

---

**PREDUZEĆE ZA  
PROJEKTOVANJE,  
INŽENJERING I  
KONSALTING d.o.o.  
BEOGRAD**



**DESIGNING,  
ENGINEERING AND  
CONSULTING  
COMPANY Ltd.  
BELGRADE**

---

**IDEJNI PROJEKAT  
EKSPLOATACIJE KREČNJAKA KAO TEHNIČKO-  
GRAĐEVINSKOG KAMENA LEŽIŠTA „SUŠICA” I  
„RUSAVICA” KOD ČAČKA**



---

Slobodan Dizdarević, dipl.inž.rud.

**Septembar 2019.**

**Beograd**

**PROJEKTNI ZADATAK**  
**ZA IZRADU IDEJNOG PROJEKTA**  
**AEKSPLATACIJE KREČNJAKA KAO TEHNIČKO-GRAĐEVINSKOG**  
**KAMENA LEŽIŠTA „SUŠICA” I „RUSAVICA” KOD ČAČKA**

*Naziv Projekta:*

IDEJNI PROJEKAT EKSPLATACIJE KREČNJAKA KAO TEHNIČKO-  
GRAĐEVINSKOG KAMENA LEŽIŠTA „SUŠICA” I „RUSAVICA” KOD ČAČKA

*Investitor*

MINERAL RS DOO BEOGRAD, Milutina Milankoviće 3B

*Cilj Projekta:*

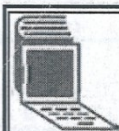
Radi kontinuiteta eksploatacije krečnjaka na površinskom kopu SUŠICA, odnosno i otvaranja površinskog kopa RUSEVICA izraditi Idejni projekat.

Idejni projekat izraditi u svemu prema Pravilniku o sadržini studije izvodljivosti eksploatacije ležišta mineralnih sirovina („Službeni glasnik RS” broj 108/06).

*Dokumentaciona osnova za izradu Idejnog projekta*

- Elabarat kvalitetu i rezervama krečnjaka u ležištu „Sušica” Čačak
- Elabarat o resursima i rezervama krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena u ležištu „Rusavica” selo Loznica kod Čačka,
- Izveštaj o laboratorijskim ispitivanjima geomehaničkih svojstava stenskog materijala sa lokaliteta Rusavica
- Geodetski plan-situacija terena na lokaciji ležišta,

„PUTEVI ČAČAK” DOO



8000052593446

**ИЗВОД О  
РЕГИСТРАЦИЈИ  
ПРИВРЕДНОГ СУБЈЕКТА**Република Србија  
Агенција за привредне регистре**ОСНОВНИ ИДЕНТИФИКАЦИОНИ ПОДАТАК**

Матични / Регистарски број 17538225

**СТАТУС**

Статус привредног субјекта Активно привредно друштво

**ПРАВНА ФОРМА**

Правна форма Друштво са ограниченом одговорношћу

**ПОСЛОВНО ИМЕ**

Пословно име EXPERTTEAM PREDUZEĆE ZA PROJEKTOVANJE INŽENJERING I KONSALTING DOO, BEOGRAD (NOVI BEOGRAD)

Скраћено пословно име EXPERTTEAM DOO BEOGRAD

**ПОДАЦИ О АДРЕСАМА****Адреса седишта**

Општина Београд-Нови Београд

Место Београд-Нови Београд

Улица Недељка Гвозденовића

Број и слово 34/1

Спрат, број стана и слово / /

**ПОСЛОВНИ ПОДАЦИ****Подаци оснивања**

Датум оснивања 27. фебруар 2004

**Време трајања**

Време трајања привредног субјекта Неограничено

**Претежна делатност**

Шифра делатности 7112

**Назив делатности**

Инжењерске делатности и техничко саветовање

**Остали идентификациони подаци**

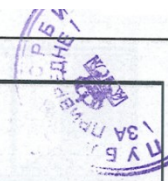
Порески Идентификациони Број (ПИБ) 103267344

**Подаци од значаја за правни промет**



**Текући рачуни**

145-0000000005219-32  
160-0000000389531-42  
145-0070100020163-03

**Подаци о статусу / оснивачком акту**

Не постоји обавеза овере измена оснивачког акта

Датум важећег статута

Датум важећег оснивачког акта

**Законски (статутарни) заступници****Физичка лица**

1. Име  Презиме   
ЈМБГ   
Функција   
Ограничење супотписом

**Директори / чланови одбора директора****Директори****Чланови одбора директора**

1. Име  Презиме   
ЈМБГ

**Чланови / Сувласници****Подаци о члану**

Име и презиме

ЈМБГ

**Подаци о капиталу****Новчани**

износ

датум

Уписан: 4.024,79 EUR

износ

датум

Уплаћен: 2.012,40 EUR, у противвредности од  
140.535,75 RSD

27. фебруар  
2004

износ(%)



Сувласништво удела од 100,00000

Основни капитал друштва

Новчани

износ

датум

Уписан: 4.024,79 EUR

износ

датум

Уплаћен: 2.012,40 EUR, у противвредности од  
140.535,75 RSD

27. фебруар  
2004



Регистратор: Миладин Маглов



**PREDUZEĆE ZA PROJEKTOVANJE,  
INŽENJERING I KONSALTING, d.o.o.  
Nedeljka Gvozdenovića 34/1  
B E O G R A D**

Na osnovu Odluke o osnivanju preduzeća „eXperTTeam” d.o.o. iz Beograda, broj 2401/2004 od 27.02.2004. i 14366/06 od 14.12.2006. donosi se:

### **R E Š E N J E**

Za izradu IDEJNOG PROJEKTA EKSPLOATACIJE KREČNJAKA KAO TEHNIČKO-GRAĐEVINSKOG KAMENA LEŽIŠTA „SUŠICA” I „RUSAVICA” KOD ČAČKA, određuju se:

1. Za odgovornog projektanta: Slobodan Dizdarević, dipl.ing.rudarstva
2. Za projektanta saradnika: Radojičić Sonja, ecc.

IDEJNI PROJEKAT EKSPLOATACIJE KREČNJAKA KAO TEHNIČKO-GRAĐEVINSKOG KAMENA LEŽIŠTA „SUŠICA” I „RUSAVICA” KOD ČAČKA treba izraditi u svemu prema Projektnom zadatku i Pravilniku o sadržini studije izvodljivosti eksploatacije ležišta mineralnih sirovina („Službeni glasnik RS” broj 108/2006) i drugim važećim normativima i standardima koji tretiraju ovu oblast.

U Beogradu  
Septembar 2019. godine



Direktor,

Slobodan Dizdarević, dipl.inž.rud.



IDEJNI PROJEKAT EKSPLOATACIJE  
KREČNJAKA KAO TEHNIČKO-GRAĐEVINSKOG  
KAMENA LEŽIŠTA „SUŠICA” I „RUSAVICA”  
KOD ČAČKA

---

**Spisak projektanata:**

Glavni projektant:



---

Slobodan Dizdarević, dipl.inž.rudarstva

Projektant saradnik:



---

Sonja Radojičić, dipl. ecc





IDEJNI PROJEKAT EKSPLOATACIJE KREČNJAKA  
KAO TEHNIČKO-GRAĐEVINSKOG KAMENA  
LEŽIŠTA „SUŠICA” I „RUSAVICA” KOD ČAČKA

---

## IZJAVA

Izjavljujem da sam kao Glavni projektant sa saradnicima izradio IDEJNI PROJEKAT EKSPLOATACIJE KREČNJAKA KAO TEHNIČKO-GRAĐEVINSKOG KAMENA LEŽIŠTA „SUŠICA” I „RUSAVICA” KOD ČAČKA u skladu sa projektnim zadatkom, odredbama Pravilnika o sadržini studije izvodljivosti eksploatacije ležišta mineralnih sirovina („Službeni glasnik RS“ broj 108/2006), i drugih normativa i standarda koji tretiraju ovu oblast.

U Beogradu  
Septembar 2019.



---

Slobodan Dizdarević, dipl. inž. rud.

PRIVREDNA KOMORA SRBIJE

Broj: 545/R

Beograd 22.11. 19 84. godine

Na osnovu člana 31. Samoupravnog sporazuma o programu i načinu polaganja stručnog ispita za radnike iz oblasti rudarstva koji rade na poslovima izrade i tehničke kontrole rudarskih projekata i eksploatacije mineralnih sirovina (Službeni glasnik SR Srbije br. 27 / 80.), Privredna komora Srbije izdaje

## U V E R E N J E

O POLOŽENOM STRUČNOM ISPITU

DIZDAREVIĆ Momira SLOBODAN rođen-a 27.8.1948. godine  
(ime, očevo ime i prezime) (dan, mesec, godina)  
u Korlaću, Raška, SR Srbije radnik-ca OOOR "Jugoazbest" Korlaće  
(mesto, opština, republika) (naziv OUR-a gde radi)  
položio-la je dana 22.11.1984. godine stručni ispit propisan za DIPLOMIRANOG INŽENJERA  
RUDARSTVA - SMER ZA EKSPLOATACIJU LEŽIŠTA MINERALNIH SIROVINA

SEKRETAR  
PREDSIEDNIŠTVA PRIVREDNE KOMORE SRBIJE  
/Radioje Milošević/

## **SADRŽAJ:**

|                                                                                                                                                             |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>1.1 OPŠTI PODACI O PROJEKTU</b>                                                                                                                          | <b>1</b>    |
| 1.1.1 NAZIV PROJEKTA                                                                                                                                        | 1           |
| 1.1.2 OSNOVNI PODACI O INVESTITORU                                                                                                                          | 1           |
| 1.1.3 PODACI O AUTORU PROJEKTA                                                                                                                              | 1           |
| <b>1.2 OPŠTI PODACI O LEŽIŠTU</b>                                                                                                                           | <b>2</b>    |
| 1.2.1 LOKACIJA LEŽIŠTA I EKSPLOATACIONOG POLJA                                                                                                              | 2           |
| 1.2.2 PROSTORNI POLOŽAJ EKSPLOATACIONOG POLJA I POVEZANOST SA PUTNOM, ŽELEZNIČKOM I INFRASTRUKTUROM                                                         | 2           |
| 1.2.3 POSTOJEĆE STANJE OSTALIH INFRASTRUKTURNIH USLOVA (ELEKTRONAPAJANJE, VODOVOD, GASNA INFRASTRUKTURA ITD.)                                               | 6           |
| <b>1.3 ISTORIJAT GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA I RUDARSTVA</b>                                                                                                     | <b>6</b>    |
| 1.3.1 GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE ŠIREG PODRUČJA                                                                                                                | 7           |
| 1.3.2 PRIKAZ REZULTATA GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA SA OPISOM IZVEDENIH RADOVA                                                                                    | 11          |
| 1.3.3 OPIS PRETHODNO IZVEDENIH RUDARSKIH RADOVA                                                                                                             | 15          |
| <b>1.4 RUDARSKO-GEOLOŠKI DEO</b>                                                                                                                            | <b>15</b>   |
| 1.4.1 OPŠTI PODACI O LEŽIŠTU                                                                                                                                | 15          |
| 1.4.2 RUDARSKI DEO                                                                                                                                          | 36          |
| <b>2 PRIKAZ PLASMANA MINERALNIH SIROVINA</b>                                                                                                                | <b>2-75</b> |
| <b>2.1 KOMERCIJALNI ASORTIMANI RUDNIČKIH PROIZVODA</b>                                                                                                      | <b>76</b>   |
| <b>2.2 ANALIZA TRŽIŠTA KOMERCIJALNIH PROIZVODA RUDNIKA</b>                                                                                                  | <b>76</b>   |
| <b>2.3 TOKOVI NOVCA</b>                                                                                                                                     | <b>76</b>   |
| 2.3.1 TROŠKOVI SREDSTAVA ZA RAD                                                                                                                             | 76          |
| 2.3.2 TEKUĆI TROŠKOVI                                                                                                                                       | 78          |
| 2.3.3 REKAPITULACIJA CENE KOŠTANJA                                                                                                                          | 79          |
| <b>2.4 ANALIZA KREDITNE SPOSOBNOSTI INVESTITORA</b>                                                                                                         | <b>79</b>   |
| 2.4.1 ANALIZA KREDITNE SPOSOBNOSTI INVESTITORA I MOGUĆI RAZVOJ TOKOM IMPLEMENTACIJE PROJEKTA                                                                | 79          |
| <b>2.5 ANALIZA OSETLJIVOSTI I RIZIKA</b>                                                                                                                    | <b>79</b>   |
| <b>2.6 DINAMIČKA OCENA INVESTICIONOG PROJEKTA</b>                                                                                                           | <b>80</b>   |
| <b>2.7 ANALIZA ODRŽIVOSTI/DOSTUPNOSTI PROJEKTA</b>                                                                                                          | <b>81</b>   |
| <b>3 PRIKAZ MERA ZAŠTITE I SANACIJE ŽIVOTNE SREDINE I UTICAJA EKSPLOATACIJE NA DRUŠTVENU ZAJEDNICU</b>                                                      | <b>83</b>   |
| <b>3.1 PRIKAZ MERA ZAŠTITE I SANACIJE ŽIVOTNE SREDINE</b>                                                                                                   | <b>84</b>   |
| 3.1.1 UTICAJ RUDARSKIH RADOVA I OBJEKATA U SVIM FAZAMA TEHNOLOŠKIH PROCESA EKSPLOATACIJE ANDEZTA NA ŽIVOTNU SREDINU                                         | 84          |
| 3.1.2 MERE ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE USLED UTICAJA RUDARSKIH RADOVA I OBJEKATA U SVIM FAZAMA TEHNOLOŠKIH PROCESA EKSPLOATACIJE I PRIPREME MINERALNIH SIROVINA | 84          |
| <b>3.2 UTICAJ EKSPLOATACIJE NA DRUŠTVENU ZAJEDNICU</b>                                                                                                      | <b>86</b>   |
| 3.2.1 UTICAJ NA SOCIJALNU STRUKTURU STANOVNIŠTVA                                                                                                            | 86          |
| 3.2.2 JAVNIH I OSTALIH OBJEKATA U ZONI UTICAJA RUDARSKIH RADOVA                                                                                             | 86          |
| 3.2.3 KATEGORIZACIJE I IZMENE STRUKTURE ZEMLJIŠTA                                                                                                           | 86          |



|          |                                                                                                      |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.4    | IZMEŠTANJA OBJEKATA INFRASTRUKTURE.....                                                              | 86        |
| 3.3      | GRAFIČKI DEO .....                                                                                   | 86        |
| <b>4</b> | <b><u>PRIKAZ POTREBNIH NOVČANIH SREDSTAVA KOJA ĆE BITI ANGAŽOVANA I BROJ ZAPOSLENIH .....</u></b>    | <b>87</b> |
| 4.1      | STRUKTURA I BROJ ZAPOSLENIH.....                                                                     | 88        |
| 4.2      | INVESTICIONA ULAGANJA U FAZI PRIPREME ZA OTVARANJE RUDNIKA (IZGRADNJA RUDNIČKE INFRASTRUKTURE) ..... | 88        |
| 4.2.1    | AMORTIZACIONI PLAN OTPLATE KREDITA.....                                                              | 88        |
| 4.2.2    | UKUPNA VREDNOST OPREME I RADOVA NAKON INVESTICIONIH ULAGANJA.....                                    | 89        |
| 4.3      | INVESTICIONA ULAGANJA U FAZI EKSPLOATACIJE .....                                                     | 89        |
| 4.4      | INVESTICIONA ULAGANJA U FAZI ZATVARANJA RUDNIKA.....                                                 | 90        |
| <b>5</b> | <b><u>PRILOZI.....</u></b>                                                                           | <b>91</b> |
| 5.1      | SPISAK PRILOGA .....                                                                                 | 92        |

**Spisak tabela:**

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Koordinate prelomnih tačaka eksploatacionog polja „Sušica i Rusevica”                                                            | 2  |
| Tabela 2. Pregled katastarskih parcela na lokalitetu „Sušica” i „Rusavica”                                                                 | 3  |
| Tabela 3. Osnovni parametri istražnih bušotina ležišta „Sušica”                                                                            | 12 |
| Tabela 4. Osnovni podaci o istražnim bušotinama ležišta „Rusevica”                                                                         | 14 |
| Tabela 5. Geomehničke karakteristike krečnjaka ležišta „Rusavica”                                                                          | 26 |
| Tabela 6. Hemijski sastav krečnjaku ležišta „Sušica”                                                                                       | 28 |
| Tabela 7. Sadržaj mikroelemenata u krečnjaku ležišta „Sušica” (u ppm)                                                                      | 28 |
| Tabela 8. Procentualno učešće pojedinih frakcija                                                                                           | 29 |
| Tabela 9. Granulometrijska analiza agregata                                                                                                | 30 |
| Tabela 10. Rezultati ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava krečnjaka ležišta „Sušica”                                                   | 31 |
| Tabela 11. Rezultati fizičko-mehaničkih ispitivanja kamena ležišta „Rusavica”                                                              | 31 |
| Tabela 12. Rezultati tehnoloških ispitivanja agregata krečnjaka ležišta „Rusavica”                                                         | 32 |
| Tabela 13. Koordinate prelomnih tačaka ležišta „Sušica”                                                                                    | 35 |
| Tabela 14. Koordinate prelomnih tačaka ležišta „Rusavica”                                                                                  | 35 |
| Tabela 15. Bilansne rezerve andezita ležišta „Sušica”                                                                                      | 35 |
| Tabela 16. Bilansne rezerve andezita ležišta „Rusavica”                                                                                    | 35 |
| Tabela 17. Pregled srednjih vrednosti fizičko-mehaničkih svojstava stenskog materijala                                                     | 37 |
| Tabela 18. Vrednosti faktora oštećenja stenskog masiva D za kosine površinskih kopova                                                      | 37 |
| Tabela 19. Vrednosti parametara čvrstoće na smicanje stenskog masiva za visinu kosine H = 10 m                                             | 39 |
| Tabela 20. Položaj pukotinskog sistema sa minimalnim faktorom sigurnosti za visinu kosine H = 10 m                                         | 39 |
| Tabela 21. Vrednosti parametara čvrstoće na smicanje stenskog masiva za visinu kosine H = 15 m                                             | 39 |
| Tabela 22. Položaj pukotinskog sistema sa minimalnim faktorom sigurnosti za visinu kosine H = 15 m                                         | 39 |
| Tabela 23. Vrednosti parametara čvrstoće na smicanje stenskog masiva za visinu kosine H = 20 m                                             | 40 |
| Tabela 24. Položaj pukotinskog sistema sa minimalnim faktorom sigurnosti za visinu kosine H = 20 m                                         | 40 |
| Tabela 25. Vrednosti parametara čvrstoće na smicanje stenskog masiva U - 1 za završne kosine određenih po Hoek-Brown-ovom kriterijumu loma | 40 |
| Tabela 26. Vrednosti parametara čvrstoće na smicanje stenskog masiva U - 2 za završne kosine određenih po Hoek-Brown-ovom kriterijumu loma | 41 |
| Tabela 27. Vrednosti maksimalnog ugla nagiba završne kosine izrađene u stenskom masivu U – 1 sa položajem kritičnog pukotinskog sistema    | 41 |
| Tabela 28. Vrednosti maksimalnog ugla nagiba završne kosine izrađene u stenskom masivu U – 2 sa položajem kritičnog pukotinskog sistema    | 41 |
| Tabela 29. Tehničke karakteristike bušilice CAT D7C                                                                                        | 49 |
| Tabela 30. Zavisnost dužine bušotine od visine etaže                                                                                       | 50 |
| Tabela 31. Zavisnost dužine bušotine od visine etaže                                                                                       | 51 |
| Tabela 32. Tehničke karakteristike eksploziva                                                                                              | 51 |
| Tabela 33. Površinski usporivači iz NONEL sistema                                                                                          | 52 |
| Tabela 34. Tehničke karakteristike hidrauličkih čekića klase HB                                                                            | 54 |
| Tabela 35. Koeficijent iskorišćenja kapaciteta usled daljine transporta                                                                    | 56 |
| Tabela 36. Mase materijala i koeficijent rastresitosti (Prema B. Trbojeviću)                                                               | 56 |

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 37. Koeficijent iskorišćenja radnog vremena <b>Krv</b> .....                               | 56 |
| Tabela 38. Koeficijent organizacije gradilišta <b>Kor</b> .....                                   | 57 |
| Tabela 39. Tehničke karakteristike Buldozera CAT DH 7L .....                                      | 57 |
| Tabela 40. Koeficijent organizacije gradilišta <b>Kor</b> .....                                   | 59 |
| Tabela 41. Osnovne dimenzije bagera Liebherr .....                                                | 59 |
| Tabela 42. Tehničke karakteristike Volvo A25 .....                                                | 62 |
| Tabela 43. Osnovne dimenzije utovarača Liebherr L 556 .....                                       | 64 |
| Tabela 44. Tehničke karakteristike utovarača Liebherr L 556 .....                                 | 64 |
| Tabela 45. Overene bilansne rezerve ležišta „Sušica” .....                                        | 65 |
| Tabela 46. Bilansne rezerve krečnjaka ležišta „Rusavica” .....                                    | 65 |
| Tabela 47. Bilansne rezerve krečnjaka u konturama idejnog rešenja površinskog kopa „Sušica” ..... | 66 |
| Tabela 48. Proračun rezervi unutar kontura površinskog kopa „Rusevica” (m <sup>3</sup> ).....     | 67 |
| Tabela 49. Proračun bilansnih rezervi unutar kontura površinskog kopa „Rusevica” .....            | 68 |
| Tabela 50. Dinamika eksploatacije (m <sup>3</sup> čvrste mase) .....                              | 69 |
| Tabela 51. Spisak opreme na površinskim kopovima „Sušica” i „Rusavica” .....                      | 70 |
| Tabela 52. Utrošci goriva i maziva na površinskom kopu „Sušica” i „Rusavica” .....                | 70 |
| Tabela 53. Normativi materijala i energije na eksploataciji krečnjaka .....                       | 71 |
| Tabela 54. Normativi materijala i energije na pripremi krečnjaka .....                            | 71 |
| Tabela 55. Ukupno degradirane površine prema projektu rekultivacije .....                         | 72 |
| Tabela 56. Obračun ukupnog prihoda.....                                                           | 76 |
| Tabela 57. Obračun troškova amortizacije .....                                                    | 77 |
| Tabela Figure 58. Obračun troškova investicionog i tekućeg održavanja .....                       | 78 |
| Tabela 59. Obračun troškova premija osiguranja .....                                              | 78 |
| Tabela 60. Kalkulacija cene koštanja .....                                                        | 80 |
| Tabela 61. Projekcija ekomomskog toka (RSD).....                                                  | 82 |
| Tabela 62. Broj i kvalifikaciona struktura radnika na površinskom kopu „Sušica“ .....             | 88 |
| Tabela 63. Tehnička struktura ulaganja u osnovna sredstva.....                                    | 89 |
| Tabela 64. Amortizacioni plan kredita za osnovna sredstva.....                                    | 89 |
| Tabela 65. Predmer i predračun radova na rekultivaciji po ha (u RSD) .....                        | 90 |

