različiti poradi drugog odnosa boksita i otkrivke te nešto manjih troškova proizvodnje.

2.3.4.1. UKLANJANJE OTKRIVKE BUŠENJEM I MINIRANJEM

2.3.4.1.1. ODREĐIVANJE PARAMETARA MINIRANJA

Crta najmanjeg otpora (izbojnica)

Usvaja se veličina crte najmanjeg otpora

$$W = 3,0 \text{ m}$$

Razmak minskih bušotina

Usvaja se razmak bušotina u jednom redu i razmak redova:

$$a = 3 \text{ m}$$

$$b = 3,1 \text{ m}$$

Geometrija miniranja

Usvaja se geometrija miniranja 3,0 x 3,1 m.

Dužina minskih bušotina ispod razine etaže (probušenje)

Usvaja se probušenje za $h=10 \text{ m}$

:

$$h_p = 1 \text{ m}$$

Ukupna dužina bušotina

Usvaja se ukupna dužina bušotine:

$$L = 11,4 \text{ m}$$

Za različitu visinu etaža može se prema istom izrazu proračunati ukupna dužina bušotine (tablica 2.1-8).

Dužina začepljenja

Usvaja se dužina začepljenja:

$$l_c = 1,6 \text{ m}$$

Za različite visine etaža proporcionalno će se proračunati duljina čepa (tablica 2.1-8). Na slici 2.1-4 dati su parametri miniranja i konstrukcija punjenja bušotine.

2.3.4.1.2. ODABIR EKSPLOZIVA

U tehnološkoj radnji miniranja mogu se upotrebiti eksplozivi prikazani u tablica 2.1-7, ili drugi eksplozivi sličnih značajki, ukoliko ih Investitor može brže, sigurnije i tržišno prihvatljivije nabaviti.

2.3.4.1.3. IZRAČUN EKSPLOZIVNOG PUNJENJA

Količina eksploziva za geometriju miniranja 3 x 3,1 m i h = 10 m

$$Q = 41,3 \text{ kg/buš}$$

Obzirom da su etaža neujednačene visine (od 5 do 10 m), jer se teren izdiže i spušta, stoga se u tablici 2.1.8. prikazuju parametri miniranja za sve možebitne dužine bušotina.

2.3.4.1.4. PUNJENJE MINSKIH BUŠOTINA I AKTIVIRANJE EKSPLOZIVNOG PUNJENJA

Kompletno poglavlje obrađeno u točki 2.1.4.1.4.

2.3.4.1.5. USITNJAVANJE IZVANGABARITNIH KOMADA

Kompletno poglavlje obrađeno u točki 2.1.4.1.5.

2.3.4.1.6. IZVOĐENJE MINIRANJA

Opisni dio obrađen u točki 2.1.4.1.6. U nastavku su prikazani rezultati pripadajućih proračuna.

Razbacivanje komada stijene

Horizontalna udaljenost (domet):

$$x = 326,2 \text{ m}$$

Visina leta kod kosog hica za $\alpha=45^\circ$:

$$y = 163 \text{ m}$$

Seizmički udarni val

Usvaja se dopuštena količina eksploziva po intervalu paljenja:

$$Q = 137,7 \text{ kg}$$

Prema dobivenom iznosu od 137,7 kg eksploziva po intervalu paljenja može se utvrditi da će se moći istodobno aktivirati tri minska punjenja (3 x 41,3 kg) za etaže visine do 10 m.

Zračni udarni val

Kod primarnog miniranja polumjer odbacivanja stijena (kamena) je veći od polumjera zračnog udara, te isti ne moramo izračunavati. U slučaju upotrebe sekundarnog miniranja naljepnim minama sigurna zona je:

$$P = 0,023 \text{ MPa}$$

2.3.4.1.7. NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA NA BUŠENJU I MINIRANJU

Normativ bušenja

$$\frac{456}{5580} = 0,081 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Normativi utroška eksplozivnih sredstava

U minskom polju upotrebljena su (u izračunu) slijedeća eksplozivna sredstva:

- eksploziv "CROEX-A2" granulirani u bušotini $\varnothing 76 \text{ mm}$
- detonirajući štapin
- usporivači 13 ms
- električni detonator (TED)
- neelektrični detonator 500 ms
- usporivači 17 ms
- patronirani "AMONAL" $\varnothing 28 \text{ mm}$

Normativ utroška eksploziva

$$\frac{1652}{5580} = 0,29 \text{ kg}/\text{m}^3$$

Normativ utroška detonirajućeg štapina

$$\frac{260}{5580} = 0,05 \text{ m/m}^3$$

Normativ utroška usporivača 13 ms

$$\frac{20}{5580} = 0,0036 \text{ kom/t}$$

Normativ utroška električnih upaljača

$$\frac{1}{5580} = 0,00018 \text{ kom/m}^3$$

Normativ utroška neelektričnih upaljača (sustav Nonel) i bustera

$$\frac{40}{5580} = 0,0072 \text{ kom/m}^3$$

Normativ utroška usporivača (konektora) 17 ms

$$\frac{20}{5580} = 0,0036 \text{ kom/t}$$

Normativ utroška patroniranog AMONAL-a Ø28 mm

$$\frac{4}{5580} = 0,00072 \text{ kg/m}^3$$

Dužina minskih bušotina i kapacitet bušilice

Za postizanje godišnje projektirane proizvodnje (75 000 m³ u sraslom stanju=112 500 m³ u rastresitom stanju) potrebno je godišnje izbušiti dužinu minskih bušotina:

$$L_{\text{god.}} = 112\,500 \cdot 0,081 = 9113 \text{ m/god}$$

ili dnevno (250 dana)

$$L_{\text{smj}} = 9113 / 250 = 37 \text{ m/dan}$$

Proračunat je smjenski kapacitet bušilice:

$$L_{\text{eks.}} = 61,44 \text{ m/smj}$$

Ukupno vrijeme bušenja:

$$T = \frac{L_{\text{mj}}}{v} = \frac{9113}{12} = 759 \text{ h/god}$$

Pretpostavljena bušilica u potpunosti zadovoljava traženi kapacitet bušenja.

Normativ potrošnje potrošnog materijala za bušenje s godišnjim potrebama

Osnovom ranije datih izračuna, normativi materijala s godišnjom potrošnjom su prikazani u tablici 2.3-4.

Tablica 2.3-4 Normativ utroška materijala s godišnjim potrebama za bušenje

Vrsta materijala	Jedinična mjera	Satni utrošak Jedin.mjera/h	Ukupno vrijeme h/god	Ukupni utrošak Jedin.mjera/god	Normativ Jed.mj./m ³ r.m.
Nafta	kg	16	759	12 144	0,1079
Motorno ulje	kg	0,32	759	243	0,00216
Diferencijalno ulje	kg	0,08	759	61	0,00054
Ostala maziva	kg	0,032	759	24	0,00022
Bušaće krune	1 kom/500 m	0,024	759	18	0,000162
Bušaće šipke	1 kom/855 m	0,014	759	11	0,000094
Bušaći čekić	1 kom/5000 m	0,0024	759	2	0,000016

Godišnje potrebe eksplozivnih sredstava

Godišnje potrebe za eksplozivnim sredstvima date su u tablici 2.3-5.

Tablica 2.3-5 Godišnje potrebe za eksplozivnim sredstvima

EKSPLOZIVNA SREDSTVA	Jedinična mjera	Normativ utroška Jed.mj./m ³ r.m.	Utrošak jed.mjera/god
CROEX-A2	kg	0,29	32 625
Električni detonator (upaljač)	kom	0,00018	20
Neelektrični detonator (Nonel)	kom	0,0072	810
Busteri	kom	0,0072	810
Usporivači (konektori)	kom	0,0036	405

2.3.4.2. IZRADA USJEKA

Izrada usjeka na etaži izvodit će se kao što je prikazano na slici 2.1-7 i opisano u točki 2.1.4.2.

2.3.4.3. DOBIVANJE BOKSITA RIPOVANJEM I ZGRTANJEM

U poglavlju 2.1.4.3. prikazan je detaljan opis tehnološke radnje ripovanja. U nastavku se prikazuju rezultati proračuna.

2.3.4.3.1. KAPACITETI ZA RIPOVANJE I ZGRTANJE

Dobivanje boksita ripovanjem

$$Q = 1800 \text{ m}^3/\text{h č.m.}$$

$$Q = 1800 \text{ m}^3/\text{h č.m} \cdot 2,7 \text{ t/m}^3 = 4860 \text{ t/h}$$

Izračun zgrtanja i guranja ripovanog i/ili odminiranog materijala

$$Q_{ot} = 41,4 \text{ m}^3 / \text{h r.m.}$$

$$Q_{ot} = 41,4 \text{ m}^3/\text{h r.m} \cdot 1,8 \text{ t/m}^3 \text{ r.m.} = 74,5 \text{ t/h}$$

Dnevni kapacitet:

$$Q_{eks} = 199 \text{ m}^3 / \text{dan r.m.}$$

2.3.4.3.2. ODABIR STROJA ZA RIPOVANJE I ZGRTANJE

Usvaja se buldozer slijedećih značajki:

N - snaga pogona	= 160 - 180 KW
B - dužina noža	= 3,4 - 4,0 m
C - visine noža	= 0,9 - 1,3 m
v - brzina kretanja	= 0 - 11 km h ⁻¹
š - širina gusjenica	= 400 - 500 mm
Obujam prizme (ispred noža)	= 2,5 m ³
Sa " Rops " kabinom za rukovatelja	
Obujam spremišta za gorivo	= 375 l

2.3.4.3.3. NORMATIV UTROŠKA POTROŠNOG MATERIJALA NA RIPOVANJU I ZGRTANJU

Tablica 2.3-6 Normativi utroška materijala na ripovanju i guranju

Vrsta materijala	Jedinična mjera	Satni utrošak Jedin.mjera/h	Ukupno vrijeme h/god	Ukupni utrošak Jedin.mjera/god	Normativ Jed.mj./m ³ r.m.
Nafta	kg	34	800	27 200	1,224
Motorno ulje	kg	0,68	800	544	0,0245
Diferencijalno ulje	kg	0,17	800	136	0,0061
Ostala maziva	kg	0,068	800	54	0,0024

2.3.5. UTOVAR I TRANSPORT**2.3.5.1. TRANSPORTNE DUŽINE**

Odminirani materijal s čela etaže odvožit će se do površinskog kopa L-20, deponije horizonta 780 i odlagališta te dužina transporta neće biti stalna. Stoga je prosječna duljina transporta dobivena ponderiranjem iz izraza:

$$L_T = \sum_{n=1}^k \frac{L_n \cdot Q_n}{Q_{UK}}$$

gdje je:

L_n – dužina transporta za n-tu lokaciju

Q_n – količina otkrivke koja se transportira na n-tu lokaciju

Q_{UK} – ukupna količina otkrivke koja se transportira sve lokacije

n – oznaka lokacije, $n=1,2,\dots,k$

k – konačan broj lokacija, za L-26=3

Prosječna duljina transporta otkrivke će biti:

$$L_T = \frac{(1000 \cdot 60000) + (300 \cdot 100000) + (100 \cdot 18000)}{178000} = 515 \text{ m}$$

Dužina transporta od etaže do deponije boksita iznositi će prosječno 300 m.

2.3.5.2. VRSTE I KOLIČINE STIJENSKOG MATERIJALA KOJI SE TRANSPORTIRA

Po vrstama biti će slijedeće količine stijenskog materijala:

Vrsta materijala	Koeficijent rastresitosti	Količina, m ³ /god	
		U sraslom stanju	U rastresitom stanju
Otkrivka	1,5	74763	112145
Boksit	1,5	1482	2222
Ukupno		76245	114367

2.3.5.3. KAPACITETI ZA UTOVAR I TRANSPORT STIJENSKOG MATERIJALA NA BOKSITOLOMU

Potrebni kapacitet za utovar i transport stijenskog materijala izračunan je uzimajući u obzir: 250 radnih dana u godini, 2 smjene u danu i 8 sati po smjeni, što iznosi 3200 radnih sati u godini, odnosno 320 sati mjesečno (dva zimska mjeseca su neradna), uz faktor iskorištenja radnog vremena od 0,8.

2.3.5.3.1. UTOVAR

Utovar će se izvoditi utovarivačima i bagerima, ovisno o poziciji rada.

Utovar odminiranog materijala-otkrivke

Potrebni satni kapacitet iznosi:

$$Q_{pot} = Q_{god} / t, \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{pot} = 112145 / 3200 = 35 \text{ m}^3/\text{h}$$

gdje je:

Q_{mj} - godišnji kapacitet = 112145 m³ rastresitog materijala (r.m.)

t - efektivno radno vrijeme u 1 godini = 3200 h (dvije smjene)

Kapacitet predloženog bagera će biti:

$$Q_B = \frac{3600}{t_{c(u)}} \cdot E_1 \cdot k_p \cdot t_i = \frac{3600}{85} \cdot 2,0 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 54,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

gdje je:

E_1 - obujam žlice bagera, $2,0 \text{ m}^3$

$t_{c(u)}$ - stvarno vrijeme ciklusa utovara = 85 s

$$t_{c(u)} = t_p + t_t + t_{is} + t_o + t_{\check{c}} = 10 + 5 + 5 + 5 + 60 = 85 \text{ s}$$

t_p - vrijeme punjenja žlice = 10 s,

t_t - vrijeme okretanja u položaj za utovar = 5 s,

t_{is} - vrijeme istresanja tereta = 5 s,

t_o - vrijeme okretanja u položaj za povratak = 5 s,

$t_{\check{c}}$ - vrijeme čekanja kamiona-dio ciklusa (osim utovara) = 60 s,

k_p - koeficijent punjenja utovarne žlice = 0,8

t_i - koeficijent iskorištenja vremena = 0,8

Godišnje potrebno vrijeme za utovar odminiranog materijala će biti:

$$T_{\text{god}} = Q_{\text{god}} / Q_B = 112145 / 54 = 2077 \text{ h}$$

Iskorištenje bagera na otkrivci:

$$I_B = \frac{Q_{\text{pot}}}{Q_B} \cdot 100 = \frac{35}{54} \cdot 100 = 65\%$$

Utovar boksita na etaži

Potrebni satni kapacitet iznosi:

$$Q_{\text{pot}} = Q_{\text{god}} / t, \text{ m}^3/\text{h r.m.}$$

$$Q_{\text{pot}} = 22222 / 3200 = 7 \text{ m}^3/\text{h r.m.}$$

Potrebno vrijeme za utovar mjesečne količine boksita na etaži će biti:

$$t_{\text{god}} = Q_{\text{uk}} / Q_B = 22222 / 54 = 412 \text{ h}$$

Iskorištenje bagera na boksitu:

$$I_B = \frac{Q_{\text{pot}}}{Q_B} \cdot 100 = \frac{7}{54} \cdot 100 = 13\%$$

Utovar boksita na deponiji

Na deponiji boksita odakle će se obavljati otprema rude radić će utovarivač.

Potrebni satni kapacitet iznosi:

$$Q_{\text{pot}} = 7 \text{ m}^3/\text{h r.m.}$$

Kapacitet predloženog utovarivača će biti:

$$Q_U = \frac{3600}{t_{c(u)}} \cdot E_2 \cdot k_p \cdot t_i = \frac{3600}{110} \cdot 3 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 63 \text{ m}^3/\text{h}$$

gdje je:

E_2 - obujam žlice utovarivača, 3 m³

$t_{c(u)}$ - stvarno vrijeme ciklusa utovara = 110 s

$$t_{c(u)} = t_p + t_t + t_{is} + t_o + t_{\check{c}} = 20 + 15 + 5 + 10 + 60 = 110 \text{ s}$$

t_p - vrijeme punjenja žlice = 20 s,

t_t - vrijeme okretanja u položaj za utovar = 15 s,

t_{is} - vrijeme istresanja tereta = 5 s,

t_o - vrijeme okretanja u položaj za povratak = 10 s,

$t_{\check{c}}$ - vrijeme čekanja kamiona = 60 s,

k_p - koeficijent punjenja utovarne žlice = 0,8

t_i - koeficijent iskorištenja vremena = 0,8

Godišnje potrebno vrijeme za utovar boksita će biti:

$$t_{\text{god}} = Q_{\text{god}} / Q_U = 22222 / 63 = 353 \text{ h}$$

gdje je:

Q_{mj} - godišnji kapacitet proizvodnje = 22222 m³ r.m./god

Q_U - kapacitet predloženog utovarivača = 63 m³/h

Iskorištenje utovarivača na boksitu:

$$I_U = \frac{Q_{\text{pot}}}{Q_U} \cdot 100 = \frac{7}{63} \cdot 100 = 11\%$$

Prema proračunatim kapacitetima jedan utovarivač, s pretpostavljenim značajkama, dovoljan je da bi se utovarila planirana godišnja količina boksita na deponiji. Obzirom da će se istim utovarivačem utovarati boksit na deponiji horizonata 780 i 690, a po potrebi i na etaži, iskorištenje će biti puno veće od prikazanog.

2.3.5.3.2. TRANSPORT

Transport će se izvoditi kamionom, snage motora 160 kW, nosivosti 10 t te obujma sanduka 10 m³ (najmanje).

Brzina kretanja transportnog sredstva će biti pod opterećenjem prosječno 10 km/h, a bez opterećenja prosječno 20 km/h.

Stjenski materijal će se odvoziti ka dva smjera:

1. Transport odminiranog materijala, od etaže do odlagališta i prilaznih cesta
2. Transport boksita do deponije

Transport odminiranog materijala

$$Q_{\text{pot}} = Q_{\text{god}} / t, \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{pot}} = 112145 / 3200 = 35 \text{ m}^3/\text{h}$$

Kapacitet predloženog kamiona će biti:

$$Q_{\text{KO}} = \frac{3600}{t_{\text{c(t)}}} \cdot E_3 \cdot k_p \cdot t_i = \frac{3600}{508} \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 45 \text{ m}^3/\text{h}$$

gdje je:

E_3 - obujam kamiona nosivosti 20 t, 10 m³

$t_{\text{c(t)}}$ - stvarno vrijeme ciklusa transporta

$$t_{\text{c(t)}} = t_{\text{c(u)k}} + t_{\text{pu}} + t_{\text{pr}} + t_{\text{č}} =$$

$$t_{\text{c(t)}} = 200 + 185 + 93 + 30 = 508 \text{ s}$$

$t_{\text{c(u)k}}$ - stvarno vrijeme ciklusa utovara kamiona =200 s

$$t_{\text{c(u)k}} = (E_3/E_1) \cdot t_{\text{c(u)}} =$$

$$t_{\text{c(u)k}} = (10/2,0) \cdot 40 = 200 \text{ s}$$

t_{pu} - vrijeme vožnje punog kamiona

$$t_{\text{pu}} = \frac{X}{v_1} = \frac{0,515}{10} = 0,0515 \text{ h} = 185 \text{ s}$$

t_{pr} - vrijeme vožnje praznog kamiona

$$t_{\text{pr}} = \frac{X}{v_2} = \frac{0,515}{20} = 0,02575 \text{ h} = 93 \text{ s}$$

v_1 - brzina punog kamiona =10 km/h

v_2 - brzina praznog kamiona=20 km/h

X_{sr} - prosječna transportna dužina =515 m

k_p - koeficijent punjenja sanduka rastresitim materijalom =0,8

t_i - koeficijent iskorištenja vremena =0,8

$t_{\text{č}}$ - vrijeme istresanja materijala, okretanja i čekanja na utovar =60 s

Potrebno vrijeme za transport odminiranog materijala u 1 godini će biti:

$$t_{\text{god}} = Q_{\text{god}} / Q_{\text{KO}} = 112145 / 45 = 2492 \text{ h}$$

gdje je:

Q_{god} - godišnji kapacitet proizvodnje =112145 m³ r.m./mj

Q_{KO} - kapacitet kamiona =45 m³/h

Potreban broj kamiona za transport otkrivke:

$$N_{KO} = \frac{Q_{pot}}{Q_{KO}} = \frac{35}{45} = 0,78 \text{ kom}$$

Prema proračunatom kapacitetu potrebno je uposliti 1 kamion, s pretpostavljenim značajkama, da bi se transportirala planirana godišnja količina odminiranog kamena.

Transport boksita do deponije

$$Q_{pot} = 7 \text{ m}^3/\text{h}$$

Kapacitet predloženog kamiona će biti:

$$Q_{KO} = 45 \text{ m}^3/\text{h}$$

Potreban broj kamiona za transport boksita do deponije:

$$N_{KB} = \frac{Q_{pot}}{Q_{KB}} = \frac{7}{45} = 0,16 \text{ kom}$$

Potrebno vrijeme za transport odminiranog materijala u 1 godini će biti:

$$t_{god} = Q_{mj} / Q_{KO} = 22222 / 45 = 494 \text{ h}$$

Prema proračunatom kapacitetu potrebno je uposliti 1 kamion, s pretpostavljenim značajkama, da bi se transportirala planirana godišnja količina boksita.

Ukupan broj potrebnih kamiona

$$N_{KU} = N_{KO} + N_{KB} = 0,78 + 0,16 = 0,94 \approx 1 \text{ kom}$$

Prema proračunatim vrijednostima 1 kamion će biti dovoljan za transport godišnje količine boksita i odminiranog stjenskog materijala.

2.3.5.4. DIMENZIONIRANJE UTOVARNO-TRANSPORTNIH POVRŠINA

2.3.5.4.1. DIMENZIONIRANJE UTOVARNIH MJESTA

Širina utovarne površine je dimenzionirana tako da se nesmetano može obaviti polukružno okretanje kamiona i manevriranje utovarne mehanizacije u suženim prostorima (slika 2.1-9). Na etaži gdje budu omogućena dva prilaza sa suprotnih strana širina će biti 10 m.

Proračun širine utovarne površine prikazan je u poglavlju 2.1.5.4.1. Temeljem istoga usvojena je širina utovarne površine:

$$B_{\min} = 23 \text{ m}$$

2.3.5.4.2. DIMENZIONIRANJE TRANSPORTNIH CESTA

Prilazne ceste će se urediti na projektiranu širinu i ostale elemente, kao što je prikazano na Prilozima od 2.3.1.1 do 2.3.1.4.

Usvojena je **minimalna širina jednotračne ceste** (slika 2.1-10):

$$\check{s}_c = 6 \text{ m}$$

Najmanji radijusi zakrivljenosti iznose: horizontalni=5 m; vertikalni=100 m. Uzdužni nagib ceste koja će se koristiti za transport biti će do 15%. Poprečni nagibi će biti: na ravnim dijelovima 2% ; u krivinama 3% ka unutarnjem rubu ceste.

2.3.5.5. ODABIR STROJEVA ZA UTOVAR I TRANSPORT

Prema proračunu potrebnih kapaciteta odabiru se slijedeći strojevi za utovar i transport:

	Snaga motora, kW	Obujam žlice sanduka	Broj jedinica, kom
ZA UTOVAR			
bager	180	2	1
utovarivač	180	3	1
ZA TRANSPORT			
kamion	160	10	1

2.3.5.6. ODRŽAVANJE UTOVARNO-TRANSPORTNIH STROJEVA I PRILAZNIH CESTA

Strojevi će se održavati u mehaničkoj radionici, izvan eksploatacijskog polja. Periodički i tehnički pregledi strojeva obavljat će se od strane servisnih službi.

Strojevi se moraju svakodnevno pregledavati, a činjenično stanje upisivati u dnevnik rada strojeva. Smjenske preglede obavljat će rukovatelji strojeva na početku, u tijeku i na kraju smjene, te će primjedbe upisivati u spomenute dnevnik rada strojeva. Stručnim rukovanjem i pažnjom pri radu strojeva treba otkloniti mogućnost oštećenja. Strojevi se ne smiju preoterećivati. Kod rada na etaži, ista mora obavezno imati zaštitni nasip ili ogradu izgrađenu od kamenog otpada (komada).

Da bi se osigurao normalan i siguran transport po projektiranim i već postojećim cestama nužno je stalno održavati iste. Ne smiju se niti jednog trenutka ugroziti projektirani parametri ceste, te ukoliko dođe do zasijecanja trase pa se može bitno smanji širina ceste ili poveća nagib iznad dopuštenih vrijednosti, obavezno se moraju sanirati nastala oštećenja u najkraćem roku. Za vrijeme eventualnih oštećenja i narušenih projektiranih veličina transport preko oštećene dionice smije se obavljati samo u funkciji sanacije ceste, a nikako eksploatacije Boksitoloma.

2.3.5.7. NORMATIVI UTROŠKA POTROŠNOG MATERIJALA NA UTOVARU I TRANSPORTU STIJENSKOG MATERIJALA

Normativi utroška materijala na utovaru i transportu materijala prikazani su u tablicama 2.3-7 i 2.3-8. Normativi su izračunati temeljem dobivenih radnih sati u proračunu kapaciteta i godišnje proizvodnje. Godišnji utrošak potrošnog materijala na utovaru i transportu prikazan je u tablici 2.3-19.

Tablica 2.3-7 Normativ utroška materijala na utovaru

Vrsta materijala	Jedinična mjera	Satni utrošak Jedin.mjera/h	Ukupno vrijeme h/god	Ukupni utrošak Jedin.mjera/god	Normativ Jed.mj./m ³ r.m.
Nafta	kg	25,2	2 842	71 618	0,532
Motorno ulje	kg	0,504	2 842	1 432	0,0106
Diferencijalno ulje	kg	0,126	2 842	358	0,0027
Ostala maziva	kg	0,0504	2 842	143	0,0011
Zubi žlice-korpe	1 kom/80 h	0,0125	2 842	36	0,00026
Gume	4 kom/1600 h	0,0025	2 842	7	0,000053
Lanci	4 kom/1600 h	0,0025	2 842	7	0,000053

Napomena: Pri izračunu normativa utovarnih strojeva pretpostavljaju se osnovne potrošnje:

- potrošnja nafte =0,20 kg/kW * 180 kW (snaga motora) * 0,7 (opterećenje) =25,2 kg/h
- potrošnja motornog ulja=2% od potrošnje nafte
- potrošnja diferencijalnog ulja=0,5% od potrošnje nafte
- potrošnja ostalog maziva=0,2 od potrošnje nafte

Tablica 2.3-8 Normativ utroška materijala na transportu

Vrsta materijala	Jedinična mjera	Satni utrošak Jedin.mjera/h	Ukupno vrijeme h/god	Ukupni utrošak Jedin.mjera/god	Normativ Jed.mj./m ³ r.m.
Nafta	kg	22,4	2 986	66 886	0,496
Motorno ulje	kg	0,448	2 986	1 338	0,0099
Diferencijalno ulje	kg	0,112	2 986	334	0,0025
Ostala maziva	kg	0,0448	2 986	134	0,00099
Gume	6 kom/3500 h	0,00171	2 986	5	0,000038

Napomena: Na transportu će raditi kamion snage 160 kW

Pri izračunu normativa utovarnih strojeva pretpostavljaju se osnovne potrošnje:

- potrošnja nafte =0,20 kg/kW * 160 kW (pros. snaga sva tri motora) * 0,8 =22,4 kg/h
- potrošnja motornog ulja=2% od potrošnje nafte
- potrošnja diferencijalnog ulja=0,5% od potrošnje nafte
- potrošnja ostalog maziva=0,2 od potrošnje nafte

Tablica 2.3-9 Godišnja potrošnja energenata i materijala na utovaru i transportu

Vrsta energenta-materijala	Jedinična mjera	Ukupni utrošak Jedin.mjera/god	Normativ Jed.mj./m ³ r.m.
Nafta	kg	138 505	1,028
Motorno ulje	kg	2 770	0,0206
Diferencijalno ulje	kg	693	0,0051
Ostala ulja i maziva	kg	277	0,0021
Zubi lopate utovarivača	1 kom/80 h	36	0,00026
Potrošnja guma za utovar	4 kom/1600 h	7	0,000053
Potrošnja lanaca za utovar	4 kom/1600 h	7	0,000053
Potrošnja guma za kamion	6 kom/3500 h	5	0,000038

2.3.6. ODVODNJA POVRŠINSKOG KOPA

Na Boksitolomu "Bešpelj", gdje će se izvoditi otkopavanje mineralne sirovine, javit će se samo oborinska voda. Tehnološka voda koja će se koristiti za pranje vozila te higijenske potrebe odvodit će se posebnim sustavom tako da neće doći do miješanja s oborinskom vodom u kopu.

Kada količina dotoka oborinske vode bude veća od količine vode koja se procjeđuje u podzemlje koristit će se muljne crpke, i to sa sljedećim karakteristikama:

- minimalna visina dizanja $h=60$ m
- minimalna količina vode $Q=50$ l/min

Voda koja će se možebitno crpiti iz usjeka može se slobodno puštati u okršeni teren jer pored boksitog i zemljanog mulja neće imati štetnih sastojaka.

Napomena: Ukoliko muljne crpke ne budu dovoljne da nakupljenu vodu izbace iz kratera kopa, odnosno ako krater bude potopljen, ne smiju se izvoditi nikakvi radovi u krateru kopa sve dok se ne osiguraju normalni uvjeti za rad, tj. dok voda ne oteče u podzemlje.

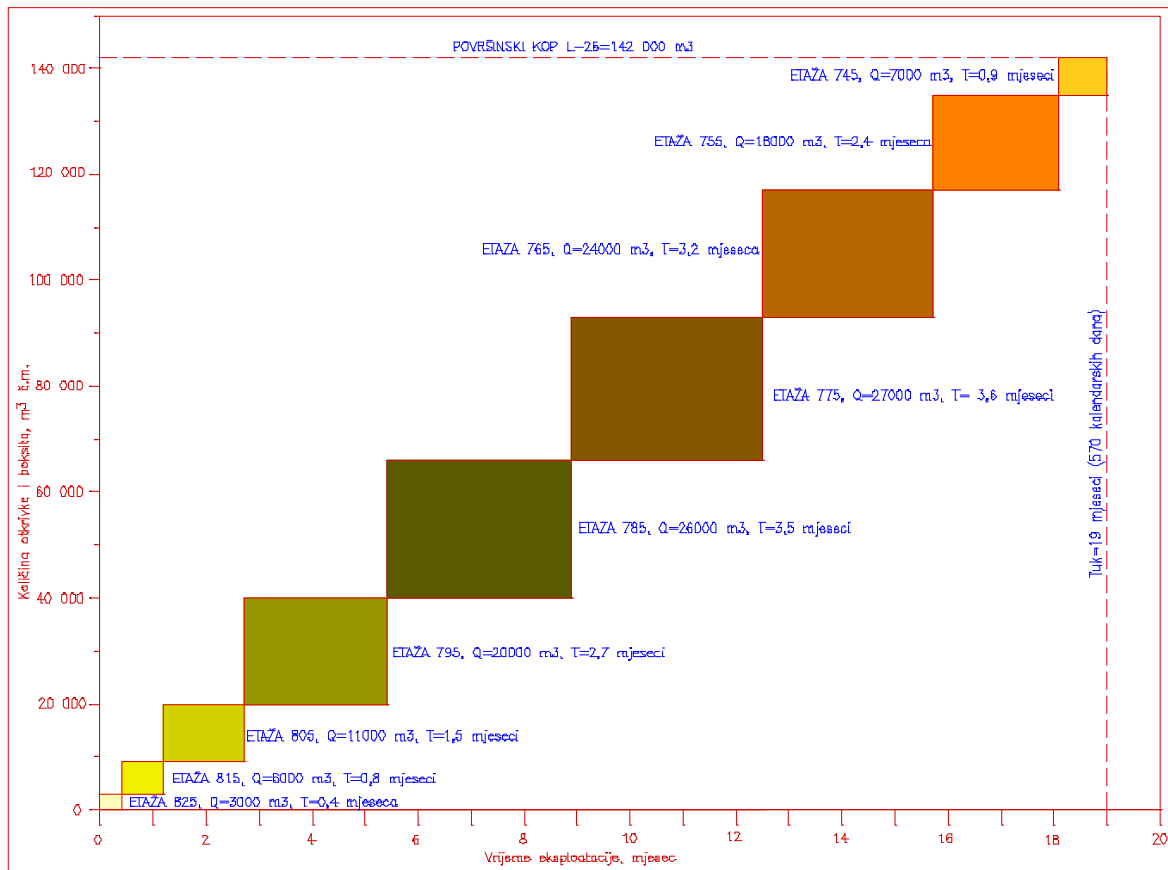
2.3.7. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN RADOVA

2.3.7.1. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN OTKOPAVANJA ETAŽA

Provedba projektnih rješenja na kopu L-26 temeljem ovog Projekta predviđena je započeti s realizacijom tijekom 2006. godine.

Na slici 2.3-1 grafički je prikazana dinamika izvođenja i vremenski plan otkopavanja etaža.

Količina od oko $142\ 000\ \text{m}^3$ č.m. (oko $14\ 850\ \text{m}^3$ boksita u sraslom stanju + $118\ 520\ \text{m}^3$ otkrivke u sraslom stanju) otkopat će se za 1,6 godina.



Slika 2.3-1 Dinamika i vremenski plan izvođenja radova

2.3.7.2. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN SMJENSKIH RADOVA

Prema proračunatim kapacitetima, bit će angažirano 6 strojeva, u jednoj smjeni, da bi se ostvarila tražena proizvodnja od oko 178 m³/smj (č.m.).

Dinamika izvođenja pojedinih radnji u potpunosti je ista kao i na kopu L-35.

Bušenje minskih bušotina izvodit će se istodobno s utovarom i transportom, na različitim pozicijama rada tako da ne dođe do preklapanja i isključivosti radnih operacija.

Ripovanje i preguravanje boksita izvodit će se samo u dnevnoj smjeni. Može se izvoditi istodobno s bušenjem minskih bušotina.

Miniranje će se obavljati povremeno i to po "dnevnom svjetlu", nakon izbušenih minskih bušotina. Ova radna operacija isključuje sve druge aktivnosti na kopu. U prosjeku će se izvoditi jedno miniranje svaki drugi tjedan.

U tijeku noćnog rada odvijat će se samo utovar i transport materijala na jednoj etaži, zbog sigurnosnih mjera, strojevima koji imaju autonomnu rasvjetu.

2.3.8. OPSKRBA POTROŠAČA PITKOM I TEHNOLOŠKOM VODOM

Površinski kop L-26 opskrbljivat će se pitkom i tehnološkom vodom autocisternama. Tehnološka voda korist će se samo za pranje strojeva i higijenske potrebe.

2.3.9. OPSKRBA POGONSKOM ENERGIJOM

Na kopu će se koristiti slijedeće vrste energije: energija iz motora s unutarnjim sagorijevanjem, komprimirani zrak i hidraulična energija, što je detaljno opisano u poglavlju 2.1.9.

2.3.10. RAZMJETAJ RUDARSKIH OBJEKATA

Na površinskom kopu L-26, u cilju eksploatacije boksita s istoga ležišta, neće biti objekata jer se u blizini nalazi horizont 780 (oko 350 m) gdje će biti smješten cjelokupni industrijski krug.

2.3.11. RADNA SNAGA

Na kopu L-26 rad će se odvijati u dvije smjene s trajanjem od 8 sati. Usvojeni broj radnih dana u godini iznosi 250, a broj efektivnih radnih sati 3200.

Za rad na kopu potreban je broj radnika prikazan u tablici 2.3-10.

Tablica 2.3-10 Struktura i broj radnika za rad na površinskom kopu L-26

Radno mjesto	Kvalifikacija	Broj radnika	Radni sati
Poslovođa	SSS (rud.tehn.)	1	1600
Nadzornik+miner	SSS (rud.tehn.)	2	3200
Rukovatelj bušilice	KV, VKV	2	1520
Rukovatelj buldozera	KV, VKV	2	800
Rukovatelj utovarivača	KV, VKV	2	353
Rukovatelj bagera	KV, VKV	2	2483
Vozač kamiona	KV, VKV	4	2986
UKUPNO		15	12942

Napomena: Radovi na bušenju, ripovanju i utovaru boksita bit će izvođeni od strane trećih lica, jer prema kapacitetima nema potrebe za angažmanom na punom radnom vremenu. Ukoliko Investitor bude angažirao vlastitu opremu na spomenutim operacijama onda treba računati da se neiskorišteni kapaciteti-strojevi iskoriste na nekom susjednom (najbližem) rudarskom objektu (kopu). Ovo se u konačnici odražava na troškove i učinke, odnosno u konačnici na dobit.

2.3.12. UČINAK

Godišnja proizvodnja kopa L-26 bit će oko 14815 m³ boksita u sraslom stanju (40 000 t), pri čemu će se angažirati 15 radnika. Pored toga treba otkopati 74763 m³ otkrivke u sraslom stanju, što ukupno predstavlja 89578 m³ u sraslom stanju.

Stoga će učinak radnika uposlenih na kopu iznositi:

$$89578 / 12942 = 6,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

odnosno

$$6,9 \times 8 = 55 \text{ m}^3/\text{smj}$$

Za proizvodnju 1 m^3 mineralne sirovine bit će potrebno:

$$1 / 6,9 = 0,145 \text{ h/m}^3$$

2.3.13. GODIŠNJI UTROŠCI POTROŠNIH MATERIJALA I ENERGENATA

Na temelju izračunatih i ranije navedenih pojedinačnih utrošaka energenata i repromaterijala izrađena je tablica 2.3-11., u kojoj su prikazani godišnji utrošci i normativi.

Tablica 2.3-11 Ukupni godišnji utrošci i normativi energenata i potrošnih materijala

Vrsta materijala i opreme		Jedinična mjera	Normativ utroška Jed.mj./m ³ r.m.	Utrošak jed.mjera/god
Energenti	Nafta	kg	2,3600	177 849
	Motorno ulje	kg	0,0472	3557
	Diferencijalno ulje	kg	0,0118	889
	Ostala maziva	kg	0,0047	356
Ostali materijal i oprema	Bušača krana	kom	0,00016	18,22
	Bušača šipka	kom	0,00009	10,63
	Bušači čekić	kom	0,00002	1,82
	Eksploziv	kg	0,29000	32625
	Električni detonator	kom	0,00018	20
	Neelektrični detonator	kom	0,00720	810
	Busteri	kom	0,00720	810
	Usporivači (konektori)	kom	0,00360	405
	Zubi žlice-korpe	kom	0,00026	36
	Gume za utovarivač	kom	0,000053	7
	Lanci	kom	0,000053	7
	Gume za kamion	kom	0,000038	5

2.3.14. MJERE SIGURNOSTI I PROTUPOŽARNE ZAŠTITE

Površinski kopovi L-35 i L-26 su skoro identične radne sredine.

Stoga se, na površinskom kopu L-26, u potpunosti treba pridržavati svih mjera sigurnosti i protupožarne zaštite koje su obrađene u poglavlju 2.1.14.

2.3.15. UBLAŽAVANJE UTJECAJA RUDARSKIH RADOVA NA OKOLIŠ TE OBLIKOVANJE I PRENAMJENA OTKOPANIH PROSTORA

2.3.15.1. UBLAŽAVANJE UTJECAJA RUDARSKIH RADOVA NA OKOLIŠ

OPIS OKOLIŠA

Površinski kop L-26 nalazi se na strmoj zapadnoj strani Bešpelja. Nedaleko od površinskog kopa L-26 nalazi se ulaz u jame 780 i 690, gdje će biti i industrijski krug. Uzduž, južne strane ležišta prolazi makadamska cesta, koja se uzdiže od kanjona Vrbasa do vrha Bešpelja.

Teren na kojem se prostire ležište, a i šire, je ogoljen.

UTJECAJ RUDARSKIH RADOVA

Na površinskom kopu L-26, kao i na kopu L-35, javit će se uglavnom slijedeći utjecaji:

1. Izmjena prvobitne forme
2. Razbacivanje komada
3. Seizmički valovi
4. Udarni val
5. Prašina
6. Buka

Izmjena prvobitne forme

Rudarski radovi nezamislivi su bez izmjene prvobitne forme terena. Stoga se eksploatacija mora i može podrediti budućem izgledu i prenamjeni otkopanih prostora.

Površina terena koja se eksploatacijom kopa mijenja zahvaća oko 7 000 m². Stvorit će se svojevrsan krater i odlagalište, ukupne površine oko 14 000 m².

U projektnim rješenjima prikazanim i opisanim u ovom radu daju se smjernice za razvoj kopa kako u cilju proizvodnje tako i prihvatljivog završnog oblika (slika 2.3-2, prilog 2.3.1.5.). Tu svakako treba naglasiti stalnu prisutnost tehničke sanacije-oblikovanja, od početka do završetka rada površinskog kopa, koja je jamac kvalitetnog rješenja otkopavanja.

Razbacivanje komada

U postupku miniranja neizbježno je razbacivanje komada oko zone minskog polja. Daljina razbacivanja komada smanjuje se pravilnim punjenjem i začepljenjem te osobito kontroliranom količinom istovremenog opaljenja mina.

Pri svakom miniranju mora se izraditi detaljan plan miniranja u kojem će se odrediti, između ostalog, mjere sigurnosti koje treba sprovesti na terenu u cilju zaštite ljudi i imovine.

Seizmički valovi

Miniranjem se stvaraju seizmički valovi čija brzina ovisi o količini eksploziva koja istodobno detonira. Obzirom da u blizini nema nikakvih objekata nema opasnosti od seizmičkih valova.

Udarni val

Udarni val je, također, posljedica miniranja, no zasigurno neće imati značajnijeg utjecaja na okoliš ukoliko se provedu mjere zaštite navedene za razbacivanje komada i seizmičke valove (obrađeno u GRP, točka 2.1.4.1.6).

Prašina

Prašina, koja će nastati u tehnološkom procesu dobivanja i prerade mineralne sirovine, ne sadrži štetne komponente.

Prašina će nastajati na mjestu bušenja, miniranja, utovara, transporta i prerade mineralne sirovine, osobito u ljetnim mjesecima kada je intenzitet padalina znatno smanjen. Iako je kop dubinskog tipa nalazi se u zoni jakih vjetrova te je nužno mjesta gdje se stvara prašina polijevati vodom.

Buka

Tijekom izođenja rudarskih radova, na kopu, stvarat će se buka miniranjem i radom strojeva, ali obzirom da neposredno okružje predstavlja nenaseljen kraj stoga buka ima neznatan utjecaj na okoliš.

Zaštita tla od možebitnog izlijevanja goriva i maziva

U cilju sprječavanja zagađenja tla gorivom i mazivom opskrba gorivom će se izvoditi eko-crpakama. U slučaju da dođe do možebitnog izlijevanja goriva ili maziva na tlo izvest će se trenutna solidifikacija-vezanje iscurka s kemijskim sredstvima koji razlažu nastale nečistoće na bezopasne materije. Tlo, u kojem dođe do izlijevanja goriva i maziva, će se sastrugati, prikupiti i odvesti od strane nadležne komunalne službe.

Zaštita tla od možebitnog izlijevanja onečišćene vode

Tehnološka voda, kojom će se prati strojevi, sustavom obodnih kanala će se prikupljati i preko separatora pročišćavati te upuštati u podzemlje. Prikupljene masnoće iz separatora će se povremeno odvoziti od strane nadležne komunalne službe.

Zaštita od požara

Šumski požari kao potencijalna opasnost pri radu strojeva i ljudstva mora se uzeti također u obzir pri ublažavanju utjecaja rudarskih radova. U cilju sprječavanja šumskih požara, pored naputaka izdanih od strane tijela vlasti nadležnih za protupožarnu zaštitu, mora se urediti sigurnosna zona u kojoj ne smije biti zapaljivih materijala niti ikakvih radova, strojevima koji mogu izazvati požar, u vrijeme kad su na snazi mjere protupožarne zaštite najvišeg stupnja (ljetni mjeseci). Sigurnosna zona predstavlja pojas od mjesta rudarskih radova do pošumljenih dijelova terena u širini od najmanje 20 m. Unutar sigurnosne zone mora biti posiječeno grmlje.

Zaštita od pada u krater Boksitoloma

Tijekom eksploatacije kopa, na udaljenosti 3-5 m od gornjeg ruba etažne kosine postaviti će se zaštitna brana od krupnih komada stijene, u visini od najmanje 1,2 m. Na dijelovima kopa koji će biti trajno tehnički sanirani-oblikovani postaviti će se žičana mreža visine 1,2 m, na udaljenosti 2-5 m od gornjeg ruba etažne kosine. Također će se postaviti table sa znakom upozorenja o zabrani pristupa za nezaposlene osobe.

Na kraju eksploatacije, na udaljenosti 3-5 m od ruba gornje etažne kosine, postaviti će se zaštitni nasip trapeznog oblika visine najmanje 1,2 m od najviše kote terena, oko cijelog kopa, tako da se spriječi pad ljudi i životinja u prostor kopa (prilozi od 2.3.1.1 do 2.3.1.5).

2.3.15.2. OBLIKOVANJE I MOGUĆA PRENAMJENA OTKOPANIH PROSTORA

2.3.15.2.1. OBLIKOVANJE ZAVRŠNIH RUBOVA BOKSITOLOMA

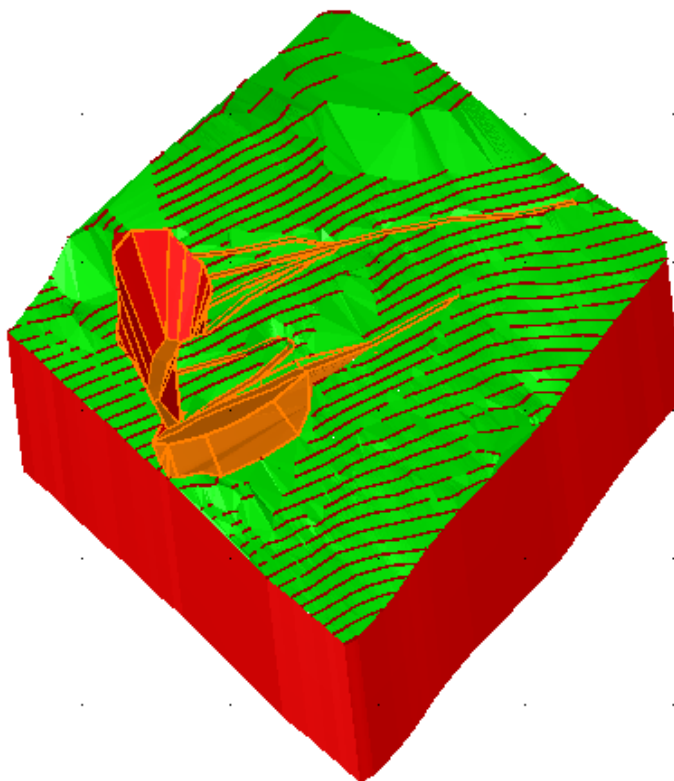
Oblikovanje kopa provodit će se usporedno s razvojem rudarskih radova, od početka pa do kraja životnog vijeka površinskog kopa.

Otkopat će se ukupno oko 142 000 m³ srasle stijene i formirat će se krater, površine oko 7 000 m².

Kut nagiba etažnih kosina biti će 75° a završnih kosina 70°. Najveća visinska razlika kratera i okolnog terena bit će oko 91 m.

Na prilogu 2.3.1.5. prikazan je kop nakon završnog oblikovanja, a u prilogu 2.3.2 nalaze se završni presjeci kopa.

Na slici 2.3-2 prikazana je 3D simulacija tehnički saniranog-oblikovanog kopa L-26.



Slika 2.3-2 3D prikaz završnog stanja površinskog kopa L-26

2.3.15.2.2. MOGUĆA PRENAMJENA OTKOPANIH PROSTORA

Oblikovanje površinskih kopova boksita može se smatrati privremenim rješenjima jer će se u pravilu krateri zasipavati otkrivanjem s narednih kopova koji će se eksploatirati ili čak se može predvidjeti i odlaganje jamske jalovine koja će se dobivati pri pripremi ležišta za podzemnu eksploataciju.

2.3.16. TEHNO-EKONOMSKA OCJENA ISPLATIVOSTI PROJEKTA

Površinski kop L-26 je u fazi otvaranja. Vrijednost opreme koja će se koristiti u tehnološkom procesu dobivanja blokova prikazana je u tablici 2.1-18.

Procjena proizvodnih troškova pri realizaciji zahvata prikazana je u tablici 2.3-12.

Tablica 2.3-12 Proračun proizvodne cijene te godišnjih i ukupnih troškova realizacije zahvata

Vrsta troškova	Jedinica mjere (J.M.)	Utrošak jedin. Mj.	Normativ utroška Jed.mj./m ³ r.m.	Vrijednost jedin. mj. EUR/J. mj.	GODISNJI UTROŠAK EUR/god	Jedin. cijena proizvodnje EUR/ m ³ r.m.	UKUPNI UTROŠAK EUR/1,6 god	CIJENA BOKSITA EUR/t	
OSOBNI DOHODAK (17 djelatnika)	sat	12 942	0,061	4	51 768	0,39	82 829	1,31	
Energenti	Nafta	kg	177 849	0,83	0,85	151 171	1,13	241 874	3,81
	Motor. Ulje	kg	3 557	0,017	2	7 114	0,05	11 382	0,18
	Diferen. Ulje	kg	889	0,0042	5	4 446	0,03	7 114	0,11
	Ostala maziva	kg	356	0,0017	5	1 778	0,01	2 846	0,04
Ostali materijal	Bušača kruna	kom	18	0,00009	1 000	18 216	0,14	29 146	0,46
	Bušača šipka	kom	11	0,000050	1 500	15 939	0,12	25 502	0,40
	Bušači čekić	kom	2	0,000009	1 500	2 732	0,02	4 372	0,07
	Eksplziv	kg	32 625	0,15	4	130 500	0,97	208 800	3,29
	Električni detonator	kom	20	0,00010	3	61	0,00	97	0,00
	Neelektrični detonator	kom	810	0,0038	3	2 430	0,02	3 888	0,06
	Busteri	kom	810	0,0038	5	4 050	0,03	6 480	0,10
	Usporivači (konektori)	kom	405	0,0019	5	2 025	0,02	3 240	0,05
	Zubi žlice-korpe	kom	36	0,00017	150	5 329	0,04	8 526	0,13
	Gume za utovarivač	kom	7	0,000033	1 500	10 658	0,08	17 052	0,27
	Lanci	kom	7	0,000033	1 500	10 658	0,08	17 052	0,27
Gume za kamion	kom	5	0,000024	500	2 559	0,02	4 095	0,06	
UKUPNO					369 666	2,8	591 466	9,33	
Održavanje i obnavljanje	Amortizacija (10%/god)	EUR	90 000	0,42	1	90 000	0,67	144 000	2,27
	Rezervni dijelovi (6% od Am.)	EUR	5 400	0,03	1	5 400	0,04	8 640	0,14
	Invest. i tek. Održav. (3% od Am)	EUR	2 700	0,01	1	2 700	0,02	4 320	0,07
UKUPNO					98 100	0,73	156 960	2,48	
Invest. i završni rad.	Istražni radovi	EUR/R.V.	32 800	0,15	0,63	20 500	0,15	32 800	0,52
	Izrada tehničke dokument.	EUR/R.V.	10 000	0,05	0,63	6 250	0,05	10 000	0,16
	Ishođenje dozvola i rješenja	EUR/R.V.	2 500	0,01	0,63	1 563	0,01	2 500	0,04
	Pripremni radovi za eksploat.	EUR/R.V.	2 500	0,01	0,63	1 563	0,01	2 500	0,04
	Sanacija terena, 1%UP	EUR/R.V.	12 682	0,06	0,63	7 926	0,06	12 682	0,20
UKUPNO					37 801	0,28	60 482	0,95	
nad	Renta, 2,5%	EUR	20 000	0,24	1	12 500	0,09	20 000	0,32
	Šumarja, 0,5%	EUR	8 000	0,09	1	5 000	0,04	8 000	0,13
UKUPNO					17 500	0,13	28 000	0,44	
SVEUKUPNO					574 836	4,3	919 737	14,5	

Procjena ukupne statične vrijednosti planiranog zahvata

Ukupni prihod izračunat je na osnovu ukupnih eksploatabilnih rezervi na kopu L-26 "Vukov vrh" prema izrazu:

$$UP = Q \times C_T \text{ (EUR)}$$

gdje je:

UP – ukupan prihod, kn

Q – ukupne eksploataбилne rezerve, 63 411 t boksita

C_T – prosječna tržišna cijena boksita fco. kop, 20 EUR/t

$$UP = 63\,411 \times 20 = \mathbf{1\,268\,220 \text{ EUR}}$$

Prema tome bruto dobit će biti:

$$BD = UP - T$$

BD – bruto dobit, kn

UP – ukupan prihod, 1 268 220 EUR

T – ukupni troškovi realizacije, 919 737 EUR

$$BD = 1\,268\,220 - 919\,737 = \mathbf{348\,483 \text{ EUR (bez PDV)}}$$

Materijalna korist zahvata računata je statično (bez diskontnih stopa i troškova PDV-a) i iznosi **348 483 EUR**.