### **Spisak slika:**

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1. Pregledna karta saobraćajnica sa obeleženim istražnim prostorom 1:500 000 .....                      | 4  |
| Slika 2. Katastarske parcele obuhvaćene regulacionim planom .....                                             | 5  |
| Slika 3. Pregledna geološka karta šire okoline ležišta - list OGK „Čačak”, 1:100.000 .....                    | 9  |
| Slika 4. Vrednosti GSI faktora za stenski materijal sa lokaliteta Rusevica .....                              | 38 |
| Slika 5. Završni izgled površinskog kopa „Rusavica” .....                                                     | 43 |
| Slika 6. Završni izgled površinskog kopa „Rusavica” .....                                                     | 44 |
| Slika 7. Širina puta za dvosmerni saobraćaj .....                                                             | 45 |
| Slika 8. Tehnološka šema pripreme krečnjaka na površinskom kopu „Sušica” .....                                | 47 |
| Slika 9. Bušilica ROC D7 C .....                                                                              | 48 |
| Slika 10. Utvrđivanje usklađenosti hidrauličnog čekića i bagera (J. T. Anderson i W. N. Papineau, 1989) ..... | 53 |
| Slika 11. Dijagram za utvrđivanje usklađenosti hidrauličnog čekića i bagera (Tunnels & Tunneling, 1994) ..... | 54 |
| Slika 12. Buldozer CAT DH 7L .....                                                                            | 55 |
| Slika 13. Osnovne dimenzije buldozera CAT DH 7L .....                                                         | 57 |
| Slika 14. Bager Liebherr 946 .....                                                                            | 58 |
| Slika 15. Osnovne dimenzije bagera Liebherr 946 .....                                                         | 59 |
| Slika 16. Damper Volvo A25 .....                                                                              | 61 |
| Slika 17. Utovarač Liebherr L 556 .....                                                                       | 64 |



## **1.1 OPŠTI PODACI O PROJEKTU**

### **1.1.1 Naziv projekta**

Naziv projekta: IDEJNI PROJEKAT EKSPLATACIJE KREČNJAKA KAO  
TEHNIČKO-GRAĐEVINSKOG KAMENA LEŽIŠTA „SUŠICA” I  
„RUSAVICA” KOD ČAČKA

### **1.1.2 Osnovni podaci o investitoru**

Poslovno ime: **MINERAL RS doo Beograd**

 Sedište: **Milutina Milankovića 3b**

Naziv lokaliteta: **površinski kop „Sušica” i „Rusevica” selo Loznica**

Matični broj: **20150033**

PIB: **104346814**

Pretežna delatnost: **Eksploatacija građevinskog i ukrasnog kamena, krečnjaka, gipsa, krede**

Šifra delatnosti: **0811**

 Telefon: **032/374-590**

 Faks: **032/374-593**

Zakonski zastupnik: **Dejan Delić, Marina Gojanović i Milojko Topalović**

 Telefon: **060 8618013**

e-mail: **[putevi.cacak@strabag.com](mailto:putevi.cacak@strabag.com)**

web-sajt **[www.strabag.com](http://www.strabag.com)**

### **1.1.3 Podaci o autoru projekta**

Ime i prezime autora: **Slobodan Dizdarević**

 Adresa: **Nedeljka Gvozdenovića 34/1**

 Telefon: **+381(011) 2276-689**

 Faks: **+381(011) ) 2276-689**

## 1.2 OPŠTI PODACI O LEŽIŠTU

### 1.2.1 Lokacija ležišta i eksploatacionog polja

Eksploataciono polje „Sušica” nalazi se u ataru sela Loznica, udaljenom oko osam kilometara od Čačka. Naselje Loznica je državnim putem IIA reda broj 180 Šašak-Guča povezano sa Čačkom.

Sa pomenutim državnim putem eksploataciono polje je povezano lokalnim putem dužine oko 900 m.

Prostor je lociran na list „Čačak” OGK 1:100 000.

Eksploataciono polje je ograničeno prelomnim tačkama  $T_1 - T_{10}$ , čije su koordinate prikazane u tabeli 1.

Tabela 1. Koordinate prelomnih tačaka eksploatacionog polja „Sušica i Rusevica”

| Tačka | Koordinate |         |
|-------|------------|---------|
|       | Y          | X       |
| T-1   | 7445030    | 4856090 |
| T-2   | 7444695    | 4855728 |
| T-3   | 7444725    | 4855670 |
| T-4   | 7444825    | 4855575 |
| T-5   | 7444800    | 4855420 |
| T-6   | 7445105    | 4855475 |
| T-7   | 7445205    | 4855545 |
| T-8   | 7445235    | 4855660 |
| T-9   | 7445155    | 4855810 |
| T-10  | 7445205    | 4856085 |

Područje ležišta „Sušica” i „Rusevica” pripadaju Zapadnoj Srbiji, a prema administrativno-teritorijalnoj podeli gradu Čačku (slika 1).

Eksploataciono polje se nalazi u okviru katastarskih parcela prikazanih u tabeli 2.

### 1.2.2 Prostorni položaj eksploatacionog polja i povezanost sa putnom, železničkom i infrastrukturom

Ležišta krečnjaka „Sušica” i „Rusevica” nalaze se južno od Čačka na severnim padinama planine Jelice. Prostiru se između postojećeg površinskog kopa „Sušica” na severu i prevoja „Grob” na jugu. Istražni prostor je sa severa i severoistoka ograničen potokom Sušica i nalazi se u njegovoj južnoj dolinskoj strani. Ležište krečnjaka „Rusevica” nalazi se ataru sela Loznica i katastarski pripada K.O. Loznica.

Ležište je asfaltnim putem povezan od sela Loznica, preko odmarališta „Zdravljak”, sa putem Čačak - Guča. Preko ovog puta istražni prostor je povezan sa glavnim magistralnim putem Beograd - Požega od koga je udaljen oko 8 km.

Komunikacione prilike u blizini ležišta kao i na širem području ležišta, mogu se oceniti kao vrlo povoljne, obzirom na blizinu autoputa „Miloš Veliki” Beograd-Požega-Podgorica koji spaja nekoliko većih gradova, potencijalnih korisnika kamenih agregata u putogradnji i građevinarstvu. Ono što je možda i najvažnije za plasman agregata krečnjaka sa istraživanog ležišta je to što je deo autoputa Preljina-Požega u izgradnji i što se uskoro očekuje i početak moravskog koridora Preljina - Pojate.

**Tabela 2. Pregled katastarskih parcela na lokalitetu „Sušica” i „Rusavica”**

| <i><b>Broj<br/>parcele</b></i> | <i><b>Površina<br/>m<sup>2</sup></b></i> | <i><b>Način korišćenja<br/>zemljišta</b></i> | <i><b>Vrsta zemljišta</b></i> |
|--------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|
| 1833                           | 10756                                    | šuma 4. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1834/1                         | 10536                                    | šuma 7. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1835/1                         | 10609                                    | šuma 5. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1835/2                         | 6870                                     | šuma 5. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1836                           | 18585                                    | šuma 5. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1837                           | 35726                                    | zemljište pod zgradom<br>šuma 5. klase       | šumsko zemljište              |
| 1838                           | 1204                                     | šuma 5. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1839                           | 6262                                     | šuma 5. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1840/1                         | 2329                                     | šuma 5. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1840/2                         | 1460                                     | njiva 6. klase                               | poljoprivredno zemljište      |
| 1842/1                         | 2962                                     | šuma 5. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1842/2                         | 1253                                     | šuma 5. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1843/1                         | 1184                                     | pašnjak 5. klase                             | poljoprivredno zemljište      |
| 1843/2                         | 1184                                     | pašnjak 5. klase                             | poljoprivredno zemljište      |
| 1844                           | 2007                                     | njiva 5. klase                               | poljoprivredno zemljište      |
|                                | 2007                                     | voćnjak 4. klase                             | poljoprivredno zemljište      |
| 1845                           | 2007                                     | šuma 5. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1846                           | 16                                       | zemljište pod zgradom<br>objektom            | šumsko zemljište              |
|                                | 4861                                     | šuma 4. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1847/1                         | 3120                                     | šuma 4. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1847/2                         | 4587                                     | šuma 4. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1848                           | 5218                                     | šuma 4. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1849                           | 1606                                     | šuma 4. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1850                           | 3731                                     | šuma 4. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1861                           | 2160                                     | šuma 3. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1862                           | 4380                                     | šuma 3. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1944                           | 15440                                    | šuma 4. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1945                           | 14280                                    | šuma 5. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1946                           | 7400                                     | šuma 5. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1947/1                         | 7020                                     | šuma 5. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1947/2                         | 7020                                     | šuma 5. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1862                           | 4380                                     | šuma 5. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1978/1                         | 30102                                    | šuma 4. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1978/2                         | 13149                                    | šuma 4. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1979                           | 27123                                    | majdan kamena                                | ostalo zemljište              |
| 1980                           | 9424                                     | šuma 4. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1981                           | 13514                                    | šuma 4. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1982/1                         | 13287                                    | šuma 4. klase                                | šumsko zemljište              |
| 1982/2                         | 6000                                     | šuma 4. klase                                | šumsko zemljište              |



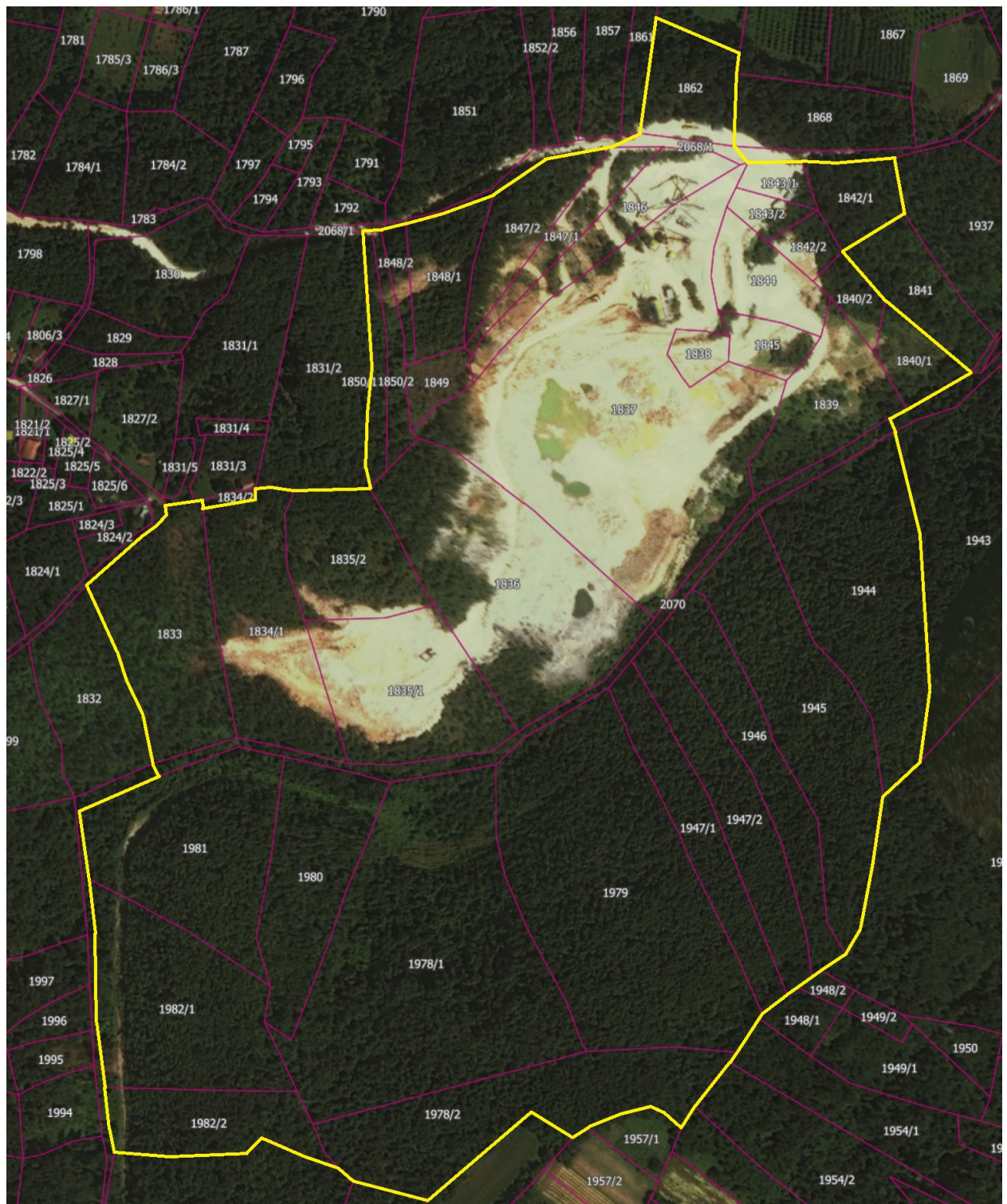
Slika 1. Pregledna karta saobraćajnica sa obeženim istražnim prostorom 1:500 000

Ležište krečnjaka „Rusevica” povezano je preko ražirne stanice u Čačku sa prugom Beograd-Bar. Pruga Beograd-Bar predstavlja izuzetno povoljnu mogućnost transporta kamenih agregata prema Beogradu i Podgorici ali i prema Kruševcu i Nišu.

U administrativnom pogledu istražni prostor pripada opštini Čačak, koji se nalazi u središnjem delu centralne Srbije. Grad Čačak je administrativni, privredni i kulturni centar Moravičkog okruga.

Naseljenost na širem prostori istraživanog ležišta je vrlo neravnomerna, jer se stanovništvo uglavnom koncentriše u većim industrijskim centrima, kao što su Čačak, Požega i Lučani. Stanovništvo na širem području ležišta u zapadnom delu planinskog masiva Jelice uglavnom se bavi individualnom poljoprivrednom proizvodnjom, pretežno voćarstvom i stočarstvom. Ležištu najbliža seoska naselja su sela Loznica, Atenica i Jezdina na severu i severoistoku, Zeoke na zapadu, Grab na jugu i Trnava na istoku.





### Slika 2. Katastarske parcele obuhvaćene regulacionim planom

Područje u kome su overene bilansne rezerve krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena, pripada pretežno šestoj i sedoj klasi zeljišta. U granicama istražnog prostora ne postoje objekti stalnog stanovanje, objekti vodosnabdevanja i objekti prenosa visokonaponske električne mreže.



Na ovo prostoru nisu konstatovane biljne vrste i prirodna staništa životinjskih vrsta, koje su zaštićene od strane Republičkog zavoda za zaštitu prirode i za koje su utvrđeni posebni uslovi zaštite.

Prema usvojenom prostornom planu Republike Srbije kao i prema osnovnim vodoprivrednim, lovnim i šuskim planovima za šire područje istražnog prostora nisu utvrđeni posebni uslovi zaštite prirodnih dobara, spomenika kulture i arheoloških nalazišta.

Na površinskom kopu „Sušica” koji se sa severne strane graniči sa istražnim poljem „Rusevica”, eksploatiše se krečnjak kao tehničko građevinski kamen. Eksploataciono polje i površinski kop „Sušica” posluju u okviru privrednog društva „Mineral RS” doo Beograd.

### **1.2.3 Postojeće stanje ostalih infrastrukturnih uslova (elektronapajanje, vodovod, gasna infrastruktura itd.)**

Površinski kop „Sušica” je aktivan već duži niz godina i na eksploatacionom polju ima rešene imovinske odnose i izgrađeno postrojenje za pripremu krečnjaka kao i sve potrebne infrastrukturne objekte.

Na grafičkom prilogu broj 4. prikazano je postojeće stanje površinskog kopa „Sušica”, a na grafičkom prilogu broj 5. situacioni plan ležišta „Rusevica”.

## **1.3 ISTORIJAT GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA I RUDARSTVA**

O geološkoj građi šireg područja Jelice prvi je pisao Ami Bue (Ami Boue, 1841). Od 1889. godine naši geolozi počinju da objavljuju svoja zapažanja o geološkoj građi. U radovima J. Žujovića (1893, 1900) nalaze se podaci o geologiji Čačanskog basena, paleozoiku Jelice i Dragačeva, trijaskim i krednim sedimentima Ovčarsko-kablarske klisure i Dragačeva.

Krečnjake na Ovčaru je proučavao V. Petković (1909). Veliki doprinos poznavanju geološke građe ovog područja dao je M. Gočanin (1939), koji je dao prva značajnija zapažanja o tercijarnom basenu i dao prve podatke o razviću trijasa na Jelici.

Posle drugog svetskog rata područje Dragačeva detaljno je istraživao i time obogatio geološko poznavanje stratigrafije, tektonike i petrografije, B. Ćirić (1949, 1950. i 1951). O geološkoj građi Jelice pisao je i B. Marković (1964). Oni su smatrali da je dijabaz-rožnačka formacija trijaske starosti.

Brojni podaci o geologiji ovog područja dobijeni su prilikom izrade Osnovne geološke karte 1:100.000, list Čačak (T. Brković i dr., 1978).

Najviše podataka o karbonatnim stenama na širem području istražnog prostora dobijeno je tokom izrade studije karbonatnih formacija Srbije kao nosioca građevinskih materijala i nemetalčnih mineralnih sirovina. Ovim istraživanjima su se bavili Cmiljanić S. i Pavlović Z. (1998).

Istraživanja krečnjaka obavljala su se parcijalno do različitog stepena istraženosti. Detaljna geološka istraživanja na lokalitetima gde je obavljana eksploatacija uglavnom su rađena kao prateća istraživanja uz eksploataciju.

Na lokalitetu Grab-Guča vrši se eksploatacija mermernih breča kao arhitektonsko-građevinskog kamena još od 1974. godine. Eksploataciji su prethodila detaljna istraživanja arhitektonsko-građevinskog kamena na široj okolini.

Osnovna geološka istraživanja karbonatne breče kao sirovine za arhitektonsko-građevinski kamen na teritoriji opštine Lučani rađena su u lokalitetima Milojevića Brdo i Klisura.

Na području planine Jelice, rađena su i osnovna geološka istraživanja dijabaza, spilita i gabra sa ciljem pronalaženja sirovine za tehničko-građevinski kamen, tokom 1988. i 1989. godine. Na osnovu ovih istraživanja, kao najperspektivniji je izdvojen lokalitet Crna stena. Na lokalitetu „Crna stena” rađena su detaljna geološka istraživanja dijabaza kao tehničko-građevinskog kamena. Namena ovih istraživanja bila je utvrđivanje kvaliteta i rezervi dijabaza kao sirovine za tehničko-građevinski kamen. Kao rezultat istraživanja dobijeno je ležište dijabaza sa čijeg se površinskog kopa eksploatiše sirovina od 2007. godine.

Detaljna istraživanja krečnjaka kao sirovine za tehničko-građevinski kamen na ležištu „Sušica”, koje se graniči sa istražnim prostorom na severu, završena su 1997 godine. Namena istraživanja bila je utvrđivanje kvaliteta i rezervi krečnjaka kao sirovine za građevinsko-tehnički kamen. Ležište je u kontinuiranoj eksploataciji od 1998. godine.

### 1.3.1 Geološke karakteristike šireg područja

Na planini Jelici koja se pruža pravcem SZ-JI se nalazi granica vardarske zone i unutrašnjih Dinarida. Ova granica ide obodom Jelice i ima isti pravac pružanja SZ-JI. Istražni prostor „Rusevica” se nalazi u vardarskoj zoni.

Deo terena koji se nalazi na širem području istražnog prostora izgrađen je od: metamorfita paleozoika, ultrabazita, stena mezozojskog kompleksa i sedimenata neogena. Karbonati trijasa i neogeni sedimenti imaju najveće rasprostranjenje na ispitivanom terenu.

Najstarija izdvojena litostatigrafska formacija predstavljena je metamorfitima paleozoika. Prema vrsti stena, stepenu metamorfnih promena, strukturnim karakteristikama i starosti izdvojeni su metamorfiti Jelice i karbon unutrašnjih Dinarida. Metamorfni kompleks Jelice leži u vardarskoj zoni i predstavlja severni nastavak „studeničke serije”. Najvećim delom su izgrađeni od metamorfisanih peščara, filita, sericitsko-hloritskih i hloritsko-sericitskih škriljaca, mermera i kvarcita.

Metamorfisani peščari (*Sq*) po sastavu odgovaraju srednjozrnim feldspatskim subgrauvakama, veličine zrna oko 0,4 mm. Slabo su prekrystalisali, pri čemu su zadržali reliktno-psamitsku strukturu sa tendencijom ka lepidoblastičnoj.

Filiti (*F*) su ređi. Izgrađeni su od veoma sitnozrnog kvarca, sericita, ređe hlorita, malo sagenita, grafita, akcesornog turmalina, cirkona i rutila.

Sericit-hloritski škriljci (*Ssec*) sa biotitom veoma su sitnozrne stene lepidoblastične, mestimično mikropilisirane strukture. Izgrađene su od veoma sitnozrnog kvarca unduloznog pomračenja i suturne strukture, zatim sericita, hlorita i biotita koji se progresivno razvija iz hlorita. Ovi škriljci nastali su progresivnim metamorfizmom peskovitih sedimenata.

Hlorit-sericitski škriljci (*Scose*) su sitnozrne stene lepidoblastične strukture. Izgrađeni su od veoma sitnozrnih mozaičnih agregata albita, često koncentrisanih u paralelne proslojke i sočiva, zatim od hlorita i podređeno sericita.

Mermerasti krečnjaci i kalkšisti (*M*) javljaju se svuda u vidu manjih i većih sočiva. Mermerasti krečnjaci su monomineralni a struktura im je heteroblastična ili granoblastična. Ove stene nastale su metamorfozom čistih i laporovitih krečnjaka.

Diskordantno preko paleozojskih metamorfita leže trijaski sedimenti. Trijaskе stene su razvijene u dve odvojene zone: jugozapadna pripada unutrašnjim Dinaridima a centralna

vardarskoj zoni. Razlike u razvoju su najčešće izražene u donjem trijasu dok su u srednjem i gornjem one minimalne ili je razviće identično.

Sedimenti trijasa vardarske zone otkriveni su u centralnim delovima terena, gde izgrađuju planinski masiv Jelice. Prostiru se pretežno u pravcu SZ—JI kao jedinstvena zona promenljive debljine.