2.4. PROJEKTNJA RJEŠENJA PODZEMNOG KOPA L-27

2.4.1. OTVARANJE I RAZRADA LEŽIŠTA S METODOM OTKOPAVANJA

2.4.1.1. GRANICE LEŽIŠTA I PODZEMNOG OTKOPAVANJA S PRIKAZOM PARAMETARA STABILNOSTI

Ležište L-27 je najpristupačnije, od četiri ležišta planirana za podzemnu eksploataciju (to su pored L-27 ležišta: L-24, L-34 i L-25), na kojem se intezivno rade pripreme za eksploataciju. Postojeće stanje terena, s pozicijom istražnih radova i konturom ležišta, prikazano je na prilogu 1.11.1.

Projektno rješenje eksploatacije ležišta L-27 dobiveno je temeljem poznavanja prostornog rasporeda ležišta i kontaktne plohe, geomehničkih značajki boksita i pratećih naslaga te realne procjene nastavka istražnih radova iz podzemnih prostorija.

Modeliranjem je utvrđen prostorni raspored ležišta boksita, pratećih naslaga i površine terena kao i položaj kontaktne plohe podinskih i krovinskih geoloških formacija (kontakt cenoman-senon). Geomehničke značajke boksita i pratećih stijena su dobivene analogijom s eksploatacijskog polja Poljane (tablica 2.4-1).

Tablica 2.4-1 Usvojene geomehničke značajke boksita i pratećih stijena za podzemnu eksploataciju

Parametar	Jedinica	Boksit	Krovinske naslage	Podinske naslage
Čvrstoća loma, σ	MPa	1,80	6,30	4,32
Kohezija, c	MPa	0,450	0,720	0,720
Kut unutarnjeg trenja, φ	°	45,0	42,3	40,5
Obujamska masa, ρ	kg/m ³	2 700	2 700	2 700

Napomena: Radi sigurnosti usvojene vrijednosti za podzemnu eksploataciju umanjene su za 10% u odnosu na minimalne vrijednosti izvornih podataka.

Komentar uz analizu stabilnosti kosina:

1. Analiza stabilnosti kosina je provedena uz oskudan broj egzaktnih podataka za eksploatacijsko polje "Bešpelj" te se dobiveni rezultati mogu tretirati kao privremeni. Stoga je nužno da se izradi Geomehnički elaborat o radnoj sredini, u narednih godinu dana (od dana ovjere Projekta), a na temelju detaljnog snimka terena i mjerenja pukotinskih sustava te na temelju laboratorijskog ispitivanja normalnih i tangencijalnih naprezanja. Time bi se potvrdili ili korigirali projektirani parametri iz ovog Projekta.
2. Do izrade geomehničkog elaborata treba pojačati nadzor i redovito pregledavati podzemne prostorije i otkope (svakodnevno).

2.4.1.2. OTVARANJE, RAZRADA I PRIPREMA LEŽIŠTA

2.4.1.2.1. ANALIZA MOGUĆNOSTI I ODABIR NAJPOVOLJNIJEG NAČINA OTVARANJA

U cilju eksploatacije ležišta L-27 izvedeno je otvaranje s dva potkopa, na kotama K-690 i K-780, prije petnaest godina. Protekle godine izvedena je sanacija potkopa i izvoznih hodnika tako da se može nastaviti s prostorijama pripreme ležišta koje će se izraditi u krovinskim stijenama, 5-7 m od kontaktne plohe. Na prilogu 1.4 prikazana je situacijska karta u mjerilu 1:2500 gdje su vidljive konture ležišta boksita koji su predviđeni za eksploataciju u narednih 10-tak godina. Na prilogu 2.4.1.1 prikazani su postojeći potkopi iz kojih će se nastaviti izrada podzemnih prostorija prema ležištima L-27 i L-25.

Obzirom na iznešeno besmisleno je analizirati mogućnosti najpovoljnijeg načina otvaranja ležišta L-27. To se može učiniti s ostalim ležištima za koje još nisu urađeni nikakvi radovi.

No, može se konstatirati, iz dosadašnjeg iskustva, da je otvaranje ležišta potkopima, koji praktično predstavljaju zahvat po vertikali, jedan od efikasnijih, sigurnijih i ekonomičnijih načina. Ono što je diskutabilno, a vrijeme će pokazati dobru ili lošu stranu, je sama pozicija otvaranja. Možda je bilo moguće pozicionirati ušća potkopa bliže centralnom dijelu rudonosnog područja Bešpelj jer se već sada odstupilo od namjere obuhvaćanja svih ležišta s tri horizonta i međuhorizontima (tri površinska kopa i dva podzemna kopa koja nemaju kontakta s horizontima)

Glavne prostorije na horizontu 780 izrađene su u dužini oko 340 m. Potkop 780 izrađen je u dužini oko 90 m a nastavni hodnik u dužini oko 250 m.

Potkop 690 izrađen je u dužini oko 210 m a nastavni hodnik u dužini oko 620 m te ukupna dužina podzemnih prostorija na horizontu 690 iznosi oko 830 m.

2.4.1.2.2. TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA RUDARSKIH RADOVA I ORGANIZACIJA RADA NA OTVARANJU, PRIPREMI I OTKOPIMA

ORGANIZACIJA RADA NA OTVARANJU, PRIPREMI I OTKOPIMA

Organizacija rada na otvaranju ležišta koja gravitiraju horizontima 780 i 690 načelno će biti ujednačena, no vremenski distancirana. To se odnosi na sva ležišta koja se nalaze, po vertikali, djelomično ili potpuno između horizonata 780 i 690, a po horizontali istočno od ležišta L-27. Tu je za sada poznato ležište L-25 koje će se pripremati tijekom i iza eksploatacije ležišta L-27. Ova dva ležišta će dijeliti glavne izvozne i vjetrene prostorije te je jako bitno dinamički uskladiti proizvodnju boksita na jednom s pripremnim radnjama za drugo ležište.

Obzirom na redoslijed izrade i prioritet samih prostorija organizacijski će se podijeliti na slijedeće aktivnosti:

1. Izrada prostorija otvaranja
 - potkop 780, s padom 0,5° prema izlazu
 - potkop 690, s padom 0,5° prema izlazu
2. Izrada prostorija razrade
 - izvozni-vjetreni hodnik 780 (nastavlja se na potkop), s padom 0,5° prema potkopu

- izvozni-vjetreni hodnik 690 (nastavlja se na potkop), s padom 0,5° prema potkopu
- glavno vjetreno okno i sipka (spoj hodnika 690 i 780), pod kutem 75° od K795 do K727,5; pod kutem 70° od K727,5 do K692,5
- donje vjetreno okno (spoj hodnika 690 i najniže etaže, 727,5), pod kutem 75°
- spojni hodnik između glavnog (gornjeg) i donjeg vjetrenog okna (razina 727,5)

3. Izrada prostorija priprema

- sukcesivna izrada spiralnog niskopa (od hodnika 780 do nižih etaža i donjeg ventilacijskog okna), s padom 11° (20%)
- sukcesivna izrada pripremnih i spojnih hodnika na pojedinim etažama (od najviše do najniže), s padom 0,5° prema oknu i spiralnom niskopu

4. Izrada prostorija otkopavanja

- smjerni hodnici (načelno uzduž ležišta-kontaktne plohe), s padom 0,5° prema pripremnim hodnicima
- poprečni hodnici (pod kutem od 60 do 90° na smjerni hodnik), s padom 0,5° prema smjernim hodnicima
- otkopni hodnik užeg značenja (između zaštitnih stupova do ruba ležišta ili starog rada), s padom 0,5° prema poprečnim hodnicima

Navodi pod točkama 1. i 2. vidljivi su na prilogu 2.4.1.2, a navodi pod točkama 3. i 4. prikazani su na priložima od 2.4.1.3 do 2.4.1.13.

Uobičajena praksa zahtjeva prvo izradu potkopa na koje se nastavljaju glavni hodnici (u određenom smislu to su iste prostorije). Zatim je nužno spajanje najniže i najviše razine, odnosno hodnika 690 i 780 s ventilacijskim oknom koje će poslužiti i kao sipka ispod razine etaže 727,5. Obzirom da će veći dio radnog vremena donji dio sipke biti zapunjen rudom, stoga treba osigurati stalni protok zraka izradom donjeg okna. To znači da će se na udaljenosti 14 m od glavnog izraditi drugo, donje okno kojim će se premostiti prolaz sveže zračne struje. Okna će se spojiti na razini najniže etaže, 727,5 te će time završiti radovi razrade prostorija.

Usljedit će priprema ležišta za eksploataciju koja se sastoji od izrade prostorija kroz stijenu najkraćim mogućim putem do rude. Prostorijama pripreme mora se osigurati mogućnost dobave materijala, prolaz ljudstva, protok zraka i odvoz rude do sipke. U ovom slučaju prvotno će se izraditi spirala, od hodnika 780 do etaže 772,5, a zatim će se izraditi spojni hodnik do sipke- ventilacijskog okna. Potom će se radovi odvijati u dva smjera. Prvi je izrada otkopnih prostorija (smjerni, prečni i otkopni hodnik) a drugi je produžetak spirale do niže etaže (765). Time će se osigurati ravnomjerna proizvodnja i priprema novih etaža.

TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA RUDARSKIH RADOVA

Potkopi i glavni izvozni hodnici izrađuju se bušenjem i miniranjem. Utovar materijala izvodi se šinskim utovarnim lopatama ili dizel utovarivačima obujma žlice 1 ili 2 m³. Provjetravanje čela radilišta je separatnim ventilatorima, u fazi proboja, a nakon spajanja donjeg i gornjeg horizonta dolazi do depresijskog prirodnog provjetravanja.

Okna će se, u pravilu, izrađivati odozdo prema gore, dakle od horizonta 690 do horizonta 780. Okno će se završiti na razini etaže 795 odnosno vrhu 798 tako da se osigura mogućnost eksploatacije dijela ležišta koje se nalazi iznad razine 780. Proboj će se raditi

bušenjem i miniranjem, s pokretne platforme (Alimac) a utovar će se obavljati s osnovne razine 690, dizel utovarivačem ili šinskom utovarnom lopatom. Čelo će se provjetravati separatnim ventilatorom.

Odmah nakon proboja, okno će se pregraditi i urediti u prostor za prolaz ljudi i prostor za prolaz materijala i/ili zraka. Time će se urediti sipka i izbjeći nepotreban rad utovarivača na razini 690, a omogućit će se izravni presip rude i jalovine iz sipke u vagonete koje će odvoziti akumulatorska lokomotiva do vanjske deponije.

Spiralni niskop će se raditi također bušenjem i miniranjem, ručnim bušačim čekićima s potpornom nogom, a utovar i odvoz materijala do sipke biti će dizel utovarivačem. Budući je spiralni niskop nagiba do 20%, druge opcije nisu prihvatljive. Nastavit će se, istom tehnologijom rada, izrada spojnih i pripremnih hodnika do sipke te hodnika do ležišta. Do proboja hodnika i spiralnog niskopa sa sipkom uspostaviti će se separatno provjetravanje. Sve prostorije koje će se izrađivati kroz stijenske naslage, u pravilu, neće se podgrađivati. Izuzetno u trošnim zonama i glinovitim klinovima može se pojaviti potreba za mjestimičnom podgradom.

Tehnologija izrade smjernih, poprečnih i otkopnih hodnika biti će sadržana od bušenja i miniranja, ručnim bušačim čekićima s potpornom nogom, utovara i/ili odvoza rude pneumatskim (CAVO) ili dizel utovarivačima. Podgrađivanje će biti drvenom građom u stropu i frikcionim stupcima u bokovima prostorije, uz zapunjavanje vidljivih ploha boksita s okorcima (rezanom oblovinom). Provjetravanje će biti separatno, do momenta probijanja u stari rad ili dohvata kontakta s podinom i gornjom etažom kada će se omogućiti protočno strujanje zraka.

2.4.1.2.3. DIMENZIONIRANJE OTKOPNOG POLJA I OTKOPA

Pod otkopnim poljem smatra se ležište L-27 u svojoj širini i visini, gdje će se razviti podzemne prostorije prikazane u tablici 2.4-2.

Dimenzioniranje prostorija pripreme i otkopavanja izvedeno je temeljem poznavanja geomehaničkih značajki boksita i pratećih stijena te tehnoloških zahtjeva a poslužiti će za razradu cjelokupnog ležišta te dobivanje detaljnih informacija nužnih za definiranje tehnološkog procesa eksploatacije i izračun troškova proizvodnje (tablica 2.4-2).

Tablica 2.4-2 Dimenzioniranje prostorija otvaranja, pripreme i otkopavanja ležišta L-27

Naziv ili značaj prostorije	Značajke	Površina presjeka
		$P_{pres.} \text{ m}^2$
Potkop i izvoz.-ventil. hodnik 780	nagib 0,5%, h=3,0 m, š=2,8 m	7,8
Potkop i izvoz.-ventil. hodnik 690	nagib 0,5%, h=3,0 m, š=2,8 m	7,8
Potkop i izvoz.-ventil. hodnik 600	nagib 0,5%, h=3,0 m, š=2,8 m	7,8
Rudna sipka	nagib 70%, 3,0 x 2,0 m	6,0
Ventilacijsko okno	nagib 75%, 3,0 x 2,0 m	6,0
Niskop (spiralni)	nagib 20%, h=2,5 m, š=3,0 m	6,8
Pripremi hodnici (jalovina)	nagib 0,5%, h=2,5 m, š=3,0 m	6,8
Smjerni hodnici (boksit)	nagib 0,5%, h=2,5 m, š=3,2 m	7,6
Poprečni hodnici (boksit)	nagib 0,5%, h=2,5 m, š=3,2 m	7,6
Otkopni hodnici (boksit)	nagib 0,5%, h=2,5 m, š=3,2 m	7,6

2.4.1.2.4. RAZRADA LEŽIŠTA OBZIROM NA NAČIN OTVARANJA ETAŽA, OTKOPNU METODU, TE TRANSPORT

ODABIR METODE OTKOPAVANJA

Na ležištima boksita u eksploatacijskom polju Bešpelj, koja će se eksploatirati podzemnim putem koristit će dvije metode otkopavanja i to:

1. Metoda podetažnog otkopavanja ležišta s ostavljanjem otvorenih prostora bez zarušavanja topografske krovine
2. Metoda podetažnog otkopavanja ležišta s zarušavanjem topografske krovine

Razlika ove dvije metode praktično se svodi na stanje naprezanja i moguću deformabilnost pratećih stijena-krovine. Poznato je da se na ležištima istočno od Bešpelja (Crvene stijene i Poljane) primjenjuje 1. metoda jer su stijene kompaktne, tektonski dovoljno neporemećene da mogu trpiti vlačna naprezanja koja se javljaju u krovinskim naslagama i ne dolazi do zarušavanja. Također, poznato je da se na ležištima zapadno od Bešpelja (Liskovica) koristi 2. metoda jer su geološke strukture znatno različite, geomehanički komparirajući manje nosivosti. U tim ležištima je obustavljena eksploatacija koja je bila dosta složena zbog čestih pojava krovinih i bočnih tlakova.

Komparacijom podataka sa svih ležišta, a uzimajući u obzir položaj kontaktne plohe na Bešpelju zaključeno je slijedeće:

- Na istočnoj strani kontaktne plohe Bešpelj (koja se nastavlja u određenom pogledu na kontakt Crvenih stijena ali se gubi te ju je teško uočiti na terenu, no sigurno se može grafički modelirati i pretpostaviti) nagib stijenskih naslaga je u primarnom položaju, s iznosom od 30° i više.
- Idući od istoka ka zapadu Bešpelja, prema kanjonu Vrbasa, kontaktna ploha se izvitoperuje i prelazi u inverzni položaj. Na središnjem dijelu ploha je subvertikalna do vertikalna, a na zapadnom dijelu je stratigrafska podina iznad stratigrafske krovine.
- Prateće stijene su manje-više do potpuno poremećene te će se odabir metode otkopavanja sa sigurnošću moći odabrati tek kada se vidi pravo stanje stvari na terenu

PODJELA LEŽIŠTA PO VISINI I ŠIRINI U SKLADU S ODABRANOM METODOM OTKOPAVANJA

Po vertikali ležišta će se podijeliti na etaže, tako da visina svake etaže iznosi 7,5 m.

Ležište L-27 otkopat će se s deset etaža na kotama:

795; 787,5; 780; 772,5; 765; 757,5; 750; 742,5; 735 i 727,5.

Po širini ležišta će se podijeliti na hodnike i to:

- smjerne (uzduž ležišta ili kontaktne plohe)
- poprečne (pod 60°-90° na smjerne)
- otkopne ((pod 60°-90° na poprečne)

Po potrebi, iz otkopnih hodnika će se raditi otkopni uskopi, kako bi se eksploatirala ruda u natkopnom dijelu etaže.

KONCEPT TRANSPORTA BOKSITA, JALOVINE, I MATERIJALA

Ruda i jalovina će se dovoziti od čela radilišta do sipki utovarno-transportnim strojevima:

- CAVO-310, na komprimirani zrak
- GHH, na dizel gorivo

Boksit i jalovina će se spuštati na glavnu transportnu razinu koja će za L-27 biti na horizontu 690, gdje će se presipati u vagonete i odvoziti akumulatorskom lokomotivom na deponij.

Potrošni materijal će se dovoziti preko razine gornjeg horizonta (780), kroz spiralni niskop, pomoću dizel utovarivača GHH.

RAZVOJ ETAŽA

Priprema etaža i eksploatacija počinje od prve etaže prema dolje tako što će se za vrijeme otkopavanja viših etaža pripremati niže etaže, te će se na taj način postići stalni kontinuitet u eksploataciji (Prilozi od 2.4.3. do 2.4.13 i slike od 2.4-1 do 2.4-10).

Na svakoj etaži planirana je izrada dijela etažnog hodnika u jalovini kao spoj sa kosim oknima za sipanje rude i prolaz radnika, pošto su ova locirana u jalovini.

Otvaranje ležišta obavljat će se iz kosog okna, koje će služiti i za sipanje rude na razinu transportnog horizonta (kota 690) i spiralnog niskopa za prolaz radnika, vjetrenje i dopremu materijala, koji se spaja na rudarske prostorije gornjeg horizonta (kota 780).

Da bi se stvorila što jasnija predodžba razrade i eksploatacije ležišta L-27, u nastavku je prikazan razvoj etaža u nacrtu-pogled sprijeda (front view), bokocrtu-pogled s desna (right view) i trodimenzionalno (isometric view).

Razvoj etaže 795

Etaža 795 predstavlja najvišu razinu eksploatacije, te zahvaća sami vršak ležišta. Po količinama je dosta oskudna, svega 230 t boksita (bilančno), no, iskoristit će se ujedno i za istraživanja pa se može smatrati opravdanim zahvatom. Otvorit će se izravno iz okna i do nje se neće izrađivati spiralni niskop (slika 2.4-1).

Razvoj etaže 787,5

Etaža 787,5 otvorit će se kao i etaža 795, a njome će se otkopati oko 870 t boksita (bilančno) (slika 2.4-2).

Razvoj etaže 780

Etaža 780 otvorit će se izravno iz horizonta 780, koji je već pripremljen. Ovom etažom otkopat će se oko 1600 t boksita (bilančno) (slika 2.4-3).

Razvoj etaže 772,5

Etaža 772,5 otvorit će se spiralnim niskopom, s horizonta 780, koji je također pripremljen. Zatim će se izraditi pripremni hodnik do ležišta i spojni hodnik (koji je također u funkciji pripreme) do vjetrenog okna. Na koncu će se izraditi otkopne prostorije (smjerni, prečni i otkopni hodnici). Time će se osigurati dotok zraka, materijala i ljudstva a ujedno omogućiti kvalitetna komunikacija za transport iskopine.

Ovom etažom otkopat će se oko 2900 t boksita (bilančno) (slika 2.4-4).

Razvoj etaže 765

Produženjem spiralnog niskopa napraviti će se priprema etaže 765. Izraditi će se pripremni hodnik do ležišta i spojni hodnik do vjetrenog okna, kao i za gornju etažu. Na koncu će se izraditi otkopne prostorije (smjerni, prečni i otkopni hodnici).

Ovom etažom otkopat će se oko 5700 t boksita (bilančno) (slika 2.4-5).

Razvoj etaže 757,5

Produženjem spiralnog niskopa napraviti će se priprema etaže 757,5. Izraditi će se pripremni hodnik do ležišta i spojni hodnik do vjetrenog okna, kao i za gornje etaže. Na koncu će se izraditi otkopne prostorije (smjerni, prečni i otkopni hodnici).

Etažom 757,5 otkopat će se oko 10400 t boksita (bilančno) (slika 2.4-6).

Razvoj etaže 750

Etaža 750 otvorit će se manje-više kao i etaža 757,5, no nakon izrade spojnog hodnika uslijedit će malo iskrivljena putanja smjernog hodnika za razliku od gornjih etaža koje će biti uglavnom usmjerene približno zapad-istok. Smjerni hodnik etaže 750 bit će malo zakrivljen prema jugoistoku, upravo onako kako diktira nepravilan oblik rudnog tijela. Iz smjernog hodnika radit će se poprečni a iz njih otkopni hodnici.

Etažom 750 otkopat će se oko 13400 t boksita (bilančno) (slika 2.4-7).

Razvoj etaže 742,5

Etaža 742,5 bit će u potpunosti ista kao i etaža 750, jer je i oblik rudnog tijela sličan. Nakon izrade spojnog hodnika uslijedit će iskrivljena putanja smjernog hodnika. Iz smjernog hodnika radit će se poprečni a iz njih otkopni hodnici.

Etažom 742,5 otkopat će se oko 20000 t boksita (bilančno) (slika 2.4-8). Ova etaža ima skoro najveću širinu i količinu boksita te je odabrana kao ogledan primjer za opis metode otkopavanja što je vidljivo na slici 2.4-11 i opisano u nastavnom tekstu.

Razvoj etaže 735

Etaža 735 bit će vrlo slična gornjim etažama, 750 i 742,5, te će otvaranje spiralnim niskopom, izrada pripremnih i otkopnih prostorija također biti jako slična.

Etažom 742,5 otkopat će se oko 21000 t boksita (bilančno) (slika 2.4-9). Što predstavlja najveću količinu boksita po etažama.

Završetak eksploatacije-razvoj etaže 727,5

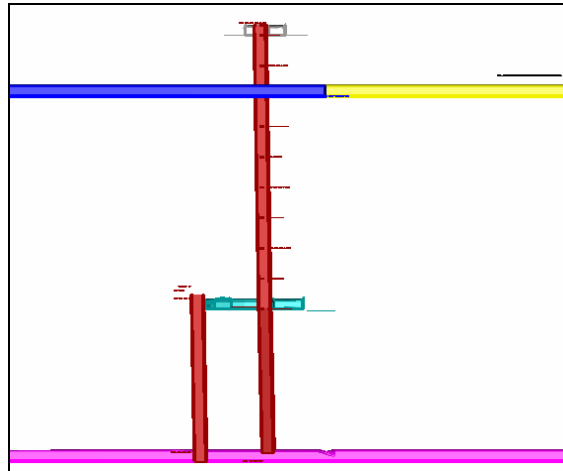
Etaža 727,5 djelomično će biti pripremljena ranije, odnosno još u fazi izrade glavnih prostorija razrade, glavnog ventilacijskog okna i sipke te donjeg ventilacijskog okna. Pripremni hodnik će biti ujedno spojni hodnik između ventilacijskih okana tako da će spiralni niskop poslužiti za stavljanje komunikacije za prolaz strojeva i materijala. No pored spomenute funkcije provjetravanja, etaža 727,5 bit će značajna i po eksploataciji jer će se na njoj otkopati oko 8000 t boksita.

Obzirom da je etaža 727,5 najniža razina ležišta L-27 to će biti ujedno kraj eksploatacije, uz uvjet da se ne pronađu nove rezerve u blizini ležišta tako da se iz istih prostorija može nastaviti eksploatacija (slika 2.4-9).

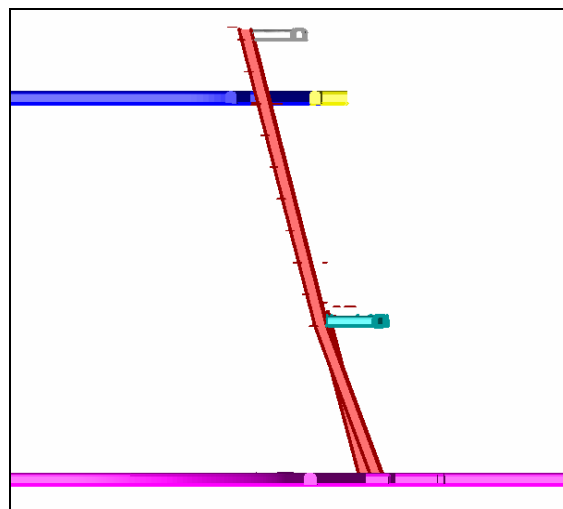
Ukupne bilančne količine bokista koje će biti otkopane opisanim projektnim rješenjima biti će oko 84000 t, a uz eksploatacijski gubitak od 20% dobit će se oko 67500 t eksploatacijskih rezervi..

Otkopat će se i oko 4700 m³ jalovog materijala (u sraslom-čvrstom stanju).

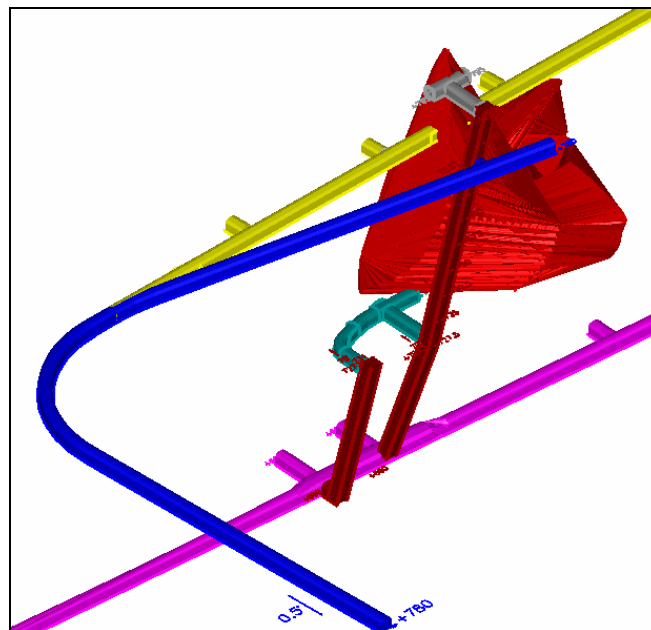
Količine boksita su dobivene računalnim modeliranjem i automatiziranim planimetriranjem. Stoga se prikazani rezultati mogu prihvatiti s velikom pouzdanošću.



Pogled sprijeda (front view)

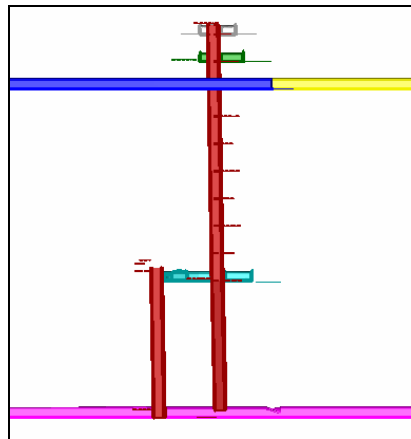


Pogled sa boka (right view)

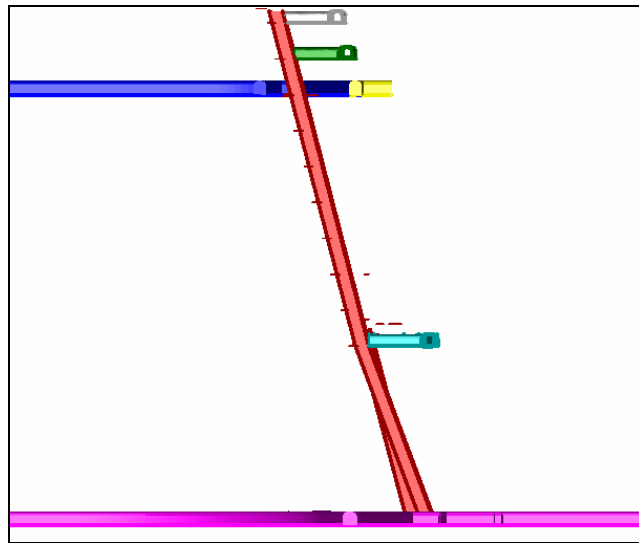


Trodimenzionalni pogled (isometric view)

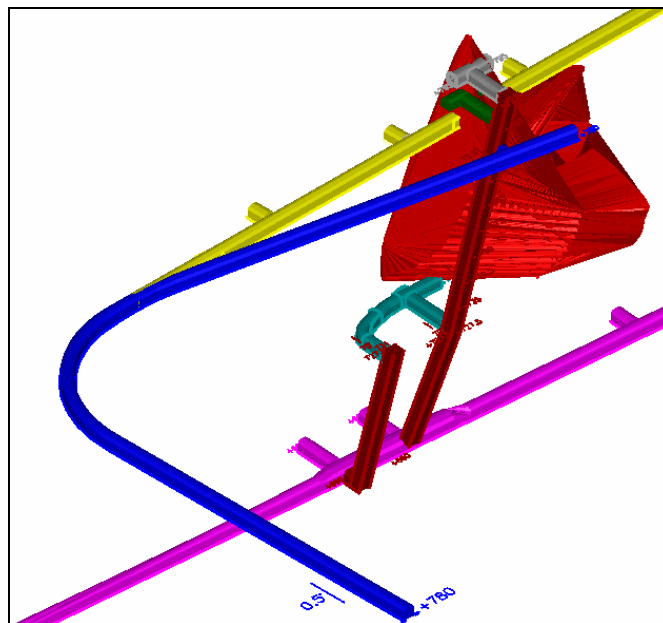
Slika 2.4.1 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 795



Pogled sprijeda (front view)

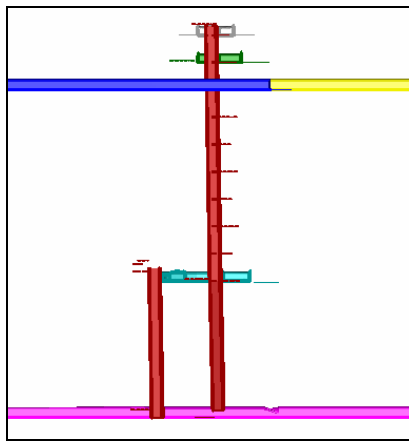


Pogled sa boka (right view)

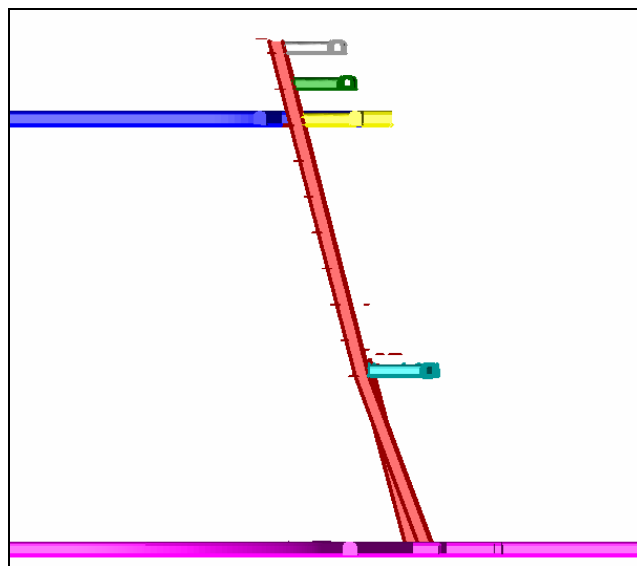


Trodimenzionalni pogled (isometric view)

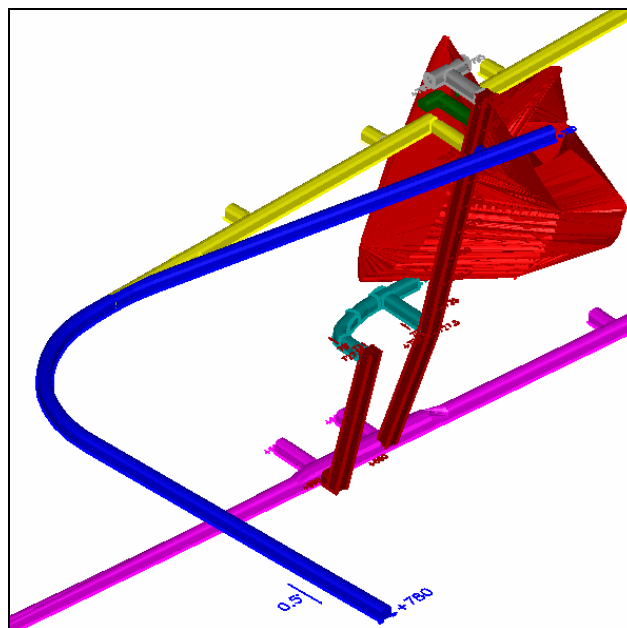
Slika 2.4.2 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 787,5



Pogled sprijeda (front view)

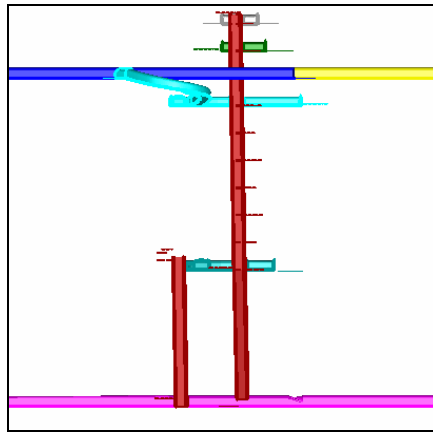


Pogled sa boka (right view)

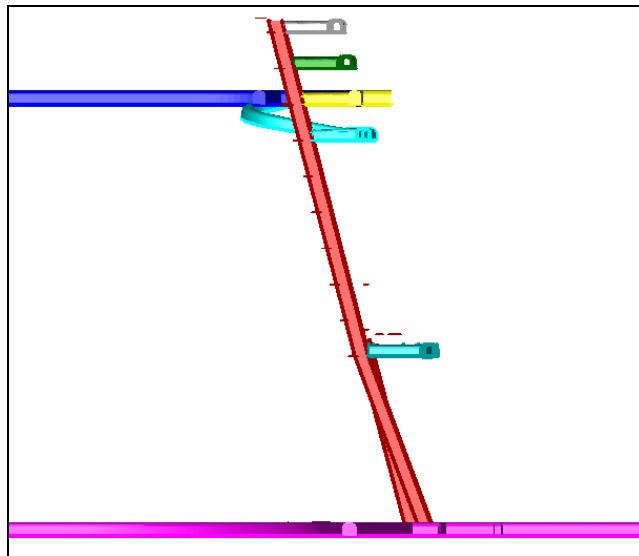


Trodimenzijski pogled (isometric view)

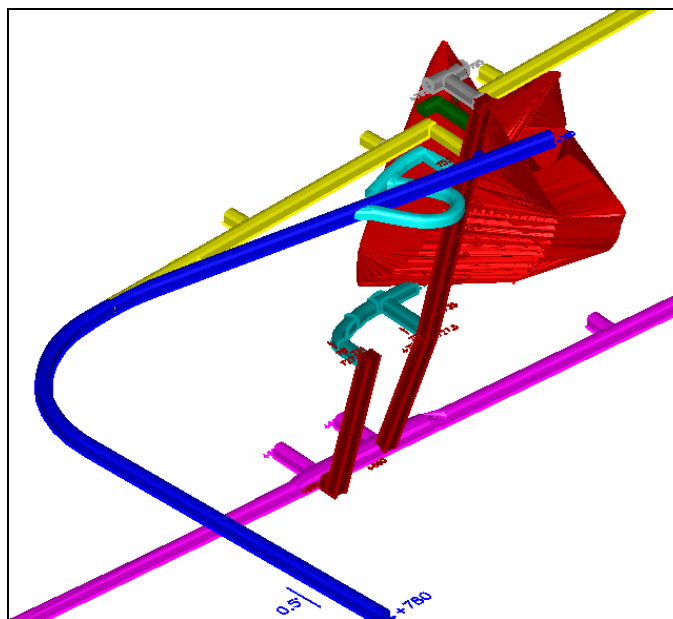
Slika 2.4.3 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 780



Pogled sprijeda (front view)

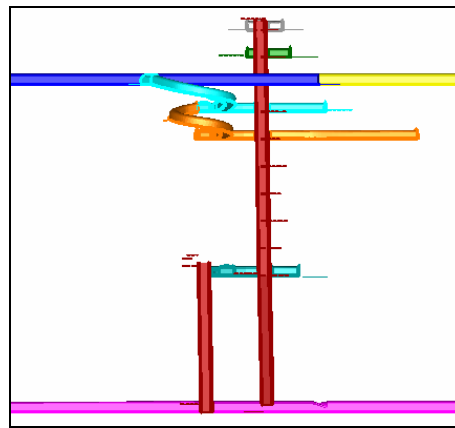


Pogled sa boka (right view)

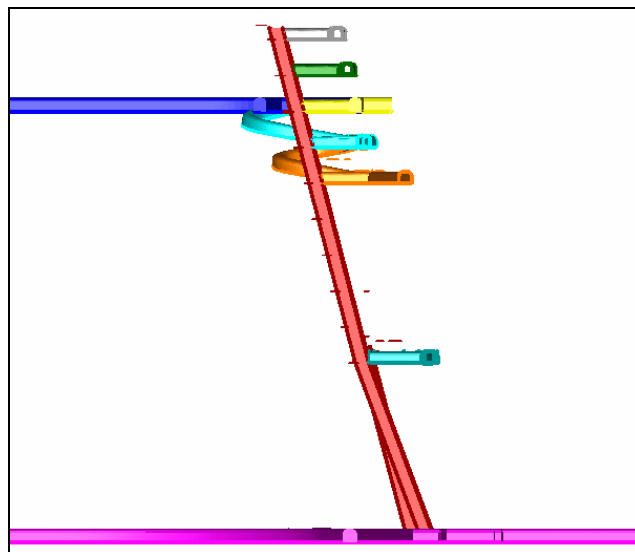


Trodimenzionalni pogled (isometric view)

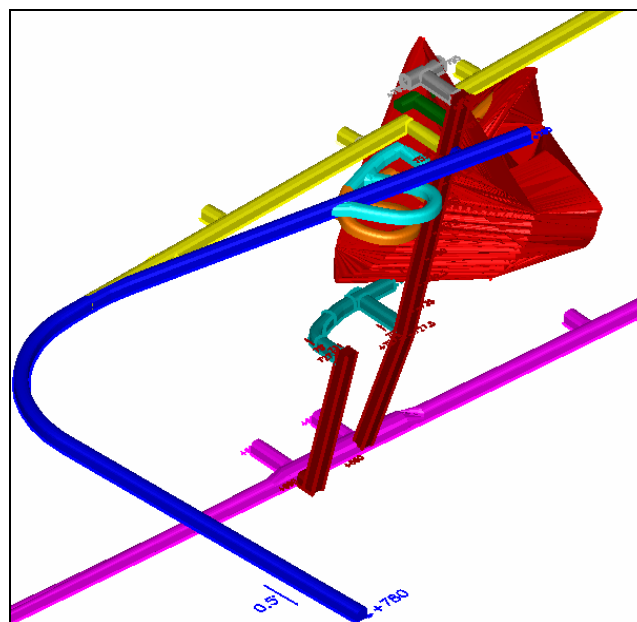
Slika 2.4.4 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 772,5



Pogled sprijeda (front view)

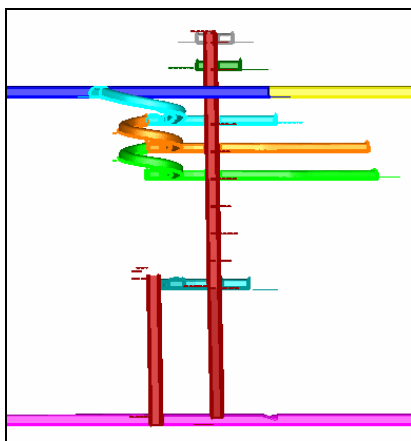


Pogled sa boka (right view)

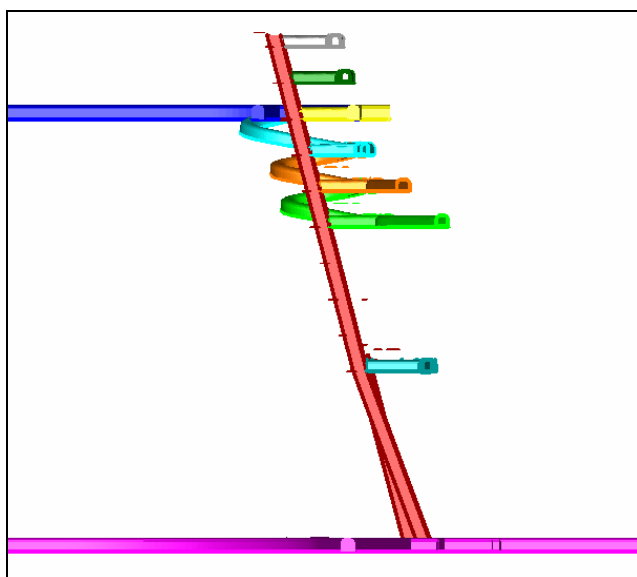


Trodimenzijski pogled (isometric view)

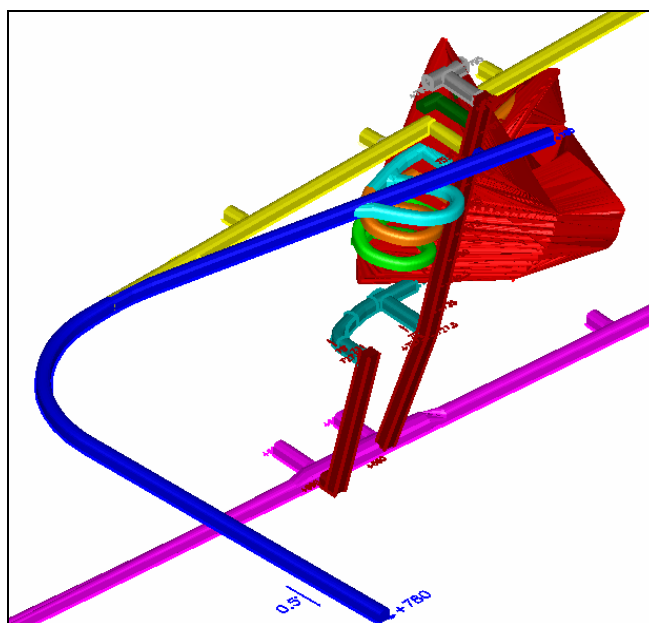
Slika 2.4.5 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 765



Pogled sprijeda (front view)

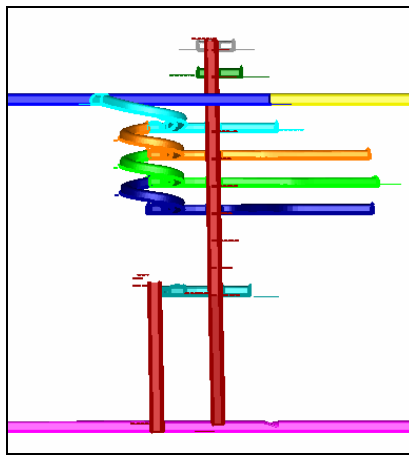


Pogled sa boka (right view)

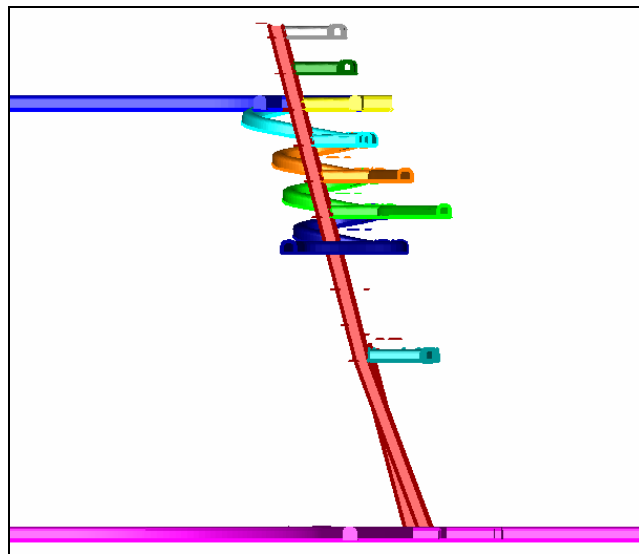


Trodimenzionalni pogled (isometric view)

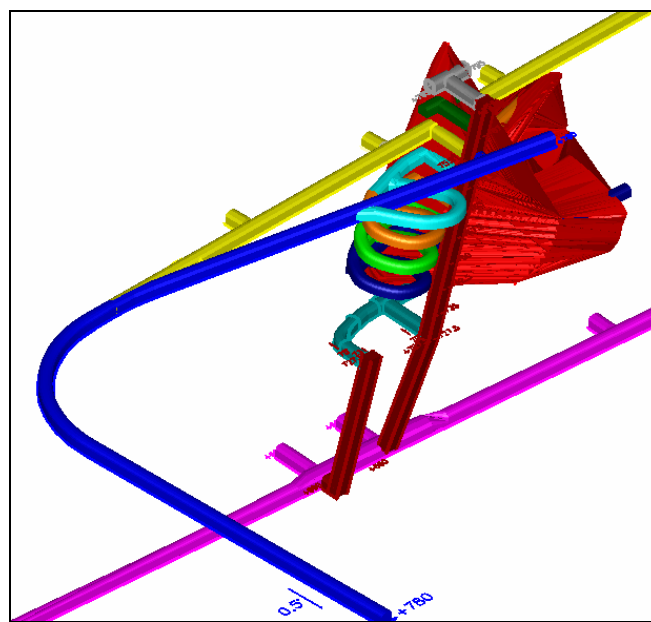
Slika 2.4.6 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 757,5



Pogled sprijeda (front view)

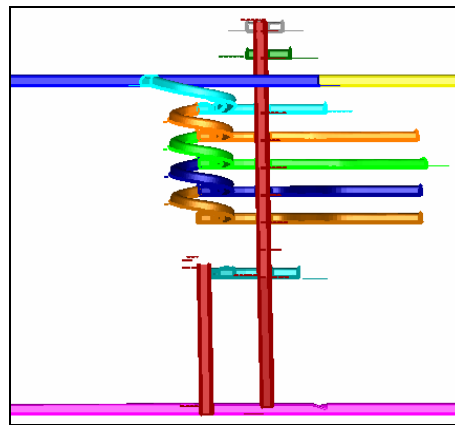


Pogled sa boka (right view)

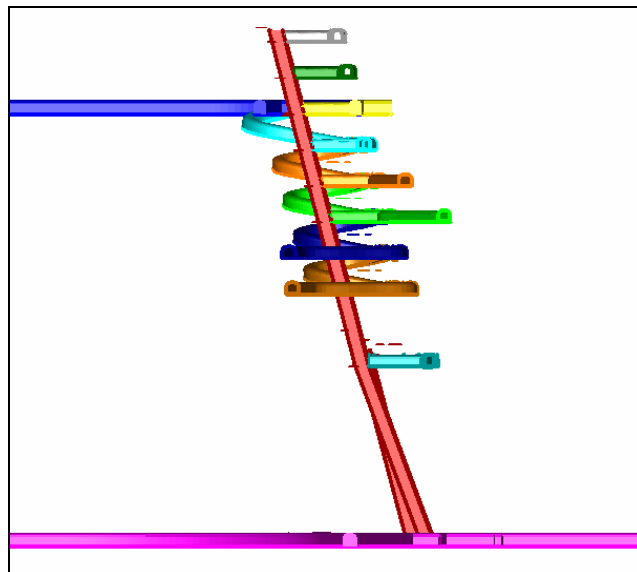


Trodimenzijski pogled (isometric view)

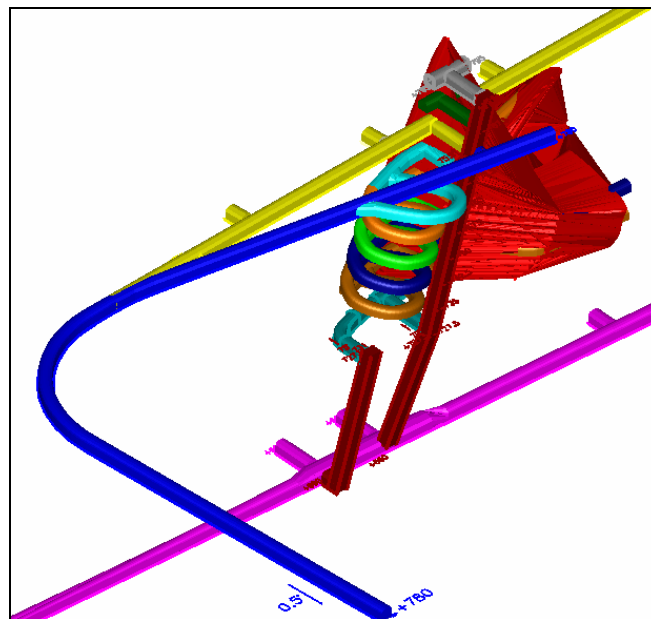
Slika 2.4.7 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 750



Pogled sprijeda (front view)

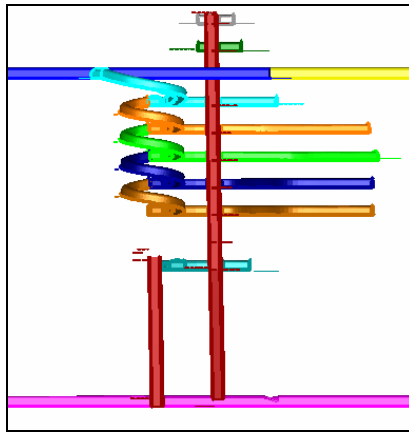


Pogled sa boka (right view)

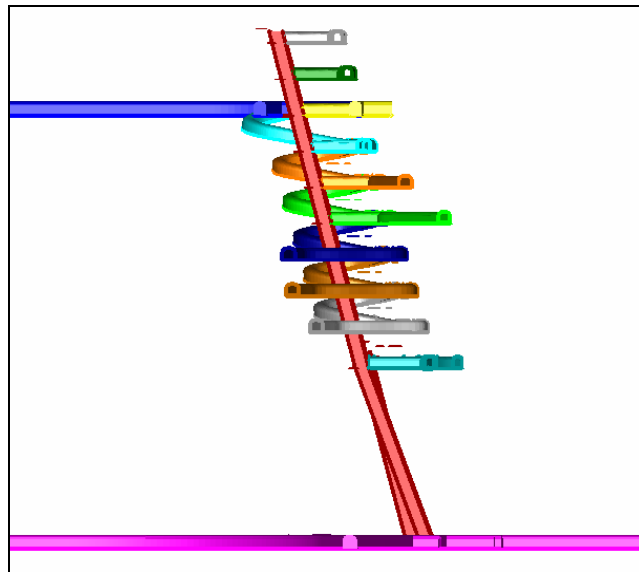


Trodimenzionalni pogled (isometric view)

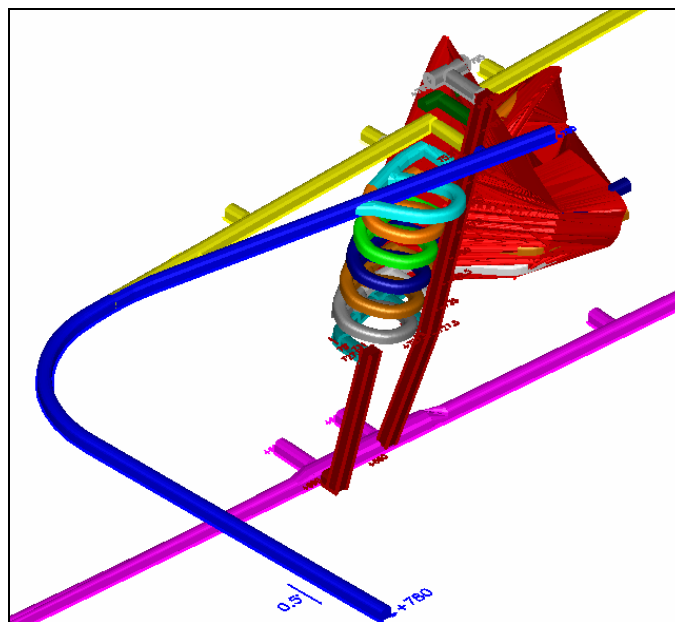
Slika 2.4.8 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 742,5



Pogled sprijeda (front view)

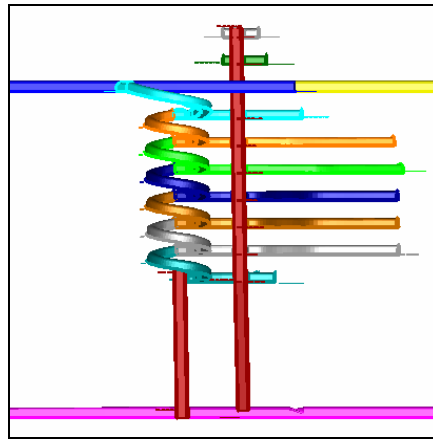


Pogled sa boka (right view)

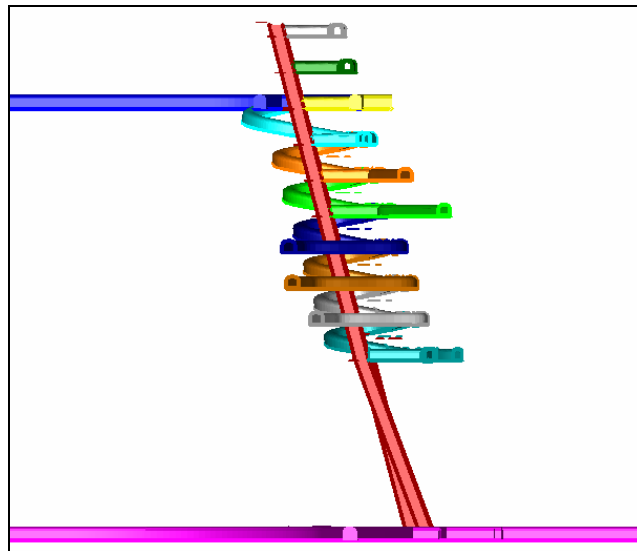


Trodimenzionalni pogled (isometric view)

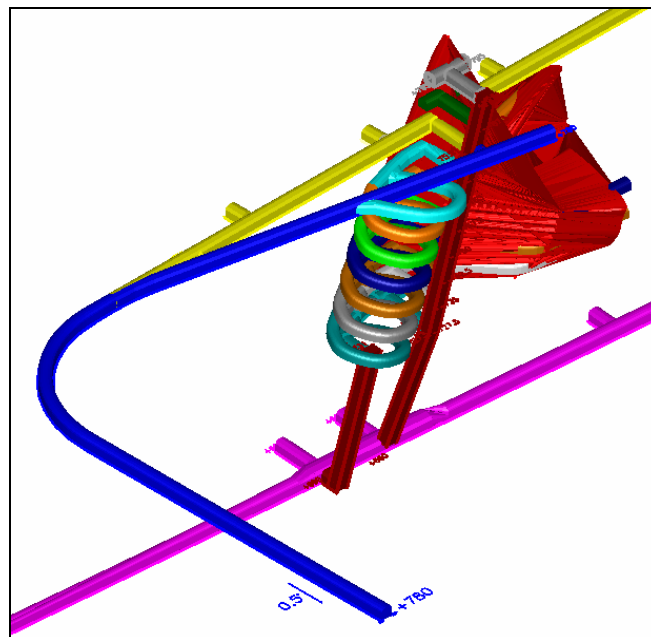
Slika 2.4.9 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 735



Pogled sprijeda (front view)



Pogled sa boka (right view)



Trodimenzionalni pogled (isometric view)

Slika 2.4.10 Shematski prikaz otvaranja i pripreme etaže 727,5

OGLEDNI PRIMJER OTKOPNE METODE

Odabrana metoda otkopavanja specifična je za ležišta boksita i manje više na svim ležištima će biti sličnih značajki.