Sedimenti donjeg trijasa ( $T_1$ ) imaju malo rasprostranjenje. Otkriveni su samo na nekoliko mesta u vidu manjih odvojenih masa neposredno ispod srednjotrijaskih krečnjaka (u Banjičkom potoku ispod Stjenika i Stare Bukve).

Sedimenti srednjeg trijasa ( $T_2$ ) imaju najveće rasprostranjenje u okviru trijaskih tvorevina. Srednje trijaski krečnjaci predstavljaju i produktivnu seriju ležišta „Rusevica” i u ovim krečnjacima se nalazi i površinski kop „Sušica”.

Krečnjaci srednjeg trijasa na planini Jelici su uglavnom izgrađeni od mikritskih i mikrosparitskih krečnjaka. Bankoviti i slojeviti krečnjaci srednjeg trijasa utvrđeni su u najnižim delovima serije. Masivni krečnjaci u smeni sa tanjim paketima dolomitičnih krečnjaka, izgrađuju gornji deo serije srednjotrijaskih krečnjaka. Serija srednjotrijaskih krečnjaka se završava paketom slojevitih do bankovitih prekristalisalih krečnjaka u smeni sa prekristalisalim dolomitičnim krečnjacima u kojima je delom sačuvana primarna mikritska struktura.

Rasprostranjenje srednjotrijaskih krečnjaka na području ležišta „Rusevica” i na području eksploatacionog polja ležišta krečnjaka „Sušica” je znatno veće nego što je to prikazano na OGK, list „Čačak” 1:100 000. Naime na pomenutim područjima po OGK, list Čačak nalaze se neogeni sedimenti (Slika 2).

Prilikom interpretacije rezultata geološkog kartiranja terena na radnim geološkim kartama, list „Goračići” 1:25000 i kasnije kod izrade OGK, list „Čačak” 1:100 000, granica neogena prema srednjotrijaskim krečnjacima i rasprostranjenje srednjotrijaskih krečnjaka na širem području istražnog prostora nije korektno urađena. Naime na pomenutom području 2/3 istražnog prostora je izgrađeno od krečnjaka srednjeg trijasa. Ovo se odnosi i na eksploataciono polje ležišta krečnjaka „Sušica”, gde se dugo vremena eksploatiše krečnjak kao tehničko-građevinski kamen. Na većem delu površinskog kopa eksploatacija krečnjaka je počela sa površine terena nakon skidanja deluvijalnog nanosa debljine od 1 m do 2 m.

Prema OGK, list „Čačak” na čitavom eksploatacionom polju ležišta krečnjaka „Sušica” nalazi se serija neogenih sedimenata debljine od nekoliko desetina metara prema interpretaciji na jednom od karakterističnih profila koji prate geološku kartu 1:100 000.

Sedimenti gornjeg trijasa ( $T_3$ ) utvrđeni su u najvišim delovima Ovčara i Kablara. Leže neposredno preko srednjotrijaskih krečnjaka sa kojima su u kontinualnoj sedimentacionoj vezi. To su veoma čisti masivni krečnjaci sa sadržajem karbonata i do 97,5%.

Karbonatni sedimenti srednjeg i gornjeg trijasa, taloženi u relativno plitkovodnom basenu, dostižu veliku debljinu koja na pojedinim mestima iznosi i 500 metara, od toga dve trećine pripada srednjem trijasu.

Stene stvarane u juri obrazuju i u unutrašnjim Dinaridima i u Vardarskoj zoni široke kontinualne zone sa pružanjem SZ—JI, u kojima se javljaju većim delom magmatske i manjim sedimentne stene. Od magmata su najčešće stene ultrabazične i gabrovske magme sa više osnovnih varijeteta, a zatim dijabazi sa retkim pojavama plagiogranita. Sedimentni deo dijabaz-rožnačke formacije izgrađen je mahom od pelita i arenita, karakteristične crvene boje, silifikovanih glinaca, rožnaca, alevrolita, pešćara i retko krečnjaka. Magmati zajedno sa sedimentima obrazuju dijabaz-rožnačku formaciju.

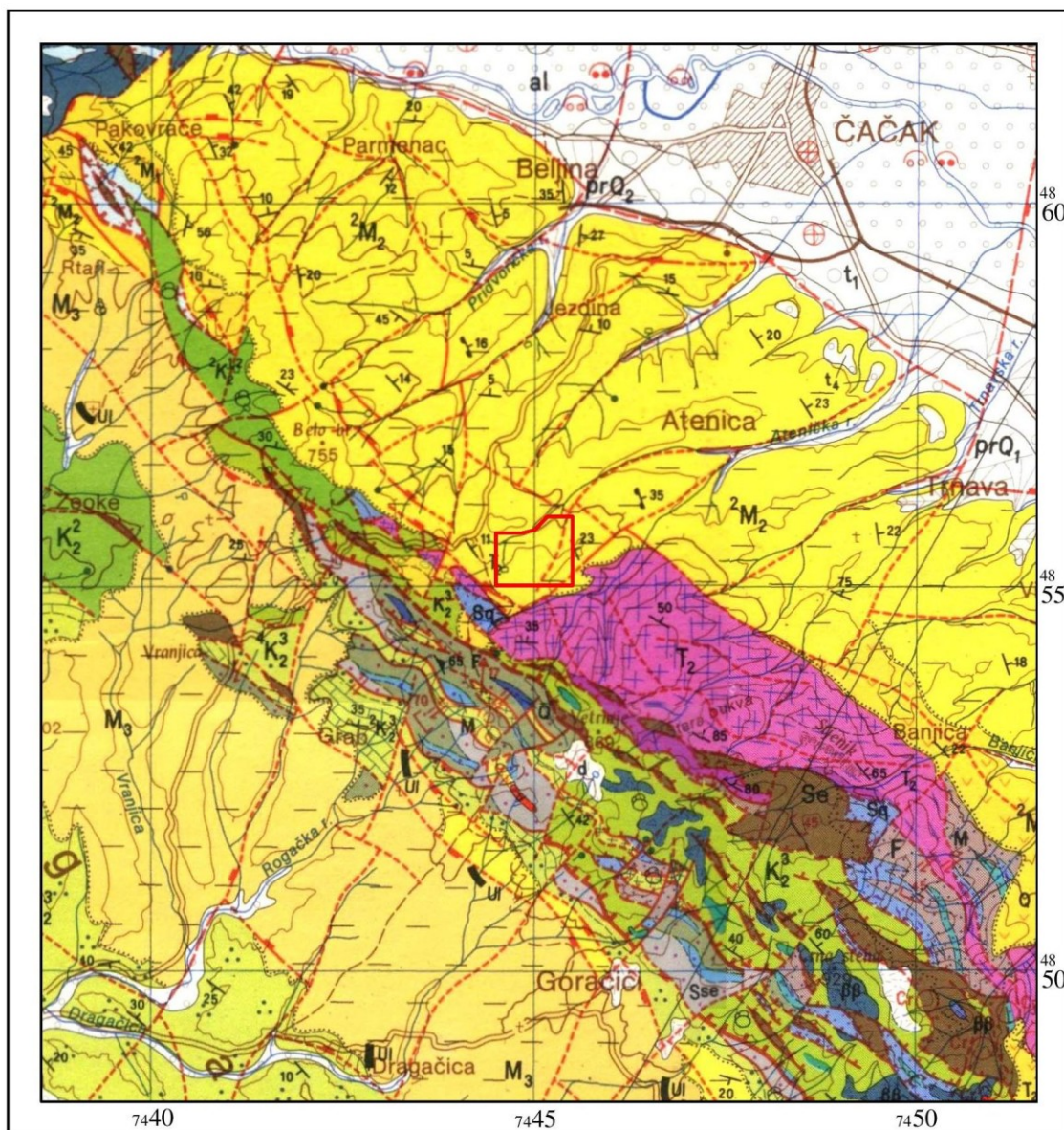


Ultrabazične magmatske stene grade veće mase uglavnom u jugoistočnom i severnom delu, a manje izolovane blokove u središnjem delu lista. Njihov odnos prema susednim formacijama (izuzimajući tercijarne i najmlađe tvorevine) gotovo uvek je tektonski. Peridotiti su dobrim delom serpentinisani, a delom i pretvoreni u serpentinite (Se).

Stene gornje krede pripadaju cenoman-turonu, turonu i senonu i leže diskordantno preko paleozojskih metamorfita.

Sedimenti cenoman-turonske starosti ( $^1K_2^{1,2}$ ) imaju malo rasprostranjenje. Razvijeni su u faciji plitkovodnih kvarcnih konglomerata i pločastih krečnjaka.

Turonski sedimenti ( $K_2^2$ ) su predstavljeni sprudnim krečnjacima, koji leže preko cenoman-turonskih konglomerata i slojevitih krečnjaka. Senonske tvorevine sačuvane su na prostoru između Moravice i Zapadne Morave u vidu nekoliko diskontinuiranih zona odvojenih paleozojskim škriljcima ili neogenim sedimentima. Ove tvorevine su predstavljene sa dva tipa razvića, gde je jedan vezan za unutrašnje Dinaride a drugi za vardarsku zonu.



Slika 3. Pregledna geološka karta šire okoline ležišta - list OGK „Čačak”, 1:100.000



Senonske tvorevine ( $K_2^3$ ) u vardarskoj zoni predstavljene su specifičnom dijabaz-rožnačkom formacijom. Pružaju se u vidu uskog, isprekidanog pojasa bilom Jelice, u zoni intenzivne tektonike, te su im odnosi sa ostalim tvorevinama tektonski. Preko njih diskordantno leže neogeni sedimenti.

Neogeni sedimenti imaju najveće rasprostranjenje. Otkriveni su u čačansko-kraljevačkom, dobrinjskom, požeškom i dragačevskom basenu. Svi ovi baseni predstavljaju tektonske potoline koje su počele da se formiraju krajem oligocena i tokom miocena. Čačansko-kraljevački basen zahvata severoistočne delove lista i ima pružanje severozapad-jugoistok. Planina Jelica ga sa jugozapada razdvaja od dragačevskog basena koji ima isto pružanje.

U neogenim tvorevinama su izdvojeni donji miocen, torton-donji sarmat i gornji miocen sa prelazom u donji pliocen. Sedimenti tortona ( $^2K_2$ ) predstavljeni su peščarima, laporcima i krečnjacima. Ovi sedimenti imaju najveće rasprostranjenje u čačansko-kraljevačkom basenu. Leže diskordantno preko donjomiocenskih sedimenata, kao i ostalih starijih tvorevina.

U tektonici dela terena sa planinom Jelicom i istražnim prostorom koji pripada OGK, list „Čačak” 1:100 000, izdvojena su sa geotektonskog aspekta dva različita područja. Jugozapadno područje lista OGK pripada unutrašnjim Dinaridima a severoistočno područje pripada Vardarskoj zoni.

Jugozapadno područje izgrađeno je od metamorfisanih karbonskih tvorevina, u kojima su varisijska ubiranja formirala komplikovan sklop tako da se struktura paleozoika razlikuje od mezozojskog i neogenog pokrivača. Komplikovana struktura karbonskih metamorfita nastala je nizom sukcesivnih kinematskih akata.

Severoistočno područje pripada eksternom pojasu vardarske zone. Veći deo ovog područja pripada čačanskom neogenom basenu i njegovim obodnim delovima. Područje sa obeležjima vardarske zone izgrađeno je od metamorfita Jelice, mezozojskih tvorevina i ultramafita. U metamorfitima su s-površni izoklino ubrane, sa jasno vidljivom transpozicijom, a klivaž je ubran u blage nabore. Ostale tvorevine koje pripadaju mezozoiku i ultramafitima, koje pretežno čine masivni krečnjaci i peridotiti, nemaju jasno izražene strukturne elemente. Kontakti ultramafitskih masa prema okolini svugde su tektonizovani, što je karakteristično za vardarsku zonu.

Dijabaz-rožnačka formacija je navučena prema jugozapadu preko sinhronih facija senona. U neposrednoj blizini površine navlačenja, u onom delu koji pripada vardarskoj zoni, ima reversnih raseda grupisanih u paralelne sisteme sa konstantnom jugozapadnom vergencom pa odgovaraju kraljušastoj strukturi.

Rasedne zone sastoje se od velikog broja raseda koji su približno paralelni sa površi navlačenja (SZ—JI) ili skoro upravni na nju (SI—JZ). Razlomi prve grupe znatno su češći i imaju regionalan karakter; drugi su bolje izraženi, mlađi i poremetili su prve zajedno sa površinom navlačenja. Na osnovu geomorfoloških ispitivanja izdvojena su tri područja čiji se kontinuitet pružanja prekida sistemom razloma druge grupe (SI—JZ). Centralni blok je izdignut i poklapa se za bilom Jelice, dok druga dva pokazuju spuštanje (čačanski i dragačevski neogeni basen). U oba basena je formirana parketna razlomna struktura, slično kao i u požeškom i dobrinjskom neogenom basenu.

Mineragenetske karakteristike šireg područja istražnog prostora prevashodno su uslovljene formiranjem karbonatne platforme u trijasu i kasnijom razgradnjom platforme tokom formiranja troga ofiolitskog melanža krajem srednje i početkom gornje jure, uslovima sedimentacije i litološkim karakteristikama karbonatnih trijaskih sedimenata, kao i uslovima sedimentacije u neogenim jezerskim basenima.

U vreme trijasa na plitkom šelfu iza sprudnog areala sa povremenim prinosom materijala sa kopna stvarani su karbonati, uglavnom predstavljeni krečnjacima, koji se mogu koristiti kao sirovina za građevinske materijale, delom i kao karbonatna sirovina u proizvodnji kreča i cementnoj industriji.

Iznete minerogenetske karakteristike, litološki sastav, starost i kompleksnost geoloških procesa od paleozoika, preko trijasa do miocena, upućuju na izuzetnu potencijalnost ovog područja pre svega za ležišta karbonata kao tehničko-građevinskog kamena.

Krečnjaci različitih litofacija, konstatovanih u okviru srednjeg i gornjeg trijasa, uglavnom predstavljaju sirovinu za građevinsko-tehnički kamen. Posebno su kvalitetni kao sirovina za građevinsko-tehnički kamen svetlo sivi biomikriti konstatovani na širem području istražnog prostora koji se dalje nastavljaju prema jugoistoku. Generalno posmatrajući, karbonati srednjeg trijasa, odnosno ladinskog kata, pokazuju izrazitu potencijalnost kao sirovina za građevinsko-tehnički kamen različitih namena.

Ujednačenost hemijskog sastava, relativno visok sadržaj kalcijum oksida i nizak procenat fero oksida, pokazuju da veći deo serije srednjetrijskih i gornjetrijaskih krečnjaka predstavlja potencijalnu sirovinu za industriju kreča, cementnu industriju, industriju šećera, industriju stočne hrane kao i za većinu karbonatnih punila, koja se kod nas trenutno koriste.

### **1.3.2 Prikaz rezultata geoloških istraživanja sa opisom izvedenih radova**

#### *1.3.2.1 Istražni radovi na ležištu „Sušica”*

Istražni radovi na ležištu krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena „Sušica” obuhvatili su:

- geodetske radove
- geološke radove
- istražno bušenje
- laboratorijska ispitivanja uzetih proba i
- tehnološka ispitivanja

#### **Geodetski radovi**

Geodetski radovi su obuhvatili instrumentalno snimanje površine terena, kota i koordinata istražnih radova (bušotina i raskopa) koji su povezani u državnu geodetsku mrežu, sa grafičkim prikazom njihovih lokacija i izradu situacionog plana.

Situacioni plan je urađen u razmeri 1:1.000.

#### **Istražno bušenje**

Istražno bušenje na ležištu „Sušica” je izvedeno od strane R.O. Institut za puteve, OOUR Zavod za istraživanja i ispitivanja iz Beograda, u periodu avgust 1984 - oktobar 1985 godine. Bušenje je obavljeno bušaćom garniturom „GDR – 300” - Geomašina, sa ulaznim prečnikom bušotine Ø116 mm i Ø146 mm a završnim Ø101 mm i Ø86 mm, pod uglom od 90°. Izbušeno je 11 istražnih bušotina ukupne dužine 550 m. Osnovne karakteristike istražnih bušotina date su u tabeli 3.

Istražno bušenje je izvršeno na pet paralelnih profila. Rastojanje između profila i bušotina na profilima je 60 m odnosno 120 m. Zbog hidroloških prilika u ležištu, potoka Sušica, odlučeno je da donji nivo bušenja, odnosno osnovne etaže bude postavljen kaskadno u nivoima kota 526 m, 508 m, 505 m, 494 m.

## Rezultati laboratorijskih ispitivanja

Za potrebe izrade Elaborata izvršena su delimična i kompletna ispitivanja krečnjaka kao tehničkog građevinskog kamena, kao i utvrđivanje mineraloško - petrografskog sastava, utvrđivanje hemijskog sastava i utvrđivanje granulometrijskog sastava.

Na osnovu rezultata iz svih analiza vidi se da su sadržaji sulfata znatno ispod dozvoljenog maksimalnog sadržaja ove hemijske supstance u agregatu (kameni) koji se sme upotrebiti za sparavljanje cement - betonskih mešavina.

**Tabela 3. Osnovni parametri istražnih bušotina ležišta „Sušica”**

| №  | Oznaka bušotine | Koordinate   |              | Kota ušća (m) | Kota dna (m) | Dubina (m) | Debljina krečnjaka (m) | Procenat Jezgra (%) |
|----|-----------------|--------------|--------------|---------------|--------------|------------|------------------------|---------------------|
|    |                 | X            | Y            |               |              |            |                        |                     |
| 1  | B-1             | 4 855 957,00 | 7 445 113,50 | 527,5         | 493,5        | 34         | 34                     | 90                  |
| 2  | B-2             | 4 855 939,00 | 7 445 057,50 | 533,2         | 495,2        | 38         | 38                     | 90                  |
| 3  | B-3             | 4 855 920,00 | 7 445 000,50 | 567,5         | 504,5        | 63         | 63                     | 90                  |
| 4  | B-4             | 4 855 901,50 | 7 444 944,00 | 592,21        | 508,21       | 84         | 56,6                   | 90                  |
| 5  | B-5             | 4 855 862,00 | 7 444 829,30 | 616,7         | 526,7        | 90         | 77                     | 90                  |
| 6  | B-6             | 4 855 844,50 | 7 444 963,50 | 573           | 508          | 65         | 65                     | 90                  |
| 7  | B-7             | 4 855 863,60 | 7 445 020,00 | 546           | 505          | 41         | 41                     | 90                  |
| 8  | B-8             | 4 855 882,50 | 7 445 078,30 | 520,5         | 494,5        | 26         | 26                     | 90                  |
| 9  | B-10            | 4 855 749,60 | 7 445 869,70 | 569,5         | 534,5        | 35         | 35                     | 90                  |
| 10 | B-11            | 4 855 788,00 | 7 444 982,80 | 546           | 514          | 32         | 32                     | 90                  |
| 11 | B-12            | 4 855 748,80 | 7 444 866,90 | 569,4         | 533,4        | 36         | 36                     | 90                  |

### 1.3.2.2 Istražni radovi na ležištu „Rusevica”

Primenjena geološka istraživanja ležišta krečnjaka „Rusevica” kao tehničko- građevinskog kamena, obavljena su prema projektovanoj metodologiji i koncepciji koja je prilagođena vrsti i nameni mineralne sirovine.

#### Geodetski radovi

Geodetski radovi obuhvatali su geodetsko snimanje topografske osnove ležišta „Rusevica”, razmere 1:1.000, kao i detaljno geodetsko snimanje istražnih radova. Geodetski plan je snimljen na površini od oko 35 ha.

#### Geološki radovi

Na geodetskoj osnovi, formiranoj na području ležišta krečnjaka „Rusevica”, izrađen je geološki plan (razmere 1:1.000) na površini od oko 29 ha.

Kartiranje terena (u razmeri 1:1.000) obavljeno je preko tačaka osmatranja. Na tačkama osmatranja su prikupljeni svi relevantni podaci o litologiji i sklopu terena. Nakon kartiranja terena, pristupilo se kartiranju istražnih radova. Tokom kartiranja je obavljeno uzimanje uzoraka za potrebe laboratorijskih (petroloških, delimičnih i kompletnih fizičko-mehaničkih i geomehaničkih ispitivanja) i tehnoloških ispitivanja.

Po dobijanju rezultata svih obavljenih ispitivanja, pristupilo se izradi Elaborata o resursima i rezeverama krečnjaka kao tehničkog građevinskog kamena u ležištu „Rusevica” i izradi prateće grafičke dokumentacije.

## Rudarski istražni radovi

Rudarski istražni radovi obuhvatali su izradu sedam istražnih raskopa i dve istražne bušotine.

### Istražni raskopi

Tokom istraživanja krečnjaka na području Rusevice, urađeno je ukupno 7 istražnih raskopa ( $225,80 \text{ m}^3$ ). Istražni raskopi se nalaze kako u domenu rezervi „B” kategorije (R-2, R-3, R-4, R-6 i R-7), tako i u domenu rezervi „C<sub>1</sub>” kategorije (R-1 i R-5). Raskopi R-6 i R-7 se nalaze u jugoistočnom delu ležišta, a svi ostali u severozapadnom delu ležišta.

Svi raskopi (izuzev raskopa R-6) se nalaze u srednjetrijskim krečnjacima; raskop R-6 je svojim severnim delom zahvatio srednjetrijske krečnjake, a južnim delom donjomiocenske stene.

Istražni raskop R-1 nalazi se duž profilske linije 4-4' obračunskog profila (koji je od susednog obračunskog profila 3-3' udaljen za 75 m), na području na kome su izdvojene rezerve „C<sub>1</sub>” kategorije. Azimut raskopa je  $150^\circ$ . Dimenzije raskopa su: 4,3 m - dužina, 2,7 m - širina i 1,3 m - visina. Zapremina raskopa iznosi  $15,09 \text{ m}^3$ . Iz ovog raskopa je uzet uzorak za petrološka ispitivanja (R-1).

Istražni raskop R-2 nalazi se duž profilske linije 3-3' obračunskog profila i udaljen je prema severozapadu za oko 200 m od istražne bušotine B-1/19. Azimut raskopa je  $164^\circ$ . Dimenzije raskopa su: 3,3 m - dužina, 2,1 m - širina i 2,0 m - visina. Zapremina raskopa iznosi  $13,86 \text{ m}^3$ . Iz raskopa je uzet uzorak za delimična fizičko-mehanička ispitivanja (R-2; DFM-1). Sastojao se od 3 kocke stenskog materijala veličine  $30 \times 30 \times 30 \text{ cm}$ . Iz ovog raskopa je uzet i deo stenske mase za tehnološka ispitivanja, a zatim združen sa materijalom iz druga dva raskopa – tako je, nakon četvrtanja, dobijen jedan uzorak za tehnološka ispitivanja (T) mase od oko 1.000 kg.