Ležište će se otkopavati po vertikali s visinom zahvata do 7,5 m. Izuzetno u džepovima, vršnim dijelovima te vrijednosti će biti i koji metar više ili manje.

Po horizontali, ležište će se podijeliti na otkope, izradom smjernih, poprečnih i otkopnih hodnika i to u širini 7,5 m kao što je bilo i za vertikalnu podjelu.

Po visini, može se utvrditi da će se u fazi izrade otkopnih prostorija dobivati potkopni dio rude, odnosno u visini hodnika (2,5 m), te se taj način označava kao nastupno otkopavanje. Kada se smjerni hodnici izrade do kraja ležišta, na njih će se nastavljati poprečni hodnici, pod kutem od 60 do 90° s prvim krakom na udaljenosti oko 7,5 m od ruba ležišta. Obzirom da širina hodnika zahvaća 3 m rudnog tijela, preostat će oko 4 m debeo zaštitni pojas prema pratećim stijenama koji će se eksploatirati postupno i odstupno u odnosu na topografsku podinu. Kada se izradi poprečni hodnik do kontakta s podinom, mogu se formirati otkopi. Otkopi će se formirati podjelom zaštitnog pojasa između poprečnog hodnika do podine, za prvi odstupni krak ili od poprečnog hodnika do starog rada za sve ostale odstupne krakove.

Zaštitni pojas će se otkopavati odstupno i to podjelom na blokove dimenzija oko 7,5 m x 7,5 m tako da se izradom otkopnih hodnika, koji su široki 3,0 m, dobiju zaštitni stupovi 4 x 4 m. Ukoliko se budu izrađivali otkopi pod kutem manjim od 90° stupovi će imati oblik rombova, a u suprotnom će to biti kvadrati.

Izradom otkopnih hodnika završava faza, za jedan pojas prečnog hodnika, nastupnog otkopavanja u kojem će se, kao što je već rečeno, dobiti veći dio nižeg dijela etaže boksita (sve u razini 2,5 m osim zaštitnog stupa).

Tehnološki proces izrade hodnika i eksploatacije boksita u potkopnom dijelu sastojat će se od:

- bušenja i miniranja
- utovara i odvoza iskopine
- podgrađivanja (stijena po potrebi, boksit obavezno)

Dobivanje natkopnog dijela započinje od samog ruba ležišta, odnosno kontakta najudaljenije podine i boksita. Natkopni dio predstavlja gornji pojas etaže, odnosno od razine hodnika pripadajuće etaže do razine gornje etaže što predstavlja iznos od 5 m. Natkopni pojas boksita otkopavat će se bušenjem i miniranjem stropnog dijela. Minske bušotine će se bušiti pod kutem od oko 70° (odozdo prema gore) u dužini oko 4,5 m kao što je prikazano na slici 2.4-11.

Prije no što se odminira stropni dio, treba zabušiti i odminirati posljednji zaštitni stup. Najbolja opcija je da se to uradi istodobno, tako da se može iskoristiti što više rude bez rizika za ljudstvo, odnosno s propisanim mjerama zaštite na radu. Kako strojevi imaju daljinske komande, utovar iz otvorenih otkopa je moguće organizirati sa sigurnim mjerama zaštite, ali ne može se izvoditi miniranje iz otvorenih otkopa. Stoga uvijek treba nastojati da se minira krajnji stup, ili bok hodnika a zatim strop etaže.

Nakon otkopavanja jednog bloka, otkop se povlači za širinu od 4,5 m, ili 7,5 ako se računa i širina hodnika, te se ponavlja isti postupak sve dok se u potpunosti ne otkopa jedan pojas debljine 4,5 m.

Kada otkop, u odstupnom smjeru, dođe do smjernog hodnika počinje priprema i izrada novog pojasa poprečnog hodnika, također u širini 4,5 m. Novi poprečni hodnik je praktično usporedan s prethodno otkopanim poprečnim hodnikom te se sve radnje manje-više ponavljaju.

Kao ogledni primjerak razvoja etaže odabrana je etaža 742,5 koja je po površini i količini boksita skoro najveća te je bila prikladna da se prikažu svi bitni detalji metode podetažnog otkopavanja (slika 2.4-11). Smisleno je odabrana metoda s zarušavanjem krovine da bi se istakao problem miješanja bokista i jalovine. Poznato je da se baš kod ove metode događa veliko osiromašenje te dolazi do velikih gubitaka rude, ali sigurnosni aspekt je povoljniji jer će se time izbjeci mogućnost gomilanja tlačnih naprezanja i pojava gorskog udara (iznenadnog oslobađanja energije uslijed velikih otvorenih otkopa).

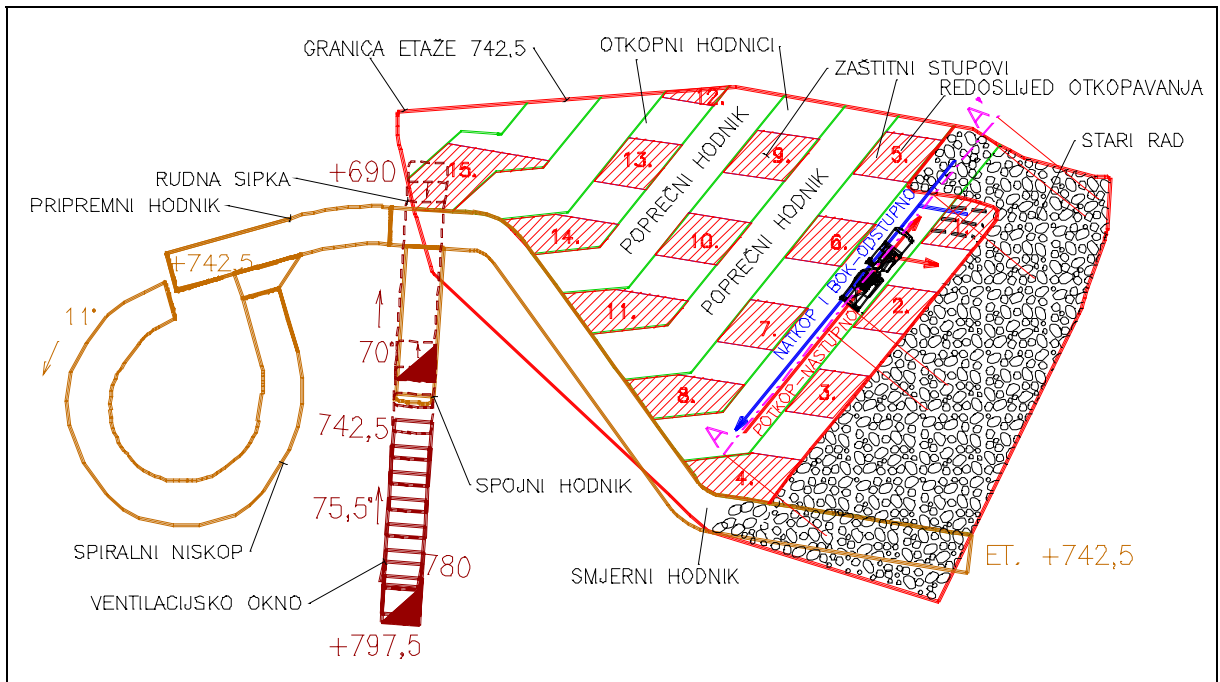
Ukoliko otkopi budu stabilni može se primijeniti i metoda bez zarušavanja krovine ali za takvu odluku se moraju provesti dodatna geomehanička ispitivanja radne sredine kako bi se potvrdilo da neće doći do oslobađanja elastičnih deformacija stijena i prelaza u zonu plastičnosti odnosno iznenadnog zarušavanja velike količine stjenskog masiva.

Tehnološki proces eksploatacije boksita u natkopnom dijelu sastojat će se od:

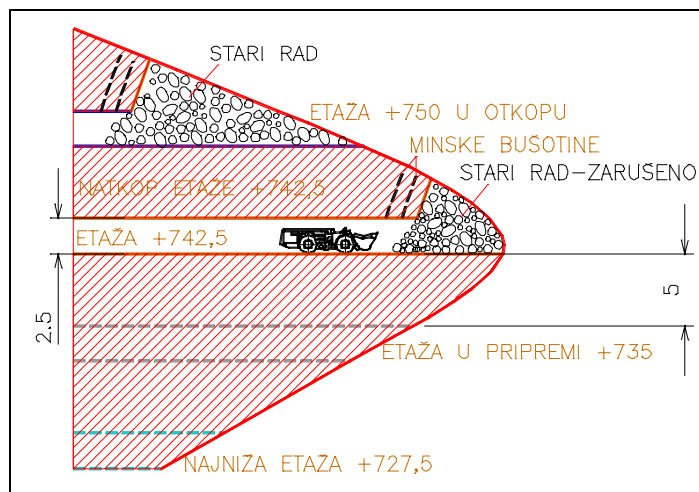
- bušenja i minranja
- utovara i odvoza iskopine
- povlačenja podgrade (frikcioni stupci svakako, a drvena građa ovisno o stanju)

Na slici 2.4-11 prikazan je točan redosljed otkopavanja zaštitnih stupova i natkopnog dijela etaže i to rednim brojevima od 1 do 16.

Kod podetažne metode otkopavanja sa zarušavanjem rude (ruda se uvijek zarušava bez obzira na modalitet metode) jako je bitno paziti na rastojanje čela odnosno otkopa koji su u fazi rada. Čelo koje se otkopava na višoj etaži mora biti najmanje 10 m povučeno u odnosu na otkop donje etaže kako ne bi došlo do zarušavanja gornjeg čela i ugrožavanja mjera sigurnosti radnika. Poželjna pozicija čela radilišta prikazana je na slici 2.4-11.



Tlocrt



Presjek A-A'

Slika 2.4-11 Shematski prikaz podetažne metode otkopavanja, na primjeru razvoja etaže 742,5, M1:500

2.4.1.3. OBRAČUN I ANALIZA KOLIČINE JALOVINE I MINERALNE SIROVINE

Da bi se dobile količine jalovine i mineralne sirovine bilo je nužno napraviti analizu potrebne dužine prostorija koje će se izrađivati kroz prateće naslage-jalovinu i rudu-boksit. Napravljena analiza poslužila je kao temelj i za proračun normativa utroška repro materijala.

2.4.1.3.1. KOLIČINA PRATEĆIH NASLAGA-JALOVINE

Količina jalovine, koju treba otkopati da bi se eksploatiralo ležište L-27, može se razdvojiti na dva dijela, i to:

- jalovina koja se nalazi u glavnim prostorijama otvaranja i razrade (Q_O)
- jalovina koja se nalazi u pripremnim prostorijama na pojedinim etažama (Q_P)

KOLIČINA JALOVINE U GLAVNIM PROSTORIJAMA OTVARANJA I RAZRADE

U tablici 2.4-3 prikazani su rezultati proračuna dužine glavnih prostorija otvaranja i razrade kao i količine jalovine koju treba iskopati.

Tablica 2.4-3 Proračun dužine i količine jalovine u glavnim prostorijama otvaranja i razrade ležišta L-27

Naziv ili značaj prostorije	Površina presjeka	Dužina prostorije	Obujam
	$P_{pres.}, m^2$	l, m	Ob, m ³ č.m.
Potkop i izvoz.-ventil. hodnik 780	7,8	250	1 950
Potkop i izvoz.-ventil. hodnik 690	7,8	700	5 460
Potkop i izvoz.-ventil. hodnik 600	7,8	0	0
Rudna sipka	6,0	40	240
Ventilacijsko okno	6,0	95	570
UKUPNO		1 085	8 220

KOLIČINA JALOVINE U PRIPREMNIM PROSTORIJAMA NA ETAŽAMA

U tablici 2.4-4 prikazani su rezultati proračuna dužine pripremnih prostorija kao i količine jalovine koju treba iskopati na pojedinim etažama ležišta.

Tablica 2.4-4 Proračun dužine pripremnih prostorija i količine jalovine u ležištu L-27

Etaža	Površina presjeka prostorije $P_{pres.}, m^2$	PRIPREMA-JALOVINA		
		Dužina hodnika l, m	Dužina s. niskopa l, m	Obujam $Ob=P_{pres} * l$ $m^3 \text{ č.m.}$
795	6,80	17	0	116
787,5	6,80	13	0	88
780	6,80	220	0	1 496
772,5	6,80	18	40	394
765	6,80	18	40	394
757,5	6,80	18	40	394
750	6,80	18	40	394
742,5	6,80	18	40	394
735	6,80	18	40	394
727,5	6,80	30	40	476
UKUPNO	6,80	388	280	4 542

UKUPNA KOLIČINA JALOVINE PRI EKSPLOATACIJI LEŽIŠTA

Ukupna količina jalovine, koju treba otkopati u cilju eksploatacije boksita iznosi:

$$Q_j = Q_o + Q_p = 8220 + 4542 = 12762 \text{ m}^3 \text{ č.m.}$$

2.4.1.3.2. KOLIČINA BOKSITA

Količina boksita, prema poziciji dobivanja, može se razdvojiti na tri dijela, i to:

- boksit iz potkopa svih otkopnih prostorija, u nastupnom dobivanju ($L_h \times P_{sr}$)
- boksit iz zaštitnih stupova, u odstupnom dobivanju ($L_o \times 4,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$)
- boksit iz natkopa hodnika i stupova, u odstupnom dobivanju ($L_h \times 3 \text{ m} \times 5 \text{ m}$)

KOLIČINA BOKSITA IZ POTKOPA HODNIKA

U razradi otkopnog polja po etažama, za prostorije u bokistu, u tablici 2.4-5 prikazan je detaljni proračun dužine prostorija otkopavanja te je izražena količina boksita iz potkopnog dijela smjernih, poprečnih i otkopnih hodnika.

Tablica 2.4-5 Proračun dužine prostorija i količine boksita iz potkopa hodnika ležišta L-27

Etaža	Površina presjeka prostorije $P_{pres.}, m^2$	BOKSIT-POTKOP					
		Smjerni hod. Ls m'	Poprečni hod. $Lp=(Ls/7,5) \times \check{S}sr$ m'	Otkopni hod. $Lo=\check{S}sr \times Lp \times 4,5/7,5^2$ m'	Ukupna dužina m'	Obujam $Ob=P_{pres} * l$ $m^3 \text{ č.m.}$	Masa $Q=Ob * 2,7$ t
795	7,60	4	3	2	8	63	170
787,5	7,60	6	8	5	19	143	386
780	7,60	14	15	9	38	288	778
772,5	7,60	18	22	13	53	399	1 079
765	7,60	45	60	36	141	1 072	2 893
757,5	7,60	47	113	68	227	1 729	4 668
750	7,60	50	120	72	242	1 839	4 966
742,5	7,60	51	190	114	356	2 703	7 298
735	7,60	49	131	78	258	1 961	5 296
727,5	7,60	5	1	11	18	133	360
UKUPNO	7,60	289	662	408	1 359	10 330	27 892

KOLIČINA BOKSITA IZ ZAŠTITNIH STUPOVA

U tablici 2.4-6 prikazan je proračun količine boksita iz zaštitnih stupova, koji će se dobivati u odstupanju. Dužina zaštitnih stupova je jednaka dužini otkopnih hodnika.

Tablica 2.4-6 Proračun količine boksita iz zaštitnih stupova ležišta L-27

Etaža	BOKSIT-STUPOVI				
	Otkopni hod. Lo m'	Visina hodnika, h m'	Širina stupa m'	Obujam Ob= $P_{pres} \cdot l$ m ³ č.m.	Masa Q=Ob * 2,7 t
795	2	2,5	4,5	18	49
787,5	5	2,5	4,5	54	146
780	9	2,5	4,5	101	272
772,5	13	2,5	4,5	146	394
765	36	2,5	4,5	405	1 094
757,5	68	2,5	4,5	761	2 056
750	72	2,5	4,5	810	2 187
742,5	114	2,5	4,5	1 285	3 470
735	78	2,5	4,5	882	2 381
727,5	11	2,5	4,5	126	340
UKUPNO	408	2,5	4,5	1 008	12 388

KOLIČINA BOKSITA IZ NATKOPA HODNIKA I STUPOVA

U tablici 2.4-7 prikazan je proračun količine boksita iz natkopa hodnika i zaštitnih stupova, koji će se također dobivati u odstupanju. Površina natkopa jednaka je zbroju površina svih hodnika (smjernih, poprečnih i otkopnih) i zaštitnih stupova.

Tablica 2.4-7 Proračun količine boksita iz natkopa svih otkopnih prostorija (smjerni, poprečni i otkopni hodnici) i zaštitnih stupova ležišta L-27

Etaža	BOKSIT-NATKOP	
	Obujam Ob m ³ č.m.	Masa Q=Ob * 2,7 t
795	4	11
787,5	127	342
780	216	584
772,5	540	1 457
765	641	1 730
757,5	1 357	3 663
750	2 326	6 279
742,5	3 468	9 363
735	4 881	13 179
727,5	2 769	7 477
UKUPNO	7 651	44 087

UKUPNA KOLIČINA BOKSITA

U tablici 2.4-8 prikazane su ukupne količine boksita koje će se dobiti nakon otkopavanja cjelokupnog ležišta. Te vrijednosti dobivene su ograničenjem kopa temeljem utvrđenih bilančnih rezervi i tretiraju se kao polazna osnova za izračun eksploatacijskih rezervi podzemnog kopa L-27.

Tablica 2.4-8 Ukupni obujam boksita nakon otkopavanja podzemnog kopa L-27

Etaža	BOKSIT					Udio %
	POVRŠINA, m ²		Udalj. etaža l, m	Obujam Ob=P _{sr} * l m ³ č.m.	Masa Q=Ob * 2,7 t	
	P _{pres.}	P _{sr}				
početak	0,0					
		11,3	7,5	85,0	229,5	0,27%
795	34,0					
		43,1	7,5	323,6	873,8	1,04%
787,5	53,0					
		80,7	7,5	605,1	1 633,8	1,94%
780	112,0					
		144,7	7,5	1 085,0	2 929,4	3,47%
772,5	180,0					
		282,3	7,5	2 117,5	5 717,2	6,78%
765	399,0					
		512,9	7,5	3 846,9	10 386,6	12,31%
757,5	636,0					
		663,3	7,5	4 974,8	13 432,0	15,92%
750	691,0					
		994,1	7,5	7 456,0	20 131,1	23,86%
742,5	1 332,0					
		1 029,9	7,5	7 724,6	20 856,3	24,72%
735	755,0					
		403,8	7,5	3 028,6	8 177,2	9,69%
727,5	136,0					
UKUPNO				31 247	84 367	100,00%

ISKORIŠTENJE MINERALNE SIROVINE

Za ležište L-27 procijenjeni su eksploatacijski gubici, temeljem dosadašnje eksploatacije, u iznosu od 20%.

U Tablici 2.4-9 prikazane su ukupne ograničene količine mineralne sirovine i eksploatacijske rezerve koje će se otkopati na podzemnom kopu L-27.

Također, u tablici 2.4-9 prikazana je i ukupna količina jalovine, koja će se morati otkopati u cilju dobivanja eksploatacijskih rezervi boksita, kako bi se konačno dobio koeficijent pripreme. Dobiveni parametar će poslužiti za komparativnu analizu ekonomskih vrijednosti s ostalih kopova boksita, kako podzemnih tako i površinskih.

Tablica 2.4-9 Eksploatacijske rezerve podzemnog kopa L-27

OBUJAMSKA MASA	BILANČNE REZERVE	EKSPLOATACIJSKI GUBICI 20%	EKSPLOATACIJSKE REZERVE	OBUJAM JALOVINE	KOEFICIJENT PRIPREME
t/m ³	t	t	t	m ³	m ³ jalovine / t boksita
(1)	(2)	(3)=(2)*20/100	(4)=(2)-(3)	(5)	(6)=(5)/(4)
2,70	84 367	16 873	67 494	12 762	0,19

2.4.1.4. PLAN PRIPREME LEŽIŠTA I PROIZVODNIH KAPACITETA

2.4.1.4.1. PLAN PRIPREME LEŽIŠTA ZA EKSPLOATACIJU

Priprema ležišta za eksploataciju može se podijeliti na dva dijela, i to:

- na investicijsku pripremu, koju praktično čine radovi na otvaranju i razradi ležišta kroz prateće naslage i koja isključuje radove na eksploataciji
- na neposrednu pripremu etaža, koja će se izvoditi sukcesivno s eksploatacijom

Tehnički opis svih detalja, bitnih za određivanje dinamike i vremenskog plana radova, prikazan je u tablici 2.4.10.

Tablica 2.4-10 Tehnički podaci o planu pripreme ležišta L-27

Tehnički opis	Osnovna značajka	Jedinica	Iznos
Ukupna količina jalovine		m ³	12 762
Količina jalovine do početka eksploat.	Prostorije otvaranja i razrade	m ³	8 220
Godišnje raspoloživo radno vrijeme	250 radnih dana	smj	500
Smjenski kapacitet za otvaranje i razradu	1 napredak/smj	m ³ /smj	9,4
Planirano vrijeme za izradu prostorija otvaranja	1 napredak=1,2 m ³ /smj	smj	878,2
Godišnja količina jalovine pri eksploataciji	Prosjeak pripreme na etaži	m ³	1 683
Smjenski kapacitet za pripremu	1 napredak/smj	m ³ /smj	9,4
Planirano vrijeme za pripremu	1 napredak=1,2 m ³ /smj	smj	179,8
Dužina transporta na etaži	Prosjeak, unutarnji transport	m'	50,0
Dužina transporta od sipke do deponije	Vanjski transport, na razini 690	m'	580
Broj etaža	h=7,5 m	-	10
Broj radnih čela	1 Otvaranje-razrada + 1 priprema na etaži	-	2
Broj proizvodnih radnika	2 smjene	-	14

2.4.1.4.2. PLAN KAPACITETA PROIZVODNJE BOKSITA

U tablici 2.4-11 prikazani su osnovni tehnički podaci koji će usmjeriti buduće radove u podzemnom kopu L-27.

Tablica 2.4-11 Tehnički podaci o planu proizvodnje boksita u ležištu L-27

Tehnički opis	Osnovna značajka	Jedinica	Iznos
Eksploatacijske rezerve (prema GRP)	računalno modeliranje	t	67 494
Godišnje raspoloživo radno vrijeme	250 radnih dana	smj	500
Godišnja proizvodnja		t	25 000
Mjesečna proizvodnja		t	2 083
Smjenska proizvodnja		t	50
Vijek eksploatacije		god	2,7
Dužina transporta na etaži	Prosjeak, unutarnji transport	m'	50,0
Dužina transporta od sipke do deponije	Vanjski transport, na razini 690	m'	580
Broj etaža	h=7,5 m	-	10
Broj radnih čela	Samo za proizvodnju	-	2
Broj proizvodnih radnika	2 smjene	-	17

2.4.1.4.3. KAPACITET ODLAGALIŠTA

Ukupna količina jalovine iznosit će oko 12 800 m³ sraslog materijala. Uz koeficijent rastresitosti 1,5 količina otkrivke će biti oko 19 000 m³ rastresitog materijala.

Obzirom da Investitor namjerava otkrivanjem zapunjavati stare, otkopane površinske kopove, od kojih je jedan u blizini (oko 500 m) nema nikakvih zapreka oko odlaganje iste.

2.4.1.5. OBRADA TEHNOLOŠKOG PROCESA EKSPLOATACIJE S POTREBNOM MEHANIZACIJOM, TE PRIKAZOM I PRORAČUNIMA PO POJEDINIM FAZAMA RADA

Tehnološki proces dobivanja mineralne sirovine u podzemnom kopu L-27 može se, generalno, podijeliti na dva dijela i to na:

- izrada prostorija otvaranja, razrade i pripreme
- dobivanje boksita

Izrada prostorija i dobivanje bokista izvodit će se bušenjem i miniranjem, primjenom određene tehnologije.

Za izvođenje tehnološkog procesa koristit će se strojevi navedeni u tablici 2.4-12.

Tablica 2.4-12 Strojevi i oprema za rad u podzemnom kopu L-27

Tehnički opis	Osnovna značajka	Jedinica	Iznos
Jamski dizel utovarivač GHH	Q=1,0 m ² , v _{pun} =5 km/h, v _{prazan} =7 km/h, 42 kW	kom	1
Jamski dizel utovarivač GHH	Q=2,0 m ² , v _{pun} =5 km/h, v _{prazan} =7 km/h, 66 kW	kom	1
Pneumatski utovarivač CAVO 310	Q=1,0 m ² , v _{pun} =do 5 km/h, v _{prazan} = do 7 km/h	kom	1
Utovarna lopata na tračnicama Atlas Copco LM-36	Q=1,0 m ² , v _{pun} =do 5 km/h, v _{prazan} = do 7 km/h	kom	1
Jamski kamion Franc Loader STH	Q=2,8 m ³ , 63 kW, v _{pun} =do 7 km/h, v _{prazan} = do 15 km/h	kom	1
Samohodna hidraulična bušilica Boomer H 126	Dizel pogon, 42 KW	kom	1
Samohodna bušilica DIAMEC 251	Dizel pogon, 15 KW	kom	1
Ručni bušaći čekić s potpornom nogom	Q=3-4 m ³ /min	kom	3
Zrakovod komprimiranog zraka, d=100 mm	PVC cijevi	m'	400
Crijeva za razvod komprimiranog zraka	gumena	m'	300
Uskopna platforma STH-5L	Q=10-14 m ³ /min	kom	1
Kompresor stabilni	električni, stabilni, Q>50 m ³ /min	kom	1
Tlačna posuda za komprimirani zrak-glavna	P=	kom	1
Tlačna posuda za komprimirani zrak-pomoćna	P=	kom	1
Glavni ventilator-postrojenje	Q>50 m ³ /min, S=60 kW	kom	1
Separatni ventilator	Q>15 m ³ /min	kom	1
Zrakovod vjetrenog zraka	PVC cijevi d=600 mmm	m'	400
Lokomotiva za vuču	akumulatorska, Fmaks = 800 - 875 kN, 12 km/h	kom	1
Vagoneti	O=1,5 m ³	kom	10

2.4.1.5.1. IZRADA PROSTORIJA OTVARANJA-POTKOPA I IZVOZNIH HODNIKA

OSNOVNI PODACI O TEHNOLOGIJI IZRADE

Glavne prostorije, potkopi 780 i 690 te hodnici 780 i 690, izrađivat će se slijedećim radnim operacijama prema slijedećem rasporedu:

1. Bušenje minskih bušotina
2. Miniranje
3. Provjetravanje radilišta
4. Utovar odminiranog materijala
5. Transport odminiranog materijala
6. Podgrađivanje (ako je potrebno) novostvorene konture prostorije
7. Pomoćni radovi koji su povremenog značaja

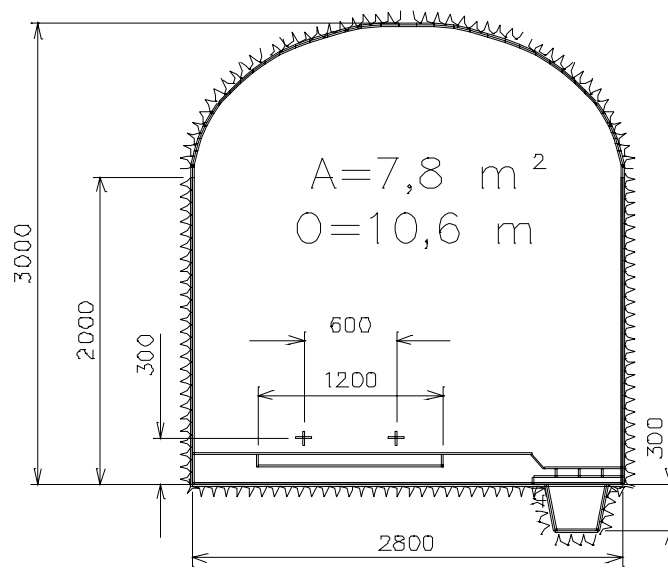
Navedene radne operacije će se kombinirati prema određenoj dinamici radova. Stoga će se vremenski bušenje i miniranje uvijek slijediti i po mogućnosti izvoditi na kraju smjenskog ciklusa radova radi provjetravanja. Također, utovar i transport će se također uzajamno vezati jer su to dvije izravno vezane operacije a u nastavnim fazama rada ili čak i u fazi izrade glavnih prostorija može doći do situacija kada će utovarni stroj biti ujedno i transportni.

Potkopi i hodnici prolaze kroz krovinske flišne naslage te će se podgrađivati po potrebi s drvenom podgradom na rastojanju od 1 metar. Ulaznih 10 metara potkopa izvesti će se u betonu. Na čitavoj ostaloj dužini potkopi i glavni hodnici izrađivati će se kroz čvrste vapnence gdje se, u pravilu, neće podgrađivati, izuzevši u slučaju nailaska na poremećene zone gdje će se podgrađivati s drvenim trapeznim okvirima gustoće 1 okvir/m.

Sve navedene rudarske prostorije izrađivati će se pod nagibom od 0,5% u smjeru ušća potkopa.

Svijetli presjek svih navedenih prostorija iznosi $7,8 \text{ m}^2$ a ukoliko bude potrebna podgrada površina će se uvećati za 0,2 m širine opsega te će iznositi 9,4 m.

Potkopi i glavni hodnici su opremljeni s jednokolosječnom prugom kojom će se nakon izrade obavljati glavni transport i izvoz iz jame, s akumulatorskom lokomotivom (slika 2.4-12).



Slika 2.4-12 Dimenzionirani presjek glavnih prostorija

BUŠENJE I MINIRANJE ČELA POTKOPA I IZVOZNIH HODNIKA

Bušenje čela potkopa i izvoznih hodnika izvodit će se bušačom opremom navedenoj u tablici 2.4-12. Dimenzije potkopa i hodnika će biti okvirno 2,8 m x 3,0 m, sa zakrivljenim, elipsoidnim svodom i površinom presjeka čela od 7,8 m² (tablica 2.4-2).

Miniranje će se izvoditi sa eksplozivom Vitezit 20, a minske bušotine će se začepljavati s vlažnom glinom.

Količina eksploziva potrebna za miniranje računat će se prema formuli U. Langeforsa

Teorijski potrebna količina eksploziva za 1 miniranje-napredak

Potrebna količina eksplozivnog punjenja za jedno miniranje:

$$Q_{pot} = Q_z + Q_p, \text{ kg}$$

gdje je:

Q_z – količina eksploziva za izbijanje zaloma, kg

$$Q_z = A \cdot q_z \cdot S_z = 2,0 \cdot 6 \cdot 1 = 12 \text{ kg}$$

A – napredak za jedno miniranje, 2 m

q_z – specifična potrošnja eksploziva za zalom (4-8 kg/m³), usvojeno 6 kg/m³

S_z – površina poprečnog presjeka zaloma, 1 m²

Q_p – količina eksploziva za izbijanje ostalog dijela presjeka, kg

$$Q_p = A \cdot q_p \cdot (S - S_z) = 2,0 \cdot 2,3 \cdot (7,8 - 1) = 31,28 \text{ kg}$$

q_p – specifična potrošnja eksploziva za izbijanje ostalog dijela presjeka, usvojeno 2,3 kg/m³

$$q_p = \frac{D \cdot Q_b}{A \cdot l_{jed}} = \frac{3 \cdot 1,52}{2 \cdot 1} = 2,28 \approx 2,3 \text{ kg} / \text{m}^3$$

D – koeficijent uklještenosti površine, 3

D=širina hodnika/visina zaloma=3/1=3

l_{jed} – jedinica dužine, 1 m

$$Q_{pot} = 12 + 31,28 = 43,28 \text{ kg}$$

Količina eksploziva za 1 bušotinu

Količina eksploziva za jednu minsku bušotinu (Q_b), kg

$$Q_b = \frac{3 \cdot l_b}{4} \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \gamma_e = \frac{3 \cdot 2,2 \cdot 0,028^2 \cdot 3,14 \cdot 1500}{16} = 1,52 \text{ kg}$$

l_b – dužina bušotine, m

$$l_b = \frac{A}{k_i} = \frac{2}{0,9} = 2,2 \text{ m}$$

k_i – koeficijent iskorištenja miniranja

γ_e - gustoća eksploziva (za VITEZIT) = 1,5 kg/dm³
 d – promjer patrone eksploziva, 0,028 m

Ukupan broj bušotina dobiven je izrazom:

$$N = N_z + N_p, \text{ buš}$$

N_z – broj zalomnih bušotina

$$N_z = \frac{Q_z}{Q_b} = \frac{12}{1,52} = 7,9 \approx 8 \text{ buš}$$

N_p – broj pomoćnih bušotina

$$N_p = \frac{Q_p}{Q_b} = \frac{31,28}{1,52} = 20,6 \approx 21 \text{ buš}$$

$$N = 8 + 21 = 29 \text{ buš}$$

Dužina minskog punjenja

Dužina eksplozivnog punjenja dobiva se slijedećim izrazom:

$$L_{pz} = \frac{Q_b \cdot l_{pat}}{g_p} = \frac{1,52 \cdot 0,20}{0,185} = 1,64 \approx 1,7 \text{ m}$$

l_{pat} – dužina jedne patrone, 0,2 m

g_p – masa 1 patrone, 0,185 kg

Broj patrona

Broj patrona u minskoj bušotini će biti:

$$n_{pat-z} = \frac{L_{pz}}{l_{pat}} = \frac{1,7}{0,2} = 8,5 \text{ kom}$$

Dužina glinenog čepa

Dužina čepa minske bušotine dobiva se slijedećim izrazom:

$$L_{\check{c}} = \frac{A}{0,9} - L_p = \frac{2,0}{0,9} - 1,7 = 0,5 \text{ m}$$

Stvarna količina eksploziva u jednom napretku

$$Q_{pot} = (N_z + N_p) \cdot n_{pat} \cdot g_p$$

$$Q_{pot} = 29 \cdot 8,5 \cdot 0,185 = 45,6 \text{ kg}$$

Potrošnja eksploziva po 1 m napretka

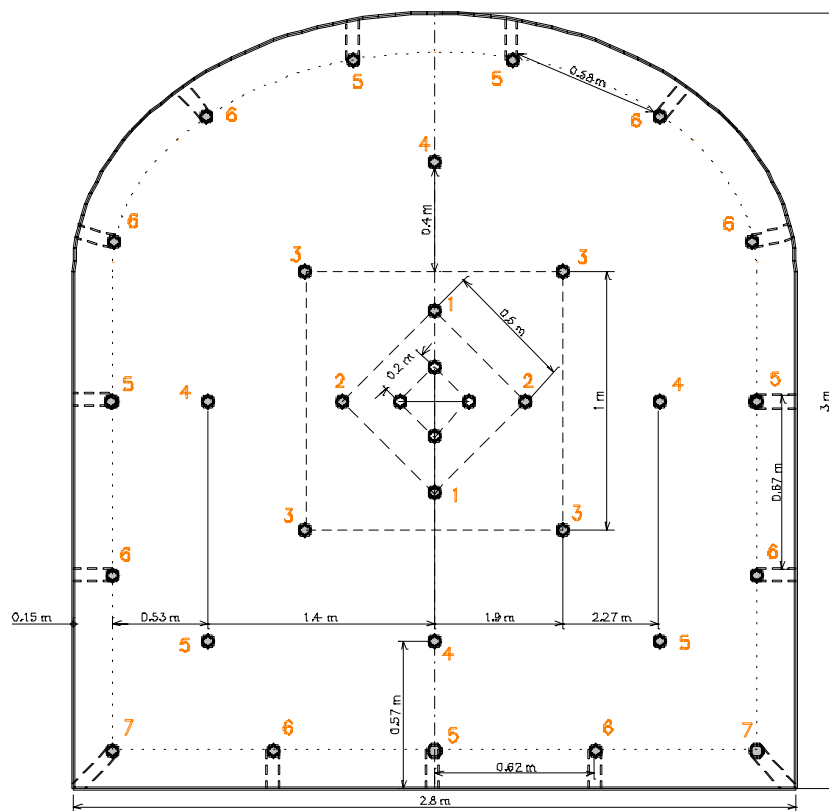
$$q_{jed} = \frac{Q}{A} = \frac{45,6}{2} = 22,8 \text{ kg/m'}$$

Ukupna dužina bušenja

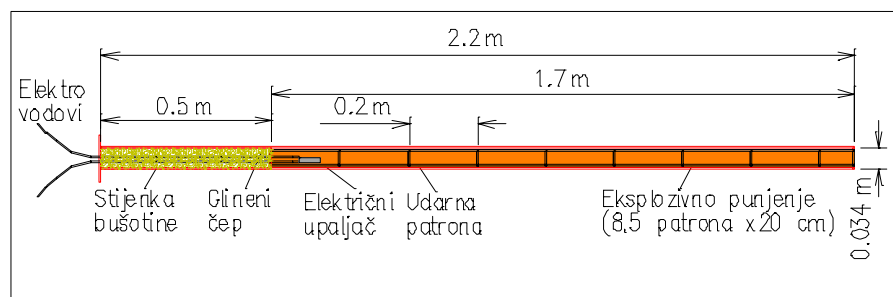
$$L_u = (N_n + N_o) \times L = (29 + 4) \times 2,2 = 72,6 \text{ m}$$

N_o - broj praznih bušotina, 4 kom

Raspored mina s redosljedom milisekundnog paljenja mina prikazan je na slici 2.4-13 a na slici 2.4-14 nalazi se konstrukcija minske bušotine.



Slika 2.4-13 Raspored mina s redosljedom paljenja mina milisekundnim upaljačima pri izradi potkopa i glavnih hodnika



Slika 2.4-14 Konstrukcija minske bušotine pri izradi potkopa i glavnih hodnika

PROVJETRANJE ČELA RADILIŠTA

Čelo radilišta će se provjetravati u prvoj fazi separatnim ventilatorom a nakon izrade komunikacije gornjeg i donjeg horizonta, ventilacijskog okna, ventilacijskim postrojenjem koje će se instalirati kod ulaza potkopa 780.

Ventilacija podzemnih prostorija daje se kompletno u nastavnim poglavljima.

UTOVAR I TRANSPORT ODMINIRANOG MATERIJALA

Utovar odminiranog materijala

Utovar odminiranog materijala obavljat će se na dva načina:

- tračnom utovarnom lopatom
- dizel utovarivačima GHH

Transport materijala izvodit će se akumulatorskom lokomotivom i/ili izravno dizel utovarivačima.

Količina odminiranog materijala iznosi:

$$Q_m = F \cdot A \cdot k_r = 7,8 \cdot 2 \cdot 1,5 = 23,4 \text{ m}^3 \text{ r.m.}$$

k_r – koeficijent rastresitosti, 1,5

Kapacitet utovarne lopate izračunan je uz pretpostavku prve opcije, odnosno utovara materijala s tračnom utovarnom lopatom. Pretpostavljeno je vrijeme zamjene vagona od 3 minute.

$$Q_m = \frac{\varphi \cdot T_u}{\left(\frac{t}{\varphi_q \cdot q} + \frac{t_1}{\varphi_K \cdot v} \right)}, \text{ m}^3 \text{ r.m.}$$

gdje je:

φ – koeficijent vremenskog iskorištenja kod tračnih utovarnih lopata, 0,85

T – vrijeme rada tračne utovarne lopate,

t – vrijeme jednog ciklusa zahvata, 0,1 min

t_1 – vrijeme zamjene punog vagoneta, 3 min

φ_q – koeficijent punjenja lopata, 0,7

q – obujam lopate, 0,14

φ_K – koeficijent punjenja vagoneta, 0,9

v – obujam vagoneta, 0,75

$$\varphi \cdot T = Q_m \cdot \left(\frac{t}{\varphi_q \cdot q} + \frac{t_1}{\varphi_K \cdot v} \right)$$

$$\varphi \cdot T = 23,4 \cdot \left(\frac{0,1}{0,7 \cdot 0,14} + \frac{3}{0,9 \cdot 0,75} \right)$$

$$T = \frac{128}{0,85} = 150 \text{ min}$$

Transport odminiranog materijala

Transport odminiranog materijala izvodit će se akumulatorskom lokomotivom. Broj vagoneta koji je potreban za odvoz materijala iznosi 30 kom. U jednoj kompoziciji će biti 15 vagoneta (malih) te će biti potrebne dvije vožnje za odvoz cjelokupne količine odminiranog materijala. Obzirom da će se utovar i transport moći kombinirati s drugim radnim operacijama, podgrađivanjem i pomoćnim radovima, stoga prekidi za transport materijala neće bitno utjecati na cjelokupni ciklus radova.

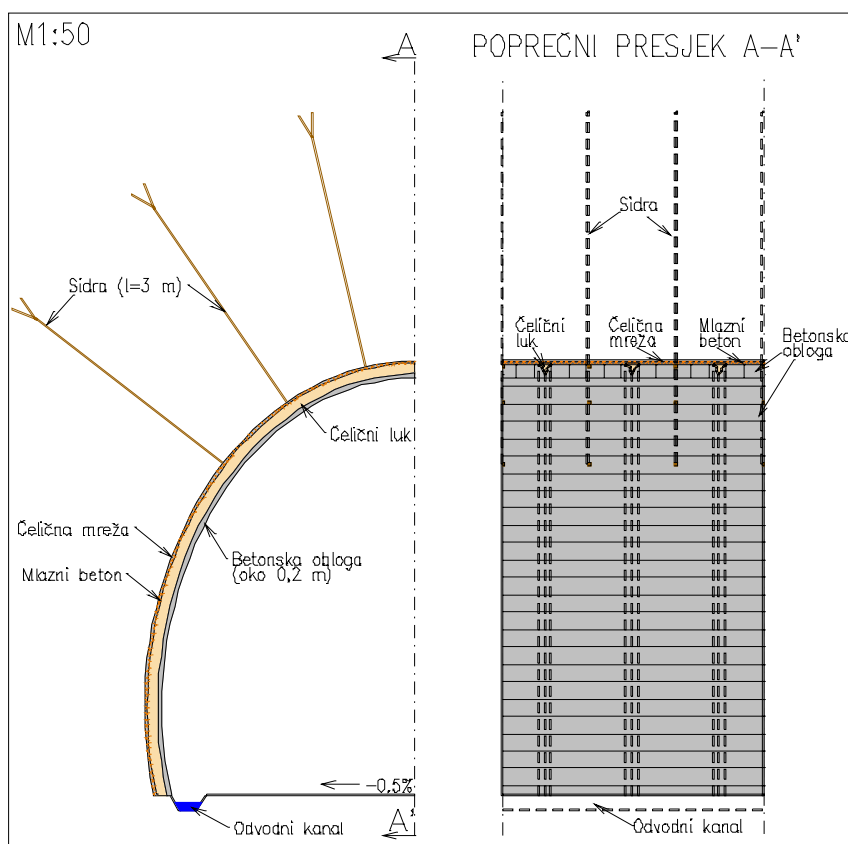
Prosječno potrebno vrijeme za transport materijala i povratak na poziciju utovara iznosi oko 60 min. Proračun transporta materijala akumulatorskom lokomotivom prikazan je u nastavnom poglavlju, za varijantu vuče velikih, «grembi» vagoneta koji imaju vučnu silu dovoljnu za vuču 25 t u jednom vlaku.

PODGRAĐIVANJE ČELA RADILIŠTA

Prostorije koje će se izrađivati kroz stijenu neće se podgrađivati. U pravilu podgrađivat će se samo trošni dijelovi i kontakti koji budu upućivali na mogućnost odlamanja komada stijene i zarušavanja. Na takvim mjestima će se postavljati drvena podgrada.

U ekstremno nepovoljnim situacijama postaviti će se čelična sidra s pletenom mrežom.

Prvo će se zabušiti bušotine i u njih smjetiti čelična sidra dužine 3 m i međurastojanja 1 m po konturi tako da se stvori nosivi prsten oko konture prostorije. Na svaki dužni metar hodnika postaviti će se 6 čeličnih sidara a kao dodatna sigurnost postaviti će se lučna čelična podgrada, na metar rastojanja, odnosno između svakog reda sidara (slika 2.4-15).



Slika 2.4-15 Podgrađivanje hodnika u zonama ekstremno nepovoljnih uvjeta (trošnih stijena)

TRAJANJE RADNOG CIKLUSA**Potrebno vrijeme za bušenje**

$$t_b = \frac{L_u}{60 \times n_c \times v_b \times \mu}$$

za $\mu = 0,6$ - određuje se brzina bušenja $v_b = 0,8$ m/min

$$t_b = \frac{72,6}{60 \times 1 \times 0,8 \times 0,6} = 2,52 \text{ sata}$$

$$t_b = 150 \text{ min}$$

Vrijeme punjenja minskih bušotina

$$t_p = \frac{N \cdot t_1}{R} = \frac{29 \cdot 3}{3} = 29 \approx 30 \text{ min}$$

$$t_p = 30 \text{ min}$$

$t_1 = 3$ min/bušotina - vrijeme potrebno za punjenje jedne minske bušotine
 $R = 3$ - broj radnika na punjenju minskih bušotina

Vrijeme miniranja i provjetravanja

$$t_m = 30 \text{ min}$$

Transport odminiranog materijala

$$t_u = 150 \text{ min}$$

Vrijeme podgrađivanja

Za podgrađivanje u početnih 50 metara uzima se jedna smjena s dva zaposlena radnika, tj. kopačem i pomoćnim kopačem, što odgovara iskustvenom učinku od jednog okvira po nadnici.

Pomoćni radovi

Za polaganje kolosijeka, produženja vjetrenih cijevi, cijevi komprimiranog zraka i druge pomoćne radove planira se 60 min.

$$t_{pr} = 60 \text{ min}$$

Pripremno-završno vrijeme

Za dolazak i odlazak na radno mjesto uzima se 30 minuta, tj. po 15 minuta na početku i završetku smjene.

$$t_{pz} = 30 \text{ min}$$

Vrijeme za odmor

uzima se 30 minuta u toku smjene kroz 8 sati.

$$t_0 = 30 \text{ min}$$

Ukupno trajanje radnog ciklusa bez podgrađivanja

$$T_c = t_b \times t_p \times t_m \times t_u \times t_{pr} \times t_{pz} \times t_0 = 150 + 30 + 30 + 150 + 60 + 30 + 30 = 480 \text{ min}$$

$$T_c = 480 \text{ min}$$

ORGANIZACIJA CIKLUSA RADA

Pokazatelji za izradu jednog ciklusa**Radna snaga**

KV kopač	1 nadnica/ciklus	0,5 nadnica/m
PK kopač	2 nadnice/ciklus	1,0 nadnica/m
Ukupno	3 nadnice/ciklus	1,5 nadnica/m

Norma izrade

$$2 \text{ m}:3 \text{ nadnice}=0,66 \text{ m/nadnici}$$

Potrošnja materijala i energije

	za 1 ciklus (2 m)	za 1 m
eksploziv V-20 [kg]	45,6	22,8
milisekundni upaljači [kom]	29	14,5
pragovi [kom]	2	1
tračnice s priborom [kg]	74	37
ostali materijal: 5 % vrijednosti specificiranog materijala		
električna energija (ventilator) [kWh]	8,8	4,4
komprimirani zrak [m ³]	960	480

Vrijeme trajanja izrade glavnih prostorija otvaranja

$$T_{UG} = L_{UG}/A_{dan} = 950 / 4 = 238 \text{ dana}$$

L_{UG} – ukupna dužina glavnih prostorija otvaranja, 950 m'

A_{dan} – dnevni napredak, 4 m'/dan

Usvaja se potrebno vrijeme od **240 efektivnih radnih dana** (\cong 1 godina) za izradu glavnih prostorija otvaranja za ležište L-27.

2.4.1.5.2. IZRADA PROSTORIJA RAZRADE-VENTILACIJSKIH OKANA I SIPKI

U području svakog rudnog tijela izrađuju se dva kosa okna pod kutom od 75° , kojima se omogućuje pristup rudnom tijelu i priprema za eksploataciju.

Obadva kosa okna izrađuju se sustavom odozdo prema gore, a u području svakog ležišta povezuju glavni transportni hodnik (kota 690) s vjetrenim hodnikom (kota 780).

Jedno koso okno namijenjeno je kao sipka za spuštanje rude sa svake etaže svakog ležišta na razinu transportnog hodnika (690). Isto to okno poslužit će i kao ventilacijsko okno, od razine 780 do razine najniže etaže 727,5. Drugo koso okno izrađuje se od razine 690 do razine najniže etaže 727,5, na udaljenosti od oko 15 metara od sipke i služi za prolaz radnika i vjetrenje radilišta. Okna će se spojiti, na početku izrade, spojim hodnikom, na razini 727,5 m, kako bi vjetrena struja mogla nesmetano protjecati (Prilog 2.4.1.2).

Sva kosa okna locirana su u krovinskom vapnencu, po svojoj prilici čvrstim superpozicijskim paketima, i nije ih potrebno podgrađivati, izuzev u slučaju nailaska na rasjede, pukotine ili dijelove trošnog vapnenca.

TEHNIČKI PRORAČUN PRESIPNE SIPKE

Tehnički proračun presipne sipke obuhvaća proračun ulaza na vrhu sipke, te proračun tijela i dna sipke.

Proračun ulaza na vrhu sipke neće se raditi, jer je već tehnologijom eksploatacije određen maksimalni granulat rovnog boksita 300x300 mm. Elementi za proračun tijela sipke jesu:

$$D = \sqrt{\frac{0,85 \times (5d)^2 \times K}{0,785}}$$

gdje je:

D - promjer tijela sipke

$d = 0,30 \text{ m}$ - promjer najvećeg komada boksita

$K = 0,5 - 1,4$ - koeficijent granulometrijskog sastava boksita

$$D = \sqrt{\frac{0,85 \times (5 \times 0,3)^2 \times 0,8}{0,785}} = 1,4 \text{ m}$$

Usvaja se iskopani poprečni presjek presipne sipke 3 x 2 m.

Isti presjek usvaja se i za koso okno za prolaz radnika i za provjetravanje koje se izrađuje na udaljenosti od 15 metara od presipne sipke.

KONSTRUKCIJA I OSIGURANJE PRESIPNE SIPKE

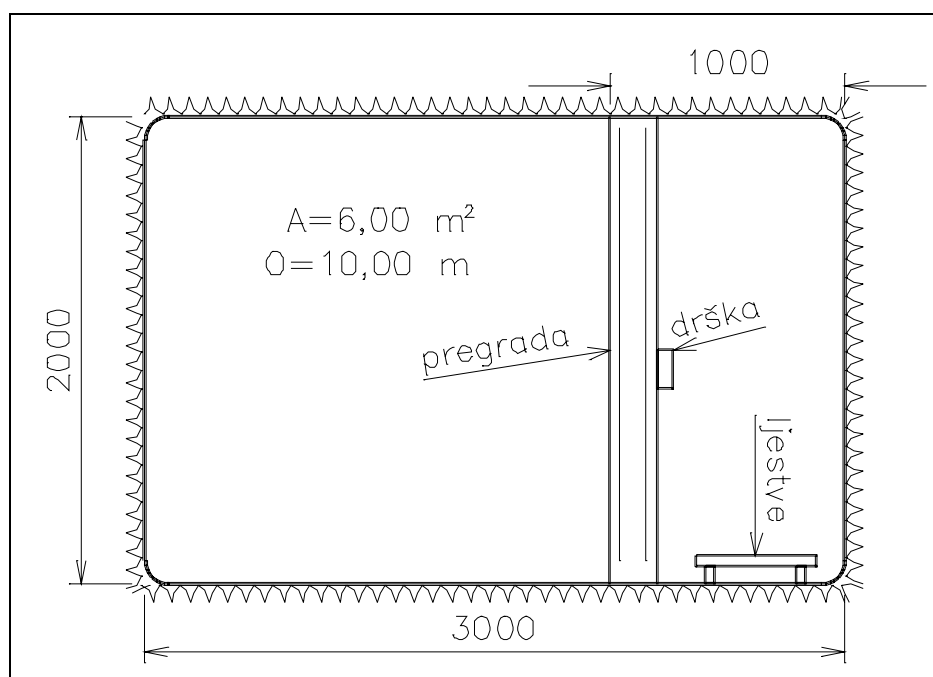
Presipnu sipku sačinjavaju:

- dno sipke sa uređajem za zatvaranje,
- tijelo sipke izrađeno u vapnencu bez podgrade,
- vrh sipke sa konstrukcijom propusne rešetke,
- pomoćni objekti koji služe za izradu sipke.

Gornji dio sipke, do razine 727,5, izradit će se pod kutom od 75°, a donji dio će biti izrađen pod kutom od 70°.

Svijetli presjek svih navedenih prostorija iznosi 6 m² a ukoliko bude potrebna podgrada površina će se uvećati za 0,2 m širine opsega te će iznositi 8 m.

Poprečni presjek presipne sipke i ventilacijskih okana prikazan je na slici broj 2.4-16.



Slika 2.4-16 Dimenzionirani presjek kosih okana i sipke

Tijelo sipki neće se podgrađivati, zbog povoljnih geomehaničkih karakteristika radne sredine kroz koju se izrađuje, izuzev dijela sipki koji se budu djelomično izvodili u nestabilnim naslagama.

Proračun istakajućeg otvora

Bočni pritisak na otvor istakajućeg kanala:

$$P = p \cdot F, \text{ kN}$$

$$F = a \cdot b, \text{ m}^2$$

$$P = \gamma \cdot K \cdot v \cdot g, \text{ kN/m}^2$$

gdje je:

P	- bočna sila	kN
F	- vertikalna projekcija otvora istakajućeg kanala	m^2
p	- bočni tlak	kN / m^2
g	- gravitacija	m / s^2
$K = \frac{1 - \sin \Theta}{1 + \sin \Theta} = 0,142$	- koeficijent bočnog pritiska	
$y = 20 m$	- visina stupca boksita u sipki	
$\Theta = 48^\circ$	- kut prirodnog nagiba boksita	
$v = 2700 kg / m^3$	- obujamska masa boksita	
P_1	- horizontalna sila na F, kN	
P_2	- vertikalna sila na F, kN	

$$p = 37 \times 0,142 \times 2700 \cdot 9,81 = 139163 \text{ kN} / m^2$$

$$P = 139163 \times 1,5 = 208744 \text{ kN}$$

$$P_1 = p \times \cos \alpha = 139163 \cdot 0,707 = 98400 \text{ kN za } \alpha = 45^\circ$$

$$P_2 = p \times \sin \alpha = 139163 \cdot 0,707 = 98400 \text{ kN}$$

Konstrukcija i osiguranje istakajućeg otvora prikazana je na slici 2.4-17. Kod dimenzioniranja otvora istakanja, pored širine i visine otvora, neophodno je dimenzionirati i kut pada zatvarača. U praksi se pokazalo da ovaj kut mora biti prilagođen kutu prirodnog nagiba. Odstupanja naviše povećavaju brzinu istakanja i obrnuto, smanjuje se protočna moć usta ispke, što kao posljedicu ima zaglavljivanje sipke.

Optimalni kut nagiba pada istakajućeg kanala iznosi:

$$\alpha_{op} = \alpha_{min} - \Delta$$

$$\alpha_{min} = 48^\circ \quad \text{- minimalni kut nagiba pada u prirodnoj sredini zavisen je od granulometrijskog sastava boksita}$$

Eksperimentalno je utvrđeno da je:

$$\Delta = 5^\circ \quad \text{- za drveni pod}$$

$$\Delta = 10^\circ \quad \text{- za limeni pod}$$

$$\alpha_{op} = 48^\circ - 10^\circ = 38^\circ$$

Usvaja se $\alpha = 45^\circ$ kut pada istakajućeg kanala izvedenog u limu.

Širina otvora zatvarača sipke računa se:

$$A \geq (2,5 \text{ do } 3) d_{max} \text{ mm}$$

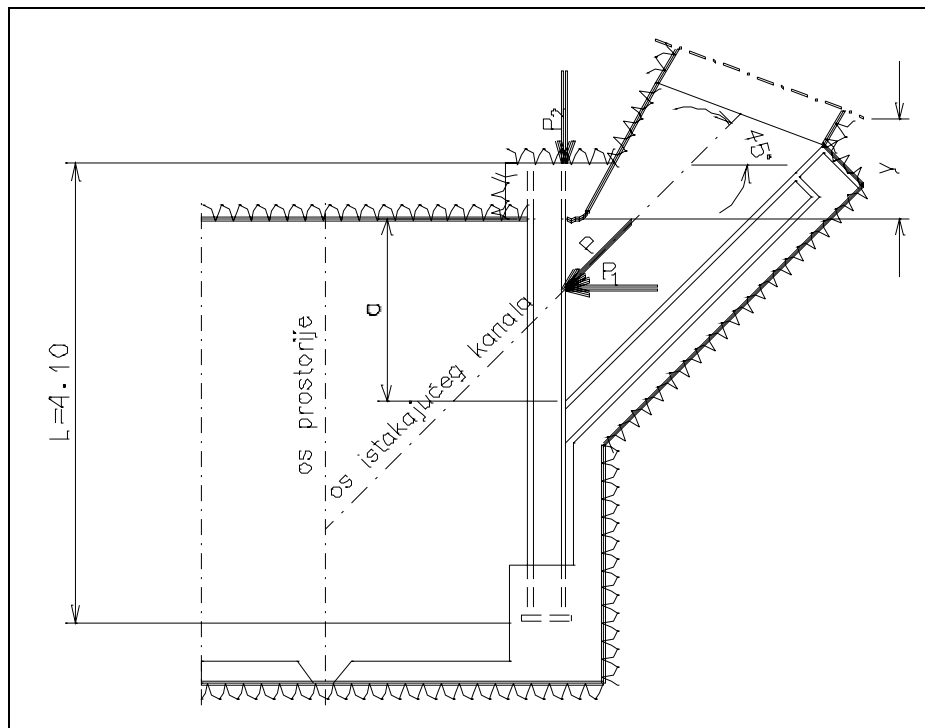
$$A \geq 2,5 \times 300 = 750 \text{ mm}$$

Ova širina otvora mora se prilagoditi gabaritima sredstava za transport.

Visina otvora zatvarača računa se:

$$B \geq (0,7 \text{ do } 0,8) A \text{ mm}$$

$$B \geq 0,8 \times 750 = 600 \text{ mm}$$



Slika 2.4-17 Konstrukcija i osiguranje istakajućeg otvora sipke

Tijelo presipnih sipki i kosih okana za prolaz i vjetrenje

Tijelo presipnih sipki izrađuje se sa stalnim poprečnim presjekom i nagibom od 70° . Izrađuje se bez podgrade, zahvaljujući povoljnim geomehaničkim osobinama radne sredine (čvrsti podinski vapnenci). Kosa okna za prolaz ljudi i vjetrenje izrađuju se paralelno s presipnim sipkama i identičnog su nagiba kao i presipne sipke.

Tijelo ovih okana sastoji se iz dva dijela:

- odjeljenja za prolaz ljudi i
- odjeljenja za vjetrenje i dostavu potrebnog materijala na etaže.

Odjeljenje za prolaz ljudi opremljeno je ljestvama i žičanim vratima. Odmarališta se izrađuju na svakih 7,5 metara visinske razlike na dijelu gdje koso okno prolazi pored ležišta. Ulazi na etaže izrađeni na približno 7,5 metara visinske razlike ujedno služe i kao odmarališta.

Vrh presipnih sipki

Vrh presipnih sipki izrađuje se u visini prve etaže za sva ležišta na kotama kako je prikazano na priložima 2.4.

Vrh presipnih sipki izrađuje se ljevasto i opremljen je propusnom rešetkom za kontroliranje granulacije boksita.

Otvori propusne rešetke su 0,30 x 0,30 m. Rešetka se izrađuje od profilnog željeza i smještena je u ležište iz kojeg se prema potrebi može ukloniti.

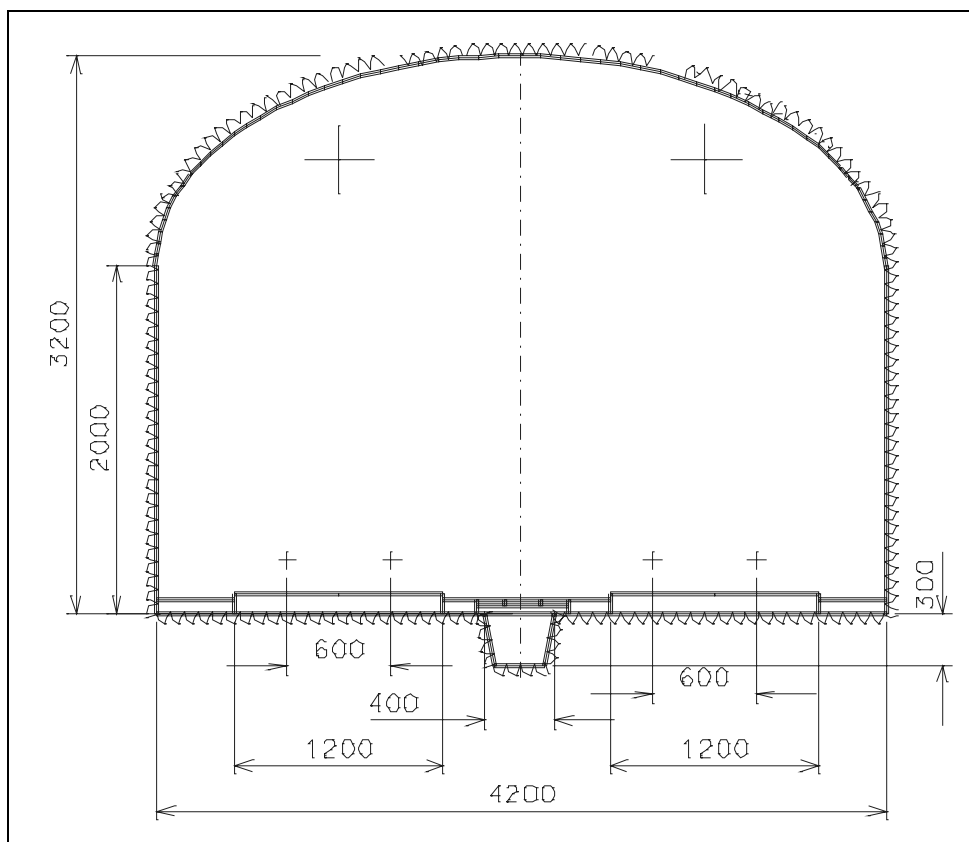
POMOĆNE PROSTORIJE KOSIH OKANA

Prije početka izrade kosih okana izradit će se pomoćne prostorije za smještaj pokretne skele STH-5. Ove pomoćne prostorije sačinjavaju:

- hodnik dužine 8-10 metara u suprotnom smjeru od pravca nagiba kosih okana (za kosa okna manje dužine),
- hodnik (zaštitno sklonište) dimenzija 2,20 x 2,20 m, dužine 8-10 metara, koji se izrađuje iznad osnovnog transportnog hodnika na visini od 8 metara, sa smjerom suprotnim od pravca nagiba kosog okna (za kosa okna veće dužine),
- uskop koji spaja transportni hodnik s izrađenim hodnicima (zaštitnim skloništem) dužine 4,5 m i nagiba oko 60° .

NAVOZIŠTE ISPOD PRESIPNE SIPKE

Ispod presipne sipke, simetrično u dužini oko 40 m izradit će se navozište čije su dimenzije prikazane na slici 2.4-18.



Slika 2.4-18 Dimenzionirani presjek navozišta

TEHNOLOGIJA IZRADE PRESIPNIH SIPKI I KOSIH OKANA ZA PROLAZ I VJETRENJE

Izrada ovih prostorija radit će se miniranjem, metodom odozdo na gore uz upotrebu pokretne skele STH-5.

Metoda izrade sipki odozdo na gore s pokretnom skelom primjenjuje se kod izrade vertikalnih i kosih sipki, i to:

- vertikalnih sipki od 85° do 90° ,
- kosih sipki od 45° do 85° .

Ovom metodom rade se sipke sa visinskom razlikom od 30 do 1100 metara ovisno od vrste pogona motora pokretne skele, i to :

- s pogonom na komprimirani zrak 30 do 260 m,
- s električnim pogonom od 30 do 750 m,
- s motorom na unutrašnje sagorijevanje 30 do 1100 m.

Usvaja se rad s pokretnom skelom na komprimirani zrak. Prema općoj shemi izrade sipke potrebno je obaviti sljedeće faze rada:

1. pripremni rudarski radovi i montaža postrojenja,
2. izrada sipke,
3. mjerački radovi,
4. održavanje i kontrola postrojenja,
5. demontaža postrojenja.

Pripremni rudarski radovi i montaža postrojenja

U okviru pripremnih rudarskih radova izgradit će se na dnu svake sipke pomoćne prostorije za smještaj pokretne skele STH-5, jer je usvojen utovar iskopine na razini transportnog hodnika ili direktno iz pomoćne sipke. Prema tome uređenje dna sipke uslijedit će nakon završetka izrade sipke za rudu.

Završetkom izrade pomoćnih prostorija za skelu pristupa se montaži opreme pokretne skele, koja se sastoji u sljedećem:

- dobavljanje sve potrebne opreme,
- montaža sekcije u krivini,
- montaža horizontalne i kose sekcije,
- montaža pokretne skele,
- montaža ostale opreme pogona i razvoda pogonske energije.

Izrada sipki, odnosno kosih okana odozdo na gore

Usvojena metoda izrade sipke obuhvaca sljedeće operacije:

1. Bušenje minskih rupa s radne platforme pokretne skele,
2. Punjenje minskih rupa s radne platforme pokretne skele i miniranje električnim putom iz transportnog hodnika, gdje se nalazi u to vrijeme i pokretna skela
3. Vjetrenje sipke s komprimiranim zrakom i vodom iz cijevi u vodici postrojenja,
4. Okucavanje radilišta s radne platforme pokretne skele.

Bušenje u oknima

Bušenje minskih bušotina obavlja se pneumatskim bušaćim čekićem za vertikalno bušenje. Prilikom bušenja bušaći su obavezno vezani zaštitnim užetom za pokretnu skelu.

Teorijski potrebna količina eksploziva za 1 miniranje-napredak u oknima

Potrebna količina eksplozivnog punjenja za jedno miniranje:

$$Q_{pot} = Q_z + Q_p, \text{ kg}$$

gdje je:

Q_z – količina eksploziva za izbijanje zaloma, kg

$$Q_z = A \cdot q_z \cdot S_z = 1,5 \cdot 6 \cdot 1 = 9 \text{ kg}$$

A – napredak za jedno miniranje, 1,5 m

q_z – specifična potrošnja eksploziva za zalom ($4-8 \text{ kg/m}^3$), usvojeno 6 kg/m^3

S_z – površina poprečnog presjeka zaloma, 1 m^2

Q_p – količina eksploziva za izbijanje ostalog dijela presjeka, kg

$$Q_p = A \cdot q_p \cdot (S - S_z) = 1,5 \cdot 2,3 \cdot (6-1) = 17,25 \text{ kg}$$

q_p – specifična potrošnja eksploziva za izbijanje ostalog dijela presjeka, usvojeno $2,3 \text{ kg/m}^3$

$$q_p = \frac{D \cdot Q_b}{A \cdot l_{jed}} = \frac{3 \cdot 1,14}{1,5 \cdot 1} = 2,28 \approx 2,3 \text{ kg/m}^3$$

D – koeficijent uklještenosti površine, 3

$D = \text{širina hodnika/visina zaloma} = 3/1 = 3$

l_{jed} – jedinica dužine, 1 m

S – površina svijetlog presjeka, 6 m^2

$$Q_{pot} = 9 + 17,25 = 26,25 \text{ kg}$$

Količina eksploziva za 1 bušotinu u oknu

Količina eksploziva za jednu minsku bušotinu (Q_b), kg

$$Q_b = \frac{3 \cdot l_b}{4} \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \gamma_e = \frac{3 \cdot 1,66 \cdot 0,028^2 \cdot 3,14 \cdot 1500}{16} = 1,14 \text{ kg}$$

l_b – dužina bušotine, m

$$l_b = \frac{A}{k_i} = \frac{1,5}{0,9} = 1,66 \text{ m}$$

k_i – koeficijent iskorištenja miniranja

γ_e - gustoća eksploziva (za VITEZIT) = $1,5 \text{ kg/dm}^3$

d – promjer patrone eksploziva, 0,028 m

Ukupan broj bušotina dobiven je izrazom:

$$N = N_z + N_p, \text{ buš}$$

N_z – broj zalomnih bušotina

$$N_z = \frac{Q_z}{Q_b} = \frac{9}{1,14} = 7,9 \approx 8 \text{ buš}$$

N_p – broj pomoćnih bušotina

$$N_p = \frac{Q_p}{Q_b} = \frac{17,25}{1,14} = 15,13 \approx 16 \text{ buš}$$

$$N = 8+16 = 24 \text{ buš}$$

Dužina minskog punjenja

Dužina eksplozivnog punjenja dobiva se slijedećim izrazom:

$$L_{pz} = \frac{Q_b \cdot l_{pat}}{g_p} = \frac{1,14 \cdot 0,20}{0,185} = 1,23 \approx 1,2 \text{ m}$$

l_{pat} – dužina jedne patrone, 0,2 m

g_p – masa 1 patrone, 0,185 kg

Broj patrona

Broj patrona u minskoj bušotini će biti:

$$n_{pat-z} = \frac{L_{pz}}{l_{pat}} = \frac{1,2}{0,2} = 6 \text{ kom}$$

Dužina glinenog čepa

Dužina čepa minske bušotine dobiva se slijedećim izrazom:

$$L_{\varepsilon} = \frac{A}{0,9} - L_p = \frac{1,5}{0,9} - 1,2 = 0,45 \text{ m}$$

Stvarna količina eksploziva u jednom napretku

$$Q_{pot} = (N_z + N_p) \cdot n_{pat} \cdot g_p$$

$$Q_{pot} = 24 \cdot 6 \cdot 0,185 = 26,64 \text{ kg}$$

Potrošnja eksploziva po 1 m napretka

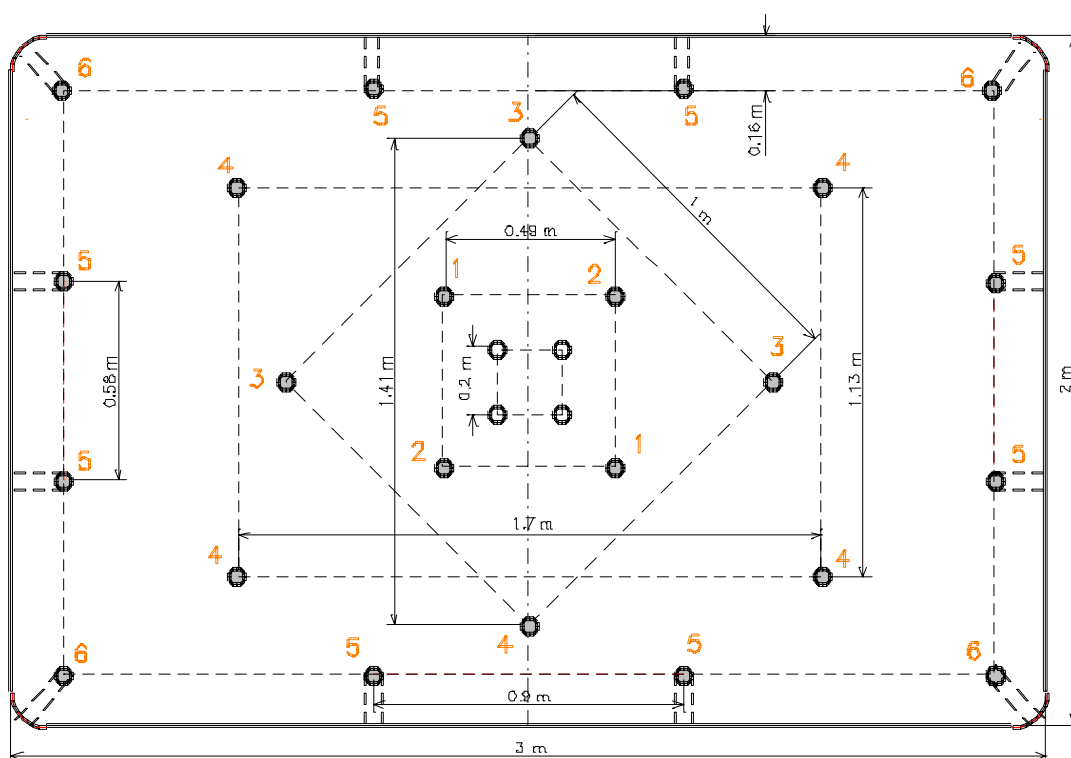
$$q_{jed} = \frac{Q}{A} = \frac{26,64}{1,5} = 17,8 \text{ kg/m'}$$

Ukupna dužina bušenja

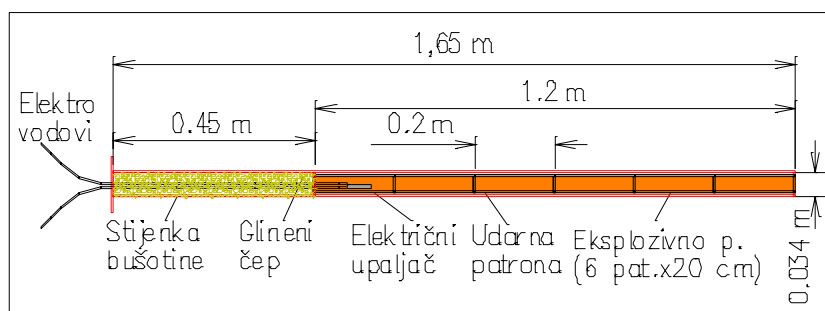
$$L_u = (N_n + N_o) \times L = (24 + 4) \times 1,65 = 46,2 \text{ m}$$

N_o - broj praznih bušotina, 4 kom

Raspored mina s redoslijedom milisekundnog paljenja mina prikazan je na slici 2.4-19 a na slici 2.4-20 nalazi se konstrukcija minske bušotine.



Slika 2.4-19 Raspored mina s redoslijedom paljenja mina milisekundnim upaljačima pri izradi kosih okana i uskopa



Slika 2.4-20 Konstrukcija minske bušotine pri izradi kosih okana i uskopa

Miniranje

Eksplzivna sredstva transportiraju se pomoću pokretne skele. Poslije izvršenog pregleda bušotina obavlja se pripremanje eksploziva za punjenje. Nakon završenog punjenja minskih bušotina obavlja se povezivanje detonatora. Paljenje minskih bušotina obavlja se dinamo strojem isključivo iz transportnog hodnika na podnožju kosog okna. Prije paljenja mina obavezno se provjerava strujni krug s instrumentom. Pri miniranju treba se u svemu pridržavati "Propisa o mjerama zaštite pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu" a posebno odredbi za električno paljenje mina.

PROVJETRANJE ČELA RADILIŠTA

Poslije miniranja iz zaštitne komore se preko automatske baterije uključi komprimirani zrak i voda za vjetrenje. Odvođenje plinova s čela radilišta pospješeno je cijevnim ventilatorom u transportnom hodniku. Poslije paljenja mina palilac mina i ostali radnici moraju najmanje pola sata čekati u zaštitnoj komori.

Ventilacija podzemnih prostorija daje se kompletno u nastavnim poglavljima.

OKUCAVANJE RADILIŠTA

Okucavanje radilišta obavlja se s radne platforme pokretne skele sa zaštitnim krovom i uz upotrebu dobrog osvjetljenja. Nakon završenog okucavanja i uklanjanja eventualnih opasnosti za normalan dalji rad, pristupa se produživanju vođica pokretne skele i izmjeni dijelova ili vođica koje su ostećene pri miniranju.

UTOVAR I TRANSPORT ODMINIRANOG MATERIJALA

Utovar odminiranog materijala

Utovar odminiranog materijala obavljat će se na dva načina:

- tračnom utovarnom lopatom
- dizel utovarivačima GHH

Transport materijala izvodit će se akumulatorskom lokomotivom.

Količina odminiranog materijala iznosi:

$$Q_m = F \cdot A \cdot k_r = 6 \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 13,5 \text{ m}^3 \text{ r.m.}$$

k_r – koeficijent rastresitosti, 1,5

Kapacitet utovarne lopate izračunan je uz pretpostavku prve opcije, odnosno utovara materijala s tračnom utovarnom lopatom. Pretpostavljeno je vrijeme zamjene vagona od 3 minute.

$$Q_m = \frac{\varphi \cdot T_u}{\left(\frac{t}{\varphi_q \cdot q} + \frac{t_1}{\varphi_K \cdot v} \right)}, m^3 \text{ r.m.}$$

gdje je:

φ – koeficijent vremenskog iskorištenja kod tračnih utovarnih lopata, 0,85

T – vrijeme rada tračne utovarne lopate,

t – vrijeme jednog ciklusa zahvata, 0,1 min

t_1 – vrijeme zamjene punog vagoneta, 3 min

φ_q – koeficijent punjenja lopata, 0,7

q – obujam lopata, 0,14

φ_K – koeficijent punjenja vagoneta, 0,9

v – obujam vagoneta, 0,75

$$\varphi \cdot T = Q_m \cdot \left(\frac{t}{\varphi_q \cdot q} + \frac{t_1}{\varphi_K \cdot v} \right)$$

$$\varphi \cdot T = 13,5 \cdot \left(\frac{0,1}{0,7 \cdot 0,14} + \frac{3}{0,9 \cdot 0,75} \right) = 13,5 \cdot 5,45$$

$$T = \frac{73,6}{0,85} = 86 \approx 90 \text{ min}$$

Transport adminiranog materijala

Transport adminiranog materijala izvodit će se akumulatorskom lokomotivom. Broj vagoneta koji je potreban za odvoz materijala iznosi 18 kom. U jednoj kompoziciji će biti 15 vagoneta (malih) te će biti potrebne dvije vožnje za odvoz cjelokupne količine adminiranog materijala. Obzirom da će se utovar i transport moći kombinirati s drugim radnim operacijama, podgrađivanjem i pomoćnim radovima, stoga prekidi za transport materijala neće bitno utjecati na cjelokupni ciklus radova.

Prosječno potrebno vrijeme za transport materijala i povratak na poziciju utovara iznosi oko 45 min.

OPREMANJE TIJELA SIPKE KOSOG OKNA

Nakon završetka izrade cjelokupne dužine sipke (kosog okna) pristupa se opremanju cjelokupne sipke (dna, tijela i vrha).

Prilikom opremanja tijela kosog okna za prolaz (izrada ljestava i žičanih vrata), doprema cjelokupnog materijala obavlja se pomoću pokretne skele. Radovi se izvode odozgo na niže, pri čemu se postepeno obavlja i demontaža vođica pokretne skele. Demontažom opreme u zaštitnoj komori, odnosno polaznoj stanici završavaju se radovi na izradi sipke.

TRAJANJE RADNOG CIKLUSA**Potrebno vrijeme za bušenje:**

$$t_b = \frac{L_u}{60 \times n_c \times v_b \times \mu}$$

za $\mu = 0,6$ - određuje se brzina bušenja $v_b = 0,8$ m/min

$$t_b = \frac{46,2}{60 \times 1 \times 0,8 \times 0,6} = 1,6 \text{ sata}$$

$$t_b = 100 \text{ min}$$

Vrijeme punjenja minskih bušotina:

$$t_p = \frac{N \cdot t_1}{R} = \frac{24 \cdot 3}{3} = 24 \approx 30 \text{ min}$$

$$t_p = 30 \text{ min}$$

$t_1 = 3$ min/bušotina - vrijeme potrebno za punjenje jedne minske bušotine

$R = 3$ - broj radnika na punjenju minskih bušotina

Vrijeme miniranja i provjetravanja

$$t_m = 30 \text{ min}$$

Vrijeme utovara i odvoza iskopine

$$t_u = 90 \text{ min}$$

Pomoćni radovi u jednoj smjeni

- pregled postrojenja	30 min
- podmazivanje s lakšim popravcima	20 min
- okucavanje radilišta	30 min
- produživanje vođice	60 min
- pregled vođica i prijevoz na čelo radilišta	30 min
Ukupno	

$$t_{pr} = 170 \text{ min}$$

Pripremno-završno vrijeme

Za dolazak i odlazak na radno mjesto uzima se 30 minuta, tj. po 15 minuta na početku i završetku smjene.

$$t_{pz} = 30 \text{ min}$$

Vrijeme za odmor

uzima se 30 minuta u toku smjene kroz 8 sati.

$$t_0 = 30 \text{ min}$$

Ukupno trajanje radnog ciklusa bez podgrađivanja

$$T_c = t_b \times t_p \times t_m \times t_u \times t_{pr} \times t_{pz} \times t_0 = 100 + 30 + 30 + 90 + 170 + 30 + 30 = 480 \text{ min}$$

$$T_c = 480 \text{ min}$$

ORGANIZACIJA CIKLUSA RADA

Radna snaga

KV kopač	2 nadnice/ciklus: 1,5 m	1,3 nadnica/m
PK kopač	2 nadnice/ciklus: 1,5 m	1,3 nadnica/m
Ukupno	4 nadnice/ciklus: 1,5 m	2,6 nadnica/m

Norma izrade

$$1,5 \text{ m} : 4 \text{ nadnice} = 0,38 \text{ m/nadnici}$$

Potrošnja materijala i energije po m kosog okna

	za 1 ciklus (1,5 m)	za 1 metar
eksploziv V-20 [kg]	26,6	17,8
električni detonatori [kom]	24	16
ulje i mazivo [kg]	0,30	0,20
komprimirani zrak [m ³]	1410	907
voda [m ³]	2,10	1,40
jamska građa [m ³]	0,075	0,05
električna energija (ventilator) [kWh]	8,8	5,9

Vrijeme trajanje izrade svih sipki za rudu i kosih okana za prolaz i dopremu materijala

$$T_{UO} = L_{UO} / A_{dan} = 135 / 3,0 = 45 \text{ dana}$$

L_{UO} – ukupna dužina kosih okana i sipke

A_{dan} – dnevni napredak

Radi izvođenja pomoćnih radova kao što su:

- transport postrojenja
- montaža postrojenja
- puštanje u rad postrojenja
- mjerački radovi,
- remont postrojenja,
- demontaža postrojenja i drugo,

Usvaja se realno dvostruko vrijeme izrade, tj. **60 dana** a izradu kosih okana i uređenje sipke.

2.4.1.5.3. IZRADA PROSTORIJA PRIPREME-SPIRALNIH NISKOPA I HODNIKA

Prilaz svakoj od etaža omogućit će se izradom spiralnog niskopa, nagiba do 20%, u dužini oko 40 m s presjekom 3 x 2,5 m i minimalnim radijusom zakrivljenosti 4 m. Niskop će se izrađivati odozgo prema dolje, kroz čvrste stijene, sukcesivno s eksploatacijom etaža. Niskop će se koristiti kao osnovna komunikacija s otkopnim etažama.

Kada se izradi jedan segment spiralnog niskopa nastaviti će se s izradom pripremnih hodnika do rudnog tijela i sipke. Pripremi hodnici će se izrađivati kroz stijene, s presjekom 3 x 2,5 m kao i kod spiralnog niskopa (slika 2.4-21).

Na svakoj etaži će se napraviti spoj spiralnog niskopa i ventilacijskog okna, odnosno sipke.

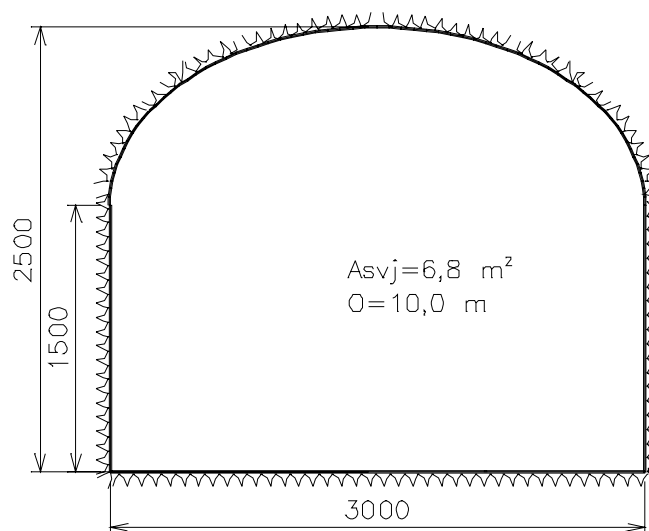
Tehnologija izrade pripremnih prostorija biti će identična izradi glavnih hodnika s tim da će presjek biti malo manji a utovar materijala će se izvoditi dizel utovarivačem, na kosim dijelovima, i utovarnom lopatom CAVO, na ravnim dijelovima pripremnih prostorija. Materijal će se odvoziti do sipke, a daljnji transport će se obavljati akumulatorskom lokomotivom i kompozicijom «grembi» vagoneta.

Kao i sve rudarske prostorije u čvrstom vapnencu i ove prostorije u pravilu nije potrebno podgrađivati, izuzetno u slučaju nailaska na pukotine ili trošne dijelove vapnenca, o čemu na licu mjesta odlučuje tehnički rukovoditelj jame.

OSNOVNI PODACI O TEHNOLOGIJI IZRADE

Svijetli presjek svih navedenih prostorija iznosi 6,8 m² a ukoliko bude potrebna podgrada površina će se uvećati za 0,2 m širine opsega te će iznositi 8,8 m.

Potkopi i glavni hodnici su opremljeni s jednokolosječnom prugom kojom će se nakon izrade obavljati glavni transport i izvoz iz jame, s akumulatorskom lokomotivom.



Slika 2.4-21 Dimenzionirani presjek pripremnih prostorija

BUŠENJE I MINIRANJE ČELA PRIPREMNIH PROSTORIJA

Bušenje čela izvodit će se bušačom opremom navedenoj u tablici 2.4-12. Dimenzije potkopa i hodnika će biti okvirno 3,0 m x 2,5 m, sa zakrivljenim, elipsoidnim svodom i površinom presjeka čela od 6,8 m² (tablica 2.4-2).

Miniranje će se izvoditi sa eksplozivom Vitezit 20, a minske bušotine će se začepljavati s vlažnom glinom.

Količina eksploziva potrebna za miniranje računat će se prema formuli U. Langeforsa

Teorijski potrebna količina eksploziva za 1 miniranje-napredak

Potrebna količina eksplozivnog punjenja za jedno miniranje:

$$Q_{pot} = Q_z + Q_p, \text{ kg}$$

gdje je:

Q_z – količina eksploziva za izbijanje zaloma, kg

$$Q_z = A \cdot q_z \cdot S_z = 1,2 \cdot 8 \cdot 1 = 9,6 \text{ kg}$$

A – napredak za jedno miniranje, 1,2 m

q_z – specifična potrošnja eksploziva za zalom (4-8 kg/m³), usvojeno 8 kg/m³

S_z – površina poprečnog presjeka zaloma, 1 m²

Q_p – količina eksploziva za izbijanje ostalog dijela presjeka, kg

$$Q_p = A \cdot q_p \cdot (S - S_z) = 1,0 \cdot 2,5 \cdot (6,8 - 1) = 14,5 \text{ kg}$$

q_p – specifična potrošnja eksploziva za izbijanje ostalog dijela presjeka, usvojeno 2,3 kg/m³

$$q_p = \frac{D \cdot Q_b}{A \cdot l_{jed}} = \frac{3 \cdot 0,83}{1 \cdot 1} = 2,49 \approx 2,5 \text{ kg / m}^3$$

D – koeficijent uklještenosti površine, 3

D=širina hodnika/visina zaloma=3/1=3

l_{jed} – jedinica dužine, 1 m

$$Q_{pot} = 9,6 + 14,5 = 24,1 \text{ kg}$$

Količina eksploziva za 1 bušotinu

Količina eksploziva za jednu minsku bušotinu (Q_b), kg

$$Q_b = \frac{3 \cdot l_b}{4} \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \gamma_e = \frac{3 \cdot 1,2 \cdot 0,028^2 \cdot 3,14 \cdot 1500}{16} = 0,83 \text{ kg}$$

l_b – dužina bušotine, m

$$l_b = \frac{A}{k_i} = \frac{1}{0,85} \approx 1,2 \text{ m}$$

k_i – koeficijent iskorištenja miniranja

γ_e - gustoća eksploziva (za VITEZIT) = 1,5 kg/dm³
 d – promjer patrone eksploziva, 0,028 m

Ukupan broj bušotina dobiven je izrazom:

$$N = N_z + N_p, \text{ buš}$$

N_z – broj zalomnih bušotina

$$N_z = \frac{Q_z}{Q_b} = \frac{9,6}{0,83} = 11,6 \approx 12 \text{ buš}$$

N_p – broj pomoćnih bušotina

$$N_p = \frac{Q_p}{Q_b} = \frac{14,5}{0,83} = 17,5 \approx 18 \text{ buš}$$

$$N = 12 + 18 = 30 \text{ buš}$$

Dužina minskog punjenja

Dužina eksplozivnog punjenja dobiva se slijedećim izrazom:

$$L_{pz} = \frac{Q_b \cdot l_{pat}}{g_p} = \frac{0,83 \cdot 0,20}{0,185} = 0,9 \text{ m}$$

l_{pat} – dužina jedne patrone, 0,2 m

g_p – masa 1 patrone, 0,185 kg

Broj patrona

Broj patrona u minskoj bušotini će biti:

$$n_{pat-z} = \frac{L_{pz}}{l_{pat}} = \frac{0,9}{0,2} = 4,5 \text{ kom}$$

Dužina glinenog čepa

Dužina čepa minske bušotine dobiva se slijedećim izrazom:

$$L_\zeta = l_b - L_p = 1,2 - 0,9 = 0,3 \text{ m}$$

Stvarna količina eksploziva u jednom napretku

$$Q_{pot} = (N_z + N_p) \cdot n_{pat} \cdot g_p$$

$$Q_{pot} = 30 \cdot 4,5 \cdot 0,185 = 25 \text{ kg}$$

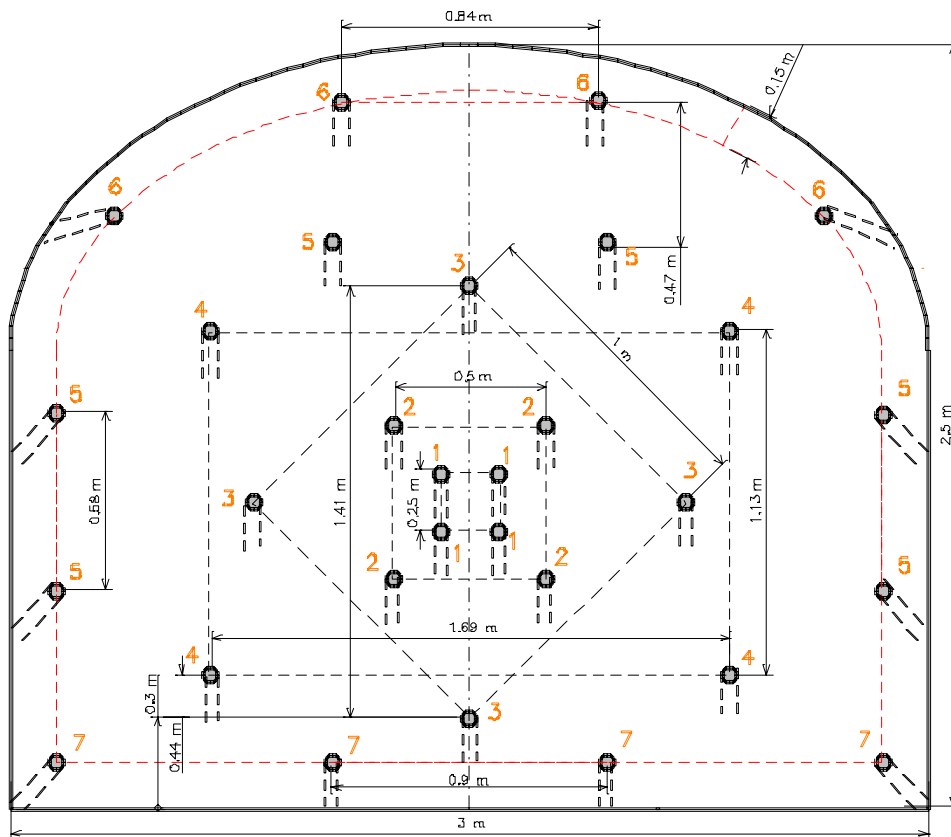
Potrošnja eksploziva po 1 m napretka

$$q_{jed} = \frac{Q}{A} = \frac{25}{1} = 25 \text{ kg/m'}$$

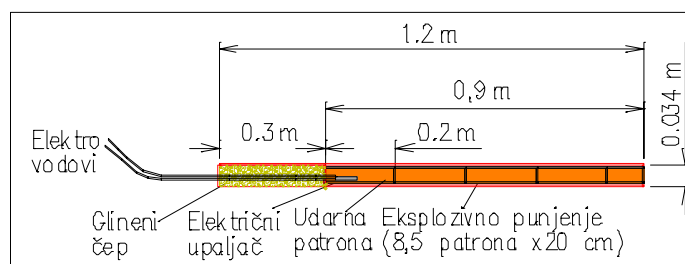
Ukupna dužina bušenja

$$L_u = N_n \cdot l_b = 30 \cdot 1,2 = 41 \text{ m}$$

Raspored mina s redosljedom milisekundnog paljenja mina za spiralni niskop prikazan je na slici 2.4-22 a na slici 2.4-23 nalazi se konstrukcija minske bušotine. Praktično će raspored mina i za hodnik biti isti s tim da će položaj bušotina biti subhorizontalalan dok će za niskop bušotine biti nagnute pod 11° kao što je to i prikazana na slici 2.4-22.



Slika 2.4-22 Raspored mina s redosljedom paljenja mina milisekundnim upaljačima pri izradi spiralnog niskopa i pripremnog hodnika



Slika 2.4-23 Konstrukcija minske bušotine pri izradi niskopa i pripremnog hodnika

PROVJETRANJE ČELA RADILIŠTA

Čelo radilišta će se provjetravati u prvoj fazi separatnim ventilatorom a nakon izrade komunikacije gornjeg i donjeg horizonta, ventilacijskog okna, ventilacijskim postrojenjem koje će se instalirati kod ulaza potkopa 780.

Ventilacija podzemnih prostorija daje se kompletno u nastavnim poglavljima.

UTOVAR I TRANSPORT ODMINIRANOG MATERIJALA

Utovar odminiranog materijala

Utovar i transport odminiranog materijala, do sipke obavljat će se na dva načina:

- dizel utovarivačima GHH
- utovarnom lopatom CAVO (komprimirani zrak)

Ovdje se daje prednost dizel utovarivaču jer je isti puno mobilniji i pogodniji za strme uspone. Stoga se u nastavku daje proračun utovara dizel utovarivačem.

Transport materijala, od sipke do vanjske deponije-odlagališta, izvodit će se akumulatorskom lokomotivom.

Količina odminiranog materijala iznosi:

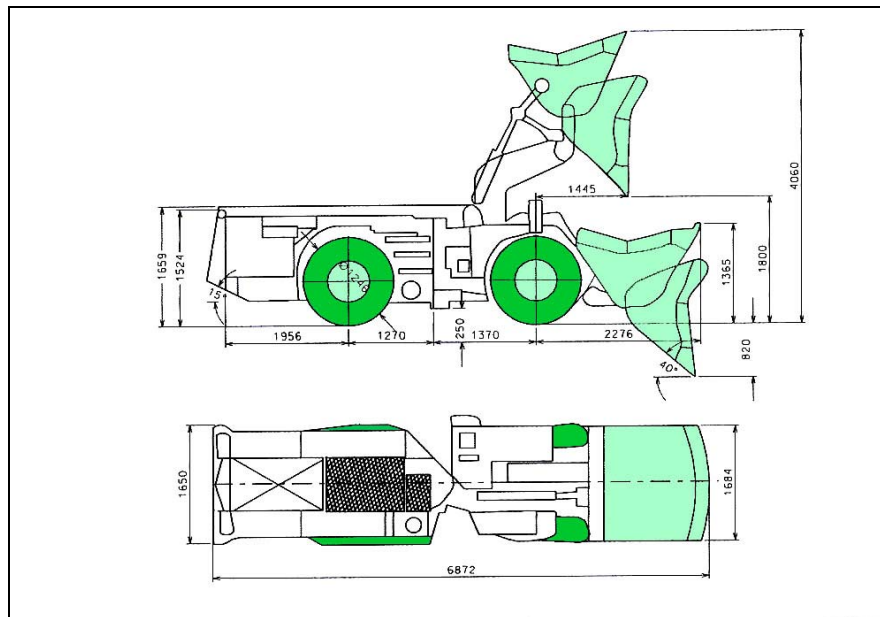
$$Q_m = F \cdot A \cdot k_r = 6,8 \cdot 1 \cdot 1,5 = 10,2 \text{ m}^3 \text{ r.m.}$$

k_r – koeficijent rastresitosti, 1,5

Naručitelj raspolaže s jamskim utovarivačima obujma lopate 1,0 m³ tip LF – 2H i 2,0 m³, tip LF - 4,1, slika 2.4-24. U izračunima uzet je utovarno transportni stroj tvrtke GHH, tip LF - 2H, Njemačka, kao primjer utovarno-transportnog stroja kod izračuna kapaciteta (provjera kapaciteta vršena je na manjem utovarivaču).

Maksimalna dužina otkopnog transporta iznosi do 100 metara, a prosječno će biti 66 m, što udovoljava tehničkim karakteristikama ovog stroja.

Osim strojeva na osnovu kojih su rađeni izračuni Naručitelj može upotrijebiti i strojeve drugih proizvođača rudarske opreme sličnih tehničko-tehnoloških parametara.



Slika 2.4-24 Shematski prikaz jamskog dizel utovarivača

Kapacitet utovarivača LF - 2

Teoretski kapacitet utovarivača je:

$$Q_t = \frac{3600 \times E}{t_{c(t)}}, \text{ m}^3/\text{h r.m.}$$

Otkopni kapacitet utovarivača je:

$$Q_{ot} = \frac{3600 \times E \times k_p \times k_o \times k_i}{t_c}, \text{ m}^3/\text{h r.m.}$$

E – obujam lopate, m^3

$t_{c(t)}$ – teorijsko vrijeme ciklusa, s

k_p – koeficijent punjenja lopate, 0,8

k_o – koeficijent uvjeta radne sredine, 0,8

k_i – koeficijent vremenskog iskorištenja, 0,75

$$t_c = t_u + t_d + t_i + t_p$$

$$t_c = 114 \approx 120 \text{ s}$$

t_u – vrijeme utovara, 8 s

t_d – vrijeme dizanja, kod LHD strojeva zanemarljivo

t_i – vrijeme istovara, 5 s

$t_p = t_{pu} + t_{pr}$ – vrijeme prenosa i vrijeme povratka

v_{pu} – brzina pri punoj lopati utovarivača, 5 km/h

v_{pr} – brzina pri praznoj lopati utovarivača, 7 km/h

l – dužina transportnog puta 66 m

t_{pu} – vrijeme prenosa pune lopate utovarivača, $48 \approx 50$ s

t_{pr} – vrijeme prenosa prazne lopate utovarivača, $34 \approx 35$ s

t_m – vrijeme manevra utovarivača, $2 \times 8 = 16$ s

$$Q_{ot} = \frac{3600 \times 1 \times 0,8 \times 0,8}{120}, \text{ m}^3/\text{h r.m.}$$

$$Q_{ot} = \boxed{19,2 \approx 19 \text{ m}^3/\text{h r.m. ili } 34,2 \approx 34 \text{ t/h}}$$

Dnevni kapacitet:

$$Q_{eks} = Q_{ot} \times T \times k_i = 19 \times 16 \times 0,75 = \boxed{228 \text{ m}^3/\text{d r.m. ili } 410 \text{ t/d}}$$

T – ukupno dnevno radno vrijeme, 16 h

k_i - vremensko iskorištenje, 0,75

Godišnji kapacitet:

$$Q_{eks} = 228 \cdot 250 = \boxed{57\,000 \text{ m}^3/\text{god r.m ili } 102\,600 \text{ t/god.}}$$

Potrebne godišnje mase prema projektnom zadatku jedan utovarivač može utovariti za,

$$T = 735 \text{ ef. sata rada}$$

Naručitelj će na utovaru jalovine i boksita u ležištu L-27 angažirati **1** jamski utovarivač traženih tehničkih karakteristika.

Koeficijent iskorištenja utovarivača:

$$k_i = \frac{Q_{god}}{Q_{eks.}} = \frac{25000}{1 \times 102600} = 0,24$$

Iz izračuna je vidljivo da jamski utovarivač obujma lopate 1 m³ u potpunosti zadovoljava tražene kapacitete.

Prema tome u fazi otkopavanja utovarni kapaciteti se mogu angažirati na pripremnim radovima i na taj način postići zadovoljavajuće iskorištenje utovarno-transportnog stroja obujma lopate 1 m³.

Za utovar količine kamena 1 m napretka u niskopu ili hodniku utrošit će se oko 30 min. no zbog skučenosti prostora i nepovoljnih uvjeta trase usvaja se vrijeme od 60 min.

Transport odminiranog materijala

Transport odminiranog materijala izvodit će se akumulatorskom lokomotivom. Broj vagoneta koji je potreban za odvoz materijala iznosi 7 kom, obujma 1,5 m³ (grembi vagoneti).

Prosječno potrebno vrijeme za transport materijala i povratak na poziciju utovara iznosi oko 60 min. Proračun transporta materijala akumulatorskom lokomotivom prikazan je u nastavnom poglavlju, za varijantu vuče velikih, «grembi» vagoneta koji imaju vučnu silu dovoljnu za vuču 25 t u jednom vlaku.