Istražni raskop R-3 nalazi se na severnom delu ležišta, između profilskih linija 2-2' i 3-3' obračunskog profila, u domenu rezervi „B” kategorije. Od profilske linije 2-2' udaljen je za oko 120 m, a od profilske linije 3-3' za oko 80 m. Azimut raskopa je  $56^\circ$ . Dimenzije raskopa su: 10,0 m - dužina, 2,5 m - širina i 2,0 m - visina. Zapremina raskopa iznosi  $50,00 \text{ m}^3$ . Iz raskopa su uzeti: uzorci za geomehnička ispitivanja (U-1 i U-2) i uzorak za kompletna fizičko-mehanička ispitivanja (R-3; KFM-1) - sastojao se od 4 kocke stenskog materijala veličine  $30 \times 30 \times 30 \text{ cm}$  i dva džaka lomljenog kamena. Iz ovog raskopa je uzet i deo stenske mase za tehnološka ispitivanja, a zatim združen sa materijalom iz druga dva raskopa – tako je, nakon četvrtanja, dobijen jedan uzorak za tehnološka ispitivanja (T) mase od oko 1.000 kg.

Istražni raskop R-4 nalazi se duž profilske linije 2-2' obračunskog profila i udaljen je prema severozapadu za oko 200 m od istražne bušotine B-2/19. Azimut raskopa je  $163^\circ$ . Dimenzije raskopa su: 7,9 m - dužina, 2,7 m - širina i 2,0 m - visina. Zapremina raskopa iznosi  $42,66 \text{ m}^3$ . Iz raskopa je uzet uzorak za delimična fizičko-mehanička ispitivanja (R-4; DFM-2). Sastojao se od 2 kocke stenskog materijala veličine  $30 \times 30 \times 30 \text{ cm}$ . Iz ovog raskopa je uzet i deo stenske mase za tehnološka ispitivanja, a zatim združen sa materijalom iz druga dva raskopa – tako je, nakon četvrtanja, dobijen jedan uzorak za tehnološka ispitivanja (T) mase od oko 1.000 kg.

Istražni raskop R-5 nalazi se duž profilske linije 1-1' obračunskog profila (koji je od susednog obračunskog profila 2-2' udaljen za 75 m), na području na kome su izdvojene rezerve „C<sub>1</sub>” kategorije. Azimut raskopa je  $198^\circ$ . Dimenzije raskopa su: 6,4 m - dužina, 2,8 m - širina i 1,0 m - visina. Zapremina raskopa iznosi  $17,92 \text{ m}^3$ . Iz ovog raskopa je uzet uzorak za petrološka ispitivanja (R-5).



Istražni raskop R-6 nalazi se duž profilske linije 2-2' obračunskog profila i udaljen je prema jugoistoku za oko 35 m od istražne bušotine B-2/19. Azimut raskopa je 163°. Dimenzije raskopa su: 7,9 m - dužina, 2,8 m - širina i 1,9 m - visina. Zapremina raskopa iznosi 42,03 m<sup>3</sup>. Iz raskopa je uzet uzorak za delimična fizičko-mehanička ispitivanja (R-6; DFM-3). Sastojao se od tri kocke stenskog materijala veličine 30 × 30 × 30 cm.

Istražni raskop R-7 nalazi se duž profilske linije 3-3' obračunskog profila i udaljen je prema jugoistoku za oko 75 m od istražne bušotine B-1/19. Azimut raskopa je 163°. Dimenzije raskopa su: 7,9 m - dužina, 2,8 m - širina i 2,0 m - visina. Zapremina raskopa iznosi 44,24 m<sup>3</sup>. Iz raskopa je uzet uzorak za delimična fizičko-mehanička ispitivanja (R-7; DFM-4). Sastojao se od tri kocke stenskog materijala veličine 30 × 30 × 30 cm.

### Istražne bušotine

Istražne bušotine su locirane na međusobnim rastojanjima koja ne prelaze propisana maksimalno dozvoljena rastojanja predviđena odredbama Pravilnika o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenju evidencije o njima, za prvu grupu, odnosno prvu podgrupu ležišta krečnjaka kao tehničkog građevinskog kamena („Službeni list SFRJ”, broj 53/79; članovi 188-191).

Istražne bušotine su vertikalne sa početnim prečnikom od Ø101 mm i završnim Ø 86 mm. Procenat izvađenog jezgra je iznosio 94%. Osnovni podaci o bušotinama dati su tabeli 4.

**Tabela 4. Osnovni podaci o istražnim bušotinama ležišta „Rusevica”**

| <i>Oznaka bušotine</i> | <i>Početna kota bušotine</i> | <i>Završna kota bušotine</i> | <i>Dužina bušotine (m)</i> |
|------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| B-1/19                 | 632,52 m                     | 524,52 m                     | 108,00                     |
| B-2/19                 | 637,44 m                     | 525,44 m                     | 112,00                     |
| Ukupno:                |                              |                              | 220,00                     |

Ukupna dužina bušenja iznosila je 220,0 m. Istražne bušotine su pozitivne i nalaze se u domenu rezervi „B” kategorije.

Istražna bušotina B-1/19 je nakon prvog metra bušenja (po izlasku iz zaglinjene, krečnjačke drobine), ušla u sivi mikritski krečnjak, kroz koji je bušeno sve do 108-og metra; u drugoj polovini bušotine (na dubini: od 42,2 do 53,0 m, od 91,3 do 95,8 m i 105,0 do 108,0 m) zapažen je delom prekrstalisali krečnjak. Duž više intervala je bušeno kroz krečnjačku breču sa crvenim vezivom (glinovitim ili krečnjačkim): od 2,80 do 7,00 m (sa podzemnim karstnim oblikom), od 13,6 do 15,6 m, od 24,5 do 29,70 m (gde je nabušena rasedna zona), od 39,40 do 42,2 m, od 53,0 do 54,50 m (gde je nabušena pukotinska zona), od 9,30 do 91,3 m (gde je nabušena pukotinska zona), od 95,8 do 97,0 m (crvena glina sa fragmentima krečnjaka; podzemni karstni oblik) i od 100,0 do 105,00 m (gde je nabušena rasedna zona).

Istražna bušotina B-2/19 je nabušila nakon prva 4 metra bušenja (po izlasku iz zaglinjene, krečnjačke drobine), ušla u sivi mikritski krečnjak, kroz koji je bušeno sve do 109-og metra; bušotina je završena na 112-om metru u krečnjačkoj breči; zapažen je i delom prekrstalisali krečnjak (na dubini: od 13,50 do 26,2 m i od 87,80 do 105,80 m). Kroz krečnjačku breču sa crvenim vezivom (glinovitim ili krečnjačkim) je bušeno duž više intervala: od 9,8 do 13,5 m (gde je nabušena rasedna zona), od 26,2 do 26,6 m (gde je nabušena pukotinska zona), od 48,30 do 48,8 m (gde je nabušena pukotinska zona), od 78,1 do 78,7 m (gde je nabušena pukotinska zona), od 87,1 do 87,8 m (crvena glina sa fragmentima krečnjaka; karstifikacija), od 105,8 do 107,40 m (gde je nabušena pukotinska zona) i od 109,0 do 112,0 m.

### 1.3.3 Opis prethodno izvedenih rudarskih radova

Na površinskom kopu „Sušica” eksploatacija krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena vrši se u kontinuitetu duži niz godina, dok je ležište „Rusevica” u postupku overe bilansnih rezervi i na istom nije bilo organizovane eksploatacije.

## 1.4 RUDARSKO-GEOLOŠKI DEO

### 1.4.1 Opšti podaci o ležištu

#### 1.4.1.1 Geološka građa ležišta

##### Ležište „Sušica”

U geološkoj građi ležišta „Sušica” učestvuju: krečnjaci srednjeg trijasa i klastične tvorevine donjeg miocena (konglomerati, mikrokonglomerati, litični peščari, silicijski peščari, silicijsko gvoždjeviti peščari, alevroliti i laporci). Tvorevine donjeg miocena leže transgresivno preko krečnjaka srednjeg trijasa. Generalno posmatrano slojevi donjemiocenskih sedimenata se pružaju u pravcu SZ - JI sa padom na severoistok. U severozapadnom delu ležišta su konstatovana horizontalna pomeranja i vertikalna spuštavanja blokova.

Prirodno je da je **srednjetrijski masivni krečnjak**, kao mineralna sirovina u ovom ležištu, najzastupljeniji litološki član i da su najintenzivnija istraživanja i ispitivanja vršena u njima. Homogen je i kompaktan - masivne teksture, sivo do sivobeke boje sa mestimičnim pojavama sivosmede i okeržute nijanse u boji kao posledica limonitskih prevlaka i pigmenta. Izrazito je jedar, pri udaru čekićem daje zvonak zvuk. Na površinama izloženim atmosferilijama zapažaju se tragovi karstifikacije.

Ispitivani krečnjak je praktično monomineralna stena u čijem sastavu kalcit čini oko 95% ukupne mase stene. Kalcit je uglavnom mikrokristalast sa mestimičnim pojavama rekristalizacije u kristalasti kalcit. Kristalasti kalcit je obično zastupljen u žicama i žilicama - kao produkt izlučivanja iz rastvora kalcijumbikarbonata ( $\text{Ca}(\text{HCO})_2$ ) koji su cirkulisali i duž bivših pukotina. U žicama i žilicama se mestimično uz kristalasti kalcit javlja limonit, u vidu tankih prevlaka ili je fino dispergovan.

Iz hemijskog sastava se vidi da je krečnjak iz ležišta „Sušica” vrlo čista kalcijumkarbonatna stena. Učešće svih hemijskih primesa, uključujući i MgO od oko 0,6 %, je približno 1,5% ukupne mase stene.

Struktura ispitivanog krečnjaka je mikrokristalasta. Stenska masa krečnjaka u samom ležištu je delimično do znatno tektonizirana. Brojne su pukotine, otvorene i stisnute, kao i kalcitske žice i žilice.

Tvorevine donjeg miocena, burdigalskog kata, zastupljene su u krajnjem severozapadnom delu ležišta i leže transgresivno preko krečnjaka srednjeg trijasa. Predstavljene su konglomeratima, peščarima i alevrolitima. Ovi klastični sedimenti se javljaju u vidu slojeva promenljive debljine, česti su različiti oblici gradacione slojevitosti (normalne, inversne i inversno simetrične). Slojevi ovih sedimenata, generalno posmatrano, se pružaju u pravcu SZ - JI sa padom ka severoistoku.

Ukupna, istražnim bušenjem utvrđena, debljina sedimenata donjeg miocena se kreće od 13 m do 27,4 m.

*Konglomerati* su daleko najzastupljeniji litološki član donje miocenskih sedimenata u severozapadnom delu ležišta. Izrazito su heterogenog sastava. Sastoje se od odlomaka (valutica) stena, matriksa i veziva.

Odlomci su od rožnaca, kvarcita, različitih vrsta krečnjaka i pešćara, retkih, često potpuno izostaju serpentiniti, laporci i liskunski škriljci. Matriks se sastoji od sitnih odlomaka kvarca, feldspata, liskuna i stena. Vezivna supstanca je u različitim slojevima konglomerata, a često i u okviru jednog sloja, različita. Preovlađuje kalcijumkarbonatno, a potom, po zastupljenosti dolaze silicijsko, gvoždevito, a najređe je glinovito vezivo. Valutice su različite veličine najvećeg prečnika preko 20 cm; najčešće su dobro zaobljene, uglasti odlomci su ređi. Struktura ovih stena je psefitska.

*Pešćari* su znatno manje zastupljeni u odnosu na konglomerate. Prelaz između konglomerata i pešćara je postepen. Naime, veličina odlomka u okviru jednog sloja konglomerata od podine ka povlati postepeno opada tako da isti preko mikrokonglomerata i grubozrnih pešćara prelaze u normalne pešćare, a ovi opet u alevrolite. Heterogenog su sastava. Izgrađeni su od odlomaka kvarcita, mikrokristalastih i organogenih krečnjaka, dolomita, rožnaca, serpentinita i alevrolita (odgovaraju litičnim pešćarima) zatim odlomaka i zrna kvarca, feldspata, muskovita, biotita i metaličnih minerala.

Odlomci stena i minerala su neujednačene veličine i različitog stepena zaobljenosti od uglastih do loptastih. Vezivna supstanca je takođe vrlo različita. Najčešće je karbonatno i silicijsko, a potom gvoždevito (limonitsko) a najređe je glinovito vezivo. Prema vrsti veziva ovi pešćari se mogu izdvajati kao: vapnoviti, silicijski, gvožddeviti i glinoviti. Česti su slojevi kombinovanja dve ili više vrsta veziva u jednom uzorku pešćara. Kvantitativni odnos odlomaka prema vezivu je različit, nekada preovlađuje vezivo a nekada odlomci. Struktura pešćara je psamitska.

*Alevroliti* su neznatno zastupljeni. Javljaju se u vidu tankih proslojaka u pešćarima. Sastoje se od odlomaka zrna kvarca, liski muskovita, ljuspi sericita, odlomaka stena kvarcita i rožnaca. Vezivo je, kao i kod pešćara, različito, najčešće karbonatno, a potom silicijsko i limonitsko. Struktura je psamitska (alevrolitska).

*Laporci* nisu konstatovani na istarživanom prostoru. Ove stene su zastupljene u krajnjem istočnom delu terena obuhvaćenog Geološkom kartom 1:1000, urađenom prilikom detaljnog kartiranja terena, van konture ležišta. Inače ove stene su tankopločaste i iverasto se cepaju. Sastoje se od kriptokristalastog kalcita i minerala glina sa primesama alevritske i peskovite frakcije odlomaka zrna kvarca. Prema sastavu i prostornom položaju laporci su u ovom lokalitetu normalni član serije klastičnih sedimenta burdigalskog kata donjeg miocena sa pojavom povišenog sadržaja kalcijumkarbonata ( $\text{CaCO}_3$ ) i, u odnosu na alevrolite, nešto sitnijih klastičnih zrna.

## **Ležište „Rusevica”**

Najstariju litostatigrafsku jedinicu na širem području lokaliteta „Rusevica” su krečnjaci srednjeg trijasa u kojima je izdvojena i produktivna serija ležišta, predstavljaju. Izdvojeni paketi krečnjačkih sedimenata koji pripadaju izdvojenim litostatigrafskim jedinicama imaju različitu debljinu i način pojavljivanja u litostatigrafskom stubu produktivne serije. Krečnjačke mikrofacije u okviru izdvojenih litostratigrafskih jedinica nastale su u različitim depozicionim sredinama i uslovima sedimentacije uz različit intezitet kasnijih procesa rekristalizacije.

Prema položaju koji zauzimaju u litostatigrafskom stubu istraživane krečnjačke serije, koja izgrađuje ležište, najstarija litostatigrafska jedinica predstavljena je slojevitim i bankovitim mikrosparitima pretežno sive, retko tamnosive boje.

Krečnjaci u delu produktivne serije su delom rekristalisali. Najintezivnija rekristalizacija je konstatovana u bankovitim mikrosparitima i slojevitim mikritima. U okviru ove litostatigrafske jedinice smenjuju se banci, bankoviti slojevi i ređe slojevi sivih do tamnosivih mikrosparita i mikrita, koji su u bancima i bankovitim slojevima delom rekristalisali. Intezitet rekristalizacije je različit i obično je vezan za određene pakete bankovitih slojeva ili za pojedine banke. Debljina bankovitih slojeva varira od jednog do dva metra a banaka od dva do pet metara.

Istraživana produktivna serija ležišta se završava sa slojevitim i bankovitim, svetlosivim mikrosparitima u smeni sa sivim mikritima.

Preko produktivne serije na južnom i jugoistočnom delu kartiranog terena izdvojeni su neogenei sedimenti, koji počinju sa bazalnom serijom izgređenoj od silifikovanih breča, preko koje leže silifikovani konglomerati sa gvoždevitim vezivom. Po starosti bazalna serija bi pripadala donjem miocenu. Konkordantno preko silifikovanih konglomerata iz bazalne serije leže slojevi peščara, glinaca i peskovitih glina, koji pripadaju srednjem miocenu. Bazalna serija i sedimenti srednjeg miocena su izdvojeni kao posebne kartirane jedinice.

Deluvijalne tvorevine kao što su humus sa zaglinjenom krečnjačkom drobinom nisu izdvajane na geološkom planu ležišta, razmere 1:1000, kao posebna kartirana jedinica. Deluvijalne tvorevine nisu izdvajane na geološkom planu zbog relativno male debljine. Prosečna debljina deluvijalnih sedimenata iznosila je oko dva metra. Međutim, nakon dobijanja podataka istražnog bušenja i raskopavanja, izdvojeni su i prikazani deluvijalni sedimenti na geološkim profilima. Deluvijalni sedimenti predstavljeni su zaglinjenom, pretežno krečnjačkom drobinom koja predstavlja površinsku jalovinu ležišta.

Slojevi, bankoviti slojevi i banci mikrosparita i mikrita međusobno se smenjuju. Pojedini banci i paketi bankovitih slojeva su rekristalisali.

Debljina slojeva i bankovitih slojeva mikrosparita i mikrita, varira od nekoliko desimetara do nekoliko metara.

U okviru izdvojene litostigrafske jedinice konstatovane su različite mikrofacije, odnosno različiti varijeteti mikrosparitskih i mikritskih krečnjaka.

Mikrosparitski krečnjaci su pretežno svetlo sive do sive boje. Mikrosparitski krečnjaci imaju najveće rasprostranjenje u izdvojenoj litostatigrafskoj jedinici, koja izgrađuje donji deo produktivne serije istraživanog ležišta krečnjaka. U mikrosparitskim krečnjacima je česta pojava stilolita zapunjenih hidroksidima gvožđa i organskom materijom. Mikrosparitski krečnjaci burno reaguju sa hladnom 10% hlorovodoničnom kiselinom.

U mineralnom sastavu mikritskih krečnjaka dominiira kalcit. Kalcit je predstavljen ortohemama, koje obuhvataju pretežno mikrosparit i podređeno mikrit. Mikrosparit i mikrit su delom rekristalisali. Stepent rekristalizacije varira od blago rekristalisalih krečnjaka do mermerisanih krečnjaka.

U pojedinim uzorcima konstatovana su lokalna nagomilanja organske materije i hidroksida gvožđa. Organska materija i hidroksidi gvožđa su pretežno vezani za stilolite.

Zapažene su i mikroprsrline koje su pretežno zapunjene sekundarnim krupnokristalastim kalcitom i retko dolomitom. Struktura je mikrokristalasta a tekstura masivna.

Mikritski krečnjaci se mahom javljaju kao slojevi u paketima debljine od nekoliko metara, koji se smenjuju sa bankovitim slojevima mikrosparita (Sl. 5). Mikritski krečnjaci su pretežno sive do tamnosive boje. U ovim krečnjacima često se zapaža laminacija paralelna slojevitosti.

Intezitet rekristalizacije u odnosu na mikrosparitske krečnjake je dosta niži. Snažno reaguje sa hladnom 10% hlorovodoničnom kiselinom.



Krečnjaci su izgrađeni od mikrokristalastog kalcita-mikrita kao glavnog petrogenog minerala i manjim delom od krupnije iskristalalog sparikalcita. Stena je ortohemijska gde je ortohem predstavljen mikritom i manjim delom sparikalcitom. Mikriti su delimično rekristalisali. U pojedinim uzorcima zapažaju se mikritski onkoidi, verovatno nastali radom cijanobakterija i drugih vezujućih organizama (hvatača mikritskog mulja - tubifitesa i slično).

Konstatovane su brojne mikroprslinae, milimetarskih debljina, koje su ispunjene sekundarnim kalcitom i limonitisanim krupnozrnim sekundarnim kalcitom. Sporadično se zapažaju i zrna ranodijagenetskog kalcita radijalno-zrakaste strukture. Struktura stene je mikrokristalasta a tekstura je masivna.

Ukupna debljina izdvojene najstarije litostatigrafske jedinice sa slojevitim i bankovitim mikrosparitskim krečnjacima u smeni sa mikrititskim krečnjacima, koja izgrađuje veći deo produktivne serije ležišta, varira u intervalu od 120 do 150 metara.

U pojedinim delovima ove litostatigrafske jedinice krečnjaci su intezivnije karstifikovani. Karstifikacija je površinska i podzemna.

Karstifikacija je jednim delom predisponirana litogenim faktorima na osnovu koje proizilaze petrostrukturne karakteristike krečnjaka. Takođe je karstifikacija uslovnjena i intezitetom tektonskog transporta. Posebno se ovo odnosi na oblik, veličinu i prostorni razmeštaj podzemnih kraških oblika.

Tektonskog transport uslovljava formiranje rupturnog sklopa u određenim fazama tektonskog oblikovanja terena koji je u najvećem broju slučajeva predstavljao osnovnu predispoziciju za kasniji intezitet procesa karstifikacije. Oblici površinske karstifikacije su škrapi i vrtače, najčešće metarskih dimenzija.

Podzemni kraški oblici predstavljeni su kavernama desimetarskih dimenzija, kanalima metarskih dimenzija, obično zapunjenih crvenom glinom, koji delom prelaze i u manje pećine metarsko-dekametarskih dimenzija, koje su mahom zapunjene crvenom glinom sa uklopcima krečnjaka.

Konkordantno preko bankovitih mikrosparita izdvojen je u okviru produktivne serije ležišta paket sivih slojevitih mikritskih krečnjaka sa bankovitim slojevima svetlosivih do sivih mikrosparitskih krečnjaka. Ova serija mikritskih i mikrosparitskih krečnjaka izdvojena je kao posebna litostatigrafska jedinica koja bi po nekim karakteristikama ove krečnjake, mogla da odgovara ladinskom katu. U nedostatku paleontoloških podataka o starosti serije ova litostatigrafska jedinica izdvojena kao gornji paket u okviru srednjetrijaksih krečnjaka (<sup>1</sup>T<sub>2</sub>).

Mikritski krečnjaci su najzastupljeniji litološki član u okviru izdvojene kartirane jedinice. Uglavnom se javljaju kao slojevi debljine od 0,3-1m. Boja mikrita varira od svetlo sive preko sive do svetlo mrke boje.