PODGRAĐIVANJE ČELA RADILIŠTA

Prostorije koje će se izrađivati kroz stijenu neće se podgrađivati. U pravilu podgrađivat će se samo trošni dijelovi i kontakti koji budu upućivali na mogućnost odlamanja komada stijene i zarušavanja. Na takvim mjestima će se postavljati drvena podgrada.

TRAJANJE RADNOG CIKLUSA

Potrebno vrijeme za bušenje

$$t_b = \frac{L_u}{60 \times n_c \times v_b \times \mu}$$

za $\mu = 0,6$ - određuje se brzina bušenja $v_b = 0,5$ m/min

$$t_b = \frac{36}{60 \times 1 \times 0,5 \times 0,6} = 2 \text{ sata}$$

$$t_b = 120 \text{ min}$$

Vrijeme punjenja minskih bušotina

$$t_p = \frac{N \cdot t_1}{R} = \frac{30 \cdot 3}{3} = 30 \text{ min}$$

$$t_p = 30 \text{ min}$$

$t_1 = 3$ min/bušotina - vrijeme potrebno za punjenje jedne minske bušotine
 $R = 3$ - broj radnika na punjenju minskih bušotina

Vrijeme miniranja i provjetravanja

$$t_m = 30 \text{ min}$$

Transport odminiranog materijala

$$t_u = 60 \text{ min}$$

Pomoćni radovi

Za produženja vjetrenih cijevi, cijevi komprimiranog zraka i druge pomoćne radove planira se 60 min.

$$t_{pr} = 60 \text{ min}$$

Pripremno-završno vrijeme

Za dolazak i odlazak na radno mjesto uzima se 30 minuta, tj. po 15 minuta na početku i završetku smjene.

$$t_{pz} = 30 \text{ min}$$

Vrijeme za odmor

$$t_0 = 30 \text{ min}$$

Ukupno trajanje radnog ciklusa bez podgrađivanja

$$T_c = t_b \times t_p \times t_m \times t_u \times t_{pr} \times t_{pz} \times t_0 = 120 + 30 + 30 + 60 + 60 + 30 + 30 = 360 \text{ min}$$

$$T_c = 480 \text{ min}$$

ORGANIZACIJA CIKLUSA RADA**Radna snaga**

KV kopač	1 nadnica/ciklus	1 nadnica/m
PK kopač	2 nadnice/ciklus	2 nadnica/m
Ukupno	3 nadnice/ciklus	3 nadnica/m

Norma izrade

$$1 \text{ m}:3 \text{ nadnice}=0,33 \text{ m/nadnici}$$

Potrošnja materijala i energije

Utrošak	za 1 ciklus (1 m)
Eksploziv V-20 [kg]	25
Milisekundni upaljači [kom]	30
Električna energija [kWh]	
lokomotiva	15
ventilator	8,8
Komprimirani zrak [m ³]	960

Ukupno vrijeme trajanja izrade pripremnih prostorija

$$T_{UP} = L_{UP}/A_{dan} = 668 / 4 = 167 \text{ dana (ili 0,67 efektivne god.)}$$

L_{UG} – ukupna dužina prostorija pripreme, 668 m'

A_{dan} – dnevni napredak, 4 m'/dan (2 čela x 2 smj)

Usvaja se ukupno potrebno vrijeme od **170 efektivnih radnih dana** (0,67 godina) za izradu prostorija pripreme za ležište L-27.

Za razliku od glavnih prostorija otvaranja, prostorije pripreme će se izrađivati s razvojem etaža te će se ti radovi odvijati praktično skoro do samog kraja eksploatacije ležišta.

Prosječno godišnje vrijeme trajanja izrade pripremnih prostorija

$$T_{GP} = L_{UP}/(T_{L-27} \times A_{dan}) = 668 / (2,7 \times 2 \times 2) = 62 \text{ dan/god (ili 0,25 ef. god. za 1 ekipu)}$$

2.4.1.5.4. IZRADA PROSTORIJA OTKOPAVANJA- SMJERNIH, POPREČNIH I OTKOPNIH HODNIKA

OSNOVNI PODACI

Na svakoj etaži kroz boksit izrađuju se smjerni etažni hodnici u pravcu pružanja rudnog tijela. Ovi hodnici su namijenjeni za transport rude, dopremu materijala, prolaz vjetrene struje i prolaz ljudi. Locirani su u rudi, neposredno ispod krovine boksita, odnosno pokraj podine u dubljim džepovima ležišta.

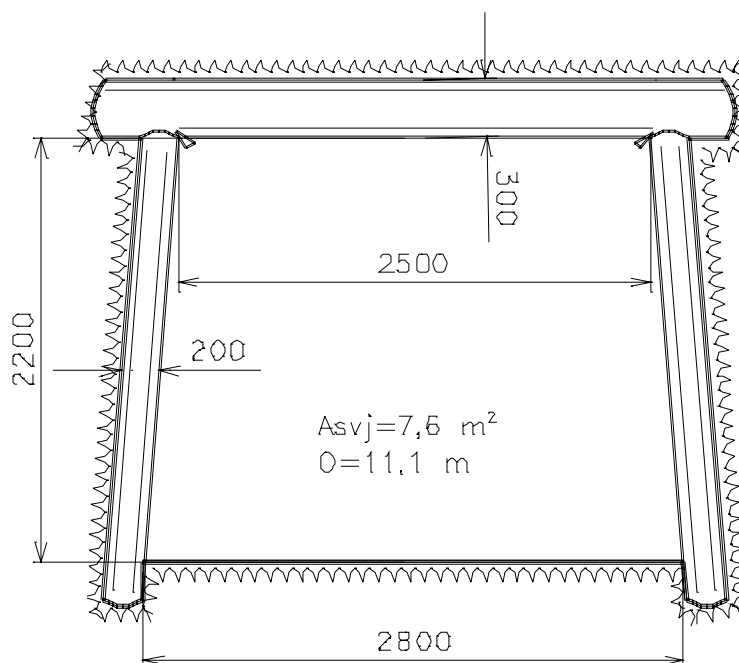
Poprečni otkopni hodnici izrađuju se iz smjernog hodnika. Namijenjeni su za pripremanje otkopa, a kada se formira otkop postaju otkopni hodnici.

Ruda kroz koju se izrađuju ovi hodnici ima čvrstoću na pritisak 20-50 MPa, te ju je potrebno podgrađivati. Podgrađivanje je kombinirano, podgradom s čeličnim stupcima i drvenim gredama.

Utovar i transport rude u fazi izrade etažnih smjernih i poprečnih hodnika, kao i u fazi otkopavanja, obavlja se utovarno-transportnim strojem CAVO-310.

OSNOVNI PODACI O TEHNOLOGIJI IZRADE

Svijetli presjek svih navedenih prostorija iznosi $7,6 \text{ m}^2$ a obzirom da je potrebna podgrada površina će se uvećati za 5% m te će iznositi 8 m^2 . Dimenzije otkopne prostorije, s drvenom podgradom prikazane su na slici 2.4-25.



Slika 2.4-25 Dimenzionirani presjek otkopnih prostorija

BUŠENJE I MINIRANJE ČELA OTKOPNIH PROSTORIJA

Bušenje čela izvodit će se bušačom opremom navedenoj u tablici 2.4-12. Dimenzije potkopa i hodnika će biti okvirno 3,0 m x 2,5 m, sa zakrivljenim, elipsoidnim svodom i površinom presjeka čela od 6,8 m² (tablica 2.4-2).

Miniranje će se izvoditi sa eksplozivom Vitezit 20 (2/3bušotine), a minske bušotine će se začepljavati s vlažnom glinom.

Teorijski potrebna količina eksploziva za 1 miniranje-napredak

Potrebna količina eksplozivnog punjenja za jedno miniranje:

$$Q_{pot} = Q_z + Q_p, \text{ kg}$$

gdje je:

Q_z – količina eksploziva za izbijanje zaloma, kg

$$Q_z = A \cdot q_z \cdot S_z = 1,5 \cdot 4 \cdot 2,4 = 14,4 \text{ kg}$$

A – napredak za jedno miniranje, 1,2 m

q_z – specifična potrošnja eksploziva za zalom (4-8 kg/m³), usvojeno 4 kg/m³

S_z – površina poprečnog presjeka zaloma, 2,4 m²

Q_p – količina eksploziva za izbijanje ostalog dijela presjeka, kg

$$Q_p = A \cdot q_p \cdot (S - S_z) = 1,5 \cdot 1,0 \cdot (8 - 2,4) = 8,4 \text{ kg}$$

q_p – specifična potrošnja eksploziva za izbijanje ostalog dijela presjeka, usvojeno 1,0 kg/m³

$$q_p = \frac{D \cdot Q_b}{A \cdot l_{jed}} = \frac{1,5 \cdot 1}{1,5 \cdot 1} = 1,0 \text{ kg / m}^3$$

D – koeficijent uklještenosti površine, 3

$D = \text{širina hodnika/visina zaloma} = 3,3/2,2 = 1,5$

l_{jed} – jedinica dužine, 1 m

$$Q_{pot} = 14,4 + 8,4 = 22,8 \text{ kg}$$

Količina eksploziva za 1 bušotinu

Količina eksploziva za jednu minsku bušotinu (Q_b), kg

$$Q_b = \frac{2 \cdot l_b}{3} \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \gamma_e = \frac{2 \cdot 1,65 \cdot 0,028^2 \cdot 3,14 \cdot 1500}{12} = 1,0 \text{ kg}$$

l_b – dužina bušotine, m

$$l_b = \frac{A}{k_i} = \frac{1,5}{0,85} \approx 1,65 \text{ m}$$

k_i – koeficijent iskorištenja miniranja

γ_e - gustoća eksploziva (za VITEZIT) = 1,5 kg/dm³
 d – promjer patrone eksploziva, 0,028 m

Ukupan broj bušotina dobiven je izrazom:

$$N = N_z + N_p, \text{ buš}$$

N_z – broj zalomnih bušotina

$$N_z = \frac{Q_z}{Q_b} = \frac{14,4}{1,0} = 14 \text{ buš}$$

N_p – broj pomoćnih bušotina

$$N_p = \frac{Q_p}{Q_b} = \frac{8,4}{1,0} = 8,4 \approx \text{usvojen paran broj } 10 \text{ buš}$$

$$N = 14 + 10 = 36 \text{ buš}$$

Dužina minskog punjenja

Dužina eksplozivnog punjenja dobiva se slijedećim izrazom:

$$L_{pz} = \frac{Q_b \cdot l_{pat}}{g_p} = \frac{0,1 \cdot 0,20}{0,185} = 1,1 \text{ m}$$

l_{pat} – dužina jedne patrone, 0,2 m

g_p – masa 1 patrone, 0,185 kg

Broj patrona

Broj patrona u minskoj bušotini će biti:

$$n_{pat-z} = \frac{L_{pz}}{l_{pat}} = \frac{1,1}{0,2} = 5,5 \text{ kom}$$

Dužina glinenog čepa

Dužina čepa minske bušotine dobiva se slijedećim izrazom:

$$L_{\check{c}} = l_b - L_p = 1,65 - 1,1 = 0,55 \text{ m}$$

Stvarna količina eksploziva u jednom napretku

$$Q_{pot} = (N_z + N_p) \cdot n_{pat} \cdot g_p$$

$$Q_{pot} = 24 \cdot 5,5 \cdot 0,185 = 24,42 \text{ kg}$$

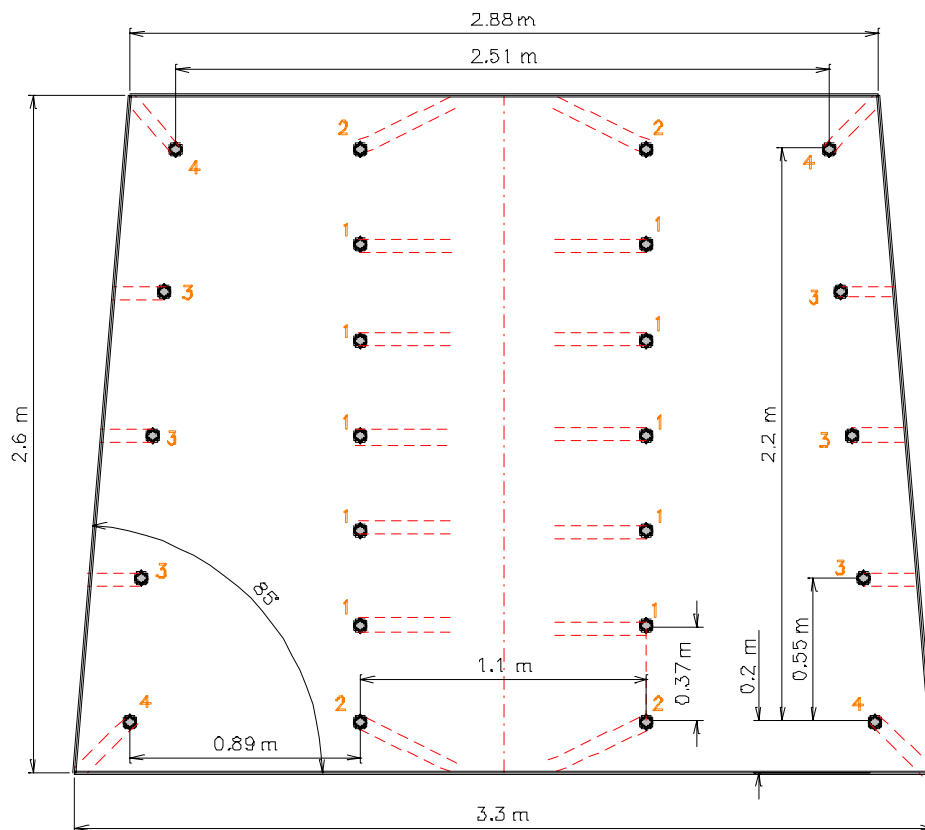
Potrošnja eksploziva po 1 t boksita

$$q_{jed} = \frac{Q}{A \cdot F \cdot 2,7} = \frac{24,42}{1,5 \cdot 8 \cdot 2,7} = 0,75 \text{ kg/t}$$

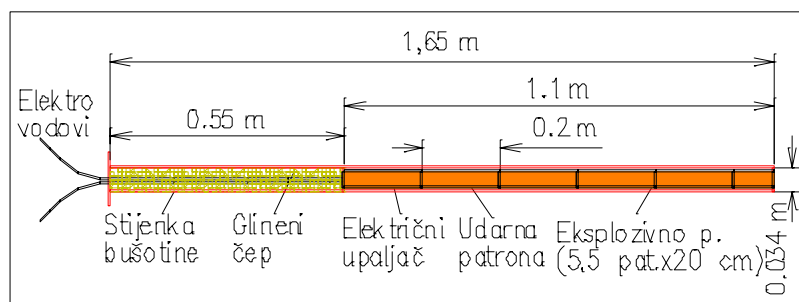
Ukupna dužina bušenja

$$L_u = N_n \cdot l_b = 24 \cdot 1,65 = 40 \text{ m}$$

Raspored mina s redosljedom milisekundnog paljenja mina za otkopne prostorije prikazan je na slici 2.4-26 a na slici 2.4-27 nalazi se konstrukcija minske bušotine.



Slika 2.4-26 Raspored mina s redosljedom paljenja mina milisekundnim upaljačima pri izradi spiralnog niskopa i pripremnog hodnika



Slika 2.4-27 Konstrukcija minske bušotine pri izradi niskopa i pripremnog hodnika

PROVJETRANJE ČELA RADILIŠTA

Čelo radilišta će se provjetravati u prvoj fazi separatnim ventilatorom a nakon izrade komunikacije gornjeg i donjeg horizonta, ventilacijskog okna, ventilacijskim postrojenjem koje će se instalirati kod ulaza potkopa 780.

Ventilacija podzemnih prostorija daje se kompletno u nastavnim poglavljima.

UTOVAR I TRANSPORT ODMINIRANOG MATERIJALA NA ETAŽI

Utovarni strojevi i vrste transporta

Utovar i transport odminiranog materijala, do sipke obavljat će se na dva načina:

- utovarnom lopatom CAVO (komprimirani zrak)
- dizel utovarivačima GHH

Ovdje se daje prednost utovarnoj lopati CAVO jer je isti puno pogodniji za rad na etaži zbog koncentracije plinova u jamskom zraku i strožijeg režima separatnog provjetravanja. Stoga se u nastavku daje proračun utovara utovarnom lopatom CAVO iako će se moći, prema kapacitetima, puno brže obaviti utovar dizel utovarivačem.

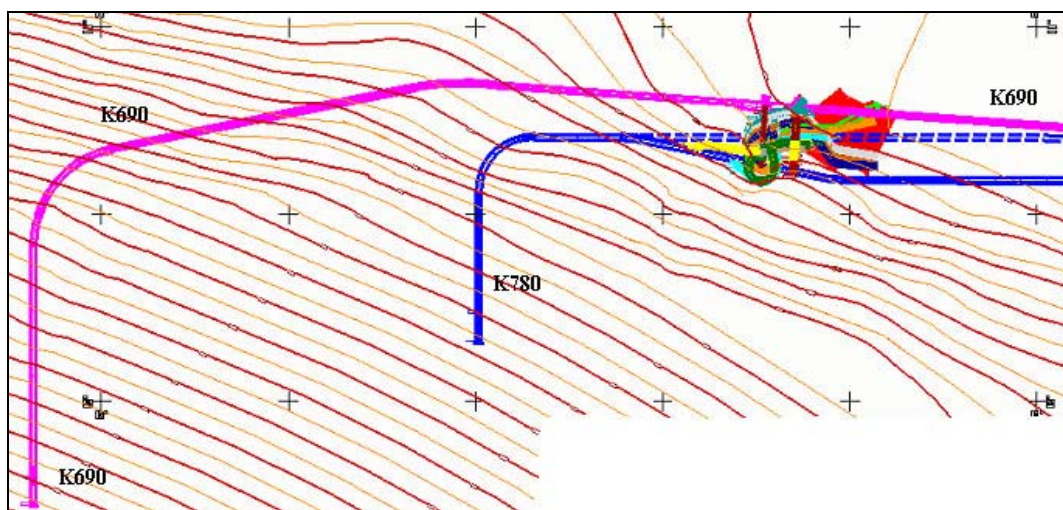
Transport materijala, od sipke do vanjske deponije-odlagališta, izvodit će se akumulatorskom lokomotivom.

Količina odminiranog materijala iznosi:

$$Q_m = F \cdot A \cdot k_r = 8 \cdot 1 \cdot 1,5 = 12 \text{ m}^3 \text{ r.m.} = 21,6 \text{ t}$$

Obzirom na razradu ležišta transport boksita dijelimo na:

- otkopni utovar i transport do sabirne sipke
- i glavni transport od sabirne sipke do površine, slika 2.4-28.



Slika 2.4-28 Shema glavnog transportnog puta

Transportne dužine

Otkopavanje boksita izvodit će se na 10 etaža i prosječne udaljenosti otkopa/utovarnog mjesta od sabirne sipke iznosi 50 m. Dužina glavnog transporta je 580 m.

Količina boksita za utovar i transport

Projektom zadatkom dana je proizvodnja od 25 000 t boksita. U cilju dimenzioniranja utovarno transportnih strojeva dana je dnevna i satna proizvodnja, tablica 2.4-13.

Tablica 2.4-13 Godišnja, dnevna i satna proizvodnja

Tehnički opis	Osnovna značajka	Jedinica	Iznos
Godišnja proizvodnja		t	25 000
Dnevna proizvodnja	250 radnih dana, 2. smjene		100
Satna proizvodnja	ef. dnevno vrijeme ≈ 12 sati		$6,0 \times 2 = 12,0$ $k = 0,75$
Vijek eksploatacije		god	≈ 3

Otkopni transport, kapaciteti za utovar i transport

Transport rude po etažama obavljat će se s utovarno-transportnim strojevima.

U izračunima uzet je utovarno transportni stroj CAVO-310 kao primjer utovarno-transportnog stroja do sabirne sipke.

Maksimalna dužina otkopnog transporta iznosi do 50 metara, što udovoljava tehničkim karakteristikama ovog stroja.

Osim strojeva na osnovu kojih su vršeni izračuni Naručitelj može potrebiti i strojeve drugih proizvođača rudarske opreme sličnih tehničko-tehnoloških parametara.

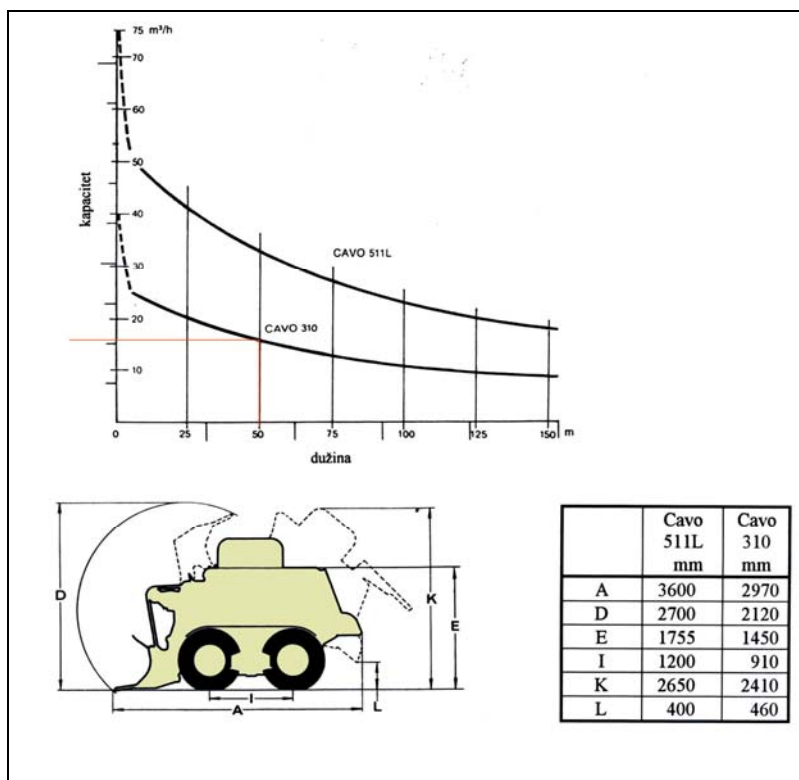
Kapacitet utovarivača CAVO-310

Za izračun kapaciteta utovarivača CAVO-310 uzet je dijagram tvornice Atlas Copco, Švedska.

Iz dijagrama je vidljivo da kapacitet utovarivača s bunkerom CAVO-310 na transportnoj dužini od 50 iznosi $16 \text{ m}^3 \text{ r.m.}$

U cilju provjere uzeti je obrazac od Behunia i kapacitet iznosi:

$$Q = \frac{3600 \times Q_p \times v_r}{t_n + t_m}$$



Slika 2.4-29 Dijagram kapaciteta i dimenzije utovarivača CAVO -310 i 511L

Konačni oblik obrasca je:

$$Q_{ot} = \frac{3600 \cdot V \cdot k_p \cdot \rho_n}{\frac{Q \cdot k_p}{Q_1 \cdot k_1} \cdot t_u + \frac{2 \cdot l}{v_r} + t}$$

gdje je:

Q_{ot}	- kapacitet stroja	t/h
Q	- obujam sanduka stroja	m^3
Q_p	- korisni obujam sanduka stroja	m^3
V	- geometrijski obujam sanduka stroja,	$1 m^3$
k_p	- koeficijent punjenja sanduka,	0,85
Q_1	- obujam lopate,	0,125
k_1	- koeficijent punjenja lopate,	0,8
t_u	- vrijeme utovara jedne lopate,	10 s
t_m	- vrijeme transporta	
t_n	- vrijeme zahvata lopatom i utovara u sanduk	
t	- vrijeme istresanja sanduka,	20 s
l	- rastojanje mjesta utovara i mjesta istovara,	50 m
v_r	- prosječna brzina kretanja stroja,	1,1 m/s
ρ_n	- nasipna masa boksita,	$1,8 t/m^3$

Uvrštavanjem navedenih vrijednosti u obrazac dobije se:

$$Q_{ot} = \frac{3600 \cdot 1,0 \cdot 0,85 \cdot 1,8}{\frac{1,0 \cdot 0,85}{0,125 \cdot 0,8} \cdot 10 + \frac{2 \cdot 50}{1,25} + 20}$$

$$= 30,65 \approx 30,5 \text{ t/h ili } 16,94 \text{ m}^3/\text{h r.m.}$$

Usvaja se:

$$Q_{ot} = \boxed{30 \text{ t/h ili } 16,6 \text{ m}^3/\text{h r.m}}$$

Dnevni kapacitet kod trajanja smjene 8 sati:

$$Q_{eks.} = Q_{str} \times t_{ef} = 30 \times 12 = 360 \text{ t/d ili } 200 \text{ m}^3/\text{d r.m.}$$

Godišnji kapacitet:

$$Q_{eks} = 360 \cdot 250 = \boxed{90\,000 \text{ t/god. ili } 50\,000 \text{ m}^3/\text{god.r.m}}$$

Potrebne godišnje mase prema projektnom zadatku jedan utovarivač može utovariti za,

$$T = 833 \text{ ef. sata rada}$$

Naručitelj će na utovaru boksita u ležištu L-34 angažirati $\boxed{1}$ jamski utovarivač traženih tehničkih karakteristika.

Koeficijent iskorištenja utovarivača:

$$k_i = \frac{Q_{god}}{Q_{eks.}} = \frac{25000}{1 \times 90000} = 0,28$$

Dobivene vrijednosti potvrđuju da utovarni stroj ima dovoljno kapaciteta da opsluži i priprema radilišta.

Prema tome u fazi izrade i pripreme etaže za otkopavanje potrebno je istovremeno izrađivati pripreme hodnike da bi se postiglo zadovoljavajuće iskorištenje utovarno-transportnog stroja.

Prednosti i nedostaci u primjeni utovarno-transportnih strojeva sa sandukom (bunkerom)

Prema dosadašnjem iskustvu u radu sa utovarno-transportnim strojem sa sandukom - bunkerom (iskustva postoje sa strojem CAVO-310) u jamama boksita, može se zaključiti da uvođenje ovog stroja u boksitne jame predstavlja veliki napredak u odnosu na ranije načine utovara sa tračnim utovarnim lopatama LM-36 i etažnim transportom i ručnim guranjem kolica.

Utovarno –transportni stroj u toku dosadašnje primjene pokazao je značajne prednosti koje su mu otvorile put za daljnju primjenu.

Najznačajnije prednosti u odnosu na raniji način rada su:

- ne zahtijeva nikakav manualni rad pri utovaru, transportu i ostalim pomoćnim operacijama
- isključuje postavljanje pruge, jer je stroj samohodan na gumenim kotačima
- može se primijeniti jednako uspješno na pripremnim radovima i na otkopu
- jednostavan je za rukovanje, a za poslugu je potreban samo jedan radnik
- može se brzo i lako rastaviti u nekoliko sklopova radi lakšeg transporta s jedne etaže na drugu
- omogućuje rad u kosim prostorijama do 10° , te tako može donekle slijediti neravnine podine
- povećava otkopni učinak u odnosu na utovarnu lopatu za 2,8 puta, a u odnosu na ručni utovar čak za oko 5 puta (ovo su iskustveni podatci iz jama boksitnih ležišta)
- omogućuje lakše odstranjenje jalovine iz otkopa, te odlaganje na pogodno mjesto u jami, odnosno olakšava selektivni rad
- omogućuje bolju organizaciju rada
- nije potrebno posebno zračenje, jer sam stroj poboljšava jamski zrak, može raditi i kod prirodnog zračenja
- stroju ne smeta abrazivnost fine prašine, jer nema dijelova koji bi mogli habati.

Nedostaci su:

- kod utovara i transporta rukovalac je izložen većem fizičkom naporu, kao i opasnostima pri transportu
- teško se kreće po blatnjavom i klizavom terenu, te je teren potrebno čistiti ili posipati
- zahtijeva potpuno čist i suh zrak, jer u protivnom dolazi do smrzavanja motora,
- priključna gumena crijeva kao i gumeni kotači, zbog abrazivne sredine izloženi su povećanom habanju
- rastom dužine transportnog puta opada proizvodnost stroja, tako da transport preko 100 metara nije ekonomičan; smanjenje transportnog puta iziskuje povećane pripreme radove u fazi razrade kao i izradu sistema sipki na svakih 50 do 60 metara
- u slučaju većeg kvara stroja isključena je proizvodnja s dotične etaže, znači da se mora imati drugi utovarni stroj u rezervi

U uvjetima pogona gdje su prisutna usitnjena ležišta malih dimenzija, male površine i dosta velike moćnosti, s kratkim transportnim putovima na etažama, stroj s vlastitim sandukom (bunkerom) uspješno se primjenjuje i postiže relativno visoke proizvodne učinke.

TRANSPORT GLAVNIM HODNICIMA -POTKOPOM

Transport rude po potkopu i transportnom hodniku na koti 690 m obavljat će se s aku-lokomotivom i vagonima samoistresačima.

Proračun transporta rađen je za aku-lokomotivu tip «Clayton»i na osnovu slijedećih podataka:

- godišnja proizvodnja	25 000 t
- maksimalna smjenska proizvodnja	50 t
- broj radnih dana u godini	250
- broj radnih smjena na dan	2
- efektivno vrijeme transporta u smjeni, sati	5

- maksimalna transportna dužina	580 + 100 m
- pad-uspon	5 ‰
- radijus krivine	8 m
- širina kolosijeka	$s_p = 600$ mm

Otpor trenja između tračnica lokomotive

Ovaj otpor kreće se u granicama: 6 do 12 kN.

Usvaja se: $W_r = 10$ kN

Otpor na padu u pravcu punih vagona:

$W_s = 4$ kN

Otpor od krivine računa se po obrascu:

$$W_k = \frac{158 \times s_p + 88 \times A_k}{R} = \frac{158 \times 0,6 + 88 \times 0,972}{8} = 22,53 \text{ kN}$$

Usvaja se: $W_k = 23$ kN

Otpor ubrzanja vlaka je:

$$W_a = \frac{1,1 \times 1000 \times a}{9,80} = \frac{1,1 \times 1000 \times 0,05}{9,80} = 5,61 \text{ kN}$$

Usvaja se: $W_a = 6$ kN

Masa vlaka je:

$$F = (G_t + G_1)(W_r + W_a)$$

$$\mu \times G_1 \times 1000 = (G_t + G_1)(W_r + W_a)$$

$$G_t + G_1 = \frac{\mu \times G_1 \times 1000}{W_r + W_a}$$

$$G_t = \frac{\mu \times G_1 \times 1000}{W_r + W_a} - G_1 = \frac{0,2 \times 3,55 \times 1000}{10 + 6} - 3,55 = 41 \text{ t}$$

Broj vagona u kompoziciji:

$$n = \frac{G_t}{Q_v + p} = \frac{41}{1,75 + 2,88} = \frac{41}{4,63} = 8,85$$

Usvaja se vlak od **9 vagona**.

Stvarna masa vlaka:

$$G_t = 9 \times 4,63 = 41,67 \text{ t}$$

Korisna masa vlaka:

$$G_0 = 9 \times 2,88 = 25,92 \text{ t}$$

Korigirana vučna sila u momentu polaska iznosi: (čimbenik korekcije uzet 0,7)

$$F_{start} = 875 \times 0,70 = 612 \text{ kN}$$

Potrebna vučna sila lokomotive u trenutku polaska je:

$$F_a = (G_t + G_1)(W_r + W_a - W_s)$$

$$F_a = (41 + 3,55) (10 + 6 - 4) = 534,6 \approx 535 \text{ kN}$$

$$F_{start} > F_a, \text{ što je } 612 > 535$$

Potrebna vučna sila lokomotive u periodu normalne vožnje je:

$$F_n = (G_t + G_1) \times W_r$$

$$F_n = (41,67 + 3,55) \times 10 = 452,2 \approx 452 \text{ kN}$$

$$F_{start} > F_n, \text{ što je } 612 > 452$$

Provjera kompozicije vlaka na klizanje:

$$\mu = \frac{F_a}{G_1 \times 1000} = \frac{535}{3,55 \times 1000} = 0,15$$

$$0,20 > 0,15$$

Provjera izabраниh parametara za uvjete kočenja:

Prema važećim tehničkim propisima u rudarstvu, put kočenja punog vlaka na padu ne treba biti duži od 40 metara.

Sila kočenja lokomotive za $\mu = 0,14$ je:

$$F_1 = 0,8 \times G_1 \times \mu = 0,8 \times 3\,550 \times 0,14 = 398 \text{ kN}$$

Sila kočenja vlaka na ravnoj pruzi u padu od 5 % je:

$$F_t = (G_t + G_1) (W_r + W_s) = (41,67 + 3,55) (10 + 5) = 678 \text{ kN}$$

Ukupna sila kočenja iznosi:

$$F_u = 398 + 678 = 1\,076 \text{ kN}$$

Usporenje vlaka na ravnoj pruzi:

$$r_1 = \frac{9,81 \times 1076}{1000 \times 22,80} = 0,46 \text{ m/s}$$

Usporenje vlaka na pruzi u padu od 5 %:

$$r_2 = r_1 - 9,81 \times 0,005 = 0,41 \text{ m/s}$$

Pređeni put za vrijeme kočenja na ravnoj pruzi:

$$S_1 = \frac{v^2}{2 \times r_1} = \frac{1,70^2}{2 \times 0,46} = 3,14 \text{ m}$$

a na kolosijeku s padom od 5 %

$$S_2 = \frac{v^2}{2 \times r_2} = \frac{1,70^2}{2 \times 0,41} = 3,52 \text{ m}$$

Vrijeme kočenja na ravnoj pruzi:

$$t_1 = \frac{2 \times S_1}{v} = \frac{2 \times 3,14}{1,70} = 3,7 \text{ s}$$

Vrijeme kočenja na ravnoj pruzi u padu od 5 % iznosi:

$$t_2 = \frac{2 \times S_2}{v} = \frac{2 \times 3,52}{1,70} = 4,14 \approx 4,1 \text{ s}$$

Prema dobivenim rezultatima proračuna u obadva slučaja put kočenja je manji od dozvoljenih 40 metara, te su u svemu zadovoljeni propisi.

Proračun potrebnog broja vlakova

Pretpostavljene veličine su:

- radna brzina vlaka	1,70 m/s
- korisni teret u kompoziciji	26 t
- aku-lokomotive od	3,55 tona.

Vrijeme ubrzanja i usporenja iznosi:

$$t_1 = \frac{v}{a} = \frac{1,70}{0,05} = 34 \text{ s}$$

Put za vrijeme ubrzanja-usporenja iznosi:

$$S_1 = S_3 = \frac{v \times t_1}{2} = \frac{1,70 \times 34}{2} = 29 \text{ m}$$

Put u periodu normalne vožnje:

$$S_2 = L - 2 \times S_1 = 680 - 2 \times 29 = 622 \text{ m}$$

Vrijeme trajanja normalne vožnje je:

$$t_2 = \frac{S_2}{v} = \frac{622}{1,7} = 365 \text{ s}$$

Ukupno vrijeme u obadva smjera (puni-prazni) je:

$$t_v = 2 (t_1 + t_2 + t_3) = 2 (34 + 365 + 34) = 866 \text{ s}$$

Vrijeme punjenja kompozicije:

$$9 \times 50 = 450 \text{ s}$$

Vrijeme pražnjenja kompozicije:

$$9 \times 15 = 135 \text{ s}$$

Ukupna vrijeme trajanja jedne vožnje iznosi:

$$T = 866 + 450 + 135 = 1451 \text{ s} + 20 \%,$$

radi neravnomjernosti u transportu i jamskih uvjeta rada ukupno vrijeme jedne vožnje je:

$$T_u = 1451 + 290 = 1741 \text{ s ili } 29 \approx 30 \text{ min}$$

Broj vožnji u smjeni kod 5 sati efektivnog vremena iznosi:

(kod aku-lokomotiva vremensko iskorištenje uzeto 0,62 radi specifičnog načina održavanja)

Broj vožnji u jednoj smjeni:

$$\frac{5 \times 60}{30} = 10$$

Količina rude koja se može prevesti u jednoj smjeni je:

$$Q_{\text{eks.}} = 25,9 \times 10 = 259 \text{ t}$$

ili dnevni kapacitet

$$Q_{\text{eks.}} = 25,9 \times 20 = 518 \text{ t}$$

Godišnji kapacitet:

$$Q_{\text{eks}} = 518 \cdot 250 = \boxed{129\,500 \text{ t/god.}}$$

Godišnje mase prema projektnom zadatku jedna aku-lokomotiva može odvesti sa 965 kompozicija ili 482,5 ef. sata rada

$$T \approx \boxed{483 \text{ ef. sata rada}}$$

Naručitelj će na transportu boksita u ležištu L-27 angažirati **1** aku-lokomotivu traženih tehničkih karakteristika.

Radi specifičnosti transporta aku-lokomotivama Naručitelj će morati imati stalno jednu aku-lokomotivu u rezervi.

Koeficijent iskorištenja utovarivača:

$$k_i = \frac{Q_{\text{god}}}{Q_{\text{eks}}} = \frac{25000}{1 \times 129500} = 0,19$$

Obzirom da smjenska proizvodnja iznosi 50 t daljnja provjera kapaciteta nije rađena.

Dispozicija navozišta

Dispozicija navozišta određena je na osnovi transportne opreme s kojom će se boksit transportirati i načinom na koji se ruda istresa.

Navozište i mimoilaznice se predviđaju s dva kolosijeka i odgovarajućim skretnicama u dužini od 40 metara i svijetlog presjeka 9,7 m.

Na navozištima s mimoilaznicama obavlja se manevriranje vagoneta tako da je omogućeno da lokomotiva uvijek vuče vlak.

Provjera osnovnih elemenata kolosijeka

Za dobar i siguran transport boksita, osim izbora opreme, bitni element je i dobro izabran, postavljen i održavan kolosijek.

Za potrebe izabrane opreme odabiru se tračnice 12,5 kg/m i radi toga provjera osnovnih elemenata kolosijeka radi se za odabrane tračnice na bukovim ili hrastovim impregniranim pragovima od 100x18x13 cm.

Transport rude obavljat će se vagonima samoistresačima i aku-lokomotivom od 3,55 tona, što znači da maksimalno opterećenje kolosijeka nastaje od lokomotive i iznosi 887,5 kg po jednom kotaču, odnosno 1775 kg po osovini.

Pragovi

Na čitavoj dužini kolosijeka bit će postavljeni pragovi dimenzija 100x18x13 cm, na osnom rastojanju od 100 cm

Tračnice

Izabiru se tračnice slijedećih karakteristika:

- masa	12,5 kg/m
- modul elastičnosti	$E=2,100\ 000\ \text{kN/cm}^2$
- moment inercije	$I=154\ \text{cm}^4$
- moment otpora	$W=36,9\ \text{cm}^3$
- dozvoljeno naprezanje	$G_{\text{dozv}}=800\ \text{kN/cm}^2$

Proračun tračnica

Maksimalni moment savijanja iznosi:

$$M_{\text{maks}} = \frac{G \times l}{4} = 0,25 \times P \times l$$

Potrebni moment savijanja iznosi:

$$W = \frac{M_{\text{maks}}}{G_{\text{dozv.}}} = \frac{0,25 \times P \times l}{G_{\text{dozv.}}},$$

gdje je:

- P - najveća sila pritiska kotača u kN
- l - razmak pragova od sredina do sredine u cm
- $G_{\text{dozv.}}$ - dozvoljeno naprezanje na savijanje, kN/cm^2
- W - moment otpora tračnica u cm^3

Naprezanje tračnica bit će:

$$G = \frac{0,25 \times 887,5 \times 100}{36,9} = 601\ \text{kN/cm}^2 < 800\ \text{kN/cm}^2$$

Prema tome, tračnica od 12,5 kg/m s pragovima na osnov rastojanju od 100 cm zadovoljava.

Radi relativno slabog intenziteta transporta i malog opterećenja provjera na izvijanje kao i specifični pritisak na pragove nije rađen.

PODGRAĐIVANJE ČELA RADILIŠTA

Prema geomehničkim karakteristikama boksita svi hodnici koji se izrađuju kroz boksit moraju se podgrađivati.

Proračun podgrade u hodnicima kroz boksit obavlja se s ciljem:

- utvrđivanja veličine pritisaka,
- utvrđivanje nosivosti greda,
- utvrđivanja nosivosti stupaca.

Utvrđivanje veličine pritisaka

Za utvrđivanje velicine pritisaka primijenit će se obrazac M.M. Protodakonova:

$$P = \frac{4/3 \times \gamma \times a_1^2}{f}$$

gdje je:

- P - opterećenje na podgradu MN/m
 γ - obujamska sila $\gamma = 27 MN/m^3$
 a_1 - raspon proširenog svoda prostorije, a računa se prema obrascu

$$a_1 = a/2 + h \times \operatorname{tg}(45^\circ - \varphi/2)$$

žgdje je

- φ - kut unutrašnjeg trenja ($\varphi = 52^\circ - 60^\circ$)
 a - raspon prostorije ($a = 3,40 m$)
 h - visina prostorije ($h = 2,70 m$)
 f - koeficijent čvrstoće prema Mahnou ($f = 2,96 m$)

Za vrijednost raspona proširenog svoda prostorije:

$$a_1 = 1,70 + 2,70 \times 0,344 = 2,63 m$$

veličina pritiska iznosi:

$$P = \frac{1,333 \times 27 \times 2,63^2}{2,96} = 90,00 MN/m$$

Specifično opterećenje po m^2 stropne površine iznosi:

$$q = \frac{P}{a} = \frac{90}{3,40} = 26,5 MN/m$$

Utvrđivanje nosivosti greda

Utvrđivanje nosivosti drvenih greda obaviti će se na dva načina:

- utvrđivanjem veličine naprezanja na savijanje,
- utvrđivanjem debljine grede.

Utvrđivanje veličine naprezanja na savijanje gredinih nosača računa se prema poznatim obrascima:

$$\sigma_f = \frac{M}{W}, \text{ kN/cm}^2$$

gdje je:

σ_f - naprezanje na savijanje

M - moment savijanja

W - moment otpora

$$W = 0,785 \times r^3 \text{ (cm}^3\text{)}$$

U tabeli broj 14 prikazane su vrijednosti naprezanja na savijanje za drvene grede debljine od 18 do 22 cm.

Tablica 2.4-14 Naprezanja na savijanje drvene grede

Debljina grede [cm]	d [cm]	M [kN/cm]	W^3	σ_f [kN/cm ²]
18	9	3699200	572	647
19	9,5	3699200	673	550
20	10	3699200	785	471
21	10,5	3699200	1158	319
22	11	3699200	1331	278

Čvrstoća na savijanje drvene oble građe (prema Građevinskom priručniku - "Tehnička knjiga" Beograd, 1965) iznosi:

- za jelovu građu: 6200 kN/cm²

- za crni bor: 7900 kN/cm²

S obzirom na kratki vijek ugradnje jamske građe usvaja se koeficijent sigurnosti od $n=3$. U tom slučaju dozvoljeno naprezanje iznosi:

$$k = \frac{\sigma_f}{n} = (6200 \text{ do } 7900) : 3 = 2100 \text{ kN/cm}^2$$

Prihvatajući kao mjerodavno dozvoljeno naprezanje za jelovu oblu građu od 2100 kN/cm², međusobni razmak okvira "b" iznosi:

$$b = \frac{k}{\sigma_f} = \frac{2300}{(6470 \text{ do } 2780)} = 0,36 \text{ do } 0,83 \text{ m}$$

što je u granicama elastičnih deformacija.

Usvaja se međusobni razmak za debljine greda od $d = 20$ cm od: $b = 70$ cm.

Provjera usvojenog razmaka drvenih greda obavlja se proračunom debljine grede prema obrascima sovjetskih autora (Provedenie i krepljenje gornih virabotok, "Nedra", Moskva 1965):

$$d = 1,61 \times \frac{a}{2} \sqrt[3]{\frac{\gamma \times b}{k \times f}}$$

U našem slučaju za poznate vrijednosti i vrijednosti za $k=210 \text{ kp/cm}^2$ debljina grede treba iznositi:

$$d = 1,61 \times 170 \times \sqrt[3]{\frac{0,00289 \times 70}{210 \times 2,96}} = 273,7 \times \sqrt[3]{0,000325} = 18,61 \text{ cm}$$

Prikazani obrazac sovjetskih autora (inače predviđen da se koristi za podgrađivanje jamskih prostorija), također ukazuje da je međusobni razmak greda dobro odabran.

Usvaja se, prema tome, proračun na bazi dozvoljenog naprezanja na savijanje i utvrđuje međusobni razmak drvenih greda od $b=70 \text{ cm}$.

Utvrđivanje nosivosti stupaca

Utvrđivanje nosivosti stupaca obavlja se prema obrascima A.A. Borisova (Proračun jamskog pritiska za maksimalno potrebnu reakciju stupaca za podgrađivanje radnih prostora otkopnog radilišta):

$$G_{maks} = \gamma \times g \times a \times b \times \sum_1^n h_i, MN$$

gdje je:

- G - reakcija podgrade, MN
- a - širina hodnika, ($a = 3,40 \text{ m}$)
- b - međusobni razmak čeličnih stupaca, $b = 0,7 \text{ m}$
- $\sum_1^n h_i, MN$ - debljina ploče boksita u stropu, $h = 4,30 \text{ m}$
- g - gravitacija, $g=9,81 \text{ m/s}^2$

Uvrštavanjem poznatih vrijednosti dobivamo:

$$G_{maks} = 2,7 \times 9,81 \times 3,40 \times 0,7 \times 4,30 = 271 \text{ MN}$$

Za ugradnju se odabiru čelični frikcionni stupci tipa "Valent" proizvodnje STT, čija nosivost iznosi 300-400 MN.

Ukoliko je smjerni etažni hodnik lociran neposredno ispod čvrste i homogene vapnenjačke ploče bez pukotina, kaverni i slično, može se izrađivati i bez podgrade. Odluku o ovakvom načinu rada donosi tehnički rukovodilac pogona posebnom naredbom, odnosno uputstvom.

TRAJANJE RADNOG CIKLUSA**Potrebno vrijeme za bušenje**

$$t_b = \frac{L_u}{60 \times n_c \times v_b \times \mu}$$

za $\mu = 0,6$ - određuje se brzina bušenja $v_b = 0,8$ m/min

$$t_b = \frac{40}{60 \times 1 \times 0,8 \times 0,6} = 1,6 \text{ sata}$$

usvojeno $t_b = 100$ min

Vrijeme punjenja minskih bušotina

$$t_p = \frac{N \cdot t_1}{R} = \frac{24 \cdot 3}{3} = 24 \text{ min}$$

usvojeno $t_p = 30$ min

$t_1 = 3$ min/bušotina - vrijeme potrebno za punjenje jedne minske bušotine
 $R = 3$ - broj radnika na punjenju minskih bušotina

Vrijeme miniranja i provjetravanja

$$t_m = 30 \text{ min}$$

Transport odminiranog materijala

$$t_u = \frac{Q_{pot} \cdot 60}{Q_{ot}} = \frac{F \cdot A \cdot k_r \cdot 60}{Q_{ot}} = \frac{7,6 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 60}{16,6} = 62 \text{ min}$$

usvojeno $t_p = 80$ min

Vrijeme podgrađivanja

Za podgrađivanje uzima se vrijeme od 60 min po jednom okviru. Za dva okvira usvojeno je

$$t_{pod} = 120 \text{ min}$$

Pomoćni radovi

Za produženja vjetrenih cijevi, cijevi komprimiranog zraka i druge pomoćne radove planira se 60 min.

$$t_{pr} = 60 \text{ min}$$

Pripremno-završno vrijeme

Za dolazak i odlazak na radno mjesto uzima se 30 minuta, tj. po 15 minuta na početku i završetku smjene.

$$t_{pz} = 30 \text{ min}$$

Vrijeme za odmor

uzima se 30 minuta u toku smjene kroz 8 sati.

$$t_0 = 30 \text{ min}$$

Ukupno trajanje radnog ciklusa

$$T_c = t_b \times t_p \times t_m \times t_u \times t_{pr} \times t_{pz} \times t_0 = 100 + 30 + 30 + 80 + 120 + 60 + 30 + 30 = 480 \text{ min}$$

$$T_c = 480 \text{ min}$$

ORGANIZACIJA CIKLUSA RADA

Pokazatelji za izradu jednog ciklusa**Radna snaga**

KV kopač	1 nadnica/ciklus	0,032 nadnica/t
PK kopač	2 nadnice/ciklus	0,064 nadnica/t
Ukupno	3 nadnice/ciklus	0,1 nadnica/t

Norma izrade

$$30 \text{ t} : 3 \text{ nadnice} = 10 \text{ t/nadnici}$$

Potrošnja materijala i energije

Utrošak	za 1 ciklus (30 t)
Eksplziv V-20 [kg]	22,8
Milisekundni upaljači [kom]	24
Drvena građa [m ³]	0,10
Čelični stupci [kom]	4
Električna energija [kWh]	
lokomotiva	15
ventilator	8,8
Komprimirani zrak [m ³]	960

Vrijeme trajanja planirane proizvodnje

$$T_{UP} = Q_{god} / Q_{dan} = 25000 / 120 = 208 \text{ dana (ili 0,83 efektivne god.)}$$

Q_{god} – planirana godišnja proizvodnja 25000 t

Q_{dan} – dnevna proizvodnja (dva čela u dvije smjene), 120 t/dan

Planirana godišnja proizvodnja, u slučaju kada su obadva proizvodna čela u potkopnom radu, može se ostvariti za oko 208 dana. Ostatak radnog vremena od oko 42 dana utrošit će se za pripremu proizvodnih etaža.

2.4.1.5.5. OTKOPAVANJE NATKOPA OTKOPNIH PROSTORIJA

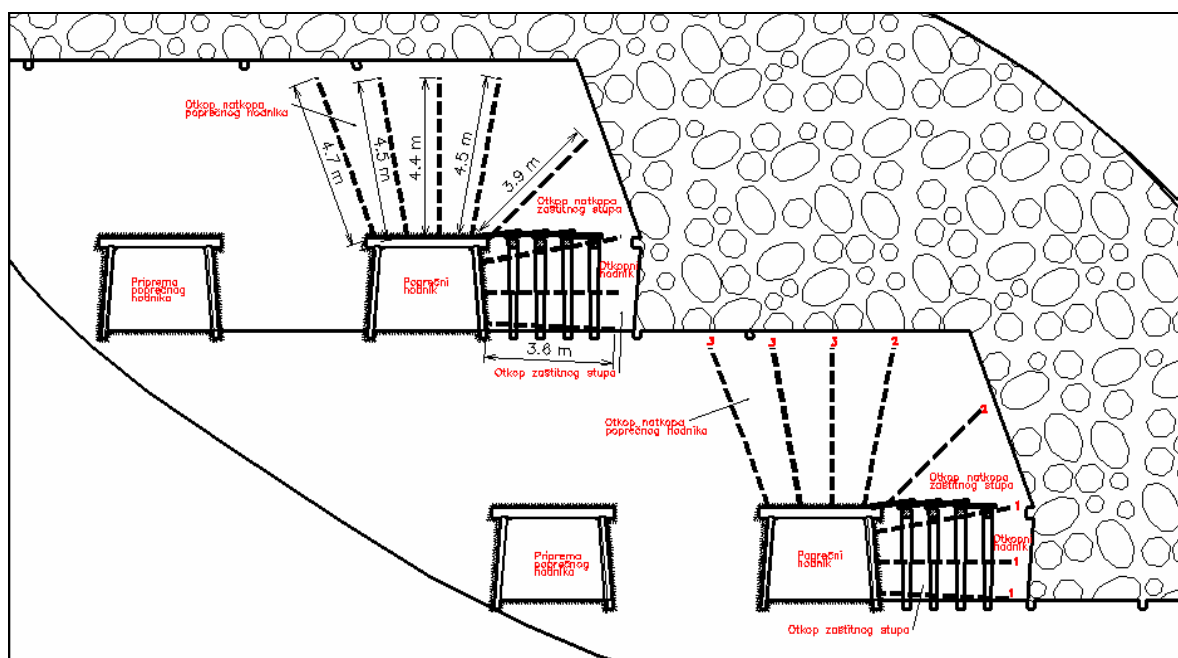
TEHNIČKI OPIS

Otkopavanje natkopa otkopnih prostorija izvodit će se prema opisanom postupku, prikazanom na slici 2.4-11. Prikazana shema podetažne metode otkopavanja, obrađena je kao primjer razvoja etaže 742,5 što znači da će se i ostale etaže načelno otkopavati isto.

U tehnološkom procesu otkopavanja prihvaćen je mehanizirani utovar i transport s utovarno-transportnim strojem CAVO-310, koji omogućava korištenje daljinskog upravljanja strojem u nepodgrađenom prostoru što je jako bitno za otkope.