U ovim mikritima se zapažaju laminacije paralelne slojevitosti. Laminacije se izdvajaju po nijansama sive boje u slojevima krečnjaka. Rekristalizacija se sporadično zapaža po slojevima i malog je inteziteta. Mikritski krečnjaci burno reguju sa hladnom 10% hlorovodoničnom kiselinom.

Ovi mikritski krečnjaci su izgrađeni od mikrokristalastog - mikritskog kalcita.

Stena je ortohemijska, gde je ortohem predstavljen mikritom. Mikroprslinae su uglavnom zapunjene sekundarnim, krupnozrnim sparitskim kalcitom.

Slojvi mikritskih krečnjaka se smenjuju sa paketima ili pojedinačnim bankovitim slojevima mikrosparita. Mikrosparitski krečnjaci u ovoj litostatigrafskoj jedinici su vrlo slični mikrosparitskim krečnjacima iz predhodno opisane litostatigrafske jedinice. Boja ovih

mikrosparitskih krečnjaka je pretežno sivosmeđa. Mikrosparitski krečnjaci su sporadično slabo rekristalisali. Česte su korozione šupljine koje pojedinim bankovitim slojevima mikrosparitskih krečnjaka daju izgled brečaste teksture. Ispresecani su brojnim sekundarnim kalcitskim žilicama. Burno reaguje sa 10 % hlorovodoničnom kiselinom.

Mikrosparitski krečnjaci su izgrađeni od ortohema mikrokristalasog kalcita sa preovlađujućim mikrosparitskim matriksom smeđe boje, najverovatnije zbog limonitskih primesa. U mikrosparitima se zapažaju brojne mikroprrsline, koje su zapunjene krupno kristalastim sparikalcitom.

Debljina krečnjačke serije, koja je izdvojena kao posebna litostatigrafska jedinica u gornjem delu produktivne serije sa slojevitim mikristskim krečnjacima u smeni sa bankovitim slojevima mikrosparitskih krečnjaka, varira u intervalu od 40 do 50 metara.

Proces karstifikacije u seriji mikristskih krečnjaka sa bankovitim slojevima mikrosparitskih krečnjaka, koji izgrađuju izdvojenu litostatigrafsku jedinicu u gornjenjm delu produktivne serije ležišta, znatno je slabijeg inteziteta nego u donjem paketu krečnjačkih sedimenata produktivne serije, koja je izdvojena kao najstarija litostatigrafska jedinica. Na površini terena konstatovane su škrape metarskih dimenzija a od podzemne karstifikacije izdvojeno je nekoliko kanala zapunjenih karakterističnom glinom (crvenicom), čija širina varira od nekoliko santimetara do prvih desimetara. Ovi podzemni oblici su konstatovani u uskeu puta i na etaži manjeg površinskog kopa, rađenog za proizvodnju kreča u manifakturnoj proizvodnji za lične potrebe.

Diskordantno preko izdvojenih litostatigrafskih jedinica produktivne serije ležišta u južnom delu istraživanog terena, leže neogene tvorevine. U okviru neogenih tvorevina izdvojene su dve litostatigrafske jedinece. U dnjem delu neogenih sedimenata, diskordantno preko pereko trijaskih krečnjaka leže bazalne breče i konglomerati. Ova kartirana jedinica je verovatno donjemiocenske starosti. Preko bazalnih konglomerata konkordantno leže peščari, glinci i peskovite gline. Ova neogena serija sedimenata najverovatnij pripada srednjem miocenu.

Neogena serija sedimenata počinje sa bazalnim kvarcnim brečama i kvarcnim konglomeratima, koji su uglavnom silifikovani (**M<sub>1</sub>**).

Kvarcne breče su izgrađene od kvarca, rožnaca i retko silifikovanog krečnjaka. Vezivo breča je izgrađeno od kvarca sa hidroksidima gvožđa. Silifikacija breča je sekundarni proces koji je nastao u kasnodijagenetskom satatijumu pod uticajem hidrotermalne aktivnosti. Breče imaju izrazito brečastu teksturu.

Kvarcni konglomerati su izgrađeni pretežno od varijeteta kvarca. Kvarc je glavni petrogeni mineral u steni. Silifikacija konglomerata je sekundarni proces koji je nastao u kasnodijagenetskom satatijumu pod uticajem hidrotermalne aktivnosti.

Proces silifikacije u potpunosti je narušio primarnu strukturu stene. Matriks kvarcnih konglomerat je izgrađen pretežno od kvarca čestim nagomilanjima hidroksida gvožđa i metaličnih minerala, najverovatnije limonita.

Kvarcne breče i kvarcni koglomerati sa crvenim silifikovanim kvarcnim vezivom i značajnim prisustvom oksida gvožđa ukazuju na uticaj hodrotermalnih prpcesa u kasnodijagenetskim fazama nastanka ovih sedimenata.

Konkordatno preko kvarcnih koglomerata leže peščari srednjeg miocena (**M<sub>2</sub>**). Peščari su najzastupljeniji litološki član u sedimentnoj seriji srednjeg miocena. javljaju se pretežno kao slojevi debljine od 0,5 do 1 m. Peščari se javljaju kao uslojeni laminirani klastiti. Mahom su sitnozrni. Boja peščara je svetlo smeđa do crvenkasta zbog povećanog sadržaja limonita.

Peščari su izgrađeni od dominantno peskovite komponente u kojoj dominiraju sitnozrni fragmenti kvarca. Pored kvarca, u mineralnom sastavu peščara učestvuju fragmenti metamorfnih stena, fragmenti krečnjaka, fragmenti magmatskih stena i feldspati. U peščarima se sporadično zapaža laminacija, koja se detektuje po granulometriji i boji. Fragmenti od kojih su izgrađeni peščari mahom su slabo zaobljeni i slabo sortirani. Vezivo je izgrađeno od psamitskog, manjim delom od pelitskog kvarca sa limonitom i hematitom. Struktura peščara je psamitska. Tekstura je masivna.

Glinci se u sedimentnoj seriji javljaju kao tanji paketi slojeva, metarskih debljina. Mahom se smenjuju sa peščarima, retko peskovitim glinama. Debljina slojeva glinaca varira od nekoliko santimetara do prvih desimetara. Glinci su pretežno svetlo sive boje. To su sitnozrne klastične stene alevritske krupnoće zrna čija veličina varira od 0,005 do 0,05 mm. Relativno su male čvrstine. Imaju karakterističan školjkast prelom.

U gornjim delovima srednjemiocenske serije najveće rasprostranjenje imaju peskovite gline. Sporadično peskovite gline se smenjuju sa slojevima ili tanjim paketima slojeva glinaca. Peskovite gline su klastični sedimenti izgrađeni od minerala glina i sitnozrnog kvarca. Veličina zrna kvarca ne prelazi 0,05mm. Struktura peskovitih glina je pelitska.

Ukupna debljina srednjemiocenskih sedimenata na istraživanom delu terena varira od 20-30 metara.

Diskordantno preko krečnjaka i neogenih sedimenata u pojedinim delovima istraživanog dela terena, koji obuhvata istraživano ležište, konstatovane su deluvijalne proluvijalne tvorevine, kvartarne starosti. Deluvijalne i proluvijalne tvorevine koje leže iznad krečnjaka, predstavljaju površinsku jalovinu ležišta.

Deluvijalne i proluvijalne tvorevine izgrađene su od zaglinjene, nevezane krečnjačke drobine. Deluvijalne tvorevine imaju veću sortiranost fragmenata u peskovito glinovitom matriksu u odnosu na proluvijalne tvorevine. Debljina ovih kvartarnih tvorevina varira od nekoliko desimetara do maksimalno četiri metara, što je konstatovano na bušotini V-2. Kvartarne tvorevine koje su izdvajane tokom kartiranja istražnih radova, prikazane su na geološkim i obračunskim profilima.

#### *1.4.1.2 Opis ležišta*

##### *1.4.1.2.1 Opis ležišta „Rusevica”*

Istraživano ležište krečnjaka kao tehničkog građevinskog kamena „Sušica” zahvata prostor od oko 73.000 m<sup>2</sup> na južnim i jugoistočnim padinama Ridne Kose. Sa južne i jugoistočne strane ograničeno je koritom potoka Sušica. Ležište je locirano na jednoj kosi sa maksimalnim topografskim nagibom do 28°. Visinska razlika najniže – 494 m u jugoistočnom, i najviše – 618 m u severozapadnom delu terena, iznosi 424 m. Površina ležišta je samo delimično pokrivena crvenicom sa malo humusa; obrasla je relativno gustom i zakržljalom listopadnom šumom.

Masivni krečnjak se u vidu većih ili manjih izdanaka, sa jače ili slabije izraženom karstifikacijom, javlja na samoj površini terena ležišta. Izuzetak čini samo karajnji severozapadni deo ležišta gde preko krečnjaka leže konglomerati i peščari. Međutim, s obzirom na njihova fizičko-mehanička i druga svojstva i karakteristike, utvrđene laboratorijskim ispitivanjima, isti su podobni kao putno građevinski materijal, zbog čega se moraju tretirati kao tehnički građevinski kamen, a ne kao jalovina.

Iz tih razloga se može smatrati da na površini ležišta, u povlati rudne mase, nema znatnijih količina jalovine, barem ne u meri koja bi zahtevala njeno selektivno skidanje.

#### 1.4.1.2.2 Opis ležišta „Rusevica”

Istraživano ležište nalazi se u jednoj seriji pretežno bankovitih slojeva i banaka delom rekristalisanih mikrosparitskih i mikritskih krečnjaka, koja se završava sa pretežno slojevitim mikritskim krečnjacima u smeni sa bankovitim slojevima mikrosparitskih krečnjaka. Serija krečnjaka je ubrana u antiformalne i sinformne plikativne strukture koncentričnog i paralelnog tipa nabiranja, dekametarskih razmera sa relativno nižim indeksom nabiranja. Istraživana produktivna serija ležišta po starosti pripada srednjem trijasu.

Istraživana serija krečnjaka u kojoj je istraženo i okontureno ležište krečnjaka „Rusevica”, prati se po pružanju SZ-JI oko 4 kilometra, počevši od rasedne zone Vreonice na jugoistoku do površinskog kopa ležišta krečnjaka „Sušica” na severozapadu. Rasprostranjenje serije krečnjaka po širini varira od nekoliko stotina metara na jugoistoku do oko 2,5 kilometara na potesu Gradina-Drenjak-Čimburovina. Debljina srednjetrijaske serije krečnjaka na ovim prostorima iznosi oko 450 metara prema podacima OGK, list Čačak. U delu krečnjačke serije gde je lokalizovano ležište prosečna debljina iznosi najverovatnije oko 400 m.

Sa istoka, juga i jugozapada serija trijaskih krečnjaka se graniči sa metamorfitima paleozoika, jurskim ultramafitima, flišom gornje krede i neogenim sedimentima. Granicu sa paleozojskim metamorfitima predstavljaju navlake i šarijaži duž kojih su metamorfiti navučeni preko krečnjaka. Granica prema jurskim ofiolitima i krednom flišu je uglavnom tektonskog karaktera. Ka severu, severoistoku i zapadu diskordantno preko srednjetrijaskih krečnjaka leže neogeni sedimenti. Granica prema krečnjacima je transgresivna i delom tektonska. Ka severoistoku granicu srednjetrijaskih krečnjaka i neogenih sedimenata predstavlja gravitacioni rased pružanja SZ-JI sa relativno spuštenim severoistočnim blokom, koji se po pružanju može pratiti više kilometara.

Podinu krečnjačke serije u kojoj je okontureno ležište predstavlja konkordantna serija slojevitih mikritskih krečnjaka, peščara i alevrolita donjeg trijasa i diskordantna serija metamorfita paleozoika.

Istraživano ležište je lokalizovano na krajnjem severozapadnom delu serije srednjetrijaskih krečnjaka.

Rasprostranjene serije srednjetrijaskih krečnjaka u kontinuitetu, sa aspekta potencijalne sirovine za tehničko-građevinski kamen, iznosi oko 7 km<sup>2</sup>, što u mnogome prevazilazi granice istraživanog ležišta. U okviru ove serije do sada je istraživano i dovedeno do eksploatacije ležište krečnjaka „Sušica”. Krečnjak iz ovog ležišta se eksploatiše više desetina godina.

Ležište obuhvata bilo i severne padine brda Rusevica severoistočno od lokaliteta „Grob”, prema dolini potoka Sušice, koji je većim delom godine na ovom delu terena ponornica.

Konture ležišta po generalnom pravcu SI-JZ iznose približno 380 m, a po pravcu SZ-JI iznose oko 250 m.

Južnu granicu ležišta predstavlja dolina potoka Sušice na kotama od 500-520 metara. Granicu ležišta ka jugu i jugoistoku, prema lokalitetu „Grob” čini eroziono- tektonska granica sa sedimentima donjeg i gornjeg miocena. Ostale granice ležišta bazirane su na urađenim istražnim radovima i granici ekstrapolovanih rezervi ka zapadu i istoku.



Okontureno ležište zahvata površinu od oko 9 hektara sa srednjom debljinom produktivne serije ležišta od oko 78,5 metara.

Produktivna serija obuhvata sve izdvojene slojeve, bankovite slojeve i banke krečnjaka u ležištu koji se nalaze ispod relativno tankog deluvijalnog nanosa na površini terena i završnih kota istražnih radova (bušotina i raskopa), koji variraju između kota 500 m i 525 m.

Debljina deluvijalnog nanosa, odnosno površinske jalovine ležišta varira od 0,5 m do maksimalno 4 m. Prosečna debljina površinske jalovine ležišta iznosi 1,2 m.

Ležište pripada grupi egzogenih ležišta. Prema genetskoj klasifikaciji ležište pripada sedimentnom tipu ležišta.

Oblik rudnog tela prema unutrašnjim konturama rezervi, koje su definisane istražnim radovima i dozvoljenom ekstrapolacijom rezervi ka zapadu i istoku, generalno je paralelopipedni. Dužina istraženog ležišta prema unutrašnjim konturama rezervi je veća po pravcu SI-JZ za oko 130 m od širine po pravcu SZ-JI, odnosno 1,5 puta. Od prosečne debljine produktivne serije u ležištu dužina istraženog ležišta po pravcu SI-JZ je veća oko 4,8 puta.

Površinska jalovina koju uglavnom predstavlja deluvijalno-proluvijalni nanos izgrađena je uglavnom od zaglinjene krečnjačke drobine. Pokriva više od polovine ukupne površine ležišta. Prosečna debljina deluvijalne jalovine iznosi 1,2 metra.

Prema morfogogenetskim karakteristikama ležišta ležište krečnjaka „Rusevica” u selu Loznica, kod Čačka, spada u grupu većih ležišta krečnjaka koja će se eksploatirati kao sirovina za tehničko-građevinski kamen široke primene u putogradnji i građevinarstvu. Ležište krečnjaka prema rezultatima fizičko-mehaničkih ispitivanja ima relativno ujednačen kvalitet mineralne sirovine sa aspekta tehničko-građevinskog kamena.

#### 1.4.1.3 Geneza ležišta

Krečnjački sedimenti koji ulaze u sastav istraživanog ležišta formirani su na širokom otvorenom šelfu karbonatne platforme. Deo karbonatne platforme na kome su formirane mikrofacije krečnjačke serije u kojoj je okontureno ležište, nastao je na širokom otvorenom šelfu sa rasutim gnezdastim sprudovima odvojenih područjima izasprudnih peskova i sprudnih ravni (M.N.Dimitrijević i M.D.Dimitrijević 1987).

Taloženje karbonatnog mulja obavljano je u plitkom subtajdalno relativno niske energije bez izrazite batimetrijske diferencijacije.

Izdvojene krečnjačke litofacije stvarane su u sličnoj depozicionoj sredini pri relativno različitim lokalnim uslovima sedimentacije. Način i uslovi sedimentacije omogućili su nastanak karakterističnih, genetski različitih mikrofacija.

Mikrosparitski krečnjaci su formirani u depozicionoj sredini relativno niske energije. Mikritsko-sparitski karbonatni mulj iz koga su formirani mikrosparitski krečnjaci taložen je u plitkom subtajdalno sa verovatno ritmičnim izranjanjem.

Mikritski krečnjaci su najverovatnije vezani za depoziciju sredinu plitkog razduženog šelfa sa relativno malom energijom depozicije sredine, koja obuhvata najvećim delom subtajdalne prostore u kojima dominira mikritski mulj, pretežno prinet iz prostora intertajdala.

Pretežno laminirani mikrosparitski i mikritski krečnjaci nastali su u ranim fazama dijageneze nelitifikovanog ili semilitifikovanog karbonatnog mulja interno kretanog pod pritiskom gornjih slojeva. Ovaj ranodijagenetski proces doveo je do stvaranja lamina (izduženih flazera), uglavnom paralelnih slojevitosti.

Veći deo mikrosparitskih krečnjaka i manjim delom mikritskih krečnjaka je dijagenetski izmenjen rekristalizacijom. Tokom geodinamičkih procesa nastalih posle formiranja mikrosparitskih i mikritskih krečnjaka u donjem delu produktivne serije ležišta došlo je do kasnodijagenetskih promena, uglavnom vezanih za procese rekristalizacije. Intezitet kasnodijagenetskih promena bio je veći u donjem delu izdvojene litofacije mikrosparita i mikrita. Step en rekristalizacije varira odslabo rekristalnih krečnjaka do mermerisanih krečnjaka, retko mermera.

#### *1.4.1.4 Tektonika ležišta*

Podaci o tektonici ležišta prikupljeni su tokom terenskih i kabinetskih istraživanja. Terenska istraživanja obavljena su tokom izrade detaljnog geološkog plana 1:1000, kartiranja istražne etaže, useka i istražnih raskopa.

Regionalno posmatrano u geotektonskom smislu, istraživano ležište se nalazi u geotektonskoj jedinici izdvojenoj kao „Drinsko-Ivanjički element”. U okviru ove geotektonske jedinice u vreme trijasa egzistira karbonatna platforma. Osnovu „Drinsko-Ivanjičkog elementa” čine metamorfiti paleozoika koji na području planine Jelice formiraju jednu složenu plikativnu strukturu sa osom koja tone ka zapad-jugozapadu pod uglom od oko 20 stepeni. Na prostoru istraživanog ležišta pored pomenute geotektonske jedinice izdvojena je i tektonska jedinica neogena.

Kasniji geodinamički procesi, tokom trijasa vezani su za starije faze alpske orogeneze, usloveli su formiranje antiformalnih i sinformalnih plikativnih struktura koncentričnog i paralelnog tipa nabiranja, dekametarskih razmera sa relativno nižim indeksom nabiranja. Plikativne strukture formirane u trijasu bitno su različite po prostornoj orijentaciji, morfologiji i veličini u odnosu na plikativne strukture stvarane tokom paleozoika. U tektonskom sklopu istraživanog područja opažane su plikativne strukture različitih veličina sa osama nabora generalnog pružanja SZ-JI. Veće plikativne strukture su delom deformisane i redukovane rasedima pružanja SI-JZ, S-J i SZ-JI.

Većina raseda kao i veći deo sekundarnog sklopa na istraživanom terenu nastao je tokom neogena. Neogene tvorevine pripadaju posebnoj geotektonskoj jedinici i u analizi sklopa su posebno obrađivane.

Tokom terenskih istraživanja prikupljeni su podaci o planarnim i linearnim elementima sklopa, koji su omogućili sagledavanje morfologije, rasprostranjenja, geneze, kao i prostornih i vremenskih odnosa klasifikovanih elemenata sklopa na istraživanom ležištu.

#### *1.4.1.5 Hidrološke i hidrogeološke karakteristike*

Hidrogeološke karakteristike područja na kome su istražena ležišta krečnjaka „Sušica” su tipične za kraške terene. Znatna tektonska oštećenost srednjetrijaskih krečnjaka i klastičnih sedimenata donjeg miocena u ležištu omogućava brzo dreniranje atmosferskih padavina kroz njih. Zbog toga u prostoru koji obuhvata predmetna ležišta ne postoje stalni ili povremeni tokovi kao ni vodene akumulacije jer sva atmosferska voda otiče duž ravni pukotina. Iz tih razloga se ne očekuje mogućnost ugrožavanja površinskog kopa od površinskih ili podzemnih voda.

Između ležišta „Sušica” i „Rusavica” nalazi se duboko urezano korito suvog potoka Sušica koji s obzirom na vrlo strm nagib vrlo brzo odvodi površinske vode u vreme kiša i otapanja snega.

Potok Sušica u zoni eksploatacionog polja je ponornica, odnosno povremeni vodotok nakon jačih atmosferskih padavina. Najbliži stalni vodotok, potok Zovljak, nalazi se istočno od eksploatacionog polja.

#### 1.4.1.6 Inženjersko-geološke karakteristike

##### 1.4.1.6.1 Inženjersko-geološke karakteristike ležišta „Sušica”

U inženjersko-geološkom pogledu ležište „Sušica” se odlikuje vrlo jednostavnom građom. Prema koeficijentu čvrstoće „ $f$ ”, računatom po formuli:

$$f = \frac{\sigma_p}{30} + \sqrt{\frac{\sigma_p}{30}}$$

koji M. M. Protođakonov uzima za kriterijum klasifikacije stena kao radne sredine namenjene rudarstvu, krečnjaka sa  $f = 6,31$  i konglomerat i pešćar sa  $f = 6,27$  spadaju u inženjersko-geološke komplekse “dosta čvrstih stena”. Prema tome, bez obzira na razlike u petrološkom sastavu litoloških članova, u ležištu postoji samo jedan inženjersko-geološki kompleks “dosta čvrstih stena”.

U površinskom delu ležišta krečnjaci su uglavnom ogoljeni ili su samo sa delimično glinovito - humusnim pokrivačem i slabo izraženom karstifikacijom. U stenama kakve su u ležištu “Sušica” s obzirom na njihove fizičko-mehaničke osobine ne postoje uslovi za razvoj inženjersko-geoloških procesa koji bi u kranjem doveli do nestabilnosti terena.

Pri projektovanju eksploatacionih etaža i završnih kosina površinskog kopa treba voditi računa o elementima pružanja i padnim uglovima markantnijih ruptura odnosno rupturnih sistema.

Prema građevinskim normama GH - 200 i klasifikaciji D. Brauns - J. Stinu - a za „zemljane radove” iskopa u ovim stenama rudne mase u ležištu spadaju u VI kategoriju terena.

Može se zaključiti da su inženjersko-geološki i hidrogeološki uslovi za eksploataciju krečnjaka ležištu „Sušica” povoljni i da se pri pravilnoj eksploataciji rude ne očekuju inženjersko-geološki procesi koji bi mogli ugroziti stabilnost kosina i da ne postoje realne mogućnosti za pojavu podzemnih voda.

##### 1.4.1.6.2 Inženjersko-geološke karakteristike ležišta „Rusavica”

Stabilnost stenskih masa koji izgrađuju produktivnu seriju krečnjaka u ležištu, najvećim delom zavisi od mehaničkih diskontinuiteta, njihove veličine, prostorne orijentacije i načina pojavljivanja od pojedinačnih mehaničkih diskontinuiteta do bliskih, subparalelnih mehaničkih diskontinuiteta koji predstavljaju penetrativni planarni sklop za određeno veličinsko područje (metarsko i decimetarsko).

Najveći broj mehaničkih diskontinuiteta u produktivnoj stenskoj masi ležišta formiran je po slojevitosti u krečnjacima. Međusobna rastojanja mehaničkih diskontinuiteta variraju za određene tipove načina pojavljivanja krečnjačkih sedimenata koje izgrađuju ležište. Najzastupljeniji način pojavljivanja krečnjaka u ležištu je bankoviti sloj, zatim banak i znatno ređe sloj.

Mehanički diskontinuiteti u seriji bankovitih slojeva formiraju mehaničke diskontinuitete na međusobnim rastojanjima od 1 do 2 m. U slojevitim krečnjacima formiraju se mehanički

diskontinuiteti po slojevitosti na najčešćim međusobnim rastojanjima od 0,3m do 0,5m, maksimalno do 1m. Mehanički diskontinuiteti u bankovitoj seriji krečnjaka formirani su po slojevitosti na rastojanjima od 2 m do maksimalnih 5 m. Mehanički diskontinuiteti formirani po slojevitosti imaju glatke i blago zatalasane površi. Mehanički diskontinuiteti koji se formiraju po slojevitosti prate se po pružanju i padu od nekoliko metara do nekoliko desetina metara. Širina mehaničkih diskontinuiteta, formiranih po slojevitoati, varira od nekoliko milimetara do nekoliko santimetara. Većim delom su nezapunjeni (zjapeći) i manjim delom zapunjeni. Zapuna im je obično slabo vezani zaglinjeni krečnjački detritus, podređeno glina karakteristične crvene boje. Mehanički diskontinuiteti formirani po slojevitosti u krečnjacima, prate generalno plikativne strukture u produktivnoj seriji ležišta. Statistički dobijeni elementi pada za slojevitost u okviru produktivne serije ležišta u potpunosti odgovaraju generalnoj prostornoj orijentaciji mehaničkih diskontinuiteta koji su formirani po slojevitosti. Generalno, mehanički diskontinuiteti koji su formirani po slojevitosti padaju ka jugu pod srednjim satatistički dobijenim uglom od 28 stepeni i manjim delom SSI posrednjim satatističkim uglom od 25 stepeni.

Mehanički diskontinuiteti formirani po sistemima pukotina smicanja predstavljaju vrlo bitan faktor za utvrđivanje stabilnosti stenskih masa u ležištu jer se vrlo često javljaju kao sistemi na relativno bliskim rastojanjima, koja variraju od 1m do maksimalno 3m. Za područje istraživanog ležišta, mehanički diskontinuiteti formirani po sistemima pukotina smicanja, većim delom predstavljaju penetrativni planarni sklop jer se kao penetrativne planare javljaju u dekametarskom području posmatranja.

Mehanički diskontinuiteti koji se formiraju po sistemima pukotina smicanja prate se po pružanju i padu od nekoliko metara do nekoliko desetina metara. Širina mehaničkih diskontinuiteta varira od nekoliko milimetara do prvih desimetara. Mehanički diskontinuiteti su mahom zapunjeni. Zapuna u ovim mehaničkim diskontinuitetima su pretežno slabo vezane krečnjačke mikro breče i retko vezane krečnjačke mikro breče sa prelazima u konglomerate sa sparikalcijskim vezivom. Površ mehaničkih diskontinuiteta formiranih po pukotinama smicanja su glatke sa sporadičnom pojavom oštih zaseka, koji su posledica formiranja strija (kliznih lineacija) na ravnama ovih mehaničkih diskontinuiteta. Statistički je utvrđeno da najveći broj mehaničkih diskontinuiteta koji su formirani po pukotinama smicanja pada ka istoku pod srednjim statističkim uglom od 81 stepen i manjim delom ka zapadu pod srednjim statističkim uglom od 79 stepeni.

Jedan manji deo mehaničkih diskontinuiteta koji su vezani za pukotine smicanja egzistiraju u stenskoj masi kao pojedinačne planare (Sl. 10). U relativnim odnosima ovi mehanički diskontinuiteti imaju znatno veće rasprostranjenje po padu i pružanju, kao i veće širine diskontinuiteta u odnosu na mehaničke diskontinuitete koji su formirani po sistemima pukotina smicanja. Ovi mehanički diskontinuiteti imaju znatno manji uticaj na stabilnost stenskih masa u odnosu na mehaničke diskontinuitete koji su formirani po sistemima pukotina smicanja. Često se uz ove mehaničke diskontinuitete po padu i pružanju formiraju podzemni kraški oblici desimetarskih do metarskih dimenzija.

Rasedi ne mogu bitnije uticati na stabilnost stenskih masa jer ne predstavljaju penetrativan sistem ruptura u području istraživanog ležišta. Uža područja rasednih zona zbog litološkog sastava u kome dominiraju slabo vezane krečnjačke breče, predstavljaju područja u stenskom masivu sa izuzeztno malom stabilnosti stenskih masa. Širine ovih zona variraju od prvih metara od najviše 4,5 m (Sl. 11). Način pojavljivanja rasednih zona u produktivnoj seriji i njihova širina, imaju lokalni uticaj na stabilnost stenskih masa i to samo za neposrednu okolinu rasedne zone.

Uz pojedine rasedne zone formiraju se podzemni kraški oblici, metarskih dimenzija. Obično se formiraju karstni kanalai sa lokalnim proširenjima po padu rasednih zona.



Karstifikacija uz rasede utiče na smanjenu stabilnost stenskih masa u okviru rasedne zone. Međutim ona može imati i nešto veći uticaj na bližu okolinu rasedne zone zbog kinetičke agresivnosti toka podzemnih voda na okolne stene. Abrazivni uticaj podzemnog toka na slabo vezane krečnjačke breče i druge prateće litološke članove koji se formiraju u rasdenim zonama, može uticati na smanjenu stabilnost kerčnjačkih masa u relativno širem području rasednih zona, koje varira od 5 do 10 metara, izvan rasedne zone i to obično u podini rasednih zona.

Kao bitan parametar stabilnosti stenskih masa, koji se može utvrditi na osnovu, prostornog položaja, širine i mogućeg prostiranja po padu i pružanju mehaničkih diskontinuiteta, predstavlja geološki indeks čvrstoće (GSI). Prema rezultatima predhodno obavljene strukturološke analize konstatovano je da mehanički diskontinuiteti koji su formirani po slojevitosti i sistemima pukotina smicanja imaju izrazito homogen sklop u okviru ležišta. U relativno litološki homogenoj produktivnoj seriji ležišta, gde se pored dominantnih mehaničkih diskontinuiteta po slojevitosti javljaju i sistemi mehaničkih diskontinuiteta po pukotinama smicanja, utvrđen je geološki indeks čvrstoće (GSI). Geološki indeks čvrstoće utvrđivan je tokom terenskih inženjersko geoloških ispitivanja na nekoliko desetina lokaliteta u različitim delovima ležišta. Dobijeni rezultati (GSI) tokom terenskih ispitivanja variraju u intervalu od 45-50. Tokom laboratorijskih geomehaničkih ispitivanja na uzorcima krečnjaka iz ležišta utvrđen je (GSI), koji iznosi 40.

Imajući u vidu inženjersko-geološke karakteristike produktivne serije, morfologiju terena, prostorni položaj, mesto i način formiranja najzastupljenijih mehaničkih diskontinuiteta u ležištu, morfologiju terena i utvrđene parametre geološkog indeksa čvrstoća (GSI) za celokupnu produktivnu seriju ležišta, dobijen je najoptimalniji pravac otkopavanja istraživane mineralne sirovine u odnosu na održavanje najveće stabilnosti stenskih masa prilikom eksploatacije u budućem površinskom kopu. Prema iznetim kriterijumima i postojećoj potnoj infrastrukturi najoptimalniji pravac eksploatacije treba da bude od SI ka JZ. Ovakav pravac eksploatacije omogućava formiranje eksploatacionih etaža pružanja približno SZ-JI. Eksploatacione etaže sa pomenutim pružanjem i napredovanjem eksploatacije ka JZ, omogućavaju prema rezultatima inženjersko-geoloških ispitivanja ležišta, relativno najveću stabilnost stenskih masa prilikom eksploatacije.

Generalna procena stabilnosti za celokupno ležište determiniše celokupnu stensku masu ovog ležišta kao relativno postojanu pri egzogenim procesima.

Kao što je već pomenuto urađena su i laboratorijska geomehanička ispitivanja krečnjaka iz ležišta krečnjaka "Rusevica", koji definišu statični model stabilnosti stenskih masa u ležištu (dokumentacioni materijal br. 6). Rezultati obavljenh laboratorijskih ispitivanja prikazani su u tabeli 5.

**Tabela 5. Geomehaničke karakteristike krečnjaka ležišta „Rusavica”**

| <i>Uzorci<br/>i prosek</i> | <i>Zapreminska<br/>težina<br/><math>\gamma</math><br/>KN/m<sup>3</sup></i> | <i>Jednoosna<br/>čvrstoća<br/>na pritisak<br/><math>\sigma_c</math><br/>MPa</i> | <i>Čvrstoća<br/>na<br/>istezanje<br/><math>\sigma_t</math><br/>MN/m<sup>2</sup></i> | <i>Kohezija<br/><math>c</math><br/>MN/m<sup>2</sup></i> | <i>Ugao<br/>unutrašnjeg<br/>trenja<br/><math>\varphi(^{\circ})</math></i> | <i>Sadržaj<br/>vode<br/><math>W</math></i> | <i>Dinamički<br/>modul<br/>elastičnosti<br/><math>E_{dyn}</math><br/>MN/m<sup>2</sup></i> | <i>Poisson-ov<br/>koeficijent<br/><math>\mu_{dyn}</math></i> | <i>Geološki<br/>indeks<br/>čvrstoće<br/>(GSI)</i> |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| U-1                        | 26,79                                                                      | 27,17                                                                           | 4,78                                                                                | 7,00                                                    | 46° 25'                                                                   | 7,20                                       | 67772,6                                                                                   | 0,321                                                        | 35-45                                             |
| U-2                        | 26,73                                                                      | 22,32                                                                           | 3,44                                                                                | 5,24                                                    | 47° 11'                                                                   | 6,97                                       | 52223,3                                                                                   | 0,317                                                        | 35-45                                             |
| Srednja<br>vrednost        | 26,76                                                                      | 24,74                                                                           | 4,11                                                                                | 6,12                                                    | 46° 53'                                                                   | 7,08                                       | 59997,9                                                                                   | 0,319                                                        | 35-45                                             |

Geomehanički parametri, dobijen nakon laboratorijskih ispitivanja, ukazuju na relativno dobru stabilnost stenske mase u smislu mogućnosti projektovanja eksploatacionih etaža i površinskog kopa u celosti.

Za visine etaža od 15 metara sa nagibom od 65 stepeni, utvrđen je faktor sigurnosti ( $F_s$ ) iznosi tolerantnih 1,210. Za etaže visine 20 metara za ugao nagiba od 60 stepena utvrđen je faktor sigurnosti ( $F_s$ ) iznosi tolerantnih 1,213 što je prihvatljivo sa aspekta stabilnosti stenskih masa u krečnjacima.

Analize stabilnosti završnih kosina rađene su za 50, 75, 100, 125 i 150 metara. Imajući u vidu najvišu kotu ležišta i najnižu kotu istražnih radova, opredeljujuća završna kosina iznosila bi oko 130 metara. Za kosinu od 125 metara i minimalni faktor sigurnosti od  $F_s = 1,30$  dobija se ugao završne kosine od  $33^\circ$ . Iz dobijenih vrednosti se vidi da je variranje ugla završnih kosina u odnosu na visine završnih kosina relativno malo od 31-46 stepeni.

Ispitani geomehnički parametri u laboratorijskim uslovima i posebno karakteristike krečnjaka, utvrđene prilikom inženjersko-geoloških ispitivanja ležišta, ukazuju na relativnu stabilnost stenske mase u smislu mogućnosti projektovanja završnih kosina kopa visine 130 metara sa uglom do 33 stepena i pojedinih etaža visine 15 metara sa uglovima zakosa do 65 stepeni uz relativno visok faktor sigurnosti.

#### 1.4.1.7 Vrsta, kvalitet i količine rezervi mineralnih sirovina

##### 1.4.1.7.1 Petrografski sastav

Krečnjaci ležišta „Sušica” su sivobeke boje, homogeni i kompaktni, masivne teksture, strukture su mikrokristalaste, monomineralni su, sastoje se od mikrokristalastog kalcita.

Mikrokristalasti i kristalasti kalciti se javljaju retko i u malim količinama; obično su koncentrisani u žicama, žilicama i gnezdastim nagomilanjima. Vrlo retko se može zapaziti i po koje zrno dolomita. Duž zidova pukotina se mestimično javljaju tanke limonitske prevlake žute do smeđe boje.

Petrološkim ispitivanjima ležišta „Rusavica” utvrđeno je da se radi o mikrokristalastim krečnjacima, koji sadrže po neku pukotinu zapunjenu sekundarnim kristalastim kalcitom, limonitom ili organskom materijom.

##### 1.4.1.7.2 Rezultati hemijskih ispitivanja

###### Ležište „Sušica”

Rezultati hemijskih ispitivanja, za makro-elemente su prikazani u tabeli 6, a za mikro-elemente u tabeli 7.

Iz rezultata prikazanih u tabeli 6 vidi se da su ispitivani krečnjaci u ležištu „Sušica” izvanredno čiste kalcijum - karbonatne stene u kojima se sadržaj CaO kreće oko 54,58% što čini preko 97%  $\text{CaCO}_3$ .

Od sporednih komponenti MgO je sa 0,59 (srednja aritmetička vrednost) najzastupljeniji. Malo iznenađuje relativno visok sadržaj  $\text{Na}_2\text{O}$  koji varira od 0,17% do 0,30%; ukupan sadržaj alkalija ( $\text{Na}_2 + \text{K}_2\text{O}$ ) se kreće od 0,23% do 0,36%, srednja aritmetička vrednost je oko 0,32%.

Ovakav „visok” sadržaj alkalija u ispitivanim krečnjacima je iznad maksimalno dozvoljenog sadržaja alkalija u krečnjacima koji se mogu koristiti u tehnologiji proizvodnje šećera. Međutim, po mišljenju ranijih autora, relativno „visok” sadržaj  $\text{Na}_2 + \text{K}_2\text{O}$  u ispitivanim krečnjacima nije realan.

Na ovakav zaključak upućuju vrlo niski sadržaji  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , od 0,02% do 0,17%, srednja vrednost je oko 0,09%,  $\text{SiO}_2$ , od 0,10% do 0,45%, srednja vrednost je svega 0,263% pa i  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  čiji se srednji sadržaj kreće oko svega 0,07%. Ovo treba istaći iz razloga što normativno (u preračunu mineralnog sastava na bazi hemijskog sastava stene) nije moguće vezati sav  $\text{Na}_2 + \text{K}_2\text{O}$  za  $\text{SiO}_2$  i  $\text{Al}_2\text{O}_3$  u mineralne gline, kao primese u krečnjaku, a istovremeno mikroskopskim ispitivanjem je utvrđeno da u mineralnom sastavu ispitivanih krečnjaka nema minerala koji bi u svom sastavu mogli sadržati natrijum ili kalijum.

Ostaje realna mogućnost da su, ovako relativno „visoki” sadržaji, obzirom na stvarne iznose i na mogućnost tačne detekcije malih količina  $\text{Na}_2$  i  $\text{K}_2\text{O}$  plamen fotometrijskom metodom, pre posledica realne „analitičke greške” no što su to stvarni kvantitativni sadržaji ovih hemijskih elementa u ispitivanim krečnjacima. U svakom slučaju eventualnu mogućnost primene krečnjaka u tehnologiji proizvodnje šećera treba potvrditi dodatnim hemijskim ispitivanjima.

**Tabela 6. Hemijski sastav krečnjaku ležišta „Sušica”**

| <i>Oznaka uzorka</i>                   | <i>R-1</i> | <i>R-4</i> | <i>B-5 (13 m)</i> | <i>B-6 (29,7 m)</i> | <i>B-12 (36 m)</i> | <i>Kamenolom 1983</i> | <i>Srednja aritmetička vrednost</i> |
|----------------------------------------|------------|------------|-------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| $\text{SiO}_2$                         | 0,10%      | 0,45%      | 0,29%             | 0,28%               | 0,27%              | 0,19%                 | 0,263                               |
| $\text{Al}_2\text{O}_3$                | 0,02%      | 0,05%      | 0,17              | 0,17                | 0,07               | 0,07                  | 0,092                               |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$                | 0,03       | 0,02       | 0,04              | 0,14                | 0,18               | 0,03                  | 0,073                               |
| $\text{CaO}$                           | 54,39      | 54,39      | 54,39             | 54,46               | 54,53              | 55,32                 | 54,58                               |
| $\text{MgO}$                           | 0,68       | 0,67       | 0,67              | 0,79                | 0,38               | 0,35                  | 0,590                               |
| $\text{Na}_2\text{O}$                  | 0,29       | 0,22       | 0,3               | 0,3                 | 0,29               | 0,17                  | 0,262                               |
| $\text{K}_2\text{O}$                   | 0,06       | 0,05       | 0,06              | 0,06                | 0,05               | 0,06                  | 0,057                               |
| $\text{P}_2\text{O}_5$                 | 0,03       | 0,06       | 0,06              | 0,08                | 0,06               | 0,01                  | 0,050                               |
| $\text{CO}_2$                          | 43,37      | 43,41      | 43,35             | 43,6                | 43,2               | 43,8                  | 0,000                               |
| S (kao $\text{SO}_2$ )                 | 0,00       | 0,00       | 0,00              | 0,00                | 0,00               | Trag                  | 0,000                               |
| $\text{SO}_4$ (kao $\text{SO}_3$ )     | 0,10       | 0,13       | 0,08              | 0,1                 | 0,15               | Trag                  | 0,093                               |
| Cl                                     | 0,01       | 0,01       | 0,01              | 0,01                | 0,01               | 0,01                  | 0,010                               |
| $\text{NO}_2$                          | Trag       | Trag       | Trag              | Trag                | Trag               | Trag                  | Trag                                |
| $\text{NO}_3$                          | 0,00       | 0,00       | 0,00              | 0,00                | 0,00               | 0,00                  | 0,000                               |
| $\text{H}_2\text{O}^+$                 | 0,50       | 0,31       | 0,28              | 0                   | 0,44               | n.r.                  | 0,306                               |
| $\text{H}_2\text{O}^-$                 | 0,03       | 0,04       | 0,03              | 0,01                | 0,10               | 0,01                  | 0,022                               |
| ZBIR                                   | 99,63%     | 99,80%     | 99,72%            | 99,99%              | 99,63%             | 100,01%               | -                                   |
| $\text{CaCO}_3$                        | 97,08%     | 97,08%     | 97,08%            | 97,20%              | 97,33%             | 98,74%                | 97,418                              |
| $\text{MgCO}_3$                        | 1,42%      | 1,40%      | 1,40%             | 1,65%               | 0,79%              | 0,73%                 | 1,232                               |
| $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (dolomit) | 3,09%      | 3,06%      | 3,06%             | 3,61%               | 1,73%              | 1,60%                 | 2,692                               |
| $\text{CaCO}_3$ (kalcit)               | 95,48%     | 94,02%     | 94,02%            | 93,59%              | 95,60%             | 97,87%                | 95,097                              |

**Tabela 7. Sadržaj mikroelemenata u krečnjaku ležišta „Sušica” (u ppm)**

| <i>Oznaka uzorka</i> | <i>R-1</i> | <i>R-4</i> | <i>B-5(13m)</i> | <i>B-6 (29,7m)</i> | <i>B-12(36m)</i> |
|----------------------|------------|------------|-----------------|--------------------|------------------|
| Ba                   | 6          | 5          | 5               | 8                  | 5                |
| Mn                   | 6          | 18         | 18              |                    | 5                |
| Pb                   | *          | *          | ~               |                    | 5                |
| Cu                   | *          | *          | *               |                    | *                |
| Sr                   | 445        | 250        | 250             |                    | 350              |
| Yn                   | *          | *          | *               | *                  | 960              |
| Mg                   | >5000      | >5000      | >5000           | >5000              | >5000            |
| Fe                   | 90         | 65         | 180             | 220                | 200              |
| Al                   | 520        | 1280       | 1500            | 1300               | 760              |
| Ti                   | 20         | 40         | 37              | 45                 | 15               |

\* - ispod granice detekcije spektografske metode; Traženi ali nisu detektovani sledeći elementi: Be, B, As, Sb, V, Ni, Co, Cr, Ga, Nb, Mo, Sn, Cd, Zr, Ag, Y, La i Sc.

Ispod zbira u hemijskim analizama u tabeli 6. dati su preračuni ukupnog  $\text{CaCO}_3$  i  $\text{MgCO}_3$  a ispod njih preračuni stvarno prisutnih karbonatnih minerala - kalcita i dolomita u ispitivanom krečnjaku.

Sadržaji mikroelemenata u tabeli 7. se kreću uglavnom u normalnim granicama distribucije ovih elemenata u ovoj vrsti stena i kao što se može videti, povišenim sadržajima, u granicama od 250 do 445 ppm, se javlja samo stroncijum.

Prisustvo stroncijuma uz mestimičnu pojavu olova je najverovatnije posledica prirode kalcijum karbonata u prvobitnom sedimentu. Naime, prisustvo stroncijuma u ispitivanim krečnjacima ukazuje da je prvobitno istaloženi  $\text{CaCO}_3$  bio aragonit čija struktura dozvoljava laku supstituciju stroncijuma i olova.

Iznenadjuće, istina samo u jednoj analizi, je vrlo visok sadržaj cinka za ovu vrstu stena. Poznato je da se sadržaj Zn u krečnjacima kreće do najviše 50 ppm. Jedino moguće objašnjenje sadržaja od 960 ppm u analizi broj 5, kod uzoraka sa 36 - og metra iz bušotine B-12 leži u mogućnosti njegovog istaložavanja, iz naknadno prinošenih rastvora u vidu sulfatnog jedinjenja, jer je u istom uzorku konstatovan i malo povišen sadržaj  $\text{SO}_4$ .