Dimenzije etažnih hodnika odabrane su prema gabaritima utovarno-transportnih strojeva CAVO-310 i iznose 3,30 m x 2,60 m. Odabrane dimenzije stupa su 4,5 m x 4,5 m (do starog rada i narednog otkopnog hodnika). Ove dimenzije stupa osiguravaju sigurnu zaštitu prema starom radu.

Visina natkopnog dijela etaže iznosi oko 5 metara. Dobivanje natkopnog stupa i stupa do starog rada obavit će se jednovremenskim miniranjem polulepeze, širine 1 m kao što je prikazano na slici 2.4-30.



Slika 2.4-30 Shema bušenja i miniranja otkopa (presjek poprečnih i otkopnih hodnika)

OTKOPAVANJE

Otkopavanje pojedinih etaža je odstupno, te počinje od kraja etažnog smjernog hodnika i napreduje prema sipkama od kojih je započela izrada etaže. Iz smjernog hodnika izrađuju se poprečni hodnici na udaljenosti od 7,5 m. Kada poprečni hodnik dođe do podine formira se otkop na taj način što se povlači od podine prema smjernom hodniku. U povlačenju se dobiva stup prema starom radu moćnosti oko 4,3 m i natkopni dio moćnosti 4,9 m.

Istovremeno se u radu mogu organizirati 2-3 otkopa na dvije etaže s međusobnim razmakom u pravcu odstupanja minimum 7,5 metara i to tako da prednjači gornji otkop kako ne bi došlo do potkopavanja gornje etaže. Pored otkopa istovremeno se mogu pripremati dva nova poprečna otkopna hodnika (uža priprema).

Krovina boksita u geološkom smislu sastavljena je od heterogene serije različitih

naslaga, koje se međusobno bitno razlikuju u pogledu osnovnih geomehaničkih pokazatelja, a često je poremećena s više manjih rasjeda i pukotinskih sistema. Radi toga dolazi do različitog ponašanja ovih naslaga pri otkopavanju.

Može se očekivati da u nekim ležištima ili čak u nekim dijelovima ležišta se krovina neposredno zarušava pri otkopavanju, dok u drugim ležištima se ne zarušava, te će tako ostajati prazni prostori i po nekoliko desetaka metara po pružanju i padu. Osnovni činioci od kojih zavisi ponašanje krovine pri otkopavanju jesu: položaj rudnog tijela, veličina, moćnost i raspored po vertikalni pojedinih litoloskih članova krovine, raspucalost krovine, te oblik i veličina otvorenog prostora.

Kod rudnih tijela koja se nalaze bliže površini zarušavanje bi trebalo biti dosta pravilno, tj. da pravilno prati otkopavanje. Pri otkopavanju dubljih rudnih tijela, krovina će se najčešće zarušavati u visini do 10 metara, ali tek u kasnijoj fazi kada se formira otkopni prostor raspona iznad 50 metara. Iz dosadašnjeg iskustva pri otkopavanju na Poljanama i Crvenim stijenama, može se uzeti da postotni udio otkopavanja s neposrednim zarušavanjem krovine iznosi cca 40 %, dok se 60 % ležišta otkopava u uvjetima otvorenih prostora. Na temelju dosadašnjeg iskustva može se očekivati da se kod otkopavanja ležišta krovina neće neposredno zarušavati, što znači da će zarušavanja uslijediti kasnije ili da će se uglavnom otkopavati u uvjetima otvorenih prostora. Kod otkopavanja u uvjetima otvorenih prostora mora se obavezno pri utovaru odminirane rude koristiti daljinsko upravljanje. S tim se postiže dobra zaštita zaposlenih radnika, jer se praktički sve tehnološke radnje otkopavanja izvode iz sigurnog, dobro podgrađenog otkopnog hodnika, a zaposleni radnici nemaju potrebe prilaziti otvorenom prostoru, koji može biti ugrožen od odvaljivanja pojedinih komada jalovine iz krovine. Kod ovakvog načina otkopavanja tehnički rukovodilac jame posebno uputstvima propisuje mjere zaštite u svim tehnološkim fazama otkopavanja u ovisnosti od uvjeta rada u pojedinim otkopima.

Bušenje i miniranje otkopa

Dobivanje rude na otkopu obavlja se miniranjem. Minske bušotine raspoređuju se u obliku polulepeze koja obuhvaća stup prema starom radu i strop otkopnog hodnika. Bušenje minskih bušotina izvodi se pneumatskim bušačim čekićem BBD-91 uz upotrebu postolja za bušenje BVF-01 proizvodnje švedske firme Alimak.

Tehničke karakteristike postolja BVF-01 jesu:

- postolje omogućuje bušenje lepeze na otkopu u krugu od 360 , s dubinom bušenja od 10-15 metara,
- prilagođeno je za rad bušačkih čekića proizvodnje "Atlas Copco", težine 20-35 kg,
- učvršćenje i stabilnost na radu postižu dva cilindra,
- bušački čekić kreće se po zupčastoj letvi dužine 1200 mm,
- postolje je lako pokretljivo na dva gumena kotača,
- ukupna težina postolja iznosi 300 kg.

Prilikom miniranja na otkopu prvo se izbija stup prema starom radu, a potom krovni natkopni dio.

Raspored mina vidljiv je na slici 2.4-30. Raspored minskih bušotina u vidu lepeze, broj bušotina i njihov promjer kao i specifična potrošnja eksploziva ovise prvenstveno od granulacije koja se želi postići. Za visinu etaže od 7,5 metara uzima se moćnost pojasa miniranja od 1 metar, koja istovremeno predstavlja i liniju najmanjeg otpora.

Teorijski potrebna količina eksploziva za 1 miniranje-otkop

Potrebna količina eksplozivnog punjenja za jedno miniranje:

$$Q_{pot} = q_o \cdot F \cdot W \cdot \gamma_B, kg$$

gdje je:

q_o – specifična potrošnja eksploziva za otkop (0,15-0,20 kg/t), usvojeno 0,16 kg/t

F – površina koja se minira (lepeza), 47 m²

W – linija najmanjeg otpora, 1,0 m

γ_B - gustoća boksita, 2,7 t/m³

$$Q_{pot} = 0,16 \cdot 47 \cdot 1 \cdot 2,7 = 20,3 kg$$

Dužina minskog punjenja

Dužina eksplozivnog punjenja dobiva se slijedećim izrazom:

$$L_p = \frac{Q_{pot} \cdot l_{pat}}{g_p} = \frac{20,3 \cdot 0,20}{0,185} = 21,9 m$$

l_{pat} – dužina jedne patrone, 0,2 m

g_p – masa 1 patrone, 0,185 kg

γ_e - gustoća eksploziva (za VITEZIT) = 1,5 kg/dm³

Ukupna dužina bušenja

$$\frac{2}{3} L_B = L_p \Rightarrow L_B = \frac{3}{2} \cdot L_p$$

$$L_B = \frac{3}{2} \cdot 21,9 = 32,85 m$$

Broj bušotina dobiven je izrazom:

$$N_B = \frac{L_B}{l_{sr} - 0,5} = \frac{32,85}{4,6 - 0,5} = 8 buš$$

l_{sr} – srednja debljina natkopa i zaštitnog stupa, 4,6 m

Raspored mina s redosljedom paljenja mina za otkop i zaštitni stup prikazan je na slici 2.4-30. Konstrukcija minske bušotine je identična prethodno opisanim za slučaj miniranja u hodnicima.

Miniranje će se izvoditi u dva dijela: prvo će se minirati donji dio zaštitnog stupa, a nakon toga stropni dio zaštinog stupa i na kraju natkop poprečnog hodnika.

Napomena: Ukoliko bude poteškoća s utovarom boksita zbog miješanja jalovine i velikog osiromašenja može se pristupiti dvostrukom odstupanju u zaštitnom stupu (za 2 m) a potom također, dvostrukom (2 m) odstupanju poprečnog hodnika.

Vrijeme bušenja:

$$t_b = \frac{L_b}{60 \cdot n_c \cdot v_b \cdot \mu} = \frac{32,85}{60 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,6} = \frac{32,85}{25,2} = 1,3 \text{ h}$$

usvojeno $t_b = 80 \text{ min}$

Vrijeme potrebno za punjenje bušotina s pripremom za miniranje:

$$t_p = N_b \cdot t_p = 8 \cdot 5 = 40 \text{ min}$$

Na punjenju bušotina rade dva radnika: palilac mina i njegov pomagač. Paljenje mina obavlja se električnim upaljačima.

Za jedno miniranje potrebno je:

8 x 1 = 8 kom električnih upaljača (specifični utrošak 0,06 kom/t)

Vrijeme miniranja i provjetravanja

$$t_m = 30 \text{ min}$$

Transport odminiranog materijala do sipke

$$t_u = \frac{Q_{pot} \cdot 60}{Q_{ot}} = \frac{F \cdot A \cdot k_r \cdot 60}{Q_{ot}} = \frac{47 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 60}{16,6} = 255 \text{ min}$$

usvojeno $t_p = 270 \text{ min}$

Pripremno-završno vrijeme

Za dolazak i odlazak na radno mjesto uzima se 30 minuta, tj. po 15 minuta na početku i završetku smjene.

$$t_{pz} = 30 \text{ min}$$

Vrijeme za odmor

uzima se 30 minuta u toku smjene kroz 8 sati.

$$t_0 = 30 \text{ min}$$

Ukupno trajanje radnog ciklusa

$$T_c = 480 \text{ min}$$

ORGANIZACIJA CIKLUSA RADA

Radna snaga

Radnici zaposleni na etaži, koja se otkopava u jednoj smjeni, su:

	KV	PK	NK	Ukupno
bušenje, miniranje i učvršćenje podgrade nakon miniranja na otkopu	1	1		2
utovar i transport	1			1
nadzornik palilac mina (VKV)	1			1
Ukupno	3	1		4

Opći učinak jedne etaže iznosi:

$$127 \text{ tona} : 4 \text{ nadnice} = 31,75 \text{ tona/nadnici.}$$

Vrijeme trajanja planirane proizvodnje

Ako bi se proizvodnja izvodila uz pretpostavku rada samo u otkopu bilo bi potrebno slijedeće vrijeme rada:

$$T_{\text{UO}} = Q_{\text{god}} / Q_{\text{dan}} = 25000 / 120 = 49 \text{ dana (ili 0,2 efektivne god.)}$$

Q_{god} – planirana godišnja proizvodnja 25000 t

Q_{dan} – dnevna proizvodnja (dva čela u dvije smjene), 508 t/dan

Planirana godišnja proizvodnja, u slučaju kada su obadva proizvodna čela u otkopnom radu, može se ostvariti za oko 49 dana. No, sigurno nije realno očekivati da će se ikada dogoditi rad u otkopu na obadva čela i tijekom dužeg razdoblja od mjesec dana. Stoga je realno da se uzme srednja vrijednost potkopnog i natkopnog rada koja će biti

$$T_{\text{SR}} = (T_{\text{UP}} + T_{\text{UO}}) / 2 = (208 + 49) / 2 = 128,5 \text{ dan/god}$$

Usvojeno je radno vrijeme za planiranu proizvodnju od 130 radnih dana. Ostalo radno vrijeme će se koristiti za pripremu etaža odnosno izradu hodnika i spiralnih niskopa kroz stijenu

VJETRENJE OTKOPA

Vjetrenje otkopa obavljat će se separatno cijevnim ventilatorom i vjetrenim cijevima. Režim vjetrenja i proračun identičan je kao i kod izrade etažnih hodnika kroz rudu, što je detaljno obrađeno u poglavlju 2.4.2. ovog projekta.

2.4.1.6. ODABIR OPREME

Odabiru se strojevi i oprema prikazani u tablici 2.4-12 za eksploataciju boksita u ležištu L-27.

U nastavku se daju tehničke karakteristike odabranih strojeva.

2.4.1.6.1. ODABIR STROJEVA ZA BUŠENJE

BUŠILICA DIAMEC 232 PROIZVOD FIRME CRELIUS (ŠVEDSKA)

Stroj se sastoji iz tri osnovna dijela: busilice, komandne ploče i pogonske grupe.

Najvažnije tehničke karakteristike stroja su:

kapacitet:	300 m (šipke Al, 33 mm)
	150 m (šipke Fe, 33 mm)
	200 m (šipke Al, 43 mm)
	120 m (šipke Fe, 42 mm)

- snaga motora pogonske jedinice sa elektromotorom 15 kW (1450 o/min)
- ukupna masa (busilica + kom. tabla + pog. jed.) 175 kg.

SAMOHODNA BUŠILICA: TIP BOOMER H126, PROIZVOĐAČ ATLAS COPCO

Osnovne komponente bušilice su:

- vozno postolje: tip Avos DC 10
motor Deutz F4L 912 W 42 kW
- bušača hidraulička grana : tip 1 x BUT 25
rotacija 360°
težina: 1325 kg
- lafet: tip 1 x RMH 1211
ukupna dužina: 4199 mm
max. duž. bušenja: 2847 mm
težina: 210 kg
- hidraulični bušaći čekić: 1 x COP 1028 HD
snaga: 5,5 kW
težina: 52 kg
- pogonska jedinica: tip BHU-32-1 DCS
snaga motora: 30 kW
- električni sistem: max. snaga potrošača: 35 kW
napon: 380-660 V
- Gabariti: transportna visina: 2100 mm
radna visina (max.): 2800 mm
širina: 1650 mm
dužina: 9500 mm
- Ukupna masa bušilice: 8700 kg

OSNOVNE TEHNIČKE KARAKTERISTIKE ODABRANOG BUŠAČEG ČEKICA BBD-91: ATLAS COPCO

- tip BBD-91 E. dužina 690 mm K težina 27,3 kp U promjer klipa 90 mm
- dužina hoda klipa 45 mm
- broj udaraca u minuti 3.350
- potrošnja zraka 5 m³ /min
- potrebni pritisak zraka 6-7 kp/cm²
- orijentaciona brzina bušenja 1m/min
- orijentaciona količina vode za ispiranje bušotine 6,5 l/min.

Osnovni tehnički podaci pneumatske potporne noge:

- težina 22,4 kp
- dužina 1870 mm
- dužina retro vage 1300 mm
- promjer klipa 67 mm
- priključak na zrak 1/2"

USKOPNA PLATFORMA STH- 5L

- | | |
|--|---------------------------|
| - maksimalno aproksimativno veličina presjeka uskopa | 9 m ² |
| - maksimalno preporučljiva dužina uskopa | 150 m |
| - brzina penjanja | 7-12 m/min |
| - brzina spuštanja | 15-20 m/min |
| - brzina pri gravitacijskom spuštanju | 25-30 m/min |
| - preporučljiva dimenzija crijeva za k.z. | 38 mm |
| - potrošnja komprimiranog zraka (k.z.) | 10-14 m ³ /min |

2.4.1.6.2. ODABIR STROJEVA ZA UTOVAR I TRANSPORT

Odabiru se strojevi za utovar i transport slijedećih karakteristika:

DIZEL UTOVARIVAČ LF - 4,1/GHH, SRN

- | | |
|----------------|------------------------|
| obujam kašike: | 2, 0 m ³ |
| nosivost: | 3800 kg |
| motor: | tip: F6L912 W |
| | snaga: 66 kW |
| masa: | 11500 kg |
| gabariti: | dužina (max.): 6872 mm |
| | širina: 1684 mm |
| | visina: 2050 mm |

DIZEL UTOVARIVAČ LF - 2H/GHH, SRN

- | | |
|----------------|---------------------|
| obujam kašike: | 1, 0 m ³ |
| nosivost: | 2200 kg |
| motor: | tip: F 4L912 W |
| | snaga: 42 kW |
| masa: | 5100 kg |

gabariti: dužina (max.): 5100 mm
 širina: 1420 mm
 visina: 1847 mm

JAMSKI KAMION ST 604 France loader

Za transport materijala od pretovarne stanice do deponije na površini ili do pomoćnog utovarnog bunkera upotrijebit će se jamski kamion slijedećih osnovnih karakteristika:

Obujam sanduka		2,8 m ³
Nosivost		5000 kg
Motor tip		F 6 L 912 W
Snaga		63 kW
Masa vozila		6900kg
Gabariti	dužina	5990 mm
	širina	2000 mm
	visina	1780 mm

UTOVARNA TRAČNA LOPATA

Redni broj	Karakteristika	Jedinica mjere	Iznos
1.	obujam utovarne lopate	m ³	0,14
2.	veličina vagoneta kojeg puni	m ³	0,75

UTOVARNO-TRANSPORTNI STROJ CAVO SA SANDUKOM

Redni broj	Karakteristika	Jedinica mjere	Iznos
1.	obujam utovarne lopate	m ³	0,125 – 0,15
2.	obujam sanduka	m ³	1,00 - 1,5
3.	brzina vožnje pri pritisku zraka od 40-60 kN/cm ²	m/s	1,0-1,4
4.	radijus krivine kod transporta	m	
5.	težina stroja	kg	2 700- 3 000
6.	dužina stroja		
	- kod utovara	m	2,92 – 3,20
	- kod istovara	m	2,92 – 3,20
7.	visina stroja		
	- kod utovara	m	2,12- 2,2
	- kod istovara	m	2,31- 2,2
8.	širina stroja	m	1,77 - 1,9
9.	odstojanje od mjesta napajanja komprimiranim zrakom	m	100
10.	ukupno odstojanje manevarske sposobnosti	m	200
11.	uspon koji stroj može savladati	°	14
12.	normalni radni pritisak komprimiranog zraka	kg/cm ²	5-7
13.	dimenzije kotača		9x10"
14.	pritisak u gumama	kg/cm ²	3,8- 4,0

TEHNIČKE KARAKTERISTIKE AKU-LOKOMOTIVE

Karakteristike aku-lokomotive	
ukupna masa lokomotive	2,8 - 3,55 t
adhezijska masa lokomotive, G_1	2,8 - 3,55 t
broj osovine, n	2
rastojanje osovine, A_k	972 mm
dužina lokomotive s odbojnicima, L	2 999 mm
širina lokomotive	1250 - 1380 mm
visina lokomotive	1100 - 1181 mm
maksimalna brzina, v_{maks}	12 km/h
radna brzina, v_r	1,70 m/sek
maksimalna vučna sila	$F_{maks} = 800 - 875$ kN

TEHNIČKE KARAKTERISTIKE VAGONA SAMOISTRESAČA

Podaci za vagon samoistresač	
- radni obujam vagona	1,5 - 1,6 m ³
- vlastita masa vagona	1 750 - 1 800 kg
- korisna masa	2 880 - 2 950 kg
- ukupna masa vagona	4 630 - 4 750 kg
- dužina vagona	2 585 - 2 600 mm
- širina vagona	1350 - 1 400 mm
- visina vagona	1300 mm
- maksimalna visina istresanja	1700 mm
- masa rastresite rude	1,8 t/m ³

2.4.1.6.3. KOMPRESORSKA STANICA

OPĆENITO

Potrebna količina komprimiranog zraka računa se na osnovi slijedećih podataka:

- proizvodnja u smjeni: 100 t rude + 50 t jalovine, $Q=50$ t/smj
- visinska razlika kompresora i najvisih radilišta u jami, $H_t=150$ m
- horizontalna udaljenost od kompresora do najudaljenijih radilišta, $L=2000$ m
- potreban tlak na najudaljenijem radilištu, $p = 60$ kN/cm²
- obujamska sila boksita, $\gamma = 27$ MN/m³
- brzina bušenja u rudi, $v=1,2$ m/min.

Za bušenje su predviđeni bušaći čekići BBD-91 proizvodnje švedske firme Atlas Copco, slijedećih tehničkih karakteristika:

- masa 27,3 kg
- utrošak komprimiranog zraka 5,5 m³/min
- radni pritisak zraka 50 do 70 kN/cm²

Pretpostavljaju se radovi na dobivanju boksita istovremeno u početku na dva a kasnije na četiri radilišta. Za njih se predviđaju 3 bušaća čekića, a za pripremne radove u jalovini još 1 bušaći čekić.

Za utovar i dobivanje rude i jalovine služi jedna tračna utovarna lopata LM-36 i 3 utovarno-transportna stroja CAVO-310. Tehničke karakteristike navedenog jesu:

utovarna lopata LM-36:

- utrošak komprimiranog zraka, 4 m³/min
- radni pritisak, 50 do 70 kN/cm²

utovarno-transportni stroj CAVO-310:

- utrošak komprimiranog zraka, 8 m³/min
- radni pritisak, 50 do 70 kN/cm²

ODREĐIVANJE KAPACITETA KOMPRESORSKOG POSTROJENJA

$$V_k = (V_1 + V_2)K \left[m^3 / \text{min} \right]$$

- V_k - količina usisanog zraka
- V_1 - potrošnja zraka pneumatskih postrojenja
- V_2 - gubitak zraka u zračnim vodovima
- K - koeficijent pada efekta kompresora s povećanjem nadmorske visine (do 1000 m, $K = 1$)

$$V_1 = \psi \sum m_i \times q_i \times \xi_i \left[m^3 / \text{min} \right]$$

- m_1, m_2, \dots, m_i - broj alatki ili strojeva istog tipa
- q_1, q_2, \dots, q_i - potrošnja zraka za pojedini tip stroja
- $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_i$ - koeficijent istovremenosti rada ($\xi = 0,6 - 0,1$)
- ψ - koeficijent istrošenosti strojeva i alatki (za srednju istrošenost $\psi = 1,1$)

$$V_2 = a \sum l_{km}$$

- a - srednja količina izgubljenog zraka u m³/min na 1 km zračnog voda ($a = 1,5 \text{ do } 2,0 \text{ m}^3 / \text{min}, 1 \text{ km}$)

Radovi na dobivanju boksita i pripremi obavljaju se paralelno. Ukupno će biti u radu sljedeći potrošači komprimiranog zraka:

- utovarna lopata LM-36, 1 komad
- utovarno-transportni stroj CAVO-310, 3 komada
- bušaći čekići BBD-91, 4 komada
- cijevni ventilatori, 4 komada.

Računa se da će istovremeno raditi tri cijevna ventilatora, jedan bušači čekić, jedna utovarna lopata i dva utovarno-transpotna stroja CAVO-310.

$$V_k = (V_1 + V_2)K = (\psi \sum m_i \times q_i \times \xi_i + a \sum l_{km})$$

$$V_k = 1,1(1 \times 4 + 2 \times 8 + 1 \times 5,5 + 3 \times 1) + 4 \times 1,1 = 39 \text{ m}^3 / \text{min}$$

ODREĐIVANJE PRITISKA KOMPRIMIRANOG ZRAKA

$$P_k = P_n + P_s + P_p \times l$$

gdje je:

- P_k - pritisak komprimiranog zraka kod kompresora
- P_n - pritisak komprimiranog zraka kod najudaljenije alatke
- P_s - pad pritiska uslijed propuštanja vode ($P_s = 0,2 - 0,4 \text{ bar} / 1000 \text{ m vode}$)
- P_p - pritisak za pokretanje komprimiranog zraka u vodovima
($P_p = 0,05 - 0,2 \text{ bar}$)
- l - dužina voda do najudaljenije alatke

$$P_k = (6 + 0,3 \times 2,4 + 0,2 \times 2,4) \times 9,81 = 70,6 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

DIMENZIONIRANJE CIJEVI ZRAČNOG VODA

Dužina zračnog voda iznosi:

- od kompresorske stanice do ulaza u jamu	50	m
- dužina potkopa i glavnih hodnika po koti 780	250	m
- dužina potkopa i prekopnih hodnika po koti 690	700	m
- dužina kosih okana (u istovremenom radu)	100	m
- dužina etažnih hodnika u ležištima (u istovremenom radu)	200	m
Ukupno	1300	m

Za gornji kapacitet i dužinu izabiru se slijedeći unutrašnji promjeri vodova:

- za razvod komprimiranog zraka po potkopima gl. hodnicima $\phi 108 \text{ mm}$
- za razvod komprimiranog zraka kroz kosa okna i etažne hodnike $\phi 60 \text{ mm}$.

DIMENZIONIRANJE KOTLA ZA IZJEDNAČENJE TLAKA

Kotao se dimenzira prema utrošku komprimiranog zraka:

$$V = 1,6\sqrt{q_K}$$

gdje je:

- V - obujam kotla
- q_K - količina usisanog zraka

$$V = 1,6\sqrt{39} = 10\text{ m}^3$$

Odabire se standardni kotao za izjednačenje slijedećih dimenzija:

$$\begin{aligned} D &= 1\,600 \text{ mm} \\ L &= 4\,700 \text{ mm} \\ U &= 550 \text{ mm} \\ G &= 3\,100 \text{ kg} \end{aligned}$$

ODABIR KOMPRESORA

Prema prethodnom proračunu potrebno je 39 m³/min komprimiranog zraka, što zadovoljava kompresorska stanica od dva paralelno ukopčana kompresora EK-RD-30, proizvodnje "Trudbenik" ili drugog proizvođača sličnih značajki.

Tehnički podaci:

- usisna količina zraka: 2 x 26 m³/min=52 m³/min
- radni pritisak 70 kN/cm²
- snaga elektromotora 2 x 200 kW = 400 kW
- hlađenje, vodeno s potrošnjom vode iz cirkulacije 2 x 13 m³/h = 26 m³/h

Dimenzije kompresora:

- dužina 4,7m
- širina 1,4 m
- visina 2,0m.

Kompresorska zgrada izradit će se prema projektnoj dokumentaciji proizvođača kompresora. Stanica treba biti izgrađena:

- s otvorom pri dnu i stropu za zračenje,
- s velikim vratima koja se otvaraju napolje, radi mogućnosti unošenja kompresora,
- s vodovodom za hlađenje koji ima odgovarajuće ventile; vodovod treba položiti tako da voda ulazi u kompresor s donje strane, a izlazi s gornje.

2.4.2. VJETRENJE

2.4.2.1. OPĆE ZNAČAJKE VJETRENJA U PROJEKTIRANIM JAMAMA

Eksploatacija ležišta boksita u eksploatacijskom polju "Bešpelj" osim površinskim (ležišta L-20, L-26, L-35) eksploatirati će se i podzemnim putem (ležišta L-24, L-25, L-27 i L-34), gdje će glavna značajka vjetrenja biti uspostava protočnog vjetrenja pomoću para potkopa ili kombinacijom niskopa i/ili potkopa i ventilacijskog okna. Ležišta L-24 i L-34 otkopavati će se zasebno, te će se za svako ležište dati posebno rješenje vjetrenja. Ležišta L-25 i L-27 su povezana, pa će se za vjetrenje tih dvaju ležišta dati zajedničko rješenje.

2.4.2.2. KONCEPCIJA VJETRENJA JAME LEŽIŠTA L-27 I L-25

Ležište L-27 će se otvoriti parom potkopa, jednim na koti +690 i drugim na koti +780 metara. Veza između ova dva potkopa je slijepo ventilacijsko okno i spiralni niskop koji će služiti za transport materijala i opreme. Protočno vjetrenje uspostaviti će se djelom kroz spiralni niskop te dijelom kroz slijepo ventilacijsko okno, dok će se slijepa radilišta snabdijevati svježom zračnom strujom putem separatnog sistema ventilacije. Glavni ventilator u depresijskom režimu postaviti će se na ulazu u potkop na koti +780 m. Nakon završetka eksploatacije ležišta L-27 otvoriti će se ležište L-25 na način da se produlje spomenuti potkopi na kotama +690 m i +780 m. Primijeniti će se isti sistem vjetrenja kao i u ležištu L-27, s tom razlikom da će se u prvoj fazi eksploatirati ležište do kote +690 m, a u drugoj fazi novim spiralnim niskopom otvoriti će se etaže do kote +600 m. Na koti +600 m izraditi će se potkop koji će omogućiti uspostavu protočnog vjetrenja za drugu fazu eksploatacije ležišta L-25 (Prilozi 2.4.2.1 i 2.7.2.1).

2.4.2.3. VJETRENI PROVODNICI JAME LEŽIŠTA L-27 I L-25

Jamske prostorije koje će služiti za transport i prolaz vjetrene struje, dopremu građe, prolaz ljudi i jamske instalacije prolaziti će gotovo cijelom svojom dužinom kroz čvrste vapnene naslage, pa im stoga neće biti potrebno podgrađivanje. Ove prostorije čine potkopi na kotama +600, +690 i +780 metara, zatim spiralni niskopi i ventilacijska okna. U slučaju da navedene prostorije budu prosijecale trošne zone, biti će podgrađene drvenom trapeznom podgradom na razmaku od 1 m. Budući da se ne očekuju obimnije pojave trošnih zona, što bi rezultiralo potrebom za znatnijim podgrađivanjem, eventualno povećanje otpora zračnih provodnika biti će minimalno. Svijetli profil potkopa iznositi će 7,83 m², spiralnog niskopa 7,82 m² i ventilacijskog okna 7,86 m².

Glavnina zračne struje za vjetrenje slijepih radilišta dopremati će se cijevima za separatnu ventilaciju koje su izrađene od plastičnih materijala promjera 800 mm.

2.4.2.4. VJETRENI PUT

Trasa vjetrenog puta za provođenje protočne zračne struje prilikom eksploatacije ležišta L-27 je: potkop na koti +690 m (grana 2), okno OI (grana 5) nakon kojeg se zračna struja grana na okno O(S) (grana 3) i spiralni niskop SP (grana 4) te izlazi na potkop na koti +780 m (grana 1), prikazano u prilogu 2.4.2.2.

Trasa vjetrenog puta za provođenje protočne zračne struje prilikom I faze eksploatacije ležišta L-25 je: potkop na koti +690 m (grana 7'), spiralni niskop SPII (grana 11) nakon kojeg se zračna struja grana na okno OIII (grana 9) i spiralni niskop SPI (grana 10), odakle odlazi oknom OII (grana 8) i pokopom +780 m (grana 6') izvan jame (prilog 2.4.2.2).

Trasa vjetrenog puta za provođenje protočne zračne struje prilikom II faze eksploatacije ležišta L-25 je: potkop na koti +600 m (grana 18), okno OVII (grana 17) nakon kojeg se zračna struja grana na okno OVI (grana 15) i spiralni niskop SPIV (grana 16). Iz ova dva zračna provodnika zračne struje utječu u potkop na koti +690 m (grana 14) te se zatim zračna struja ponovo grana na okno OV (grana 12) i spiralni niskop SPIII (grana 13) da bi se zatim ponovo sjedinila u oknu OII (grana 8). Iz okna potkopom +780 m (grana 6') zračna struja se odvodi iz jame (prilog 2.4.2.2).

2.4.2.5. PRORAČUN POTREBNE KOLIČINE ZRAKA

Iskustva na bazi dugogodišnje eksploatacije boksita na ovim područjima pokazala su da ne treba očekivati pojave eksplozivnih plinova prilikom otkopavanja u ovakvim i sličnim jamama. Nasuprot tome, očekuju se plinovi koji su produkti sagorijevanja dizel goriva i detonacije komercijalnih eksploziva. To su prvenstveno ugljik-monoksid, ugljik-dioksid i dušični oksidi. Osim toga u dizel emisijama prisutna je čađa. Prilikom bušenja i miniranja stvara se još i agresivna mineralna prašina obzirom na sadržaj SiO_2 u boksitu. Razblaženje plinova te uklanjanje čađe i prašine, obavljati će se izdašnjim vjetrenjem.

Potrebna količina zraka za vjetrenje i ove jame odrediti će se na osnovu slijedećih veličina:

- godišnje proizvodnje jame,
- količine ispušnih plinova dizel mehanizacije,
- broja zaposlenih.

Godišnja proizvodnja jame za vrijeme eksploatacije ležišta L-27 iznositi će 25000 t, a u nastavku eksploatacije za ležište L-25 50000 t. Dobivanje mineralnih sirovina, kao i izrada hodnika izvoditi će se miniranjem.

Eksploatacija u jami ležišta L-27 i L-25 odvijati će se u dvije osmosatne radne smijene. Pri eksploataciji ležišta L-27 otkopavati će se dva, a prilikom eksploatacije ležišta L-25 četiri radna čela. Po smjeni će biti uposleno maksimalno 14 radnika.

Najveća količina eksploziva koja će se istovremeno otpucati u smjeni iznosi 30 kg.

2.4.2.5.1. POTREBNA KOLIČINA ZRAKA OBZIROM NA GODIŠNJU PROIZVODNJU JAME

Za određivanje ukupne količine zraka za ventilaciju rudnika metala i nemetala, (nemetanske jame) neki autori iz bivšeg SSSR-a došli su do vrlo praktičnih empirijskih formula na osnovu kojih se može odrediti orijentacijska količina zraka potrebna za cijelu jamu. Istraživanja su pokazala njihovu ispravnost.

Obrazac prema kojemu se izvodi proračun glasi (V. Jovičić, 1973, Ventilacija rudnika):

$$Q_{uk} = 195 \times P_g, \text{ m}^3/\text{s} \quad (1)$$

gdje je:

P_g – godišnja proizvodnja u milijunima tona, što iznosi 0,05

Proračun će se izvesti prema većoj godišnjoj proizvodnji, kao nepovoljniji slučaj:

$$Q_{uk} = 195 \times 0,05 = 9,75 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.4.2.5.2. POTREBNA KOLIČINA ZRAKA OBZIROM NA DIZEL MEHANIZACIJU

Utovar

Utovarno transportno istovarni (UTI) stroj tipa GHH (2 m³), pogonski motor snage 66 kW

Količina zraka potrebna za provjetravanje jamskih prostorija određuje se temeljem plinova miniranja, plinova i čađa od motora SUS, pri čemu minimalna količina zraka ne smije biti manja od 4m³/kW/min., najmanje potrebne brzine strujanja zraka i broja radnika u jami (Pravilnik o tehničkim normativima za podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina metala i nemetala SL 24/91).

Budući da istovremeno neće raditi oba stroja, potrebna količina zraka odrediti će se prema nepovoljnijem slučaju, odnosno za stroj veće instalirane snage. Za taj slučaj potrebna količina zraka iznosi (temeljem članka 250 Pravilnika o tehničkim normativima za podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina metala i nemetala, S.L. 24/91):

$$\text{UTI stroj tipa GHH (2 m}^3\text{) } 66\text{kW} \cdot 4,0 \text{ m}^3/\text{kW}/\text{min.} \rightarrow 264 \text{ m}^3/\text{min (4,4 m}^3/\text{s)}$$

Pravilnikom o tehničkim normativima za strojeve s dizelskim motorima koji se upotrebljavaju u podzemnim rudarskim radovima u nemetanskim jamama (SL 66/78) određeno je da u sastavu jamskog zraka opasni plinovi ne smiju prijeći maksimalno dopuštene koncentracije (MDK) pri kojima se može raditi bez posebnih zaštitnih sredstava (čl. 40 Pravilnika o tehničkim normativima za strojeve s dizelskim motorima koji se upotrebljavaju pri podzemnim rudarskim radovima u nemetanskim jamama, SL 66/78):

- ugljični monoksid (CO)	0,005 vol. % (50 ppm)
- ugljični dioksid (CO ₂)	0,5 vol. % (5000 ppm)
- dušični monoksid (NO)	0,0025 vol. % (25 ppm)
- dušični dioksid (NO ₂)	0,0005 vol. % (5 ppm)
- sumporni dioksid (SO ₂)	0,0004 vol. % (4 ppm)
- formaldehid (HCHO)	0,00008 vol % (0,8 ppm)
- akrolein (CH ₂ CHCHO)	0,00001 vol % (0,1 ppm)

Pri proračunu količina zraka potrebnih za razblaženje ispušnih plinova do maksimalno dopuštenih koncentracija ne uzima se u obzir djelovanje katalitičkih i vodenih pročistača (članak 42 Pravilnika o tehničkim normativima za strojeve s dizelskim motorima koji se upotrebljavaju pri podzemnim rudarskim radovima u nemetanskim jamama, SL 66/78).

Obrazac prema kojem se proračunavaju potrebne količine zraka za razblaženje ispušnih plinova dizel mehanizacije do maksimalno dopuštenih koncentracija (Teply, E., 1990: Rudnička ventilacija) glasi:

$$Q_d = \frac{k \times c \times \sum (N_i \eta_i)}{3600} \times \frac{100}{m_{CO}}, \text{ m}^3/\text{s} \quad (2)$$

gdje je:

- k – koeficijent određen eksperimentalno
- c – redukcija otrovnih ispušnih plinova na osnovicu CO
- N_i – snaga pojedinog stroja
- η_i – faktor iskorištenja

m_{CO} – ograničenje MDK

Otrovne plinove treba u zavisnosti od njihovog sastava i udjela u ispušnim plinovima reducirati na osnovicu CO od 0,005 vol. % prema ograničenju po propisima MDK (Tablica 2.4-15). Normativi za proračun količine zraka određeni su prema E. Teply-u (Rudnička ventilacija).

Tablica 2.4-15 Redukcija otrovnih ispušnih plinova na osnovicu CO

Plin	Učešće (m ³ /h/kW)	Koeficijent redukcije	Na CO reduciran sadržaj plinova c (m ³ /h/kW)
CO	0,001020	1	0,001020
NO _x	0,000240	10	0,002400
SO ₂	0,000833	12,5	0,010413
Aldehidi	0,000003	500	0,001500
Σ	0,002096		0,015333

$$Q_d = \frac{k \times c \times \sum(N_i \eta_i)}{3600} \times \frac{100}{m_{CO}} = \frac{1,5 \times 0,015333 \times 100}{3600 \times 0,005} \sum(N_i \eta_i)$$

$$= 0,130 \sum(N_i \eta_i) \text{ (m}^3/\text{s)}$$

Na radilištu je u pogonu jedan UTI stroj nominalne snage 66 kW, uz prosječno iskorištenje od $\eta=0,8$:

$$\sum(N_i \eta_i) = 66 \times 0,8 = 52,8 \text{ kW}$$

Potrebna količina zraka iznosi:

$$Q_d = 0,130 \text{ m}^3/\text{s} \times 52,8 = 6,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

U jamu je potrebno uvesti 6,9 m³/s svježeg zraka za razblaženje opasnih ispušnih plinova dizel mehanizacije. To je za 2,5 m³/s, 36 % više nego je propisano dotičnim Pravilnikom. Budući da će na radilište pristizati smanjena količina zraka uslijed gubitaka uzduž vjetrenih provodnika, treba se radi sigurnosti odabrati ventilator većeg kapaciteta od dobivene vrijednosti određene Pravilnikom.

2.4.2.5.3. UKUPNA KOLIČINA SVJEŽEG ZRAKA KOJU JE POTREBNO DOBAVITI VENTILATOROM Q_{U4}

U najnepovoljnijem slučaju s aspekta vjetrenja u jami će pri eksploataciji ležišta L-27 biti istovremeno otkopavana četiri radna čela, što znači da će u stvari biti potrebna četiri sistema separatne ventilacije. Ventilatori za separatno vjetrenje zahvaćati će zrak iz slijepog ventilacijskog okna kojim će strujati glavina protočne zračne struje. Za opskrbu ova četiri radilišta dostatnom količinom zraka biti će potrebna četverostruka količina zraka potrebna za vjetrenje samo jednog radilišta.

Za vjetrenje jednog radilišta potrebna količina zraka iznositi će:

1. Za razblaženje ispušnih plinova dizel mehanizacije, prema obrascu (2):

$$Q_{d1} = \frac{k \times c \times \sum (N_i \eta_i)}{3600} \times \frac{100}{m_{CO}} = \frac{1,5 \times 0,015333 \times 100}{3600 \times 0,005} \sum (N_i \eta_i)$$

$$= 0,130 \sum (N_i \eta_i) \text{ (m}^3/\text{s)}$$

gdje je:

k – koeficijent određen eksperimentalno

c – redukcija otrovnih ispušnih plinova na osnovicu CO

N_i – snaga pojedinog stroja

η_i – faktor iskorištenja

m_{CO} – ograničenje MDK

Na radilištu je u pogonu jedan utovarivač nominalne snage 50 kW, uz prosječno iskorištenje od $\eta=0,8$:

$$\sum (N_i \eta_i) = 50 \times 0,8 = 40 \text{ kW}$$

Potrebna količina zraka iznosi:

$$Q_{d1} = 0,130 \text{ m}^3/\text{s} \times 40 = 5,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Obzirom na broj zaposlenih

$$Q_z = n_z \times q_z = 5 \times 3 = 15 \text{ (m}^3/\text{min)} = 0,25 \text{ m}^3/\text{s} \quad (3)$$

$q_z = 3,0 \text{ m}^3/\text{min}/\text{radn.}$ - propisana minimalna količina zraka po zaposlenom (čl. 250 Pravilnika Pravilnik o tehničkim normativima za podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina metala i nemetala, SL 24/91)

3. Obzirom na gubitke uzduž ventilacijske cijevi

Prema E. Teply-u (Rudnička ventilacija, 1990) proračun se obavlja po obrascu:

$$Q_d' = \frac{Q_d}{1 - mL \times 10^{-4}}, \text{ m}^3/\text{s} \quad (4)$$

Postotni gubici za jedinicu dužine od 100 m plastične cijevi, preuzeti iz E. Teply-u (Rudnička ventilacija, 1990), iznose:

$$L = 200 \text{ m}$$

$$m = 2$$

$$Q_{d1}' = \frac{Q_{d1}}{1 - mL \times 10^{-4}} = \frac{5,2}{1 - 2 \times 200 \times 10^{-4}} = 5,42 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ukupna količina svježeg zraka za separatno vjetrenje

Ukupna količina svježeg zraka koju je potrebno dobiti ventilatorom za separatno vjetrenje iznosi:

$$Q_{u1} = Q_{d1}' + Q_{z1} = 5,42 + 0,25 = 5,67 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ukupna količina svježeg zraka za glavni ventilator

Ukupna količina svježeg zraka kojeg je potrebno dobiti glavnim ventilatorom iznosi:

$$Q_{u4}=5,67 \times 4 \times 1,2=27,22 \text{ m}^3/\text{s}$$

Uzeti će se da za potrebe vjetrenja jame ležišta L-27 i L-25 ukupna količina zraka koju je potrebno dobiti ventilatorom iznosi $Q_{u4}=30 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.4.2.6. ODABIR GLAVNOG VENTILATORA

Za dobavljanje potrebne količine zraka od $Q_{u4}=30 \text{ m}^3/\text{s}$ depresija ventilatora iznosi $h_{v4}=2184,991 \text{ Pa}$ (222,8 mm V.S.).

Snaga pogonskog motora ventilatora računa se prema obrascu E. Teply-u (Rudnička ventilacija, 1990):

$$P_i = \frac{Q_u h_v}{102\eta}, \text{ kW} \quad (5)$$

gdje je:

P_i – instalirana snaga elektromotora ventilatora, kW

Q_u – količina zraka, m^3/s

h_v – depresija ventilatora, mm V.S.

η – stupanj korisnog djelovanja

Snaga pogonskog motora ventilatora će biti:

$$P_i = \frac{30 \times 222,8}{102 \times 0,91} = 72,01 \text{ kW}$$

Prema članku 225 Propisa o tehničkim mjerama i zaštiti na radu pri podzemnim rudarskim radovima potrebno je da motori glavnih i rezervnih ventilatora budu dimenzionirani još i na mogućnost trajnog opterećenja u visini od 25 %.

Konačna snaga motora ventilatora, prema tome, ne smije biti manja od

$$P_{i\text{min.}}=72,01 \times 1,25=90,0 \text{ kW}$$

Prema zahtjevu članka 224 istih Propisa biti će instalirana samo jedna ventilatorska jedinica opskrbljena rezervnim motorom.

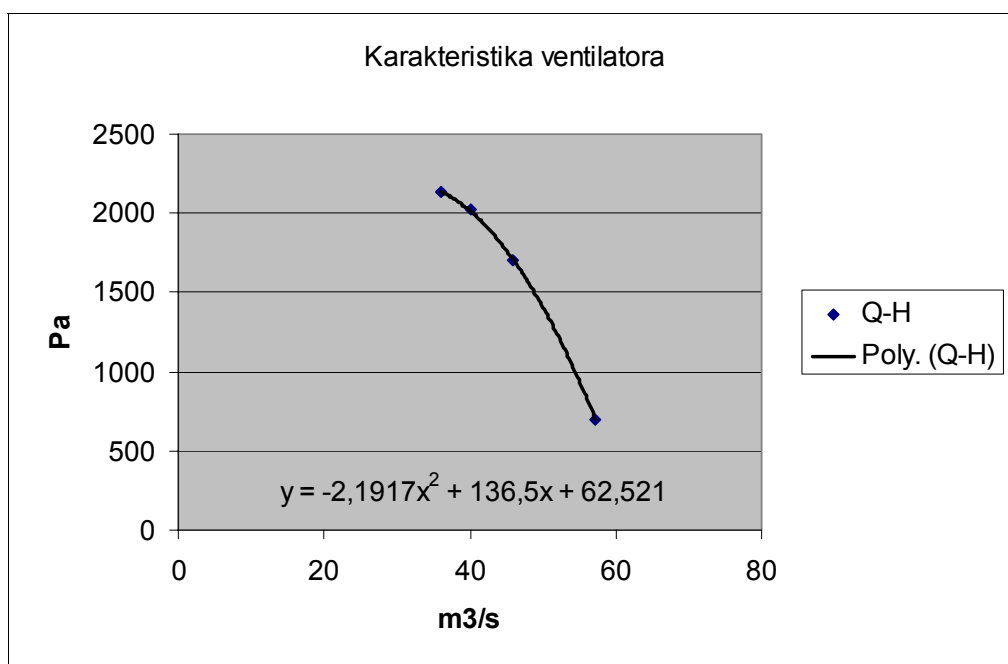
U skladu sa proračunatim vrijednostima potrebne količine zraka i gubitaka duž vjetrenih provodnika, te zahtjevima iz projektne zadaće, odabire se ventilator sa nešto većom dobavom zraka i proizvedenom depresijom iz razloga što nije uzeta u račun prirodna depresija jame koja obzirom na različite klimatske uvjete tokom godine, može imati različite smjerove.

Izabran je aksijalni ventilator sa nominalnom dobavom zraka od min. 37,0 do maks. 57,0 (m^3/s) proizvođača "Korfmann" – Njemačka, tip AL 16-900.

Tehnički podaci AL 16-900:

Nominalna dobava zraka:	37,0 – 57,0 m^3/s
Ukupni tlak:	2150 – 800 Pa
Instalirana snaga:	90 kW
Dimenzije:	Ø 1600x2000 mm
Masa:	2020 kg

Na slici 2.4-31 prikazana je karakteristika ventilatora.



Slika 2.4-31 Karakteristika ventilatora "Korfmann" AL 16-900

2.4.2.7 VJETRENO POSTROJENJE

Ventilator se smješta na kraju vjetrenog kanala promjera 2 m. Vjetreni kanal dubi se na udaljenosti od 20 m od ušća potkopa na koti +780 m pod kutem od 24° od uzdužne osi potkopa. Na stjenke vjetrenog kanala stavlja se betonska obloga debljine 20 cm. Na ušću vjetrenog kanala postavlja se zaštitna rešetka. Vjetreno postrojenje prikazano je na dispoziciji u prilogu 2.4.2.4. Postolje na koje se postavlja ventilator izrađeno je od čeličnih L profila 200x200x18 mm i 160x160x15 mm učvršćenih u betonskom temelju. Između ventilatora i ventilacijskog kanala postavlja se prijelazna ventilacijska cijev od čeličnog lima debljine 4 mm i duljine 5 m.

Ventilator se postavlja tako da siše zrak iz jame.

Puštanje u rad ventilatora te kontrola radnih parametara izvoditi će se na kontrolnom ormariću koji mora biti smješten u neposrednoj blizini ventilatora.

Ventilator i kontrolni ormarić moraju biti zaštićeni od pristupa nezaposlenima i zaklonjeni u objektu dobrih termoizolacijskih svojstava uz zahtjev da postoji nesmetani protok zraka iz difuzora.

Na ulazu u potkop postavljaju se vjetrena vrata i namještaju se tako da se otvaraju na vanjsku stranu.

Na ventilatoru se ne predviđa stalna posada, nego će se ugraditi automatski alarmni uređaj koji će signalizirati npr. nestanak električne energije, ili ako iz bilo kojeg razloga ventilator prestane s radom.

2.4.2.8. PRORAČUN VREMENA ZA PROVJETRANJE RADILIŠTA NAKON MINIRANJA

Bušenje i miniranje izvodi se u jednoj smjeni a utovar i transport u drugoj. Količina zraka koji se dovodi za vjetrenje radilišta na kojem se izvodi bušenje i miniranje iznosi $Q_u=7,45 \text{ m}^3/\text{s}$.

Za razblaženje plinova detonacije nakon miniranja ne provodi se proračun za određivanje potrebnih količina zraka, već se određuje potrebno vrijeme T_m za vjetrenje radilišta za količinu zraka koja se dovodi na otkopno radilište prema obrascu E. Teply-a (Rudnička ventilacija, 1990):

$$(T_m - 1)\log V - T_m \log \left(\frac{60Q_u}{k} + V \right) = \log \frac{m_{CO}}{100q_{CO}}, \text{ min.} \quad (7)$$

gdje je:

V – volumen radilišta koji se zrači, m^3

$k=1,5$ – koeficijent određen eksperimentalno

q_{CO} – količina plinova detonacije reduciranih na CO, (nor. m^3/kg eksploziva)

$m_{CO} = 0,005 \text{ vol\%}$ - ograničenje MDK

$V=LxF=20 \times 7=140 \text{ m}^3$

$q_{CO}=1,11$ (nor. $\text{m}^3 \text{ CO}$)

$q_{CO}=cxE=0,037 \times 30=1,11$ (nor. $\text{m}^3 \text{ CO}$)

$c=0,037 \text{ m}^3/\text{kg}$ eksploziva

$c=V_{CO}+10 \times V_{NOx}=0,018466+10 \times 0,001840=0,036866$ (m^3/kg)= $0,037$ (m^3/kg eksploziva)

$V_{CO}=0,018466 \text{ m}^3/\text{kg}$ - maksimalna količina ugljičnog monoksida po kilogramu eksploziva Vitezita koji se razvije prilikom detonacije tog eksploziva

$V_{NOx}=0,001840 \text{ m}^3/\text{kg}$ - maksimalna količina dušičnih oksida po kilogramu eksploziva Vitezita koji se razviju prilikom detonacije tog eksploziva

$E=30 \text{ kg}$ - ukupna količina eksploziva Vitezita koji se otpuca prilikom miniranja otkopnog stupa

$$(T_m - 1)\log 140 - T_m \log \left(\frac{60 \times 5,67}{1,5} + 140 \right) = \log \frac{0,005}{100 \times 1,11}$$

$$\Rightarrow T_m = 5,26 \text{ (min.)} \Rightarrow \text{usvaja se } T_m = 6 \text{ minuta}$$

Za provjetravanje otkopnih radilišta nakon miniranja potrebno je 6 minuta.

2.4.2.9. RAZVOĐENJE VJETRENE STRUJE

Količina zraka koja je potrebna za vjetrenje jednog slijepog radilišta iznosi $Q_{u1}=5,67 \text{ m}^3/\text{s}$ i jednaka je količini za razblaženje ispušnih plinova jamskog utovarivača, količini za zaposlene i količini gubitaka uzduž ventilacijske cijevi.

Obzirom na napredovanje radova u jami ležišta L-27 i L-25 s aspekta vjetrenja postoje tri zasebna slučaja. Najnepovoljniji je posljednji (II faza eksploatacije ležišta L-25) kada su vjetreni provodnici (potkopi na kotama +690 m i +600 m) najduži (prilog 2.4.2.2). Pritom je predviđeno da istovremeno u eksploataciji budu četiri radna čela. Za vjetrenje tih radilišta zahvaćati će se zrak iz protočne zračne struje koja prolazi ventilacijskim oknima OVI (grana 15), količina $Q_{15}=32,4 \text{ m}^3/\text{s}$ i OV (grana 12), količina $Q_{12}=32,719 \text{ m}^3/\text{s}$. To je više od proračunate potrebne količine $Q_{u4}=30$ (m^3/s) koja je dovoljna za opskrbljivanje četiri radilišta svježim zrakom.

Pri eksploataciji ležišta L-27 potreba za svježim zrakom biti će upola manja, jer će istovremeno biti otkopavana samo dva radna čela.

Kod I faze eksploatacije ležišta L-25 ventilacijsko okno OIII (grana 9) biti će opskrbljivano svježom zračnom strujom putem potkopa +690 m koji je kraći za 720 m od potkopa na koti +600 m, pa će s aspekta vjetrenja i taj slučaj biti povoljniji.