#### 1.4.1.7.3 Fizičko-mehanička svojstva

##### Ležište „Sušica”

U cilju provere bitnih karakteristika agregata koje su vezane za tehnologiju drobljenja, na krečnjaku iz ležišta „Sušica” izvršena su tehnološka ispitivanja u laboratorijskim uslovima.

Na drobilici tipa „UG – 2” proizveden je agregat – „jednostruka drobljena kamena sitnež” od dva kompozitna uzorka krečnjaka (proba I i II) i kompozitni uzorak kongloimerata i peščara (proba III).

Kompozitni uzorci su formirani od materijala dobijenog iz istražnih raskopa i iz istražnih bušotina, sa različitim dubina.

Na dobijenoj kamenoj sitneži izvršena su laboratorijska ispitivanja agregata, i to: granulometrijski sastav, oblik zrna agregata za beton i asfalt, sadržaj finih čestica manjih od 0,09 mm i 0,063 mm, ekvivalent peska, otpornost na drobljenje pod statičkim opterećenjem i otpornost na habanje u aparatu Los Angeles.

Granulometrijske analize agregata sa udelom pojedinih frakcija prikazane su u tabeli 9.

Procentualno učešće pojedinih frakcija u probama prikazano je u tabeli 8.

**Tabela 8. Procentualno učešće pojedinih frakcija**

| <i>Frakcije (mm)</i> | <i>Učešće frakcija (%)</i> |                 |                  |
|----------------------|----------------------------|-----------------|------------------|
|                      | <i>proba I</i>             | <i>proba II</i> | <i>proba III</i> |
| 0/2                  | 5,1                        | 4,4             | 5,1              |
| 2/4                  | 11,2                       | 10,8            | 15,8             |
| 4/8                  | 15,8                       | 17,1            | 25,7             |
| 8/11,2               | 10,9                       | 9,4             | 13,4             |
| 11,2/16              | 16,7                       | 12,2            | 12,2             |
| 16/22,4              | 22,4                       | 16,2            | 14,7             |
| 22,4/31,5            | 15,1                       | 15,5            | 6,9              |
| 31,5/45              | 2,8                        | 11,2            | 6,2              |



Tabela 9. Granulometrijska analiza agregata

| Otvor<br>sita<br>(mm) | Prolaz<br>(%) |          |           | Ostatk<br>(%) |          |           |
|-----------------------|---------------|----------|-----------|---------------|----------|-----------|
|                       | proba I       | proba II | proba III | proba I       | proba II | proba III |
| 63                    | 100           | 100      | 100       | -             | -        | -         |
| 45                    | 100           | 96,8     | 100       | -             | 3,2      | -         |
| 31,5                  | 97,2          | 85,6     | 93,8      | 2,8           | 11,2     | 6,2       |
| 22,4                  | 82,1          | 70,1     | 86,9      | 15,1          | 15,5     | 6,9       |
| 16                    | 59,7          | 53,9     | 72,2      | 22,4          | 16,2     | 14,7      |
| 11,2                  | 43,0          | 41,7     | 60,0      | 16,7          | 12,2     | 12,2      |
| 8                     | 32,1          | 32,3     | 46,6      | 10,9          | 9,4      | 13,4      |
| 4                     | 16,3          | 15,2     | 20,9      | 15,8          | 17,1     | 25,7      |
| 2                     | 9,8           | 8,4      | 11,7      | 6,5           | 6,8      | 9,2       |
| 1                     | 5,1           | 4,4      | 5,1       | 4,7           | 4,0      | 6,6       |
| 0,71                  | 3,5           | 3,0      | 3,3       | 1,6           | 1,4      | 1,8       |
| 0,45                  | 2,5           | 2,2      | 2,1       | 1,0           | 0,8      | 1,1       |
| 0,25                  | 1,7           | 1,6      | 1,5       | 0,8           | 0,6      | 0,6       |
| 0,09                  | 1,1           | 1,1      | 1,0       | 0,6           | 0,5      | 0,5       |
| 0,063                 | 0,9           | 0,95     | 0,9       | 0,2           | 0,15     | 0,1       |

Na osnovu ovakvog udela pojedinih frakcija može se zaključiti da će pri odgovarajućoj tehnologiji drobljenja biti moguće dobiti zadovoljavajući odnos frakcija za izradu asfaltnih i betonskih mešavina i kod krečnjaka i kod konglomerata i peščara.

Ispitivanja oblika zrna - agregata urađena su prema standardu SRPS B.B8.048. Na „jednostruko drobljenoj kamenoj sitneži” krečnjaka. Sadržaj zrna „nepovoljnog oblika”, odnosno dimenzija većih od 1:3 kretao se u granicama od 16,4% do 14,3%, srednja aritmetička vrednost 12,85%, a zrna dimenzije 1:5 u granicama od 6,2% do 7,7%, srednja aritmetička vrednost 6,95%.

U kamenoj sitneži proizvedenoj od konglomerata i peščara udeo zrna dimenzija većih od 1:3 iznosio je 9,7% a zrna dimenzije 1:5 iznosio je 4,3%.

Dobijeni rezultati ukazuju da se od ispitivanog krečnjaka i konglomerata i peščara može proizvesti kamena sitnež zadovoljavajućeg oblika zrna.

Sadržaj finih čestica u kamenoj sitneži, manjih od 0,09 mm, ispitan je prema standardu SRPS B.B8.036. Dobijene vrednosti za ispitane probe kreću se oko 1% odnosno za probu I iznosi 1,1 %, za probu II iznosi 1,1 % i za probu III iznosi 1,0%, što ukazuje na dobar kvalitet krečnjaka i konglomerata i peščara koji nisu skloni povećanom drobljenju i usitnjavanju.

Ekvivalent peska ispitan je prema standardu SRPS U.B1. 040. Vrednost ekvivalenta peska za krečnjak kreće se oko 87,5% (proba I - 87% i proba II -88%) dok je kod konglomerata i peščara čak 91%.

Dobijene vrednosti ekvivalenta peska su izvanredno dobre a njihova visoka vrednost ukazuje da fine čestice, manje od 0,09 mm i 0,02 mm, nisu glinovitog porekla.

Otpornost kamene sitneži na drobljenje pod statičkim opterećenjem ispitivana je prema standardu SRPS U.M8.030. Dobijene vrednosti pokazuju da krečnjak iz ležišta „Sušica” ima zadovoljavajuću otpornost na statičko opterećenje i da se može ugrađivati u sve konstrukcije koje će biti izložene statičkom opterećenju.

Otpornost kamene sitneži na dinamičke udare i habanje trenjem (metoda Los Angeles) ispitana je prema standardu SRPS B.B8.045.

**Tabela 10. Rezultati ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava krečnjaka ležišta „Sušica”**

| Pokazatelji kvaliteta                                                |                          | Standard       | Jedinica mere                       | Vrednost |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|-------------------------------------|----------|
| Pritisna čvrstoća                                                    | u suvom stanju           | SRPS B.B8.012  | MPa                                 | 144,1    |
|                                                                      | u vodom zasićenom stanju |                |                                     | 134,9    |
|                                                                      | posle dejstva mraza      |                |                                     | 134,3    |
| Upijanje vode kamena                                                 |                          | SRPS B.B8.010  | %                                   | 0,19     |
| Hemijski sadržaji<br>štetnih komponenti                              | S <sup>2-</sup>          |                |                                     | trag     |
|                                                                      | SO <sub>3</sub>          |                | %                                   | 0,26     |
| Zapreminska masa sa porama i šupljinama (g/cm <sup>3</sup> )         |                          | SRPS B.B8.032. | g/cm <sup>3</sup>                   |          |
| Zapreminska masa bez pora i šupljina (g/cm <sup>3</sup> )            |                          |                |                                     | 2,724    |
| Koeficijent zapreminske mase                                         |                          | SRPS B.B8.032  |                                     |          |
| Poroznost (%)                                                        |                          | SRPS B.B8.032  |                                     |          |
| Postojanosti kamena na dejstvo mraza Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |                          |                |                                     | postojan |
| Otpornost na habanje struganjem-beme                                 |                          | SRPS B.88.015  | cm <sup>3</sup> /50 cm <sup>2</sup> | 23,08    |
| Otpornosti prema drobljenju i habanju - „Los angeles”                |                          | SRPS B.88.045  | %                                   | 27,18    |
| Otpornosti protiv drobljenja agregata za beton                       |                          | SRPS U.M8.030. | %                                   | 24,81    |
| Ekvivalent peska                                                     |                          | SRPS U.B1.040  | %                                   | 87,5     |
| Sadržaj finih čestica (manje od 0,09 mm)                             |                          | SRPS B.B8.036  | %                                   | 1,1      |
| Oblik zrna                                                           | veće od 1:3              | SRPS B.B8.048  | %                                   | 12,85    |
|                                                                      | veće od 1:5              |                | %                                   | 6,95     |

**Ležište „Rusavica”**

Rezultati ispitivanja fizičko-mehaničkih i tehnoloških svojstava stena ležišta „Rusavica” prikazani su u tabeli 11. i tabeli 12.

**Tabela 11. Rezultati fizičko-mehaničkih ispitivanja kamena ležišta „Rusavica”**

| <i>Tehničke karakteristike kamena</i> |                                                                                                                                                               | <i>Srednja vrednost</i>        |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Broj analiza                          |                                                                                                                                                               | <b>12</b>                      |
| 1.                                    | SADRŽAJ: (%) SRPS B.B8.042<br>- hlorida, Cl <sup>-</sup><br>- sulfida, S <sub>2</sub> <sup>-</sup><br>- sulfata, obračunat kao SO <sub>3</sub>                | -<br>-<br>-                    |
| 2.                                    | ZAPREMINSKA MASA (g/cm <sup>3</sup> ) SRPS B.B8.032<br>- bez pora i šupljina<br>- sa porama i šupljinama<br>- poroznost (%)<br>- koeficijent zapreminske mase | 2,707<br>2,683<br>0,9<br>0,991 |
| 3.                                    | UPIJANJE VODE (%) SRPS B.B8.010                                                                                                                               | 0,14                           |
| 4.                                    | ČVRSTOĆA NA PRITISAK (MPa) SRPS B.B8.012<br>- u suvom stanju<br>- u vodozasićenom stanju<br>- posle 25 ciklusa smrzavanja                                     | 100<br>82<br>81                |
| 5.                                    | OTPORNOST PREMA HABANJU BRUŠENJEM (cm <sup>3</sup> /50 cm <sup>2</sup> ) SRPS B.B8.015                                                                        | 21,19                          |
| 6.                                    | POSTOJANOST NA MRAZU SRPS B.B8.001                                                                                                                            | postojan (0,04)                |
| 7.                                    | POSTOJANOST NA DEJSTVO Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> SRPS B.B8.002                                                                                          | postojan (0,03)                |
| 8.                                    | OTPORNOST NA DROBLJENJE I HABANJE - LOS ANĐELES (%) SRPS B.B8.045                                                                                             | 26,8                           |

**Tabela 12. Rezultati tehnoloških ispitivanja agregata krečnjaka ležišta „Rusavica”**

| <b>TEHNIČKE KARAKTERISTIKE AGREGATA</b> |                                                                                                                                                                                                                                |                              |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1.                                      | <b>Određivanje stvarne zapreminske mase (vodom zasićenog i površinski suvog uzorka zrna agregata) (kg/m³);</b><br>ISO 6783 i ISO 7033<br>- frakcija 16/31,5 mm<br>- frakcija 8/16 mm<br>- frakcija 4/8 mm<br>- frakcija 0/4 mm | 2680<br>2685<br>2680<br>2691 |
| 2.                                      | <b>Nasuta zapreminska masa u rastresitom stanju (kg/m³);</b><br>SRPS ISO 6782<br>- frakcija 16/31,5 mm<br>- frakcija 8/16 mm<br>- frakcija 4/8 mm<br>- frakcija 0/4 mm                                                         | 1343<br>1338<br>1326<br>1586 |
| 3.                                      | <b>Nasuta zapreminska masa u zbijenom stanju (kg/m³);</b><br>SRPS ISO 6782<br>- frakcija 16/31,5 mm<br>- frakcija 8/16 mm<br>- frakcija 4/8 mm<br>- frakcija 0/4 mm                                                            | 1451<br>1443<br>1433<br>1798 |
| 4.                                      | <b>Upijanje vode (%);</b><br>ISO 6783 i ISO 7033<br>- frakcija 16/31,5 mm<br>- frakcija 8/16 mm<br>- frakcija 4/8 mm<br>- frakcija 0/4 mm                                                                                      | 0,3<br>0,3<br>0,3<br>0,5     |
| 5.                                      | <b>Otpornost na dinamičke udare i habanje trenjem Los Angeles test (%)</b><br>SRPS B.B8.045<br>- „A”<br>- „B”<br>- „C”                                                                                                         | -<br>26,1<br>-               |
| 6.                                      | <b>Sadržaj drobljenih zrna (%);</b><br>SRPS B.B8.004                                                                                                                                                                           | 100,0                        |
| 7.                                      | <b>Sadržaj slabih zrna (%);</b><br>SRPS B.B8.037                                                                                                                                                                               | 0,0                          |
| 8.                                      | <b>Sadržaj lakih čestica (%);</b><br>SRPS B.B8.034                                                                                                                                                                             | 0,0                          |
| 9.                                      | <b>Postojanost na dejstvo mraza (5 ciklusa u Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>);</b><br>SRPS B.B8.044 (povučen)<br>- frakcija 16/31,5 mm<br>- frakcija 8/16 mm<br>- frakcija 4/8 mm<br>- frakcija 0/4 mm                            | 0,9<br>1,0<br>1,2<br>1,4     |
| 10.                                     | <b>Sadržaj grudvi gline (%);</b><br>SRPS B.B8.038                                                                                                                                                                              | 0,0                          |
| 11.                                     | <b>Sadržaj ukupnog sumpora izražen kao SO<sub>3</sub> (%);</b><br>SRPS B.B8.042                                                                                                                                                | 0,0                          |
| 12.                                     | <b>Sadržaj hlorida izražen kao Cl ;</b><br>SRPS B.B8.042                                                                                                                                                                       | 0,004                        |
| 13.                                     | <b>Sadržaj organske materije (u 3 % rastvoru NaOH);</b><br>SRPS B.B8.039 (povučen)                                                                                                                                             | nema                         |
| 14.                                     | <b>Obavijenost površine zrna agregata (broj zrna);</b><br>SRPS B.B8.004 (povučen)                                                                                                                                              | 0,0                          |
| 15.                                     | <b>Prionljivost sa bitumenom (%/‰);</b><br>SRPS U.M8.096                                                                                                                                                                       | 100/90                       |

#### 1.4.1.7.4 Mogućnost pripreme mineralne sirovine

Analiza mogućnosti i uslova pripreme i prerade krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena, polazi od načina pojavljivanja i fizičko-mehaničkih karakteristika produktivne stenske mase.

Krečnjaci koji izgrađuju ležišta „Sušica” i „Rusavica” javljaju se kao slojeviti i bankoviti. Eksploatacija krečnjaka obavljaće se površinskim kopom.

Masovnim miniranjem po planiranim eksploatacionim etažama obaraće se otpucana nesortirana stenska masa na etažni plato. Eventualno pojavljivanje manjih blokova usitnjavaće se hidrauličnim čekićem.

Priprema mineralne sirovine koja obuhvata višestepeno usitnjavanje i klasiranje krečnjaka u cilju dobijanja agregata različitih frakcija kao krajnjeg tržišnog proizvoda eksploatacije.

Na eksploatacionom polju “Sušica” već duži niz godina uspešno radi postrojenje za pripremu krečnjaka čija će tehnološka šema biti detaljno opisana u tački 1.4.2.4.

#### 1.4.1.7.5 Mogućnost upotrebe

Na osnovu fizičko - mehaničkih, hemijskih i drugih svojstava kao i ostalih karakteristika utvrđenih laboratorijskim ispitivanjima, krečnjak iz ležišta „Sušica”, prema važećim tehničkim propisima standarda SRPS i drugim tehničkim uslovima i normativima za kvalitet građevinskog materijala, kao tehnički građevinski kamen može se upotrebiti za proizvodnju:

- ✓ Agregata za spravljanje betona, armiranog betona i hidrotehničkog betona (Pravilnik za beton – „Službeni list SFRJ”, br. 51/71),
- ✓ Kamene sitneži za izradu asfaltnih betona na putevima IV i V razreda saobraćajnog opterećenja (SRPS U.E4.014. - 1983),
- ✓ Agregata za izradu gornjih nosećih slojeva od bitumeniziranog materijala po vrućem postupku za sve klase saobraćajnog opterećenja (SRPS U.E9. 21 - 1976),
- ✓ Agregata za izradu donjih nosećih mehanički i hemijski stabilizovanih slojeva (SRPS U.E9.020),
- ✓ Fileru (kamenog brašna) za ugljovodonične mešavine (SRPS B.B3.045 - 1982) i
- ✓ Lomljenog kamena za sva zidanja u visokogradnji i niskogradnji; za izradu hidrotehničkih objekata i dr.

Krečnjak iz ležišta „Sušica” se prema svom hemijskom sastavu može koristiti kao karbonatna sirovina u industriji:

- ✓ stakla
- ✓ stočne hrane,
- ✓ mineralnih đubriva,
- ✓ šećera,
- ✓ guma i
- ✓ metalurgiji.

**Konglomerati i peščari** prema fizičko - mehaničkim svojstvima i ostalim karakteristikama kao tehnički građevinski kamen mogu se upotrebiti za proizvodnju:

- ✓ Agregata za izradu donjih nosećih mehanički i hemijski stabilizovanih slojeva kolovozne konstrukcije,
- ✓ Agregata za izradu gornjih nosećih slojeva od bitumeniziranog materijala po vrućem postupku za sve klase saobraćajnog opterećenja,



- ✓ Agregata za izradu asfaltnih betona na putevima III, IV i V razreda saobraćajnog opterećenja i
- ✓ Lomljenog kamena za nasipanja.

Konglomerati i peščari iz ovog ležišta se ne bi smeli koristiti za spravljanja cement - betonskih mešavina pre provere alkalno - silikatne reaktivnosti zbog mineraloško - petrološkog sastava.

Na osnovu Atesta izdatog 26.12.2003. god., od strane Instituta za puteve Beograd, kojim se potvrđuje da karakteristike kamena i finalnih proizvoda odgovaraju zahtevima i propisima i standardima može se zaključiti da:

**1- Krečnjak** iz ležišta „Sušica” zadovoljava tehničke uslove i sledeće standarde:

- ✓ SRPS U.E9.020 – za izradu donjih nosećih mehanički stabilizovanih - tamponskih slojeva kolovoznih konstrukcija
- ✓ SRPS U.E9.028 – za izradu donjih nosećih slojeva kolovoznih konstrukcija od bituminiziranog materijala po vrućem postupku
- ✓ SRPS U/E4.014 – izradu kolovoznih zastora - habajućih slojeva - od asfalt betona po vrućem postupku na putevima sa lakim i vrlo lakim saobraćajnim opterećenjem
- ✓ SRPS B.B2.009 – izradu cement-betona koji nisu izloženi habanju i eroziji
- ✓ SRPS U.E3.020 – izradu donjih slojeva cementnobetonskih kolovoznih ploča
- ✓ za izradu zastornih prizni klasičnih železničkih pruga
- ✓ za sva zidanja u niskogradnji i visokogradnji
- ✓ za izradu obaloutvrda vodotokova (sem rečnog dna izloženog abraziji), svih vrsta hidrotehničkih objekata, gabiona, fašina i dr.

**2- Kameni agregat** (finalni proizvod) zadovoljava tehničke uslove i sledeće standarde za:

- ✓ izradu armiranog i prednapregnutog betona
- ✓ izradu donjeg sloja cementbetonske kolovozne ploče
- ✓ spravljanje betona čiji je izgled površine uslov kvaliteta
- ✓ izradu habajućih slojeva kolovoznih konstrukcija od asfaltbetona po vrućem postupku na putevima sa lakim i vrlo lakim saobraćajnim opterećenjem
- ✓ izradu gornjih nosećih slojeva kolovoznih konstrukcija od bitumeniziranog materijala po vrućem postupku na putevima svih grupa saobraćajnog opterećenja
- ✓ izradu donjih nosećih slojeva kolovoznih konstmkcija od bitumeniziranog materijala po vrućem postupku

Navedena upotrebljivost data je na osnovu zadovoljenja uslova standarda SRPS: B.B2.009, B.B2.010, B.B3.100 i U.E3.020, U.E4.014, U.E9.021, U.E9.028.

**1.4.1.7.6 Prostorni položaja utvrđenih i overenih rezervi mineralne sirovine**

Koordinate prelomnih tačaka detaljno istraženog dela ležišta „Sušica” prikazane su u tabeli 13.

**Tabela 13. Koordinate prelomnih tačaka ležišta „Sušica”**

| <i>Prelomne tačke</i> | <i>Koordinate</i> |           |
|-----------------------|-------------------|-----------|
|                       | <i>Y</i>          | <i>X</i>  |
| T-1                   | 7 444 897         | 4 855 670 |
| T-2                   | 7 444 848         | 4 855 670 |
| T-3                   | 7 444 787         | 4 855 849 |
| T-4                   | 7 444 821         | 4 855 893 |
| T-5                   | 7 444 105         | 4 855 988 |
| T-6                   | 7 444 145         | 4 855 973 |
| T-7                   | 7 444 171         | 4 855 897 |
| T-8                   | 7 444 144         | 4 855 878 |
| T-9                   | 7 444 008         | 4 855 721 |

Detaljno istraženi deo ležišta „Rusavica” predstavljen je poligonom sa koordinatama prelomnih tačaka prikazanim u tabeli 14.

**Tabela 14. Koordinate prelomnih tačaka ležišta „Rusavica”**

| <i>Prelomne tačke</i> | <i>Koordinate</i> |           |
|-----------------------|-------------------|-----------|
|                       | <i>Y</i>          | <i>X</i>  |
| T-1                   | 7 444 820         | 4 855 676 |
| T-2                   | 7 444 887         | 4 855 449 |
| T-3                   | 7 444 969         | 4 855 436 |
| T-4                   | 7 444 157         | 4 855 510 |
| T-5                   | 7 444 206         | 4 855 607 |
| T-6                   | 7 444 137         | 4 855 843 |
| T-7                   | 7 444 077         | 4 855 779 |
| T-8                   | 7 444 011         | 4 855 721 |
| T-9                   | 7 444 901         | 4 855 666 |

#### 1.4.1.8 Rezerve mineralne sirovine

Proračun rezervi krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena u ležištu „Sušica” izvršen je metodom vertikalnih paralelnih profila (preseka), kao osnovnom.