2.4.2.10. OTPORI VJETRENIH PROVODNIKA

Otpori pojedinih vjetrenih provodnika jame ležišta L-27 prikazani su u tablici 2.4-16. Otpori pojedinih vjetrenih provodnika jame ležišta L-27 i L-25 (I faza) prikazani su u u tablici 2.4-17.

Otpori pojedinih vjetrenih provodnika jame ležišta L-27 i L-25 (II faza) prikazani su u u tablici 2.4-18.

Linearni otpori vjetrenih provodnika R_L izračunati su prema obrascu E. Teply-a (Rudnička ventilacija, 1990):

$$R_L = \frac{\lambda \rho}{8} \times \frac{LO}{F^3}, \text{Ns}^2/\text{m}^8 \quad (8)$$

gdje je:

- $\lambda=0,075$ – koeficijent otpora za prostorije bez podgrade (gola stijena, bokovi nepravilni i ravan pod)
- $\rho=1,22 \text{ (kg/m}^3\text{)}$ – gustoća jamskog zraka
- L – duljina jamskih vjetrenih provodnika, m
- O – opseg jamskih vjetrenih provodnika, m
- F – površina poprečnog presjeka jamskih vjetrenih provodnika, m^2

U proračunu otpora vjetrenih provodnika uzeti su u obzir i dodatni otpori uslijed krivina R_K , proširenja odnosno suženja R_S , čeonni otpori R_C i otpori otkopnih radilišta R_O .

Otpori skretanja R_K uzimani su uprosječno po jednom skretanju $0,010 \text{ (Ns}^2/\text{m}^8\text{)}$.

Otpori suženja (proširenja) R_S izračunati su prema obrascu E. Teply-a:

$$R_S = \xi_S \frac{\rho}{2F_S^2}, \text{Ns}^2/\text{m}^8 \quad (9)$$

gdje je:

- ξ_S – koeficijent suženja (proširenja) ovisan o koeficijentu otpora i odnosu površina poprečnog presjeka užeg i šireg profila (vadi se iz tablica E. Teply-a (Rudnička ventilacija, 1990)
- F_S – površina poprečnog presjeka užeg profila, m^2

Čeonni otpor R_C posljedica je udara zračne struje u jamski utovarivač i računa se prema obrascu E. Teply-a (Rudnička ventilacija, 1990):

$$R_C = \frac{c\rho}{2} \times \frac{F_V}{(F-F_V)^3}, \text{Ns}^2/\text{m}^8 \quad (10)$$

gdje je:

- $c=1,2$ - koeficijent ovisan o jamskim uvjetima
- F - površina poprečnog presjeka vjetrenog provodnika u kojem se kreće jamski utovarivač, m^2
- F_V - površina poprečnog presjeka jamskog utovarivača, m^2

Otpori otkopnih radilišta R_O izračunati su prema obrascu za proširenje i suženje vjetrenih provodnika.

Tablica 2.4-16 Otpori vjetrenih provodnika jame ležišta L-27

grana	dionica	duljina dionice L, (m)	površina profila, F, (m ²)	opseg profila, O, (m)	otpori, (Ns ² /m ⁸)					
					linearni R _L	krivina R _K	suženja R _S	čeonu R _Č	otkopa R _O	∑ R
1	potkop 780	350	7,83	10,63	0,088644					0,088644
2	potkop 690	580	7,83	10,63	0,146895			0,007388		0,154283
3	okno O (S)	55	7,86	11,21	0,022267		0,000592			0,022860
4	sp. niskop SP	320	7,82	10,63	0,081357	0,280000		0,007426		0,368783
5	okno O I	45	7,86	11,21	0,018219		0,000592			0,018811

Tablica 2.4-17 Otpori vjetrenih provodnika jame ležišta L-27 i L-25 (I faza)

grana	dionica	duljina dionice L, (m)	površina profila, F, (m ²)	opseg profila, O, (m)	otpori, (Ns ² /m ⁸)					
					linearni R _L	krivina R _K	suženja R _S	čeonu R _Č	otkopa R _O	∑ R
6'	potkop 780	1750	7,83	10,63	0,443218					0,443218
7'	potkop 690	1980	7,83	10,63	0,501469			0,007388		0,508857
8	okno O II	47	7,86	11,21	0,019028		0,000592			0,019621
9	okno O III	22	7,86	11,21	0,008907		0,000592			0,009499
10	sp. niskop SP I	170	7,82	10,63	0,043221	0,120000				0,163221
11	sp. niskop SP II	173	7,82	10,63	0,043984	0,120000				0,163984

Tablica 2.4-18 Otpori vjetrenih provodnika jame ležišta L-27 i L-25 (II faza)

grana	dionica	duljina dionice L, (m)	površina profila, F, (m ²)	opseg profila, O, (m)	otpori, (Ns ² /m ⁸)					
					linearni R _L	krivina R _K	suženja R _S	čeonu R _Č	otkopa R _O	∑ R
6'	potkop 780	1750	7,83	10,63	0,443218					0,443218
8	okno O II	47	7,86	11,21	0,019028		0,000592			0,019621
12	okno O V	47	7,86	11,21	0,019028		0,000592			0,019621
13	sp. niskop SP III	343	7,82	10,63	0,087204	0,240000		0,007426		0,334631
14	potkop 690	5	7,83	10,63	0,001266			0,007388		0,008654
15	okno O VI	52	7,86	11,21	0,021053		0,000592			0,021645
16	sp. niskop SP IV	372	7,82	10,63	0,094577	0,240000				0,334577
17	okno O VII	37	7,86	11,21	0,014980		0,000592			0,015572
18	potkop 600	2700	7,83	10,63	0,683822			0,007388		0,691210

2.4.2.11. SLOBODNA RASPODJELA ZRAKA U VJETRENOJ MREŽI

Slobodna raspodjela jamskog zraka u vjetrenoj mreži jame ležišta L-27 i L-25 (Prilog 2.4.2.2) proračunata je metodom postepenog približavanja prema obrascu Hardy – Cross-a (E. Teply, Rudnička ventilacija, 1990):

$$\Delta Q_j = \frac{\sum_{i=1}^n \text{sign} R_i Q_i^2 \pm h_{vj} \pm h_{pj}}{2 \sum_{i=1}^n R_i Q_i \pm h_{vj}'}, \text{ m}^3/\text{s} \quad (11)$$

gdje je:

ΔQ_j – popravak količina zraka na j-tom vjetrenom putu, m^3/s

i – broj grana na j-tom vjetrenom putu

R_i – otpor i-te vjetrene grane, Ns^2/m^8

Q_i – količina zraka u i-toj vjetrenoj grani, m^3/s

h_{vj} – depresija ventilatora koji djeluje na j-tom vjetrenom putu, Pa

h_{pj} – prirodna depresija koja djeluje na j-tom vjetrenom putu, Pa

h_{vj}' – derivacija depresije ventilatora koji djeluje na j-tom vjetrenom putu, Pa

Ulazni podaci u proračunu:

Otpori grana R, Ns^2/m^8

$R_6=0,443218$

$R_8=0,019621$

$R_{12}=0,019621$

$R_{13}=0,334631$

$R_{14}=0,008654$

$R_{15}=0,021645$

$R_{16}=0,334577$

$R_{17}=0,015572$

$R_{18}=0,691210$

Pretpostavljene protočne količine jamskog zraka u granama vjetrene mreže Q, m^3/s :

$Q_6=30,0$

$Q_8=30,0$

$Q_{12}=28,0$

$Q_{13}=2,0$

$Q_{14}=30,0$

$Q_{15}=28,0$

$Q_{16}=2,0$

$Q_{17}=30,0$

$Q_{18}=30,0$

Jednadžba glavnog ventilatora h_v , Pa

$$h_v = -2,1917 \times Q_6^2 + 136,5 \times Q_6 + 62,521$$

Jednadžba depresije ventilatora izračunata je iz karakteristike ventilatora.

Prirodna depresija ($h_p=0$) u proračunu je zanemarena jer obzirom na različite klimatske prilike tokom godine znatnije varira i može imati različite smjerove.

Rezultati slobodne raspodjele jamskog zraka u vjetrenoj mreži Q, m^3/s :

$Q_6=40,642$

$Q_8=40,642$

$Q_{12}=32,719$

$Q_{13}=7,923$

$Q_{14}=40,642$

$Q_{15}=32,4$

$Q_{16}=8,241$

$Q_{17}=40,642$

$Q_{18}=40,642$

Depresija ventilatora h_v pri proračunatim količinama

$$h_v = -2,1917 \times 40,642^2 + 136,5 \times 40,642 + 62,521 = 1989,97 \text{ Pa}$$

Slobodnom raspodjelom zraka u vjetrenoj mreži postignute su potrebne (proračunate) protočne količine zraka u jamskim prostorijama (ventilacijskim oknima) OVI (grana 15) količina $Q_{15}=32,4 \text{ m}^3/\text{s}$ (potrebno $30 \text{ m}^3/\text{s}$) i OV (grana 12) količina $Q_{12}=32,719 \text{ m}^3/\text{s}$ (potrebno $30 \text{ m}^3/\text{s}$). Spiralnim niskopima SPIV (grana 16) i SPIII (grana 13) struji dovoljna količina zraka ($Q_{16}=8,241 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{13}=7,923 \text{ m}^3/\text{s}$) za razblaženje dizel emisija jamskog utovarivača $Q_{d1}=5,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Slobodna raspodjela provedena je za najnepovoljniji slučaj kada su vjetreni provodnici za dopremu svježe zračne struje najduži. U početnoj fazi eksploatacije ova raspodjela će biti pogodnija, odnosno dobavljati će se veće količine zraka u ventilacijska okna, odakle se zrak dalje distribuira po slijepim radilištima putem separatne ventilacije.

2.4.2.12. REGULACIJA VJETRENE MREŽE

Regulacija vjetrene mreže jame ležišta L-27 i L-25 treba omogućiti raspodjelu zraka po pojedinim jamskim prostorijama u skladu sa proračunatim potrebnim količinama zraka.

Ovaj zadatak izvesti će se na dva načina:

- ugradnjom cijevnih ventilatora za separatno vjetrenje slijepih radilišta (maksimalno četiri),
- postavljanjem regulacijskih pregrada za vođenje protočne zračne struje točno određenim vjetrenim putem.

Karakteristike ventilatora za separatno vjetrenje moraju odgovarati potrebama za opskrbom radilišta minimalno dovoljnom količinom svježeg zraka zahtijevanog proračunom $Q_{ul}=5,67 \text{ m}^3/\text{s}$, npr. ventilator sa nominalnom dobavom zraka od min. 6,4 do maks. 9,5 m^3/s proizvođača "Korfmann" – Njemačka, tip AL 8-40. Rad ventilatora treba regulirati tako da ne prekoračuje dobavu zraka od 6,4 m^3/s jer bi to u ukupnoj sumi (uvećanoj za 20 % prema zahtjevu iz članka 260 Pravilnika za četiri cijevna ventilatora prekoračilo količinu $Q_{15}=32,4 \text{ m}^3/\text{s}$ koja struji ventilacijskim oknom OVI.

Tehnički podaci AL 8-40:

Nominalna dobava zraka:	6,4 – 9,5 (m^3/s)
Ukupni tlak:	540 – 300 (Pa)
Instalirana snaga:	4 (kW)
Dimenzije:	Ø 800x610 (mm)
Masa:	135 (kg)

Ventilator za separatno vjetrenje postaviti će se neposredno uz ventilacijsko okno, odakle će dalje opskrbljivati radilište svježom zračnom strujom putem ventilacijskih cijevi.

Regulacijske pregrade postavljati će se tako da se omogući pristizanje svježe zračne struje u ventilacijsko okno najkraćim putem, odakle će se zahvaćati separatnim ventilatorima i dopremati na slijepa radilišta (Prilog 2.4.2.1)

Stoga će se po završetku eksploatacije ležišta L-27 ono regulacijskim pregradama P1 i P2 hermetički odijeliti od ostatka jame. Isto tako prilikom eksploatacije II faze ležišta L-25 postaviti će se regulacijska pregrada P3 neposredno ispred spiralnog niskopa SPIII u potkopu na koti +690 m kako bi se uspostavilo protočno vjetrenje putem potkopa na koti +600 m.

2.4.2.13. UTROŠAK ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA RAD VENTILATORA

Godišnji utrošak električne energije E_g glavnog ventilatora:

$$E_g = P_a \times T = 11,4 \times 4250 = 48450 \text{ kWh} \quad (13)$$

$$P_a = \frac{P_i \cdot f_o \cdot f_i}{\eta} = \frac{11,0 \times 0,8 \times 1,0}{0,77} = 11,4 \text{ kW} \quad (14)$$

gdje je:

$P_a = 11,4 \text{ kW}$	- angažirana snaga
$P_i = 11,0 \text{ kW}$	- instalirana snaga elektromotora ventilatora
$F_o = 0,8$	- faktor opterećenja
$F_i = 1,0$	- faktor istovremenosti potrošača
$\eta = 0,77$	- koeficijent djelotvornosti pogonskog motora
$T = 4420 \text{ sati}$	- godišnji sati rada ventilatora
	$T = (2 \times T_s + 1) \times D_g = (2 \times 8 + 1) \times 250 = 4250 \text{ sati}$
$T_s = 8 \text{ sati}$	- trajanje smjene
$D_g = 250 \text{ dana}$	- radni dani godišnje

Ventilator treba raditi pola sata prije i poslije završetka smjene.

Godišnji utrošak električne energije E_s ventilatora za separatno vjetrenje:

prema (13) $E_s = 4,16 \times 4250 = 17680 \text{ kWh}$

prema (14) $P_a = \frac{4,0 \times 0,8 \times 1,0}{0,77} = 4,16 \text{ (kW)}$

Ventilator treba raditi pola sata prije i poslije završetka smjene.

2.4.3. ODVODNJAVANJE I ZAŠTITA OD POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA

2.4.3.1. SVOJSTVA I KOLIČINE POVRŠINSKE I PODZEMNE VODE TE NJIHOV DOTOK U JAMU

Teren uglavnom izgrađuju karbonatne naslage (vapnenci i karbonatni klastiti), pretežito ispucale i okršene. Na površini terena razvijeni su krški oblici, najčešće su vrtače. U podzemlju su ustanovljene brojne kaverne različitih dimenzija. Padalinske vode koje dođu na površine terena izgrađene od podinskih vapnenaca brzo poniru u podzemlje i spuštaju se duboko prema rijeci Vrbas koji je glavni recipijent voda u ovom području. Rijeka Vrbas je i erozijska baza u ovom području pa u nju u obliku baznih dotoka dotječe i većina padalinskih voda s Bešpeljske krške zaravni. Zbog toga u podinskim vapnencima ne treba očekivati podzemnu vodu, a pogotovo u području ležišta koja su visoko iznad Vrbasa.

U karbonatnim klastitima koji čine krovinu razlikuju se dva litološka člana po hidrogeološkim osobitostima. Prvi, stariji član predstavljaju: karbonatne breče, brečokonglomerati, kalkareniti, grebenski vapnenci i rijetko glinoviti mikriti, čija je debljina 40 pa i više metara. Hidrogeološki, ovaj član je jako sličan podinskim vapnencima s kojima čini jedinstvenu hidrogeološku cjelinu. Dobro je vodopropustan te se podzemna voda neće zadržavati u njemu kao ni u podinskim vapnencima.

Drugi, mlađi član karbonatnih klastita sastavljen je od karbonatnih breča, kalkarenita i lapora koji su u cjelini vodonepropusni i predstavljaju barijeru poniranju površinskih voda u

podzemlje, ali i podzemnu barijeru tečenju voda u podzemlju. Strukturni položaj ovog člana u podzemlju, uzrokuje pojavu tzv. visećih barijera koje lokalno zadržavaju podzemne vode dok se glavina podzemne vode spušta kroz debeli vapnenački vodonosnik prema Vrbasu.

Većina ležišta se nalazi visoko iznad podzemnih voda (iznad 300 m n.m.), a u svome okruženju imaju karbonatne dobro propusne naslage, te se ne očekuju problemi s podzemnom vodom tijekom eksploatacije. Tek kod ležišta koja su duboko mogu se očekivati eventualni problemi s podzemnom vodom koja se akumulira u području visećih barijera (lapori).

2.4.3.2. ODABIR OSNOVNE KONCEPCIJE I RJEŠENJE NAČINA ODVODNJAVANJA

Pojava vode koja će se drenirati u prostor podzemnih prostorija imat će privremeni značaj. To znači da će se voda procjeđivati dublje u podzemlje i da se neće zadržavati na razini podzemnih rudarskih radova.

U cilju trenutne odvodnje ocjednih voda, sve podzemne prostorije izrađivat će se s padom prema dolaznim smjerovima, odnosno prema izlazu iz jame, i to s nagibom 0,5%.

Eventualna pojava količine vode koja može uzrokovati poteškoće i zastoje na radu potencijalno je predvidiva u zonama glinenih uložaka koji se mogu pojaviti na kontaktima podine i krovine rudnih tijela. To je bitno znati pri izradi niskopa koji će se izrađivati odozgo prema dolje. Voda će se, u razdoblju velikih padalina, kratkotrajno nakupljati na najnižem dijelu niskopa odnosno čela radilišta. Za to vrijeme neće se moći organizirati proizvodnja bez dodatnih rješenja te će se morati organizirati crpljenje i premještanje vode. To će se izvesti muljnim crpkama minimalnog kapaciteta od 15 L/min i visine dizanja 30 m. Ukoliko se voda ne bude prisilno uklanjala s radilišta potrebno je zaustaviti rad sve dok se nakupljena voda ne ocijedi ispod razine čela radilišta.

Sve otvore rudih sipki na etažama treba raditi tako da se spriječi dotok vode u okno kako ne bi došlo do zbijanja boksita na nižim razinama. Posljedica zbijanja boksita uslijed procjeđivanja vode, kada je otvor sipke spušten, je ljepljenje rude uz tijelo-stijenke sipke što u konačnici uzrokuje dugotrajni zastoj u radu. Stoga treba u razdoblju velikih padalina isprazniti sipku kako ne bi došlo do istaknutog problema.

2.4.3.3. RJEŠENJE ZAŠTITE OD IZNENADNE PROVALE POVRŠINSKE ILI PODZEMNE VODE U JAMU

Tijekom izrade podzemnih prostorija i pri eksploataciji otkopa moguće je presijecanje prirodnih tokova podzemne vode koje su možebitno zarobljene u visećim barijerama (zone lapora i glinenih uložaka). Kako ne bi došlo do iznenadne provale veće količine vode ili naglog zarušavanja oslabljene stijene, nužno je napraviti predvrtavanje dubokim bušotinama (5 m) u zonama potencijalnih barijera. Time će se osigurati pravoremena drenaža lokalnih bazena i onemogućiti prodor vode kao i zarušavanje stijena.

2.4.4. VANJSKA MANIPULACIJA ISKOPINOM

2.4.4.1. MANIPULACIJA JALOVINOM

U fazi otvaranja i razrade jame sva jalovina će se izvoziti iz jame kroz dva potkopa: glavni izvozni potkop na koti 690 m i pomoćni na koti 780 m. I

U toku izrade obadva potkopa i kosih okana jalovina će se tovariti i izvoziti na vanjski deponij s aku-lokomotivom, dizel utovarivačem i jamskim kamionom. I u fazi eksploatacije jalovina će se izvoziti na vanjski depo s aku-lokomotivom.

S vanjskog deponija jalovina će se tovariti u kamione i voziti na cestu za popravak, kao dobar nasipni i vezivni materijal za održavanje ili u kratere otkopanih površinskih kopova.

2.4.4.2. MANIPULACIJA RUDOM

Ruda iz jame uglavnom će se izvoziti aku-lokomotivom po glavnom izvoznom potkopu na koti 690 m i presipavati na deponij ispred ulaza u potkop. Rampa za presipavanje rude iz gremby vagoneta na deponij bit će konstruirana tako da se omogući jednostavno samoistresanje.

Ruda će se tovariti utovarivačima u kamione i otpremati kupcima.

Uređenje deponija kao i ostalih vanjskih objekata obradit će se posebnom građevinskom dokumentacijom i ne spada u ovaj dio Projekta.

2.4.5. RAZMJEŠTAJ RUDARSKIH OBJEKATA

Građevinski objekti koji će se izgraditi za potrebe jame predstavljaju investicijsku izgradnju.

2.4.5.1. DEPONIJ ZA RUDU S RAMPOM ZA PRESIPAVANJE

Deponij za rudu s rampom za presipavanje je osnovni objekt koji je tehnološki vezan za eksploataciju ležišta.

Tehnološki zahtjev deponija je kapacitet, odnosno prostor za odlaganje rude mora biti dovoljan da primi najmanje mjesečnu proizvodnju boksita, odnosno oko 2500 t boksita. Ovaj zahtjev je uvjetovan mogućim zastojem otpreme rude te se mora omogućiti normalan izvoz nove proizvodnje iz jame.

Drugi tehnološki zahtjev je izrada rampe za presipavanje iznad deponija. Rampa mora biti urađena tako da se omogući samoistresanje vagoneta iz kompozicije a da pri tome ne dođe do prevrtanja vagoneta ili klizanja potpornog zida uslijed konstantnog opterećenja i vibracija. U pravilu se rampa radi u razini oko 10 m iznad razine deponija, kako bi se presipanje rude moglo izvoditi bez opasnosti da vrh stošca zatvori put istresanja.

Na rampi se izrađuje vodilica po kojoj nailaze vagoneti samoistresaći koji se naginju pod određenim kutom, uslijed čega dolazi do otvaranja bočne stranice i istresanja sadržaja vagoneta.

No, izrada deponija za rudu s rampom kao i statički proračuni moraju se zasebno uraditi u građevinskom projektu.

2.4.5.2. KOMPRESORSKA STANICA S POGONSKOM RADIONICOM

Obzirom na specifičnosti, izradit će se dvije kompresorske stanice i to: prva kompresorska stanica biti će izgrađena u neposrednoj blizini ulaza u potkop 780 a druga na ulazu u glavni potkop na koti 690 m. Biti će izgrađena od betonskih elemenata, pokrivena valovitim salonit pločama, dimenzija prilagođenih za kompresorsku stanicu. U sklopu stanice biti će izgrađena i pogonska radionica.

Gradnja ovog objekta biti će predmet građevinskog projekta, u smislu konstrukcije i statičkog proračuna, ali osnovne karakteristike kompresora vezat će se za kapacitete koji su obrađeni u ovom Projektu.

2.4.5.3. POGONSKA ZGRADA

Za potrebe jame na površini će se izgraditi pogonske zgrade u kojima će biti smješteni: priručno skladište materijala, kupaonica s garderobom, lampara za aku-lampe, prozivnica za radnike, potreban broj kancelarija i sanitarne prostorije.

Zgrade će biti locirane na kotama nešto višim od ušća u potkope 690 i 780, na udaljenosti oko 40 metara od ulaza u jamu.

Za zgradu će se raditi poseban građevinski i elektrotehnički projekt.

2.4.5.4. REMIZA

Remiza će se raditi na koti ušća glavnog potkopa, tj. na koti 690 m, a na udaljenosti od ušća potkopa od 30 metara. Za remizu će se raditi poseban građevinski i elektrotehnički projekt.

2.4.5.5. POMOĆNO SKLADIŠTE EKSPLOZIVA

Za prvo razdoblje eksploatacije, u narednih dvije godine, planira se korištenje pomoćnog skladišta eksploziva. Skladište će biti tipsko i postaviti će se na razini gornjeg potkopa, 780. Opskrba eksplozivom u početku će biti iz glavnog skladišta na Poljanama.

Za pomoćno skladište će se raditi poseban građevinski i elektrotehnički projekt, uz poštivanje tehnoloških zahtjeva i sigurnosnih mjera koje će se definirati uputama od strane tehničkog rukovoditelja jame (ili tvrtke).

2.4.5.6. SKLADIŠTE GORIVA I MAZIVA

Na razini 780 m n.m. najmanje 50 m od ulaza u potkop postaviti će se prenosno skladište goriva s nastrešnicom, kapaciteta 20 000 l. Uz skladište će se postaviti uređaj (crpka) za pretakanje goriva kao i manji spremnik maziva. Skladište se mora izvesti u propisanoj formi, prema pravilniku o manipulaciji opasnim i zapaljivim tvarima. Skladište mora biti od čvrstog, nezapaljivog materijala.

Za skladište goriva i maziva će se raditi poseban građevinski projekt, uz poštivanje tehnoloških zahtjeva i sigurnosnih mjera koje će se definirati uputama od strane tehničkog rukovoditelja jame (ili tvrtke).

2.4.5.7. VODOSPREMNIK ZA PITKU I TEHNOLOŠKU VODU

U blizini radilišta ne postoji nikakav izvor vode niti javni vodovod te će investitor, privremeno, u svrhu opskrbe radilišta pitkom i tehnološkom vodom postaviti vodospremnik minimalnog obujma 30 m³ u blizini radilišta, s minimalnom visinskom razlikom oko 20 m tako da se dobije dovoljan tlak (oko 2 bara) za razvod do trošila.

Kao trajno rješenje vodoopskrbe izradit će se vodospremnik minimalnog obujma 500 m³ na visini oko 900 m n.m., sjeverno od kontaktne linije. Na razini radilišta će se postaviti uređaji za redukciju tlaka kako ne bi došlo do pucanja instalacijskih cijevi.

Za vodospremnik pitke i tehnološke vode izradit će se poseban projekt vodoopskrbe, uz poštivanje tehnoloških zahtjeva i sigurnosnih mjera koje će se definirati uputama od strane odgovorne stručne osobe.

2.4.5.8. OPSKRBA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM

Za otvaranje jame kao i za normalno odvijanje proizvodnje potrebno je osigurati dovoljnu i trajnu količinu električne energije. U tom smislu potrebno je dovesti struju sa 10/20 kV dalekovodom u blizinu ulaza u jamu.

U neposrednoj blizini kompresorske stanice kao najvećeg potrošača električne energije postaviti će se trafo-stanica snage 600 kW. Potrošači koji će se opskrbljivati električnom energijom iz trafo-stanice su uglavnom locirani na površini, osim separatnog ventilatora.

Predviđaju se sljedeći potrošači:

- motori za pogon kompresora 2 x 200, 400 kW
 - motor za pogon ventilatora, 30 kW i 15 kW
 - remiza, 30 kW
 - lamapara, 15 kW
 - pogonska radionica, 30 kW
 - rasvjeta svih objekata i vanjskog kruga, 20 kW
 - rezerva, 20 kW
- Ukupno 560 kW

U cilju opskrbe radilišta električnom energijom uradit će se poseban projekt i to posebno za dovod struje do trafo stanice te zasebno za niskonaponsku mrežu, odnosno razvod do pojedinih trošila.

2.4.6. RJEŠENJE RASVJETE, SIGNALIZACIJE I SUSTAVA VEZA

2.4.6.1. RJEŠENJE RASVJETE

Razvod rasvjete unutar kruga rudnika, gdje će biti smješteni vanjski objekti, mora se izvesti tako da se omogući dobra vidljivost radnih pozicija, osobito presipne rampe i deponije, u noćnom radu. To će se postići postavljanjem rasvjetnih tijela na stupove minimalne visine 5 m. Broj stupova i raspored po radilištu će se odrediti zasebnim, elektrotehničkim projektom. Treba nastojati da vodovi niskonaponske mreže budu ukopani u zemlju poradi fizičke zaštite tih vodova.

2.4.6.2. RJEŠENJE SIGNALIZACIJE

Cjelokupni prostor rudnika mora biti opremljen propisanom signalizacijom: vizualnom, svetlosnom i zvučnom.

Na prilazima rudničkom prostoru trebaju biti vidno istaknute table s upozorenjem zabrane prilaza nezaposlenim osobama.

Na priručnom skladištu eksploziva treba postaviti vizualnu signalizaciju, odnosno propisane table upozorenja kao što su: zabrana prilaza nezaposlenim i neovlaštenim osobama, zabrana prilaza s otvorenim plamenom i dr.

Na skladištu zapaljivih materijala (goriva i maziva) treba postaviti vizualnu signalizaciju, propisane table upozorenja kao što su: zabrana prilaza nezaposlenim i neovlaštenim osobama, zabrana prilaza s otvorenim plamenom i dr.

Na ulazu u kompresorsku stanicu treba postaviti vizualnu signalizaciju, propisane table upozorenja kao što je: zabrana ulaza nezaposlenim i neovlaštenim osobama, a na kompresorsko postrojenje treba postaviti tablu s upozorenjem: zabrana prilaza pokretnim dijelovima stroja dok je stroj u radu i pod naponom.

Na ulazu u remizu treba postaviti vizualnu signalizaciju, propisane table upozorenja kao što je: zabrana ulaza nezaposlenim i neovlaštenim osobama i dr.

Na sve uređaje koji se napajaju električnom energijom treba postaviti vizualnu signalizaciju, propisane table upozorenja kao što su: zabrana rukovanja nezaposlenim i neovlaštenim osobama, stroj-uređaj pod naponom i dr.

Svi pokretni strojevi (utovarivači svih tipova, kamioni, lokomotiva i sl.) koji će se koristiti u jami i na površini moraju biti opremljeni vizualnom (table upozorenja), svjetlosnom (rasvjetni uređaji) i zvučnom (sirene-trube) signalizacijom.

Sve podzemne prostorije (potkopi, hodnici, okna, sipke, niskopi i sl.) moraju se opremiti vizualnom signalizacijom (table upozorenja i oznake-simboli) s naznačenom vrstom prostorije, smjerom izlaza iz jame i kotom stabilizirane točke.

Sva kritična mjesta (prolazi ispod i iznad sipke, prolazi ispod, iznad i pored kosih okana) moraju biti opremljena vizualnom signalizacijom, tablama i oznakama upozorenja o vrsti opasnosti i/ili mjerama opreza.

Prolazi pored starih radova i hodnici koji vode do starih radova u koje je zabranjen prilaz moraju se opremiti vizualnom signalizacijom (ukrštenim gredama i/ili tablama upozorenja o zabrani ulaza)

Postupak signalizacije opisat će se detaljno u Uputama o signalizaciji rudnika koje će obraditi tehnički upravitelj rudnika.

2.4.6.2. RJEŠENJE SUSTAVA VEZE

Podzemni dio rudnika opremit će se poljskim telefonima tako da se omogući komunikacija svih radilišta s objektima na površini terena.

Svaka etaža i čela u pripremi moraju biti opremljeni poljskim telefonom. Udaljenost čela radilišta do poljskog telefona ne smije biti veća od 50 m.

Objekti na površini terena moraju biti opremljeni s najmanje dva oblika daljinske komunikacije s vanjskim svijetom, i to: fiksnim (stabilnim) i pomičnim (mobilnim) telefonom.

2.4.7. PRIKAZ POTREBNE RADNE SNAGE

Na kopu L-27 rad će se odvijati u dvije smjene s trajanjem od 8 sati. Usvojeni broj radnih dana u godini iznosi 250, a broj efektivnih radnih sati 3200 (u dvije smjene).

U ovom projektu uzima se maksimalan broj radnika u punoj fazi eksploatacije, dok je potreban broj radnika u investicijskom razdoblju naveden pri opisu izrade rudarskih prostorija.

Za rad na kopu potreban je broj radnika prikazan u tablici 2.4-19.

Tablica 2.4-19 Struktura i broj radnika za rad u podzemnom kopu L-27

Radno mjesto	Broj radnika prema kvalifikaciji						Ukupno
	VSS	SSS	VKV	KV	PK	NK	
Upravnik	1						1
Poslovođa		1					1
Smjenski nadzornik			2				2
Palitelj mina			2				2
Posada radnih etaža na eksploataciji, održavanju i dopremi materijala				8	4		12
Izrada glavnih prostorija (otvaranje i razrada)				4	2		6
Izrada pripremljenih prostorija za eksploataciju				4	2		6
Posada lokomotivskog transporta po glavnim hodnicima i potkopu (kota 690)				2	2	2	6
Održavanje jamskih strojeva i zrakovoda				2			2
Utovar rude na deponiji (otprema)				2			2
Rukovatelji kompresora i ventilatora				2			2
Lampari				2			2
Čuvari						2	2
Pogonski skladištar		1					1
Kuhari				2			2
Čistač						2	2
Ukupno radnika	1	2	4	28	10	6	51
Ukupan broj radnih sati (1600 h/radnik), h	1600	3200	6400	44800	16000	9600	81600

2.4.8. PRIKAZ UČINAKA PO POJEDINIM VRSTAMA

Učinci po pojedinim vrstama i fazama rada prikazani su u ranijim poglavljima a u nastavku se daje skupni učinak temeljem dobivenih sumarnih vrijednosti.

Godišnja proizvodnja kopa L-27 bit će oko 25 000 boksita, pri čemu će se angažirati 51 radnik tijekom 81 600 radnih sati. Boksit će se otkopavati 2,7 godina.

No, prije početka eksploatacije (otvaranje i razrada) treba otkopati oko 8220 m³ jalovine u sraslom stanju. Tijekom eksploatacije treba otkopati dodatnih 4542 m³ jalovine u sraslom stanju (priprema etaža, 1683 m³/god), što ukupno predstavlja oko 12 762 m³ jalovine u sraslom stanju. Prostorije otvaranja i razrade će se izraditi za oko 1,25 godina, a za prostorije pripreme utrošit će se 62 dana godišnje. Jalovina će se otkopavati tijekom 4 godine (1,25 god. prije + 2,7 god. tijekom eksploatacije boksita).

Stoga će učinak radnika uposlenih na kopu iznositi:

$$\text{Boksit} = 25\,000 / 81\,600 = 0,306 \text{ t/h}$$

$$\text{Jalovina} = 12\,762 / (4 \times 81\,600) = 0,04 \text{ m}^3/\text{h}$$

odnosno

$$\text{Boksit} = 0,306 \times 8 = 2,45 \text{ t/nad}$$

$$\text{Jalovina} = 0,040 \times 8 = 0,32 \text{ m}^3/\text{nad}$$

2.4.9. PRIKAZ UTROŠKA GLAVNOG POTROŠNOG MATERIJALA I ENERGENATA

Normativi utroška materijala urađeni su selektivno po fazama rada i skupno prema zajedničkim osnovama.

2.4.9.1. NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA PRI IZRADI GLAVNIH PROSTORIJA OTVARANJA I RAZRADE-INVESTICIJSKO RAZDOBLJE

U tablicama od 2.4-20 do 2.4-23 prikazani su normativi utroška materijala pri izradi glavnih prostorija.

Tablica 2.4-20 Normativ utroška materijala pri izradi potkopa i glavnog hodnika 780

Vrsta materijala		Jedinica mjere	Količina Jediničnih mjera	Dužina prostorije m'	Godišnji utrošak Jedin.mjera/god	Ukupni utrošak J.mj. za 1,25g.	Normativ Jed.mj./m ³ r.m.
Energenti i voda	Nafta	kg/m'	5	250	1000	1250	0,3419
	Motorno ulje	kg/m'	0,1	250	20	25	0,007
	Diferencijalno ulje	kg/m'	0,025	250	5	6,25	0,002
	Ostala maziva	kg/m'	0,01	250	2	2,5	0,0007
	Električna energija	kWh/m'	4,4	250	880	1100	0,30
	Komprimirani zrak	m ³ /m'	480	250	96000	120000	32,8
	Voda	m ³ /m'	2	250	400	500	0,1
Materijal i oprema	Eksploziv	kg/m'	22,8	250	4560	5700	1,6
	Električni upaljači	kom/m'	15	250	2900	3625	1,0
	Pragovi	kom/m'	2	250	400	500	0,14
	Tračnice s priborom	kg/m'	37	250	7400	9250	2,5
	Jamska građa (0,1x10% x L)	m ³ /m'	0,01	250	2	2,5	0,001
	Ostali materijal	10% vrijednosti specificiranog Materijala i opreme					

Tablica 2.4-21 Normativ utroška materijala pri izradi potkopa i glavnog hodnika 690

Vrsta materijala		Jedinica mjere	Količina Jediničnih mjera	Dužina prostorije m'	Godišnji utrošak Jedin.mjera/god	Ukupni utrošak J.mj. za 1,25g.	Normativ Jed.mj./m ³ r.m.
Energenti i voda	Nafta	kg/m'	5	700	2800	3500	0,3419
	Motorno ulje	kg/m'	0,1	700	56	70	0,007
	Diferencijalno ulje	kg/m'	0,025	700	14	17,5	0,002
	Ostala maziva	kg/m'	0,01	700	5,6	7	0,0007
	Električna energija	kWh/m'	4,4	700	2464	3080	0,30
	Komprimirani zrak	m ³ /m'	480	700	268800	336000	32,8
	Voda	m ³ /m'	2	700	1120	1400	0,1
Materijal i oprema	Eksploziv	kg/m'	22,8	700	12768	15960	1,6
	Električni upaljači	kom/m'	15	700	8120	10150	1,0
	Pragovi	kom/m'	2	700	1120	1400	0,14
	Tračnice s priborom	kg/m'	37	700	20720	25900	2,5
	Jamska građa (0,1x10% x L)	m ³ /m'	0,01	700	5,6	7	0,001
	Ostali materijal	10% vrijednosti specificiranog Materijala i opreme					

Tablica 2.4-22 Normativ utroška materijala pri izradi sipke i kosog okna

Vrsta materijala		Jedinica mjere	Količina Jediničnih mjera	Dužina prostorije m'	Godišnji utrošak Jedin.mjera/god	Ukupni utrošak J.mj. za 1,25g.	Normativ Jed.mj./m ³ r.m.	
Energenti i voda	Nafta	kg/m'	2	135	216	270	0,1778	
	Motorno ulje	kg/m'	0,04	135	4,32	5,4	0,001	
	Diferencijalno ulje	kg/m'	0,01	135	1,08	1,35	0,000	
	Ostala maziva	kg/m'	0,004	135	0,432	0,54	0,0001	
	Električna energija	kWh/m'	5,9	135	637,2	796,5	0,22	
	Komprimirani zrak	m ³ /m'	900	135	97200	121500	33,2	
	Voda	m ³ /m'	2	135	216	270	0,1	
Materijal i oprema	Eksploziv	kg/m'	17,8	135	1922,4	2403	0,7	
	Električni upaljači	kom/m'	16	135	1728	2160	0,6	
	Pragovi	kom/m'	0	135	0	0	0	
	Tračnice s priborom	kg/m'	0	135	0	0	0	
	Jamska građa	m ³ /m'	0,05	135	5,4	6,75	0,002	
	Ostali materijal	10% vrijednosti specificiranog Materijala i opreme						

Tablica 2.4-23 Ukupni utrošci materijala pri izradi prostorija otvaranja i razrade

Vrsta materijala		Jedinica mjere	Ukupni utrošak J.mj. za 1,25g.	Normativ Jed.mj./m ³ r.m.
Energenti i voda	Nafta	kg	5020	0,4071
	Motorno ulje	kg	100	0,0081
	Diferencijalno ulje	kg	25	0,0020
	Ostala maziva	kg	10	0,0008
	Električna energija	kWh	4977	0,4036
	Komprimirani zrak	m ³	577500	46,84
	Voda	m ³	2170	0,1760
Materijal i oprema	Eksploziv	kg	24063	1,9516
	Električni upaljači	kom	15935	1,2924
	Pragovi	kom	1900	0,1541
	Tračnice s priborom	kg	35150	2,8508
	Jamska građa	m ³	16	0,0013

2.4.9.2. NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA PRI RAZVOJU ETAŽA

NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA PRI IZRADI PRIPREMNIH PROSTORIJA NA ETAŽAMA

U tablicama od 2.4-24 do 2.4-25 prikazani su normativi utroška materijala pri izradi pripremnih prostorija. na etažama.

Tablica 2.4-24 Normativi utroška materijala pri izradi spiralnih niskopa

Vrsta materijala		Jedinica mjere	Količina Jediničnih mjera	Dužina prostorije m'	Godišnji utrošak Jedin.mjera/god	Ukupni utrošak J.mj. za 1,25g.	Normativ Jed.mj./m ³ r.m.
Energenti i voda	Nafta	kg/m'	10	280	1037	2800	0,9804
	Motorno ulje	kg/m'	0,2	280	21	56	0,02
	Diferencijalno ulje	kg/m'	0,05	280	5,2	14	0,005
	Ostala maziva	kg/m'	0,02	280	2,1	5,6	0,002
	Električna energija	kWh/m'	4,4	280	456	1232	0,431
	Komprimirani zrak	m ³ /m'	480	280	49778	134400	47
	Voda	m ³ /m'	2	280	207	560	0,20
Materijal i oprema	Eksploziv	kg/m'	22,8	280	2364	6384	2,24
	Električni upaljači	kom/m'	15	280	1504	4060	1,42
	Pragovi	kom/m'	2	280	207	560	0,2
	Tračnice s priborom	kg/m'	37	280	3837	10360	3,6
	Jamska građa (0,1x10%x L)	m ³ /m'	0,01	280	1,0	2,8	0,001
	Ostali materijal	10% vrijednosti specificiranog Materijala i opreme					

Tablica 2.4-25 Normativi utroška materijala pri pripremnih hodnika

Vrsta materijala		Jedinica mjere	Količina Jediničnih mjera	Dužina prostorije m'	Godišnji utrošak Jedin.mjera/god	Ukupni utrošak J.mj. za 1,25g.	Normativ Jed.mj./m ³ r.m.
Energenti i voda	Nafta	kg/m'	5	388	719	1940	0,4902
	Motorno ulje	kg/m'	0,1	388	14	38,8	0,01
	Diferencijalno ulje	kg/m'	0,025	388	3,6	9,7	0,003
	Ostala maziva	kg/m'	0,01	388	1,4	3,88	0,001
	Električna energija	kWh/m'	4,4	388	632	1707,2	0,598
	Komprimirani zrak	m ³ /m'	480	388	68978	186240	65
	Voda	m ³ /m'	2	388	287	776	0,27
Materijal i oprema	Eksploziv	kg/m'	22,8	388	3276	8846,4	3,10
	Električni upaljači	kom/m'	15	388	2084	5626	1,97
	Pragovi	kom/m'	2	388	287	776	0,3
	Tračnice s priborom	kg/m'	37	388	5317	14356	5,0
	Jamska građa (0,1x10% x L)	m ³ /m'	0,01	388	1,4	3,88	0,001
	Ostali materijal	10% vrijednosti specificiranog Materijala i opreme					

NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA PRI EKSPLOATACIJI BOKSITA

U tablicama od 2.4-26 do 2.4-27 prikazani su normativi utroška materijala pri eksploataciji boksita.

Tablica 2.4-26 Normativi utroška materijala pri izradi otkopnih hodnika

Vrsta materijala		Jedinica mjere	Količina Jediničnih mjera	Dužina prostorije m'	Godišnji utrošak Jedin.mjera/god	Ukupni utrošak Jedin.mjera/god	Normativ Jed.mj./m ³ r.m.
Energenti i voda	Nafta	kg/m'	2	1360	1007	2720	0,1754
	Motorno ulje	kg/m'	0,04	1360	20	54	0,004
	Diferencijalno ulje	kg/m'	0,01	1360	5,0	14	0,001
	Ostala maziva	kg/m'	0,004	1360	2,0	5	0,0004
	Električna energija	kWh/m'	16	1360	8059	21760	1,40
	Komprimirani zrak	m ³ /m'	600	1360	302222	816000	52,6
	Voda	m ³ /m'	2	1360	1007	2720	0,2
Materijal i oprema	Eksploziv	kg/m'	15,2	1360	7656	20672	1,3
	Električni upaljači	kom/m'	16	1360	8059	21760	1,4
	Pragovi	kom/m'	0	1360	0	0	0
	Tračnice s priborom	kg/m'	0	1360	0	0	0
	Jamska građa (0,1x10% x L)	m ³ /m'	0,1	1360	50,4	136	0,01
	Ostali materijal	10% vrijednosti specificiranog Materijala i opreme					

Tablica 2.4-27 Normativi utroška materijala pri eksploataciji boksita otvorenim otkopima

Vrsta materijala		Jedinica mjere	Normativ Jed.mj./m ³ r.m.	Godišnji utrošak Jedin.mjera/god	Ukupni utrošak Jedin.mjera/god
Energenti i voda	Nafta	kg	0,175	1429	3858
	Motorno ulje	kg	0,0035	29	77
	Diferencijalno ulje	kg	0,0009	7	19
	Ostala maziva	kg	0,0004	3	8
	Električna energija	kWh	1,40	11432	30867
	Komprimirani zrak	m ³	26	207802	561066
	Voda	m ³	0,2	1429	3858
Materijal i oprema	Eksploziv	kg	0,28	2309	6234
	Električni upaljači	kom	0,29	2346	6334
	Pragovi	kom	0	0	0
	Tračnice s priborom	kg	0	0	0
	Jamska građa (0,1x10% x L)	m ³	0	0	0

NORMATIVI UTROŠKA MATERIJALA PRI EKSPLOATACIJI BOKSITA

U tablici 2.4-28 prikazani su ukupni normativi utroška materijala pri razvoju etaža.

Vrsta materijala		Jedinica mjere	Ukupni utrošak Jedin.mjera/god	Ukupni normativ Jed.mj./m ³ r.m.
Energenti i voda	Nafta	kg	11 318	0,2554
	Motorno ulje	kg	226	0,00511
	Diferencijalno ulje	kg	57	0,00128
	Ostala maziva	kg	23	0,00051
	Električna energija	kWh	55 566	1,254
	Komprimirani zrak	m ³	1 697 706	38,314
	Voda	m ³	7 914	0,179
Materijal i oprema	Eksploziv	kg	42 136	0,951
	Električni upaljači	kom	37 780	0,853
	Pragovi	kom	1 336	0,030
	Tračnice s priborom	kg	24 716	0,558
	Jamska građa	m ³	143	0,003
	Ostali materijal	10% vrijednosti specificiranog Materijala i opreme		

2.4.10. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN RADOVA

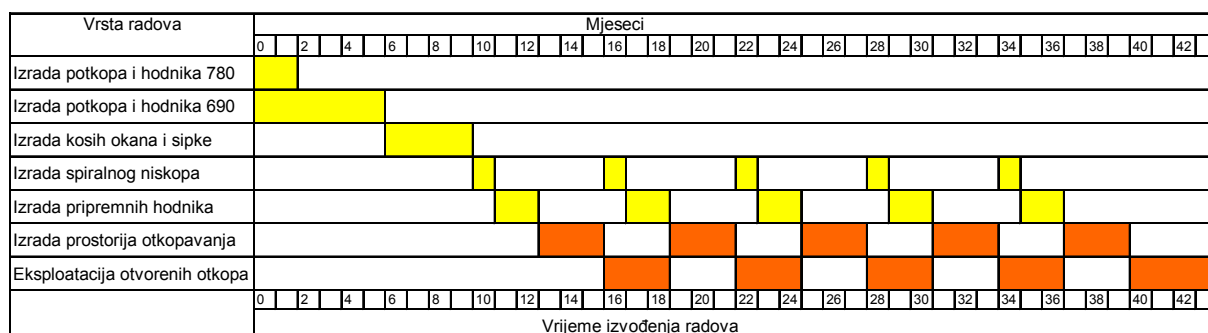
Dinamika izvođenja i vremenski plan radova može se razvrstati na:

- izvođenje radova u širem smislu, prema vrsti prostorija i fazi radova
- izvođenje radova u užem smislu, prema vrsti smjenskih radova

2.4.10.1. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN RADOVA U ŠIREM SMISLU, PREMA VRSTI PROSTORIJA I FAZI RADOVA

Provedba projektnih rješenja na kopu L-27 temeljem ovog Projekta predviđena je započeti s realizacijom početkom 2006. godine.

Na slici 2.4-32 grafički je prikazana dinamika izvođenja i vremenski plan izrade prostorija otvaranja i razrade te pripreme i eksploatacije etaža.



Slika 2.4-32 Prikaz vremenskog plana i dinamike izrade podzemnih prostorija i eksploatacije ležišta

Prema prikazanom vremenskom planu izrada glavnih prostorija otvaranja i razrade trajat će oko 10 mjeseci i dinamički će biti isključivi drugi radovi, odnosno priprema etaža za eksploataciju. Jedini radovi koji se u određenom smislu mogu kombinirati, a nisu prikazani na slici, su pripremni radovi na etažama 780, 787,5 i 795 jer su iste neovisne o izradi kosog okna između dvaju horizonata. No, i ta faza može se raditi tek kada se izradi uskop do spomenutih etaža..

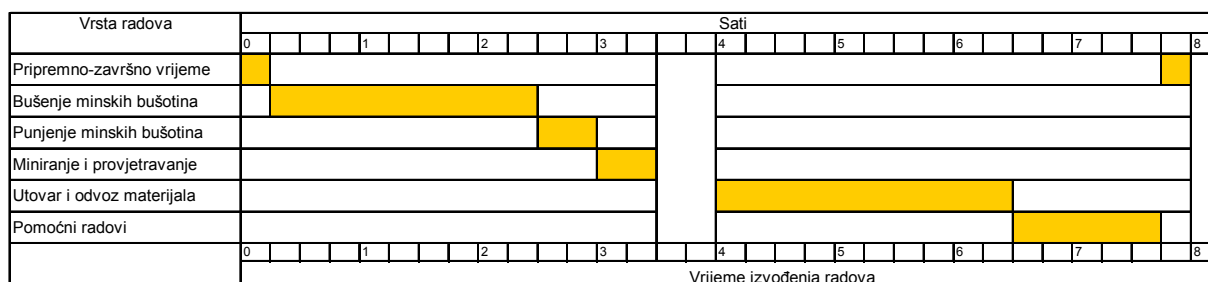
Eksploatacija će trajati oko 32 mjeseca a ukupno vrijeme, a prethodit će joj osim izrade glavnih porstorija i izrada pripremnih prostorija koji će trajati od 2 do 3 mjeseca.

Ukupno vrijeme potrebno za izvođenje svih prostorija i eksploataciju boksita iz ležišta L-27 iznosi oko 44 mjeseca ili nešto više od 3,5 godina.

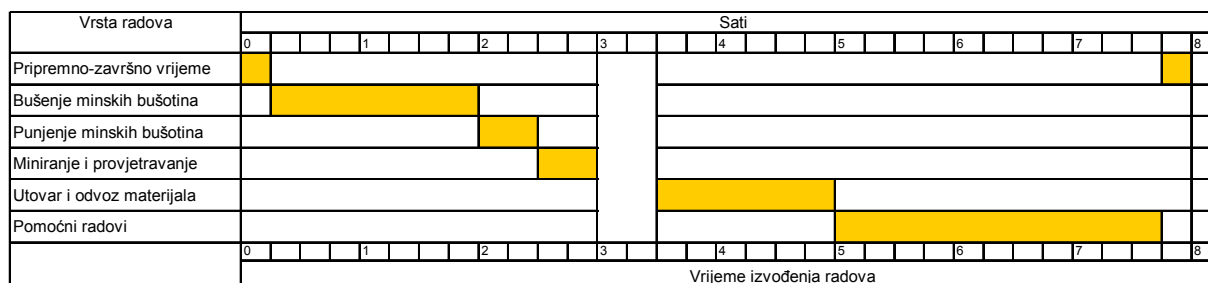
2.4.10.2. DINAMIKA IZVOĐENJA I VREMENSKI PLAN RADOVA U UŽEM SMISLU, PREMA VRSTI SMJENSKIH RADOVA

Vremenski plan i dinamika izvođenja pojedinih radnji u smjenskom radu mogu se prikazati prema specificiranim fazama rada:

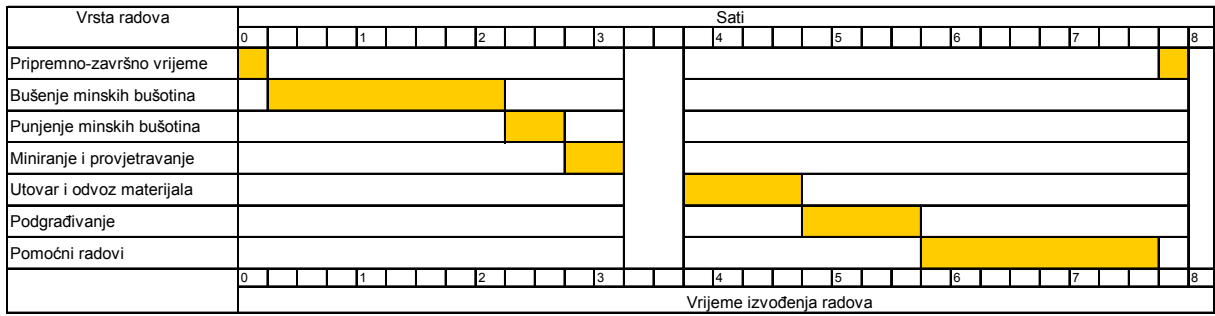
- smjenski rad pri izradi potkopa i glavnih hodnika (slika 2.4-33)
- smjenski rad pri izradi kosog okna i sipke (slika 2.4-34)
- smjenski rad pri izradi pripremnih prostorija (slika 2.4-35)
- smjenski rad pri izradi otkopnih hodnika (slika 2.4-36)
- smjenski rad pri eksploataciji otvorenih otkopa (slika 2.4-37)



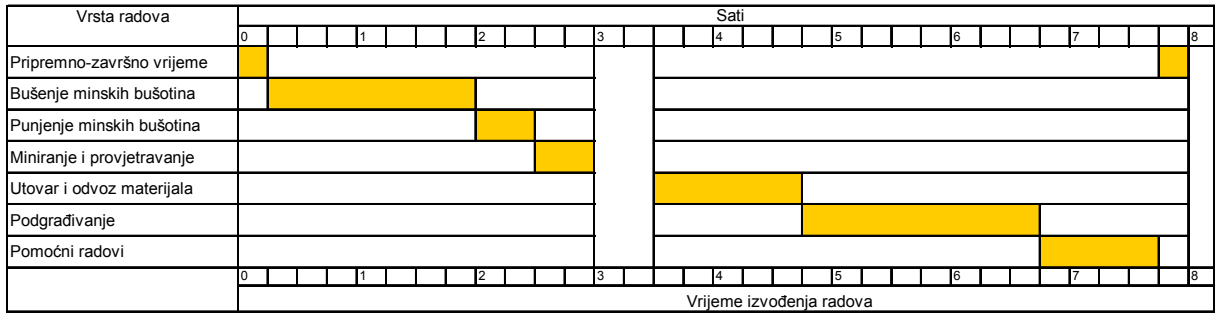
Slika 2.4-33 Smjenski rad pri izradi potkopa i glavnih hodnika



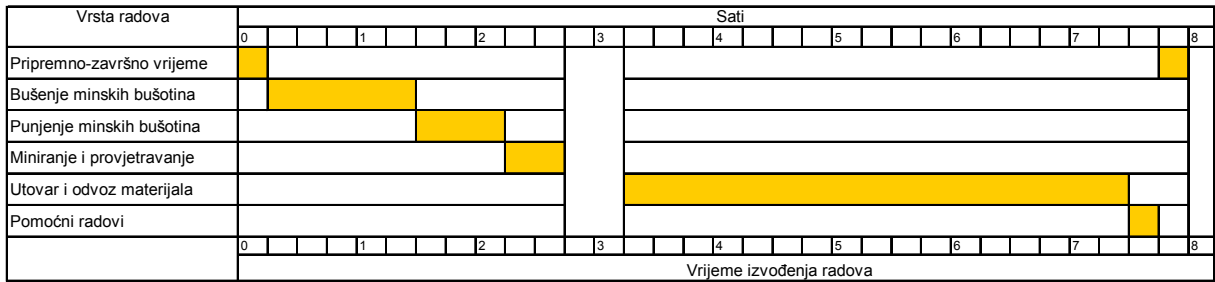
Slika 2.4-34 Smjenski rad pri izradi kosog okna i sipke



Slika 2.4-35 Smjenski rad pri izradi pripremnih prostorija



Slika 2.4-36 Smjenski rad pri izradi otkopnih hodnika



Slika 2.4-37 Smjenski rad pri eksploataciji otvorenih otkopa

2.4.11. MJERE SIGURNOSTI I ZAŠTITE

2.4.11.1. OPĆENITO O MJERAMA ZAŠTITE

Sve tehnološke faze eksploatacije boksita i svi objekti u ovom projektu obrađeni su u skladu s propisima o zaštitnim mjerama pri radu. Pored niza dužnosti na provođenju sigurnosnih mjera i zaštite na radu koje su regulirane zakonskim normativima, radna organizacija dužna je odrediti i posebne mjere zaštite na radu s obzirom na specifične prilike i opasnosti u dotičnom rudarskom objektu.

U ovom projektu ukazuje se na bitnije faktore sigurnosti pri radu, specifične za projektiranu jamu. Također se predviđa i odgovarajuća zaštitna oprema.

2.4.11.2. MANIPULACIJA EKSPLOZIVNIM SREDSTVIMA

Opasnost i teške posljedice koje mogu nastati uslijed nestručnih i nepravilnih postupaka pri transportu, uskladištavanju i upotrebi eksplozivnih sredstava, zahtijevaju da se svi ljudi koji rukuju ili manipuliraju eksplozivnim sredstvima dobro upoznaju sa svojstvima eksplozivnih sredstava i upute kako se s njima pravilno i bez opasnosti rukuje. U projektiranoj jami, na osnovi minersko-tehničkih svojstava, predviđa se upotreba amonijevih nitratnih eksploziva, tj. "Vitezita-20". Za postizanje što sigurnijeg rada prilikom paljenja većeg broja mina u svim prostorijama otvaranja, razrade i pripreme, predviđa se električno paljenje mina.

Na temelju važećeg "Pravilnika o mjerama zaštite pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu", moraju se na pogonu razraditi detaljnija tehnička uputstva koja će služiti kao dopuna prilagođena za postojeću tehniku miniranja, projektiranja radilišta, rasporeda mina na radilištima, te detaljnije regulirati dužnosti rukovodno-tehničkog osoblja, palilaca mina i drugih osoba ovlaštenih za rukovanje eksplozivnim sredstvima.

Posebnu pažnju treba posvetiti ispitivanju ispravnosti eksplozivnih sredstava, kako prilikom prijema novih pošiljki, tako i nakon propisanih rokova za provjeru.

Eksplozivna sredstva za projektiranu jamu čuvat će se u priručnim spremištima, koja će se izgraditi u jami, a dovožit će se iz glavnog skladišta eksplozivnih sredstava.

2.4.11.3. ZAŠTITA NA RADU U JAMI

U jami je riješeno pitanje otkopne metode, provjetravanja, podgrađivanja, miniranja, transporta i sigurnosti snabdijevanja pogonskom energijom tako, da je samom koncepcijom projekta obuhvaćeno i rješenje o zaštiti na radu.

Sa stajališta sigurnosti, projektirani podzemni kop je dosta siguran, te nema posebnih izvora opasnosti. Karakteristike ležišta boksita su takve da nema mogućnosti nastajanja eksplozije, požara, prodora vode, kao niti opasne prašine.

2.4.11.3.1. POSEBNE MJERE ZAŠITE PRI OTKOPAVANJU

U toku izvođenja radova na otkopavanju potrebno je pored redovitih poduzimanja mjera zaštite, obratiti pažnju i na slijedeće:

- održavati čist i sobodan prostor u pristupnom hodniku otkopnog radilišta svim fazama rada na otkopu,
- za vrijeme utovara boksita na otkopu ne smiju se obavljati nikakvi drugi radovi na tom radilištu,
- svi radovi na otkopnom radilištu mogu se obavljati samo iz sigurnog, dobro podgrađenog dijela otkopnog hodnika,
- kod rada s bušaćim čekićem, utovarnom lopatom, utovarno-transportnim strojem CAVO-310 i drugim strojevima na otkopu, strogo se treba pridržavati uputstava pri radu.
- sva bušenja u jami moraju se obavljati s vodenim ispiranjem u cilju suzbijanja nastajanja prašine,
- na radilištima gdje su ugrađeni cijevni ventilatori za separatan provjetravanje, isti moraju biti stalno u radu, a zaustavljanje je dozvoljeno samo kada se ne radi na dotičnom radilištu,
- rukovanje tračnom utovarnom lopatom, utovarno-transportnim strojem CAVO-310 i ostalim strojevima dozvoljeno je samo KV rudarskom radniku koji je obučen i posjeduje rješenje za rad s dotičnim strojevima,
- na čelu otkopnog radilišta mora se osigurati stalno jako svjetlo
- u otkopane prazne prostore strogo je zabranjen svaki ulaz, a eventualno utovarivanje rude u takvom prostoru obavljat će se sa sigurnog mjesta u otkopnom hodniku preko daljinskog upravljača za upravljanje utovarivačem.

Tehnički rukovoditelj jame dužan je izraditi upute za rad na otkopnim radilištima, koja naročito trebaju sadržavati slijedeće:

- način postavljanja križišta između smjernog, poprečnog i otkopnog hodnika,
- način izrade otkopnog hodnika koji obuhvaća: pregled radilišta, bušenje minskih bušotina, miniranje, provjetravanje, podgrađivanje, utovar i transport boksita, obavljanje pomoćnih radova,
- način izbivanja stupa otkopa (prema starom radu) i natkopa koji obuhvaća: pregled radilišta, formiranje radne površine, bušenje minskih bušotina, miniranje, vjetrenje, podgrađivanje, utovar i transport boksita, obavljanje pomoćnih radova,
- način dopreme materijala na otkopno radilište,
- način utovara boksita na otkopu u uvjetima neposrednog zarušavanja krovine i ostajanja praznih prostora,
- usklađivanje rada otkopa kojima će se odrediti: raspored otkopa i međusobna udaljenost, kada smije započeti rad na otkopu u povlačenju, kada smije započeti novi otkopni hodnik i otkop.

2.4.11.3.2. POSEBNE MJERE ZAŠTITE PRI RADU S UTOVARNO-TRANSPORTNIM STROJEM CAVO-310

Pri radu s utovarno-transportnim strojem CAVO-310 potrebno je naročito se pridržavati slijedećih mjera zaštite:

- pridržavati se svih uputa od strane proizvođača stroja
- za vrijeme rada na utovaru boksita na čelu radilišta ne smije se nitko nalaziti. Ostali radnici mogu raditi na pomoćnim poslovima, kao i na drugim radilištima na kojima se obavlja utovar,
- utovarno-transportnim strojem nije dozvoljeno prevoziti jamsku građu, a ostali materijal se može prevoziti samo uz posebno odobrenje i uputstvo tehničkog rukovodioca pogona,
- utovar strojem CAVO-310 na čelu radilišta koje nije podgrađeno ili ulazak u "prazni prostor" pri otkopavanju gdje se ne obavlja neposredno zarušavanje krovine, nego ostaje prazni prostor, dozvoljeno je samo po odobrenju tehničkog rukovodioca jame i uz obaveznu upotrebu daljinskih komandi, s time da rukovalac s daljinskim komandama bude lociran najmanje jedan metar unutar čvrsto podgrađenog otkopnog hodnika,
- prije početka rada s strojem CAVO-310, rukovalac stroja je dužan:
 1. pregledati opću ispravnost stroja i priključnog crijeva,
 2. provjeriti pritisak u gumama,
 3. prekontrolirati pričvršćenje kotača,
 4. pregledati lanac,
 5. prekontrolirati pričvršćenje kašike,
 6. isčistiti zračni filter,
 7. provjeriti rad ventila,
 8. provjeriti dovod ulja,
 9. provjeriti osigurač platforme,
 10. provjeriti vod kontaktnih uređaja,
 11. podmazati nepokretni cilindar,
- u toku rada stroja CAVO-310, rukovalac je dužan:
 1. stalno promatrati stanje stropa otkopa i pregrade na području utovara i transporta,
 2. isključivati dovod komprimiranog zraka kod obavljanja pomoćnih poslova na stroju ili popravka stroja,
 3. stalno provjeravati da li je dovodno crijevo komprimiranog zraka dobro vezano i osigurano,
 4. kod upravljanja strojem pri kretanju kroz hodnike ili pri utovaru bez daljinske komadne, stajati na platformi
 5. brinuti se da čitav transportni put bude čist,
 6. isključiti dovod komprimiranog zraka ako stroj ne radi,
 7. s neispravnim strojem ne smije se raditi, nego je o neispravnosti stroja dužan obavijestiti smjenskog nadzornika koji će organizirati popravak,
 8. na kraju rada, kao i prilikom svakog prekida rada sa strojem CAVO-310 rukovalac je dužan povući stroj s čela radilišta na sigurno mjesto, kako ne bi bila ugrožena njegova sigurnost, dobro očistiti stroj i zatvoriti glavni ventil.

2.4.11.3.3. POSEBNE MJERE ZAŠTITE PRI RADU S DIZEL UTOVARNO- TRANSPORTNIM STROJEVIMA

Pri radu s utovarno-transportnim strojem na dizel pogon potrebno je naročito se pridržavati slijedećih mjera zaštite:

- pridržavati se svih uputa od strane proizvođača stroja
- za vrijeme rada na utovaru boksita i/ili jalovine na čelu radilišta ne smije se nitko nalaziti. Ostali radnici mogu raditi na pomoćnim poslovima, kao i na drugim radilištima na kojima se obavlja utovar,
- ostali materijal se može prevoziti samo uz odobrenje i uputstvo tehničkog rukovodioca pogona,
- nije dopušten ulazak u nepodgrađene otvorene prostore otkopa, bez daljinskih komandi i detaljnih uputa od strane upravitelja
- prije početka rada s strojem CAVO-310, rukovalac stroja je dužan:
 1. pregledati opću ispravnost stroja
 2. provjeriti stanje vodenog filtra
 3. prekontrolirati stanje količine vode u prečistaču,
- u toku rada stroja CAVO-310, rukovalac je dužan:
 1. stalno promatrati stanje stropa otkopa na području utovara i transporta,
 2. stalno provjeravati da li je u prečistaču ispravan i dovoljan dovod vode,
 3. brinuti se da čitav transportni put bude čist,
 4. s neispravnim strojem ne smije se raditi, nego je o neispravnosti stroja dužan obavijestiti smjenskog nadzornika koji će organizirati popravak,
 5. na kraju rada, kao i prilikom svakog prekida rada sa strojem rukovalac je dužan povući stroj s čela radilišta na sigurno mjesto, kako ne bi bila ugrožena njegova sigurnost, dobro očistiti stroj.

2.4.11.3.4. POSEBNE MJERE ZAŠTITE KOD PRIJEVOZA S AKU-LOKOMOTIVAMA

Pri prijevozu s aku-lokomotivama potrebno je naročito se pridržavati slijedećih mjera zaštite:

- prolazni dio hodnika pokraj pruge mora biti potpuno čist i dovoljno širok za nesmetano sklanjanje radnika,
- sjedište strojovođe na lokomotivi mora biti pokriveno zaštitnim krovom, lokomotiva mora imati sigurnu kočnicu tako da strojovođa može uvijek zakočiti vlak na putu kočenja maksimalne dužine od 40 metara,
- na lokomotivi mora biti ugrađen uređaj za davanje signala i propisani način sporazumijevanja između strojovođe i pratioca vlaka,
- neispravna lokomotiva mora se odmah isključiti iz prometa, a popravke lokomotive smiju obavljati samo u remizi,
- u remizi se mora održavati primjeren red i čistoća, a neovlaštenim osobama zabranjen je ulazak,
- pri transportu lokomotiva se mora nalaziti na čelu vlaka, s time što se vlak smije potiskivati samo pri manevriranju na krajnjim stanicama,
- u prikolici namijenjenoj za pratioca vlaka smije se voziti još samo nadzorno osoblje, dok se ostalom osoblju to zabranjuje,
- tehnički rukovodilac jame izdati će posebno upute za prijevoz lokomotivama, kojim će se detaljno regulirati: signalni znakovi, način sporazumijevanja strojovođe s pratiocem vlaka, dozvoljena brzina vožnje, dozvoljeno opterećenje lokomotive, kočenje i zaustavljanje vlaka, način punjenja i praznjenja vagoneta s rudom, mjere zaštite u remizi, kao i ostale mjere iz oblasti lokomotivskog prijevoza.

2.4.11.3.5. POSEBNE MJERE ZAŠTITE KOD IZRADE KOSIH OKANA ODOZDO NAGORE POKRETNOM SKELOM NA VOĐICI TIPA STH-5

Prilikom izrade kosog okna po metodi odozdo nagore pokretnom skelom na vođici, svi radnici dužni su raditi po tehnologiji predviđenoj tehničkim projektom i pridržavati se tehničkih uputa i propisa za izvođenje rudarskih radova, a pri miniranju i tehničkih uputstava i propisa o radu s eksplozivnim sredstvima.

OPĆE UPUTE

1. Tehnički rukovodilac jame određuje, na osnovi odobrenog projekta, konkretne mjere zaštite na radu s pokretnom skelom i odgovoran je za organizaciju projektiranog načina rada. Tehnički rukovodilac jame određuje odgovornu osobu - rukovodioca izvođačkih radova kao stalnu stručnu osobu za nadzor nad izgradnjom kosog okna odozdo nagore pokretnom skelom.
2. Rukovodilac izvođačkih radova pri montaži i u toku rada sa skelom dužan je podučavati radnike, kako bi se svi radovi izvodili na siguran način, te upozoravati zaposlene radnike sa specifičnim opasnostima pri radu s pokretnom skelom.
Rukovodilac izvođačkih radova, također je dužan:

- izrađivati plan rada, obavljati pregled radnika po smjenama i određivati radne zadatke,
- naručivati preko odgovarajućih službi u radnoj organizaciji, potreban materijal za rad i rezervne dijelove za održavanje postrojenja i uređaja pokretne skele u ispravnom stanju,
- voditi evidenciju ostvarenja tehničkih parametara, normativa materijala, pribora i rezervnih dijelova, kao i normativa radne snage,
- obavezan je svakodnevno obilaziti radilište i izvršiti pregled stanja osiguranja na dnu okna kao i u oknu, te obaviti pregled geoloških, tektonskih i hidroloških prilika na čelu radilišta,

Pored ovoga, treba obavljati pregled stanja postrojenja pokretne skele, uređaja za napajanje komprimiranim zrakom i vodom, ventilacionih uređaja, zaštitnih uređaja i osobnih zaštitnih sredstava.

U zavisnosti od zatečenog stanja radovi, ispravnosti postrojenja i zaštite na radilištu, poduzima odgovarajuće mjere (u granicama djelokruga rada koji mu je određen internim "Pravilnikom zaštite na radu") i izdaje usmena uputstva za daljnji rad koja naknadno evidentira u knjizi nadzora.

3. Smjenski nadzornici jame dužni su u toku svake smjene najmanje jedanput obaviti pregled radilišta i pokretne skele, a naročito:
 - pregledati osiguranje na dnu kosog okna, u oknu i na čelu radilišta,
 - pregledati ispravnost postrojenja pokretne skele, učvršćenja sekcija vođica, vođica pogonskog stroja, manevarske kočnice i hvataljke
 - pregledati ispravnost alata i pribora,
 - pregledati napajanje komprimiranim zrakom i vodom,
 - prekontrolirati provjetravanje kosog okna i transportnog hodnika,
 - pregledati zaštitne naprave skele (zaštitni krov, zaštitnu ogradu itd.)
 - pregledati osobna zaštitna sredstva i njihovo korištenje,

- pregledati mjesta na kojima je došlo do izmjene (čvrstoće stijene, geoloških prilika), i eventualne pojave većih pukotina,
 - izdati usmena uputstva za rad i zaštitu na radu, i upućivati radnike na način rada u promjenljivim uvjetima radne sredine .
4. Smjenski nadzornik organizira otklanjanje kvarova na postrojenju i uređajima pokretne skele, a u slučaju pojave većih kvarova obavještava rukovodioca izvođačkih radova. Poduzima odgovarajuće mjere u slučaju izvanrednih opasnosti, s kojima ga upoznavaju zaposleni radnici, a ukoliko su opasnosti takve prirode da je potrebno obustaviti rad, dužan je u tome obavijestiti tehničkog rukovodioca pogona.
 5. Smjenski nadzornik rukovodi spuštanjem radnika pomoću penjalica s pokretne skele ukoliko je kvar na skeli takve prirode da se ne može spustiti u polaznu stanicu.
 6. Stalnu posadu na postrojenju pokretne skele određuje rukovodilac izvođačkih radova. U jednoj smjeni na izradi okna s pokretnom skelom rade četiri radnika, i to:
 - rukovodilac radilišta, odgovorni kopač VK ili KV radnik,
 - drugi kopač, VK ili KV radnik,
 - rukovalac automatskom razvodnom baterijom, PK radnik,
 - rukovalac utovaračem CAVO-310 ili LM-36, KV radnik.

Ukoliko rukovodilac radilišta nema položen ispit za palioca mina, onda poslove punjenja i paljenja mina mora izvoditi palilac mina.

NAČIN IZVOĐENJA RADOVA

7. Pokretna skela STH-5 služi za izradu vertikalnih i kosih rudarskih prostorija odozdo na gore pod kutom od 45 do 80° . Radovi se izvode isključivo s radne platforme čije su dimenzije standardne izvedbe 2x2, koja se može podešavati do odgovarajućeg kuta i visine. Sve radne operacije, okucavanje i osiguranje radilišta, produživanje vođica, bušenje i punjenje minskih bušotina, koje se izvode na radnoj platformi, obavljaju se pod zaštitnim krovom. Prilikom rada na radnoj platformi radnici moraju biti vezani zaštitnim užetom.
8. Rukovalac automatske razvodne baterije pri dolasku na radno mjesto u polaznu stanicu, dužan je:
 - izvršiti pregled ventila za zrak i vodu na glavnim cjevovodima I otvoriti ih,
 - otvoriti dovodni ventil na automatskoj razvodnoj bateriji za zrak i vodu i odvodne ventile uključiti na automatsko upravljanje,
 - u korpu na radnu platformu staviti opremu i materijal za radni ciklus, i to:
 - a) sekciju vođiće s priborom za spajanje,
 - b) ankere i pribor za spajanje ankera i vođica,
 - c) bušaće čekiće,
 - d) monoblok svrdla,
 - e) zaštitno uže i zaštitne opasače,
 - f) potreban alat i
 - g) polugu za rasterećenje.
9. Rukovodilac radilišta prije polaska u okno dužan je ispitati slijedeće:
 - rad vitla za energetska crijevo,
 - djelovanje komandnog ventila na horizontalnom dijelu vođiće,
 - rad motora,
 - funkcioniranje manevarske kočnice.

10. Drugi kopač, ukoliko je potrebno, dužan je doliti ulje u aparate za podmazivanje.
11. U toku vožnje pokretnom skelom mora se pridržavati slijedećeg:
 - bočna i čeona krila radne platforme moraju biti prignuta pri vožnji,
 - vrata koša i poklopac na radnoj platformi moraju biti zatvoreni,
 - za vrijeme vožnje pokretne skele nitko ne smije biti na radnoj platformi,
 - radnik koji rukuje komandnim ventilom obavlja i kontrolu vođice, a pri zaustavljanju pokretne skele na čelu radilišta mora voditi računa da ne udari u prag posljednje sekcije, odnosno u kapu na dizama
12. Nakon zaustavljanja pokretne skele radnici iz koša prelaze na radnu platformu. Rukovodilac radilišta obavlja okucavanje čela radilišta i bokova koristeći zaštitni krov i odgovarajući alat. Za vrijeme čišćenja radilišta od visećih komada stijene, radnik u polaznoj stanici i radnici na utovaru moraju biti na sigurnom mjestu.
13. Ako se pri izradi kosog okna pojave veće pukotine ili dođe do povećanog pritiska, tehnički rukovodilac jame će odrediti način podgrađivanja kao i način učvršćenja vođice.
14. Bušenje minskih bušotina obavlja se s platforme, a bušenjem rukovodi rukovodilac radilišta. Paljenje mina obavlja se samo električno. Eksplozivna sredstva se dovoze neposredno pred miniranje pokretnom skelom u za to određenim sanducima. Na radnoj platformi prilikom pripreme za miniranje mogu biti samo dva radnika: palilac mina i njegov pomoćnik (KV kopač). Prije pripreme za miniranje palilac mina dužan je isključiti reflektor, osigurač telefona, a naročitu pažnju mora posvetiti izolaciji provodnika električnog voda. Opremanje patrona obavlja se na radnoj platformi pod zaštitnim krovom.
15. Paljenje mina obavlja palilac mina iz transportnog hodnika (potkopa) na dnu okna, pošto se prethodno pokretna skela povuče u horizontalni polazni dio. Radnici se povlače u transportni hodnik u pravcu svježije zračne struje. Poslije paljenja mina rukovodilac radilišta otvara ventile za zrak i vodu na automatskoj razvodnoj bateriji, tako da se uključi ventilacija okna. Ako pri paljenju mina ne bi došlo do eksplozije, ili postoji sumnja da sve mine nisu eksplodirale, palilac mina postupa prema propisima za bilo koje drugo radilište.
16. Vjetrenje okna mora trajati najmanje 20 minuta. Ukoliko je miniranje obavljeno normalno, rukovodilac radilišta i palilac mina nakon 20 minuta dužni su provjeriti da li su odstranjeni plinovi od miniranja i da li je vođica na ustima okna (krivina) ispravna i čista. Tek poslije ovog pregleda može se krenuti s pokretnom skelom na čelo radilišta i započeti novi ciklus rada.
17. Utovar odminiranog materijala u hodniku na dnu okna ne smije se obavljati prije nego što se okuca radilište. Rukovodilac radilišta dužan je obavijestiti rukovoditelja utovarnog stroja kada može započeti s utovarom. Isto tako dužan je obavijestiti palilaca mina i ostale radnike ako sumnja da je neeksplozirana patrona došla u iskopinu, kako bi se poduzele propisane mjere. Rukovalac utovarnog stroja dužan je utovar obavljati po mogućnosti s osiguranog mjesta. U slučaju da mora prići pod usta okna, utovar će obavljati s daljinskim upravljačem uz prethodni sporazum s rukovodiocem radilišta, o stanju na čelu radilišta.
18. Ukoliko u toku kretanja pokretne skele ili na čelu radilišta dođe iz bilo kojih razloga do prekida opskrbe sa zrakom, rukovalac skele dužan je skelu spustiti gravitacijski u početni položaj, na način propisan od proizvođača pokretne skele. U slučaju da se pokretna skela ne može gravitacijski spustiti u polazni položaj, rukovodilac radilišta dužan je obavijestiti smjenskog nadzornika koji će kontrolirati spuštanje radnika s penjalicama. Radnici mogu izvršiti spuštanje s penjalicama i bez kontrole nadzornika u slučaju da se radi o hitnom spuštanju za što se moraju posebno občiti.

19. Pokretnom skelom dozvoljena je vožnja trojici radnika i to samo u košu. Materijal se može voziti i na radnoj platformi pod uvjetom da je dobro učvršćen.
20. Nije dozvoljen pristup drugih osoba u koso okno i na pokretnu skelu, osim određene radne ekipe, neposrednog nadzora i rukovodećih osoba.
21. Radovi u oknu obavljaju se samo s radne platforme ispod zaštitnog krova i uz upotrebu zaštitnog užeta i opasača.
22. Za vrijeme dok je pokretna skela na čelu radilišta ili u oknu ne dozvoljava se nikakav rad u oknu ispod skele, osim utovara iskopine.
23. Kada okno pređe 30 metara visine, potrebno je uspostaviti telefonsku vezu s polaznim položajem u transportnom hodniku.
24. Radnici na radilištu moraju biti snabdjeveni s ispravnim akumulatorskim lampama.

PREGLED RADILIŠTA I KONTROLA

25. Nadzornik smjene dužan je najmanje jedanputa u toku smjene pregledati radilište i postrojenje.
26. Stručna osoba ispred strojnog održavanja dužna je najmanje jedanputa u toku dana detaljno pregledati postrojenje.
27. Propisuju se slijedeći pregledi postrojenja:
 - dnevni pregledi (smjenski),
 - tjedni pregledi,
 - servisni pregledi.Sheme pregleda i podmazivanja moraju biti istaknute u zaštitnoj komori (polazni položaj) i u koso pokretne skele. Na shemama moraju biti označene i osobe po radnim mjestima zadužene za preglede i podmazivanje a.
28. Svi nalazi pregleda, izvršeni popravci, zamjena dijelova, kao i upotreba sigurnosne kočnice i hvataljke, moraju biti evidentirani u knjizi smjenskih izvještaja o radu pokretne skele.

OSOBNNA ZAŠTITNA SREDSTVA

29. Radnici zaposleni na izradi kosog okna odozdo na gore s pokretnom skelom moraju imati slijedeća zaštitna sredstva: kacigu, čizme, radno odijelo, zaštitni opasač, respirator i rukavice.
30. Na pokretnoj skeli moraju biti slijedeća zaštitna sredstva:
 - dva para penjalica,
 - dva zaštitna užeta,
 - dva zaštitna opasača,
 - poluga za rasterećenje,
 - sandučić prve pomoći.

2.4.11.3.6. POSEBNE MJERE ZAŠTITE ZA SIPKE U EKSPLOATACIJI

Opće upute

Tehnički rukovodilac jame određuje na osnovi odobrenog projekta, konkretne mjere zaštite pri eksploataciji kod rada na sipkama i odgovoran je za organizaciju projektiranog načina rada.

Tehnički rukovodilac jame određuje odgovornu osobu za nadzor pri radu na sipkama.

Pored ostaloga dužan je organizirati:

- upoznavanje radnika sa specifičnim opasnostima pri radu,
- izraditi tehničke upute,
- nabaviti potreban materijal za rad,
- voditi evidenciju o stanju rudnih sipki.

Poslovođa jame dužan je pored pravilnog i dosljednog provođenja projektiranog načina rada i organizacije, upoznavati zaposlene radnike sa specifičnim opasnostima pri radu sa sipkama.

Pored ovoga dužan je:

- izraditi plan rada, izvršiti raspored radnika po smjenama i odrediti radne zadatke,
- izvršiti pregled stanja sipki (usipno mjesto i ušća sipke), te voditi evidenciju o stanju sipki.

Obavezan je da po mogućnosti svakodnevno, a najmanje jednom u dva dana, obiđe rudne sipke i izvrši pregled njihova stanja. Dužan je naročito pregledati uređaje za otvaranje i zatvaranje zatvarača, zaštitne uređaje i osobna zaštitna sredstva.

Nadzornik smjene dužan je najmanje jednom u smjeni izvršiti pregled rudnih sipki, a naročito:

- ispravnost zatvarača na ušću sipke,
- protočnost materijala u sipki,
- zaštitne naprave i uređaje,
- osobna zaštitna sredstva i njihovo korištenje.

Osiguranje usipnog mjesta rudne sipke

Usipno mjesto je osigurano rešetkastim poklopcem s otvorima 30x30 cm. Potrebno je postaviti uzdužnu metalnu ogradu u sredini prekopa visine 1,25 m.

S čelnih strana uspinog mjesta potrebno je postaviti rampe koje se jednim dijelom oslanjaju na uzdužnu ogradu, a drugim na bok prekopa. Na rampi mora biti obješena tabla s odgovarajućim natpisom i upozorenjem. Kod svakog dužeg prekida rada, ili odlaska ljudi koji rade na usipnom mjestu rudne sipke, obavezno je postavljanje zaštitne rampe.

Usipna mjesta moraju biti dobro osvijetljena.

Osiguranje ušća sipke

Donji otvori sipki osigurani su ugradnjom solidnih zatvarača. Radnik koji regulira rad zatvarača sipke nalazi se u za njega specijalno uređenoj niši. Između niše i prostora za istresanje iskopine iz sipke nalazi se čvrsta metalna mreža.

Navozišta ispod rudnih sipki moraju biti dobro osvijetljena. Na početku i na kraju proširenja navozišta postavljaju se svjetleći natpisi o zabrani prolaza ljudi u toku pražnjenja iskopine.

Čišćenje iskopine prosute po podu smije se obavljati samo kod potpuno zatvorenog zatvarača na ušću sipke.

Odčepljenje sipke

U slučaju zaglavlivanja ušća sipke većim komadima iskopine, odčepljenje obavlja radnik koji stoji sa strane ušća. Pri tome mora koristiti odgovarajuću alatku i nositi zaštitne rukavice i naočale.

U slučaju začepljenja sipke, njenom odčepljenju mora pristupiti s gornje strane. Pri tome se mora postupiti prema tehničkim uputama koje treba izdati tehnički rukovodilac jame.

2.4.11.3.7. ZAŠTITA OD OPASNIH PLINOVA

U jamama boksita mogu nastati nitrozni plinovi kao posljedica miniranja i eventualno u manjim količinama CO₂ kao posljedica truljenja jamske građe. Poroznost vapnenjačke sredine u kojoj se nalazi boksit garancija je da se ne mogu očekivati veće nakupine opasnih plinova, niti postoji vjerojatnost njihovog prodora u jamske prostorije.

Prema dosadašnjem iskustvu, u sličnim jamama na Bešpelju, Poljanama i Liskovici, do sada nije bilo pojava prodora plinova niti zaplinjenja jame.

Kao zaštita od spomenutih plinova mora se redovito kontrolirati pravilno provjetranje jame i obavljati ispitivanje prisutnosti plinova pomoću ampula namijenjenih za te svrhe.

2.4.11.3.8. ZAŠTITA OD MINERALNE PRAŠINE

S obzirom na sadržaj SiO₂ u boksitu, prilikom bušenja i miniranja, kao i u drugim fazama rada u jami, stvara se agresivna prasina. Prema mjerenjima koja su obavili Institut zaštite iz Banja Luke i Savezni centar za zaštitu i obrazovanje u rudarstvu i industriji iz Tuzle, u postojećim sličnim jamama na Poljanama došlo se do slijedecih rezultata:

- količina prašine mjerena gravimetrijski na radilištima iznosi:

u fazi bušenja (s vodenim ispiranjem)	1,8 do 3,3 mg/m ³
u fazi utovara	2,8 do 4,3 mg/m ³
- sadržaj slobodnog SiO₂ u lebdećoj prašini kreće se u granicama od 0,18 do 0,26 %.

Prašina koja nastaje u jami može se svrstati u kategoriju od 1% slobodnog SiO₂, što znači da je maksimalno dozvoljena koncentracija u radnoj atmosferi 1750 čestica/cm³, odnosno 5 mg/m³. Ove vrijednosti odnose se na respirabilnu prašinu, tj. na čestice veličine do 5 mikrona.

Na osnovi dobivenih rezultata može se zaključiti da je zaprašnost dosta niska, zahvaljujući primjeni mokrog bušenja, te da se kreće u granicama dozvoljenih koncentracija. Zbog toga i u jami "Crvene Stijene" mora se na svim radilištima, kako u jalovini, tako i u rudu, bušiti s vodenim ispiranjem, te tako suzbijati nastajanje prašine. No, i pored toga radnici zaposleni na bušenju, a po potrebi i na utovaru moraju koristiti respiratore kao osobna zaštitna sredstva koji sprječavaju udisanje prašine.

Redovita mjerenja mikroklimatskih uvjeta i intenziteta zaprašnosti u jami moraju se izvoditi shodno članu 212, 216 i 217 Pravilnika o tahničkim mjerama i zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima, i člana 70 Osnovnog zakona o zaštiti i odredbama Pravilnika o periodičkim ispitivanjima.

2.4.11.3.9. ZAŠTITA OD PROVALE VODE

Razina podzemne vode (rijeka Vrbas i Ugar) nalazi se znatno ispod jamskih radova, a s obzirom na vapnenačke terene i tehnološko rješenje otvaranja s potkopima kojima se sva rudna tijela poduhvaćaju, ne postoji opasnost od provale vode, niti od priliva vode.

2.4.11.3.10. ZAŠTITA OD POŽARA

Izgradnja potkopa i drugih rudarskih prostorija otvaranja i razrade ležišta izvodi se u vapnencu uz samo djelomično podgrađivanje drvenom podgradom. Podgrađivanje drvenom građom (većim dijelom uz čelične stupce) svedeno je na smjerne i otkopne hodnike u boksitu. Boksit je po prirodi vlažan (gruba vlaga oko 8%), tako da je i podgrada vlažna, te nema opasnosti da dođe do požara. U jami ne postoji drugih izvora opasnosti od nastajanja požara.

2.4.11.4. ZAŠTITNE MJERE NA POVRŠINI

Zaštita objekata

U smislu važećih Pravilnika o zaštiti na radu, svi površinski objekti i postrojenja moraju biti opskrbljeni protupožarnim, higijenskim i sanitarnim uređajima.

Pogonska zgrada na "Crvenim Stijenama" biti će povezana s ostalim pogonima Rudnika upravnom zgradom u Jajcu radio-vezom, kakva već više godina uspješno funkcionira u Krugu Rudnika. Jama će biti povezana s vanjskim objektima telefonskom vezom.

U okviru pogonske zgrade izgradit će se priručna ambulatna za pružanje prve pomoći, a planiraju se i dežurna sanitetska kola u slučaju hitne intervencije.

Na području ove jame nije planirana stanica za spašavanje, jer je u toku uređenje centralne stanice na Poljanama (udaljenost 6 km), koja će biti zajednička za čitav Rudnik.

Vatrogasna stanica također nije planirana posebno za ovu jamu, nego se nalazi u sklopu čitavog Rudnika.

Osobna zaštitna sredstva dodjeljuju se radnicima prema postojećem Pravilniku Rudnika.

Voda za piće i za tehnološke potrebe u jami dovest će se izgradnjom vodospremnika, za što će se izraditi poseban projekt.

U okviru pogonske zgrade locirane na platou u blizini ulaza u jamu izgradit će se kupaonica za radnike, s garderobom i lamparom za osobne akumulatorske svjetiljke.

Zaštita zone urušavanja

Iako sve činjenice ukazuju da neće biti zarušavanja krovine, ipak je nužno predvidjeti zaštitu površine terena koja se nalazi ortogonalno iznad ležišta. Stoga će se površina terena iznad predviđenih prostorija otkopavanja ograditi s žičanom ogradom. Istaknut će se i natpisi o zabrani pristupa na ograđeno područje zbog mogućnosti urušavanja terena i propadanja u podzemlje.

Ukoliko dođe do potonuća terena, takvi prostori će se sanirati nasipavanjem jalovine koja će se ionako nalaziti u okruženju, s tim da će se nasipavanje izvoditi tek po okončanju eksploatacije na dotičnom ležištu..

2.4.11.5. ZAŠTITA OD ELEKTRIČNE ENERGIJE

Opći podaci

Za opskrbu električnom energijom za jamu na "Bešpelju" dovest će se električna energija dalekovodom 20 kW i u neposrednoj blizini pogonske zgrade postaviti će se trafo-stanica potrebne snage od 600 kV. Iz trafo-stanice do potrošača, struja će se razvesti niskonaponskom električnom mrežom.

U jami će se uglavnom upotrebljavati strojevi na pogon komprimiranim zrakom i dizel gorivom. No, potrebno je predvidjeti napajanje električnom energijom u svrhu rasvjete u glavnom transportnom potkopu i remizi za aku-lokomotive te za rad separatnog ventilatora.

Posebnim projektom opskrbe jame s električnom energijom riješit će se dovod električne energije do trafo-stanice, transformacija, niskonaponski razvod i vanjska rasvjeta, koji trebaju obuhvatiti sve potrebne uređaje i zaštitnu opremu.

Mjere zaštite od električne energije

Za postojeću instalaciju i električne uređaje na snazi su pravilnici za preventivne preglede. Preventivnim pregledima korisnik i nadzorno tehničko osoblje sprječavaju nepravilnosti koje bi mogle uzrokovati nesreće ili štete na instalacijama i uređajima:

Potrebno posvetiti posebnu pažnju propisnom i vidljivom označivanju (upozorenja) električnih uređaja i opreme.

Stalnim pregledima treba provjeravati je li došlo do oštećenja na kabelima, instalacijama, električnim uređajima zbog prisustva vode, blata ili mogućih mehaničkih šteta od strojeva, rudarske mehanizacije ili pada materijala. Opremu i uređaje treba redovito čistiti.

Električni uređaji i oprema moraju biti na takovom mjestu, da je moguć nesmetan pristup i održavanje. Rukovaoci moraju biti za svaki stroj i električni uređaj posebno osposobljeni, što je potrebno po-vremeno provjeravati.

Redovito se mora kontrolirati otpor zaštitnog uzemljenja, neprekinutost zaštitnog vodiča i testirati rad zaštite od previsokog dodirnog napona.

Svi testovi i mjerenja moraju biti evidentirani i izvedeni sa instrumentima koji su provjereni u ovlašte-nom ispitnom laboratoriju.

Stanje se mora evidentirati. Ako se utvrdi kvar na mreži ili na radu zaštite, mora ga se ODMAH otkloniti.

Pripadajuća dokumentacija jednopolne elektroenergetske sheme mora biti ažurirana. Za bitne promjene (veće snage, dužine ili promjene u vrijednosti osigurača ili zaštitnih sklopova), potrebna je suglasnost projektanta.

Kada se popravlja, montira ili demontira električna oprema i instalacije mora se postupati na sljedeći način:

1. Isključiti i vidljivo odvojiti uređaje od napona sa svih strana.
2. Onemogućiti slučajni ponovni uklop.
3. Utvrditi beznaponsko stanje.
4. Uzemljiti i kratko spojiti uređaje i instalaciju.
5. Označiti mjesto rada i uređaje koji su pod naponom.

Zbog sigurnosti na radu potrebno je:

1. Isključiti i vidno odvojiti uređaje koji su pod naponom sa svih strana. Isključenje izvesti prekidačem. Zatim treba izvaditi i osigurače. Poslije isključenja provjeriti da li su kabeli isključeni. Isključiti i napon za upravljanje. **Uklop ili isklop na dogovoreno vrijeme strogo je zabranjen.**

2. Onemogućiti slučajni ponovni uklop. Izvaditi sve osigurače, postaviti blokade ponovnog uklopa i postaviti tablicu: **POZOR, RADI SE NA UREĐAJIMA I INSTALACIJAMA, NE UKLAPAJ!** Upozorenja moraju biti na mjestu gdje se nalazi prekidač dok odgovorni električar ne obavijesti o završetku rada na električnim uređajima i instalacijama.
3. Utvrditi beznaponsko stanje atestiranim indikatorom napona koji treba testirati uvijek sukladno uputama proizvođača. Indikator napona treba testirati najprije na naponskoj strani, zatim na mjestu gdje nema napona te ponovo na mjestu gdje napon postoji.
4. Uzemljiti i kratko spojiti uređaje i instalaciju, što bliže mjestu rada, posebnom opremom za kratko spajanje koja se uvijek postavlja na mjestu rada da bi zaštitili radnike od slučajnog dodira dijelova pod naponom. Pri uzemljivanju i kratkospajanju treba koristiti propisanu opremu i poštivati redoslijed postavljanja kratkospojnih veza.

Mjesta rada odnosno popravka uređaja ili instalacija treba posebno označiti kao što treba i posebno označiti uređaje i elektro instalacije koje ostaju pod naponom. Ako, zbog blizine uređaja, postoji opasnost za slučajni dodir uređaja pod naponom treba postaviti odgovarajuće čvrsto pričvršćene izolacijske pregrade na kojima treba biti upozorenje: **POZOR! OPASNO PO ŽIVOT! UREĐAJI SU POD NAPONOM! VISOKI NAPON!** Električarima koji izvode radove osigurava se prostor, tako da mogu sigurno raditi. Sve oznake moraju biti jasne, tako da ne smije doći do greške. Mjesto rada ograđuje se upozorenjima koja su jedan metar od zemlje.

2.4.12. TEHNO-EKONOMSKA OCJENA ISPLATIVOSTI PODZEMNE EKSPLOATACIJE LEŽIŠTA L-27

Podzemni kop L-27 je u pripremnoj fazi otvaranja. Vrijednost opreme koja će se koristiti u tehnološkom procesu dobivanja boksita prikazana je u tablici 2.4-29, a specificirana je temeljem Studije koju je Investitor dao na uvid autorima Projekta.

Tablica 2.4-29. Vrijednost opreme za eksploataciju podzemnog kopa L-27

Naziv	tip.	glavni podaci	Jedinična cijena	UKUPNO	
				kom	EUR
Energija					
mobilni kompresor		6,3 m3/p+12 kVA	26000	1	26 000
električni agregat	dizel	50 kVA	16000	1	16 000
kompresor	GA-1208	18 m3/p, 132 kW	34000	3	102 000
transformator		20/6 kV 1 MVA	24000	3	72 000
transformator		6/0,4 kV	8000	5	40 000
Transport-otprema					
utovarni stroj			120000	1	120 000
dizalica			48000	1	48 000
kamion terenski		multifunkcionalni	16000	2	32 000
lokomotiva		dizel	88000	3	264 000
vagoneti	Granby		4000	40	160 000
vagonetna prov. rampa			4000	2	8 000
vagoneti za ostalo			1600	20	32 000
tr. traka	BSZ-800	300m/800mm, 55 kW	40000	1	40 000
Multicar		rabljeni	8000	1	8 000
vagoneti za prijevoz ljudi			3200	10	32 000
Bušenje, otkopavanje					
b. čekić	BBD-94	s potpornom n.	6212	15	93 180
b. čekić	BBD-46	s potpornom n.	4872	5	24 360
platforma uskopi	Alimak	120 m	271632	1	271 632
o. čekić				8	0
stroj za miniranje				8	0
Utovar					
dizel LHD	GHH	1,5-2 m3, rabljeni (cijena 50%)	100000	3	300 000
kompr. zrak LHD	Cavo	rabljeni	36000	6	216 000
utovarna lopata	LM70		52920	2	105 840
Ostalo					
rudarska lampa	Nordlamp		200	120	24 000
stroj za punjenje lampi	Nordlamp		3600	2	7 200
pumpe na radilištu	Bibo	100 m, 1 m3/p	2064	2	4 128
pumpe na radilištu	DOP	kompr. zrak	680	4	2 720
ventilator	VLEN 800		3600	10	36 000
ventilator	VLEN 600		2000	10	20 000
instr. za mj. zraka		diferencijal anemo-m.	800	1	800
instr. za mj. plinova	fiolom		800	1	800
telefon jamski			40	20	800
telefonska mala centrala			600	2	1 200
rudarski kompas			400	5	2 000
uređaj za spašavanje	Dräger		3200	5	16 000
oprema za spašavanje			8000		2 000
računalna tehnika			20000		5 000
Ukupno					2 126 660

Procjena proizvodnih troškova pri realizaciji zahvata strukturirana je na investicijsko (izada glavnih porstorija otvaranja i razrade) i eksploatacijsko razdoblje (priprema i eksploatacija ležišta). To je jako bitno razlučiti jer će se troškovi investicije dijeliti i s drugim ležištima koja će se eksploatirati korištenjem istih prostorija.

Proračun troškova investicijskog razdoblja prikazan je u tablici 2.4-30, a proračun troškova eksploatacije samog ležišta L-27 prikazan je u tablici 2.4-31.

Tablica 2.4-30 Proračun proizvodne cijene te godišnjih i ukupnih troškova realizacije zahvata

Vrsta troškova		Jedinica mjere (J.M.)	Utrošak jedin. Mj.	Normativ utroška Jed.mj./m ³ r.m.	Vrijednost jedin. mj. EUR/J. mj.	Jedin. cijena proizvodnje EUR/ m ³ r.m.	UKUPNI UTROŠAK EUR/1,25 god
OSOBNI DOHODAK (17 djelatnik)		sat	34 000	2,8	4	11,03	136 000
Energenti i voda	Nafta	kg	5020	0,4071	0,85	0,35	4 267
	Motorno ulje	kg	100	0,0081	2	0,016	201
	Diferencijalno ulje	kg	25	0,0020	5	0,010	126
	Ostala maziva	kg	10	0,0008	5	0,004	50
	Električna energija	kWh	4977	0,4036	0,10	0,041	511
	Komprimirani zrak	m ³	577500	46,84	0,0167	0,781	9 625
	Voda	m ³	2170	0,1760	3	0,528	6 510
Materijal i oprema	Eksploziv	kg	24063	1,9516	1,60	3,123	38 501
	Električni upaljači	kom	15935	1,2924	0,75	0,969	11 951
	Rudarske kapice	kom	0	0	0,40	0	0
	Sporogoreći štapin	m	0	0	0,40	0	0
	Pragovi	kom	1900	0,1541	25	3,852	47 500
	Tračnice s priborom	kg	35150	2,8508	2	5,702	70 300
	Jamska građa	m ³	16	0,0013	100	0,132	1 625
	Ostali materijal	10% vrijednosti Materijala i opreme					0,9686
UKUPNO						16,5	191 166
Održavanje i obnavljanje	Amortizacija (0,125x10%/god)	EUR	26 583	2,16	1	2,16	33 229
	Rezervni dijelovi (6% od Am.)	EUR	1 595	0,13	1	0,13	1 994
	Invest. i tek. Održav. (3% od Am)	EUR	797	0,06	1	0,06	997
UKUPNO						2,35	36 220
Invest. i završni rad.	Istražni radovi	EUR/R.V.	230 500	18,69	0,80	19	288 125
	Izrada tehničke dokument.	EUR/R.V.	10 000	0,81	0,80	1	12 500
	Ishođenje dozvola i rješenja	EUR/R.V.	2 500	0,20	0,80	0,20	3 125
	Pripremni radovi za eksploat.	EUR/R.V.	2 500	0,20	0,80	0,20	3 125
	Sanacija terena, 1%UP	EUR/R.V.	13 499	1,09	0,80	1	16 873
UKUPNO						21,01	323 748
SVEUKUPNO						50,9	687 134

Tablica 2.4-31 Proračun proizvodne cijene te godišnjih i ukupnih troškova pri eksploataciji ležišta L-27

Vrsta troškova		Jedinica mjere (J.M.)	Utrošak jedin. Mj.	Normativ utroška Jed.mj./m ³ r.m.	Vrijednost jedin. mj. EUR/J. mj.	GODIŠNJI UTROŠAK EUR/god	Jedin. cijena proizvodnje EUR/ m ³ r.m.	UKUPNI UTROŠAK EUR za 2,7 god	CIJENA BOKSITA EUR/t	
OSOBNI DOHODAK (34 djelatnika)		sat	47 600	1,1	4	190 400	4,30	514 080	7,62	
Energenti i voda	Nafta	kg	11 318	0,19	0,85	9 621	0,16	25 976	0,38	
	Motorno ulje	kg	226	0,004	2	453	0,008	1 222	0,02	
	Diferencijalno ulje	kg	57	0,0009	5	283	0,005	764	0,01	
	Ostala maziva	kg	23	0,0004	5	113	0,002	306	0,00	
	Električna energija	kWh	55 566	1,21	0,10	5 700	0,124	15 391	0,23	
	Komprimirani zrak	m ³	1 697 706	34	0,0167	28 295	0,563	76 397	1,13	
	Voda	m ³	7 914	0,160	3	23 743	0,479	64 106	0,95	
Materijal i oprema	Eksploziv	kg	42 136	0,73	1,60	67 418	1,175	182 030	2,70	
	Električni upaljači	kom	37 780	0,08	0,75	28 335	0,061	76 504	1,13	
	Pragovi	kom	1 336	0,01	25	33 400	0,279	90 180	1,34	
	Tračnice s priborom	kg	24 716	0,21	2	49 432	0,413	133 466	1,98	
	Jamska građa	m ³	143	0,0031	100	14 268	0,313	38 524	0,57	
	Ostali materijal	10% vrijednosti Materijala i opreme					9 710	0,1005	26 217	0,39
	UKUPNO						270 771	3,7	731 082	10,83
Održavanje i obnavljanje	Amortizacija (0,125x10%/god)	EUR	57 420	1,30	1	57 420	3,50	155 034	2,30	
	Rezervni dijelovi (6% od Am.)	EUR	3 445	0,08	1	3 445	0,21	9 302	0,14	
	Invest. i tek. Održav. (3% od Am)	EUR	1 723	0,04	1	1 723	0,10	4 651	0,07	
UKUPNO						62 588	3,81	168 987	2,50	
Naknade	Renta, 2,5%	EUR	20 000	0,24	1	7 407	0,45	20 000	0,30	
	Šumarija, 0,5%	EUR	8 000	0,09	1	2 963	0,18	8 000	0,12	
UKUPNO						10 370	0,63	28 000	0,41	
SVEUKUPNO						534 129	12,4	1442 148	21,4	

Prema prikazanim rezultatima očito je da će se eksploatacijom ležišta L-27 dobiti proizvodna cijena od 21,4 EUR/t boksita. Toj cijeni treba dodati i troškove investicije koji će biti 687 134 EUR-a, što po toni boksita iznosi:

$$C_i = T_i / Q_u = 687\,134 / 67\,494 = 10,2 \text{ EUR/t}$$

Ukoliko bi se eksploatacija izvodila samo iz ležišta L-27, bez uračunavanja ostalih ležišta koja su predviđena za eksploataciju (L-25 i dr.), ukupna proizvodna cijena boksita bi bila:

$$C_p = C_i + C_{L-27} = 10,2 + 21,4 = 31,6 \text{ EUR/t}$$

Prema sadašnjoj tržišnoj cijeni boksita (fco Bešpelj), koja iznosi 20 EUR/t, može se konstatirati da bi se eksploatacijom ležišta L-27 proizvodili samo gubici, no sigurno je da će se ti troškovi prerasporediti i na nova ležišta koja će se istraživati iz podzemnih prostorija.