U tabeli 15. prikazane su bilansne rezerve krečnjaka prema Elaboratu o kvalitetu i rezervama krečnjaka kao tehničko-građevinskog ležišta „Sušica” (2004).

**Tabela 15. Bilansne rezerve krečnjaka ležišta „Sušica”**

| <i>Kategorija rezervi</i>  | <i>Zapremina (m<sup>3</sup>)</i> | <i>Zapreminska masa (t/m<sup>3</sup>)</i> | <i>Rezerve (t)</i> |
|----------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|--------------------|
| A                          | 688.637                          | 2,70                                      | 1.859.320          |
| B                          | 1.381.695                        | 2,70                                      | 3.730.576          |
| C <sub>1</sub>             | 716.298                          | 2,70                                      | 1.943.005          |
| UKUPNO B+ C <sub>1</sub> : | 2.786.630                        | 2,70                                      | 7.532.901          |

U tabeli 16. prikazane su rezerve krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena prema Elaboratu o resursima i rezervama krečnjaka kao tehničko-građevinskog ležišta „Rusevica” (2019).

**Tabela 16. Bilansne rezerve krečnjaka ležišta „Rusavica”**

| <i>Kategorija rezervi</i>  | <i>Zapremina (m<sup>3</sup>)</i> | <i>Zapreminska masa (t/m<sup>3</sup>)</i> | <i>Rezerve (t)</i> |
|----------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|--------------------|
| B                          | 2.634.540                        | 2,68                                      | 7.060.567          |
| C <sub>1</sub>             | 1.992.934                        | 2,68                                      | 5.341.063          |
| UKUPNO B+ C <sub>1</sub> : | 4.627.474                        |                                           | 12.401.630         |

## 1.4.2 Rudarski deo

### 1.4.2.1 Konceptcija eksploatacije i pripreme mineralne sirovine

Konceptijom eksploatacije krečnjaka na ležištima „Sušica” i „Rusevica” definisani su: konstrukcija površinskih kopova kojom se zahvataju ležišta u granicama overenih rudnih rezervi i rešenih imovinsko-pravnih odnosa.

Posle tankog površinskog sloja jalovine nalazi se čvrsta stenska masa krečnjak, tj. korisna mineralna sirovina.

Tehnološki proces podrazumeva rad u čvrstoj sredini koja zahteva bušenje, miniranje, utovar, transport i odlaganje kao tehnološke faze rada, te za to i odgovarajuću mehanizaciju.

Nakon otkopavanja i utovara krečnjak se odvozi direktno do postrojenja za pripremu ili manju deponiju u neposrednoj blizini postrojenja za pripremu, koja je neophodna radi kontinualnog snabdevanja postrojenja.

#### 1.4.2.1.1 Ograničenje površinskog kopa

Ograničenje površinskih kopova određeno je mnogim faktorima, koje je neophodno uzeti u obzir. Međusobnim upoređivanjem datih faktora dolazi se do optimalnog rešenja za granice i granične dubine površinskog kopa. Svi ovi faktori mogu se podeliti u tri osnovne grupe:

- prirodni uslovi,
- tehničko tehnološki faktori,
- ekonomski faktori.

Faktori koji karakterišu prirodne uslove za svaki površinski kop, pa i za ležišta „Sušica” i „Rusavica”, principijelno su isti i obuhvataju: položaj i obim ležišta, debljinu i nagib ležišta, prostorni raspored korisne komponente, fizičko mehaničke osobine mineralne sirovine i pratećih stena, hidrogeološke uslove i druge prirodne karakteristike.

Tehnološki procesi koji su neophodni ili zahtevani, kao i eventualno prisustvo već postojeće mehanizacije na površinskom kopovima, spadaju u drugu grupu faktora (tehničko-tehnološke) koje je potrebno uzeti u razmatranje pri određivanju granica datih površinskih kopova.

Treću grupu faktora (ekonomski faktori) opredeljuju, pre svega, da li su određeni delovi ležišta ekonomski opravdani za eksploataciju.

Ograničenje površinskih kopa „Sušica” i „Rusavica” izvršeno je imajući u vidu overene bilansne rezerve krečnjaka i rešene imovinsko pravne odnose. Konture površinskih kopova prikazane su na slikama 5 i 6.

#### 1.4.2.1.2 Utvrđivanje granične dubine površinskog kopa

Određivanje granične dubine na površinskim kopovima uslovljeno je rezultatima izvedenih istražnih radova. Tako je najniža kota na površinskim kopovima +490 metara nadmorske visine.

#### 1.4.2.2 Analiza geomehaničke stabilnosti rudarskih objekata i odlagališta

##### 1.4.2.2.1 Fizičko-mehanička svojstva stenskog materijala sa lokaliteta Rusevica

Na lokaciji Rusevica uzeto je 2 (dva) uzorka stenskog materijala za laboratorijska ispitivanja fizičko-mehaničkih veličina. Laboratorijska ispitivanja su vršena na probnim telima prizmatičnog oblika dobijenim sečenjem uzorka koji je činio stenski blok. U tabeli 17. prikazane su vrednosti pojedinih fizičko-mehaničkih parametara.

**Tabela 17. Pregled srednjih vrednosti fizičko-mehaničkih svojstava stenskog materijala**

| <i>Uzori<br/>i prosek</i> | <i>Zapreminska težina<br/><math>\gamma</math><br/>KN/m<sup>3</sup></i> | <i>Jednoosna čvrstoća<br/>na pritisak<br/><math>\sigma_c</math><br/>MPa</i> | <i>Čvrstoća<br/>na istezanje<br/><math>\sigma_t</math><br/>MN/m<sup>2</sup></i> | <i>Kohhezija<br/><math>c</math><br/>MN/m<sup>2</sup></i> | <i>Ugao<br/>unutarnjeg trenja<br/><math>\varphi</math> (°)</i> | <i>Sadržaj vode<br/>W %</i> | <i>Dinamički modul<br/>elastičnosti<br/><math>E_{dyn}</math><br/>MN/m<sup>2</sup></i> | <i>Poisson-ov<br/>koeficijent<br/><math>\mu_{dyn}</math></i> | <i>Geološki<br/>indeks čvrstoće<br/>(GSI)</i> |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| U-1                       | 26,79                                                                  | 27,17                                                                       | 4,78                                                                            | 7,00                                                     | 46° 25'                                                        | 7,20                        | 67772,6                                                                               | 0,321                                                        | 35-45                                         |
| U-2                       | 26,73                                                                  | 22,32                                                                       | 3,44                                                                            | 5,24                                                     | 47° 11'                                                        | 6,97                        | 52223,3                                                                               | 0,317                                                        | 35-45                                         |
| Prosek                    | 26,76                                                                  | 24,74                                                                       | 4,11                                                                            | 6,12                                                     | 46° 53'                                                        | 7,08                        | 59997,9                                                                               | 0,319                                                        | 35-45                                         |

Analizom stanja stenskog materijala koji izgrađuje kosine primenjena je opšte prihvaćena GSI (Geological Strength Index) klasifikacija. U ovom slučaju za stenski masiv ležišta Rusevica usvojene su vrednosti GSI faktora u intervalu od 35 do 45 i iste su prikazane na slici 4.

##### 1.4.2.2.2 Procena vrednosti faktora oštećenja stenskog masiva D

Na osnovu iskustva i analize svih relevantnih detalja, saglasno uputstvu (tabela 18), izvršena je procena vrednosti faktora oštećenja stenskog masiva D.

**Tabela 18. Vrednosti faktora oštećenja stenskog masiva D za kosine površinskih kopova**

| <i>Opis stenske mase</i>                                                                                                                                                                                               | <i>Vrednost faktora ,<br/>oštećenja stenskog masiva<br/>D</i> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Miniranje manjih razmera pri formiranju kosina u građevinarstvu pri čemu dolazi do osrednjeg oštećenja okolne stenske mase, naročito pri kontrolisanom miniranju. Do poremećaja, ipak, dolazi usled oslobađanja napona | D = 0,7<br>(dobro miniranje)<br>D = 1,0<br>(loše miniranje)   |
| Kosine kod veoma velikih površinskih kopova trpe značajna oštećenja usled masovnih miniranja i usled oslobađanja napona nakon uklanjanja jalovinskog pokrivača                                                         | D = 1,0                                                       |
| Neke mekše stene se mogu otkopavati ripovanjem buldozerima pri čemu je stepen oštećenja kosina manji.                                                                                                                  | D = 0,7                                                       |

| <b>GEOLOŠKI INDEKS ČVRSTOĆE<br/>ZA ISPUCALE BLOKOVITE<br/>STENSKJE MATERIJALE</b><br><br>Na osnovu opisa stanja strukture i stanja površina stenskog materijala, izaberite kategoriju iz ovog dijagrama. Procenite prosečnu vrednost GSI na osnovu graničnih vrednosti. Ne pokušavajte da budete previše precizni. Realnije je utvrditi interval vrednosti od 36 do 42 nego tvrditi da je $GSI = 38$ . Treba imati na umu da Hoek-Brown-ov kriterijum treba primenjivati u slučajevima kada se za veličinu elementarnog bloka ili komada stenskog materijala može reći da je mala u odnosu na veličinu iskopa koji se razmatra. Ukoliko je elementarni blok veći od jedne četvrtine veličine iskopa, onda je lom strukturno kontrolisan i u tom slučaju ne treba primenjivati Hoek-Brown-ov kriterijum. |                                                                                                                                                                | <b>STANJE POVRŠINA</b><br><br><b>VRLO DOBRO</b><br>Vrlo hrapave, sveže, neraspadnute površine<br><br><b>DOBRO</b><br>Hrapave, delimično raspadnute površine sa mrljama od rde<br><br><b>ZADOVOLJAVAJUĆE</b><br>Glatke, umereno raspadnute ili alterisane površine<br><br><b>LOŠE</b><br>Glatke, izrazito raspadnute površine prekrivene zbijenim materijalom ili sa ispunom od šiljatih<br><br><b>VRLO LOŠE</b><br>Glatke, izrazito raspadnute površine prekrivene ili sa ispunom od meke gline |     |     |     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| <b>STRUKTURA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                | <b>UMANJENJE KVALITETA POVRŠINA</b> →                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |     |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>NEPOREMEĆENA ILI MASIVNA</b><br>neporemećeni ili masivni uzorci stenskog materijala koji "in situ" imaju nekoliko diskontinuiteta na velikom rastojanju     | 90                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     | N/A | N/A | N/A |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>BLOKOVITA</b><br>Vrlo dobro uklješten neporemećen stenski masiv koji se sastoji od kockastih blokova definisanih sa tri ortogonalna sistema diskontinuiteta | 80                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 70  |     |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>VRLO BLOKOVITA</b><br>Uklješten, delimično poremećen stenski masiv sa višestranim blokovima definisanih sa četiri ili više sistema diskontinuiteta          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 60  | 50  |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>BLOKOVITA/POREMEĆENA</b><br>naboran i/ili ispucao stenski masiv sa više diskontinuiteta koji se presecaju formirajući šiljate blokove                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     | 40  | 30  |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>ZDROBLJENA</b><br>Slabo uklješten, izrazito ispucao stenski masiv sa izmešanim šiljatim i zaobljenim blokovima                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |     | 20  |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>USLOJENA/LAMINIRANA</b><br>Naborana i tektonski smaknuta. Izostanak blokova usled škrljavosti koja dominira nad diskontinuitetima                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |     |     | 10  |
| <b>UMANJENJE UKLJEŠTENJA KOMADA STENSKOG MATERIJALA</b> ↓                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                | N/A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | N/A |     |     |     |

Slika 4. Vrednosti GSI faktora za stenski materijal sa lokaliteta Rusevica



1.4.2.2.3 Rezultati analize stabilnosti radnih etaža površinskog kopa visine  $H = 10,00$  m

Analiza stabilnosti radne etaže budućeg površinskog kopa za kosinu visine  $H = 10,00$  m izvršena je za uglove nagiba  $\alpha = 65^\circ, 70^\circ, 75^\circ$  i  $80^\circ$ . Vrednosti parametara čvrstoće na smicanje stenskog masiva za prethodno navedenu visinu kosine su određeni primenom Hoek- Brown-ovog kriterijuma loma i prikazani su u tabeli 19.

Tabela 19. Vrednosti parametara čvrstoće na smicanje stenskog masiva za visinu kosine  $H = 10$  m

| <i>Stenski masiv</i> | <i>Ugao unutrašnjeg trenja</i><br>$\varphi$<br>( $^\circ$ ) | <i>Kohezija</i><br>$c$<br>( $MN/m^2$ ) |
|----------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| U - 1                | 28,83                                                       | 0,047                                  |
| U - 2                | 30,40                                                       | 0,050                                  |

Na osnovu prethodnog određen je položaj pukotinskog sistema sa minimalnim faktorom sigurnosti koji je prikazan u tabeli 20.

Tabela 20. Položaj pukotinskog sistema sa minimalnim faktorom sigurnosti za visinu kosine  $H = 10$  m

| <i>Ugao nagiba kosine</i><br>$\alpha$<br>( $^\circ$ ) | <i>Minimalni faktor sigurnosti <math>F_{min}</math></i> |                            |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------|
|                                                       | <i>Stenski masiv U - 1</i>                              | <i>Stenski masiv U - 2</i> |
| 60                                                    | 1,651                                                   | 1,749                      |
| 65                                                    | 1,455                                                   | 1,542                      |
| 70                                                    | 1,275                                                   | 1,351                      |
| 75                                                    | 1,104                                                   | 1,170                      |
| 80                                                    | 0,931                                                   | 0,986                      |

1.4.2.2.4 Rezultati analize stabilnosti radnih etaža površinskog kopa visine  $H = 15,00$  m

Analiza stabilnosti radne etaže budućeg površinskog kopa za kosinu visine  $H = 15,00$  m izvršena je za uglove nagiba  $\alpha = 65^\circ, 70^\circ, 75^\circ$  i  $80^\circ$ . Vrednosti parametara čvrstoće na smicanje stenskog masiva za prethodno navedenu visinu kosine su određeni primenom Hoek- Brown-ovog kriterijuma loma i prikazani su u tabeli 21.

Tabela 21. Vrednosti parametara čvrstoće na smicanje stenskog masiva za visinu kosine  $H = 15$  m

| <i>Stenski masiv</i> | <i>Ugao unutrašnjeg trenja</i><br>$\varphi$<br>( $^\circ$ ) | <i>Kohezija</i><br>$c$<br>( $MN/m^2$ ) |
|----------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| U - 1                | 26,09                                                       | 0,057                                  |
| U - 2                | 27,60                                                       | 0,060                                  |

Na osnovu prethodnog određen je položaj pukotinskog sistema sa minimalnim faktorom sigurnosti koji je prikazan u tabeli 22.

Tabela 22. Položaj pukotinskog sistema sa minimalnim faktorom sigurnosti za visinu kosine  $H = 15$  m

| <i>Ugao nagiba kosine</i><br>$\alpha$<br>( $^\circ$ ) | <i>Minimalni faktor sigurnosti <math>F_{min}</math></i> |                            |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------|
|                                                       | <i>Stenski masiv U - 1</i>                              | <i>Stenski masiv U - 2</i> |
| 60                                                    | 1,375                                                   | 1,463                      |
| 65                                                    | 1,210                                                   | 1,288                      |
| 70                                                    | 1,060                                                   | 1,128                      |
| 75                                                    | 0,916                                                   | 0,975                      |
| 80                                                    | 0,770                                                   | 0,819                      |

1.4.2.2.5 Rezultati analize stabilnosti radnih etaža površinskog kopa visine  $H = 20,00$  m

Analiza stabilnosti radne etaže budućeg površinskog kopa za kosinu visine  $H = 20,00$  m izvršena je za uglove nagiba  $\alpha = 65^\circ, 70^\circ, 75^\circ$  i  $80^\circ$ . Vrednosti parametara čvrstoće na smicanje stenskog masiva za prethodno navedenu visinu kosine su određeni primenom Hoek- Brown-ovog kriterijuma loma i prikazani su u tabeli 23.

Tabela 23. Vrednosti parametara čvrstoće na smicanje stenskog masiva za visinu kosine  $H = 20$  m

| <i>Stenski masiv</i> | <i>Ugao unutrašnjeg trenja</i><br>$\varphi$<br>( $^\circ$ ) | <i>Kohezija</i><br>$c$<br>( $\text{MN/m}^2$ ) |
|----------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| U - 1                | 24,20                                                       | 0,065                                         |
| U - 2                | 25,64                                                       | 0,069                                         |

Na osnovu prethodnog određen je položaj pukotinskog sistema sa minimalnim faktorom sigurnosti koji je prikazan u tabeli 24.

Tabela 24. Položaj pukotinskog sistema sa minimalnim faktorom sigurnosti za visinu kosine  $H = 20$  m

| <i>Ugao nagiba kosine</i><br>$\alpha$<br>( $^\circ$ ) | <i>Minimalni faktor sigurnosti <math>F_{\min}</math></i> |                            |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------|
|                                                       | <i>Stenski masiv U - 1</i>                               | <i>Stenski masiv U - 2</i> |
| 60                                                    | 1,213                                                    | 1,295                      |
| 65                                                    | 1,067                                                    | 1,140                      |
| 70                                                    | 0,934                                                    | 0,997                      |
| 75                                                    | 0,806                                                    | 0,860                      |
| 80                                                    | 0,676                                                    | 0,722                      |

## 1.4.2.2.6 Rezultati analize stabilnosti završnih kosina površinskog kopa

Analiza stabilnosti završne kosine budućih površinskih kopova izvršena je za visinu kosine od  $H = 50, 75, 100, 125$  i  $150$  m. Na osnovu prethodnog određeni su maksimalni uglovi nagiba završne kosine prema *Pravilniku o tehničkim normativima za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina* kod kojih je minimalnim faktor sigurnosti iznosio  $F_{\min} = 1.30$ , odnosno  $F_{\min} = 1.50$ .

Vrednosti parametara čvrstoće na smicanje stenskog masiva za prethodno navedene visine završne kosine su određeni primenom Hoek-Brown-ovog kriterijuma loma i prikazane su za stenski masiv U - 1 u tabeli 25, a za stenski masiv U - 2 u tabeli 26.

Tabela 25. Vrednosti parametara čvrstoće na smicanje stenskog masiva U - 1 za završne kosine određenih po Hoek-Brown-ovom kriterijumu loma

| <i>Visina kosine</i><br>$H$<br>( $m$ ) | <i>Ugao unutrašnjeg trenja</i><br>$\varphi$<br>( $^\circ$ ) | <i>Kohezija</i><br>$c$<br>( $\text{MPa}$ ) |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 50,00                                  | 20,02                                                       | 0,117                                      |
| 75,00                                  | 17,67                                                       | 0,144                                      |
| 100,00                                 | 16,11                                                       | 0,167                                      |
| 125,00                                 | 14,97                                                       | 0,188                                      |
| 150,00                                 | 14,07                                                       | 0,207                                      |

Tabela 26. Vrednosti parametara čvrstoće na smicanje stenskog masiva U - 2 za završne kosine određenih po Hoek-Brown-ovom kriterijumu loma

| <i>Visina kosine<br/>H<br/>(m)</i> | <i>Ugao unutrašnjeg trenja<br/><math>\varphi</math><br/>(°)</i> | <i>Kohezija<br/>c<br/>(MPa)</i> |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 50,00                              | 19,80                                                           | 0,111                           |
| 75,00                              | 17,46                                                           | 0,138                           |
| 100,00                             | 15,91                                                           | 0,161                           |
| 125,00                             | 14,77                                                           | 0,182                           |
| 150,00                             | 13,88                                                           | 0,200                           |

Na osnovu vrednosti parametara čvrstoće na smicanje određen je maksimalni ugao nagiba završne kosine za minimalne faktore sigurnosti od  $F_{\min} = 1,30$ , odnosno  $F_{\min} = 1,50$ , za stenski masiv U – 1 u tabeli 27, a za stenski masiv U – 2 u tabeli 28.

Tabela 27. Vrednosti maksimalnog ugla nagiba završne kosine izradene u stenskom masivu U – 1 sa položajem kritičnog pukotinskog sistema

| <i>Visina kosine H<br/>(m)</i> | <i>Minimalni faktor sigurnosti<br/>Fmin = 1,30</i>            |                                                                       | <i>Minimalni faktor sigurnosti<br/>Fmin = 1,50</i>            |                                                                       |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                                | <i>Maksimalni<br/>ugao nagiba<br/><math>\alpha</math> (°)</i> | <i>Nagib<br/>pukotinskog<br/>sistema<br/><math>\varphi</math> (°)</i> | <i>Maksimalni<br/>ugao nagiba<br/><math>\alpha</math> (°)</i> | <i>Nagib<br/>pukotinskog<br/>sistema<br/><math>\varphi</math> (°)</i> |
| 50,00                          | 46                                                            | 28                                                                    | 41                                                            | 25                                                                    |
| 75,00                          | 40                                                            | 25                                                                    | 35                                                            | 22                                                                    |
| 100,00                         | 36                                                            | 22                                                                    | 32                                                            | 20                                                                    |
| 125,00                         | 33                                                            | 21                                                                    | 29                                                            | 18                                                                    |
| 150,00                         | 31                                                            | 19                                                                    | 27                                                            | 17                                                                    |

Tabela 28. Vrednosti maksimalnog ugla nagiba završne kosine izradene u stenskom masivu U – 2 sa položajem kritičnog pukotinskog sistema

| <i>Visina kosine<br/>H<br/>(m)</i> | <i>Minimalni faktor sigurnosti<br/>Fmin = 1,30</i>            |                                                                       | <i>Minimalni faktor sigurnosti<br/>Fmin = 1,50</i>            |                                                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                                    | <i>Maksimalni<br/>ugao nagiba<br/><math>\alpha</math> (°)</i> | <i>Nagib<br/>pukotinskog<br/>sistema<br/><math>\varphi</math> (°)</i> | <i>Maksimalni<br/>ugao nagiba<br/><math>\alpha</math> (°)</i> | <i>Nagib<br/>pukotinskog<br/>sistema<br/><math>\varphi</math> (°)</i> |
| 50,00                              | 45                                                            | 28                                                                    | 40                                                            | 25                                                                    |
| 75,00                              | 39                                                            | 24                                                                    | 34                                                            | 21                                                                    |
| 100,00                             | 35                                                            | 22                                                                    | 31                                                            | 19                                                                    |
| 125,00                             | 32                                                            | 20                                                                    | 28                                                            | 18                                                                    |
| 150,00                             | 30                                                            | 19                                                                    | 26                                                            | 16                                                                    |

Proračunate vrednosti faktora sigurnosti završne kosine površinskog kopa su iznad minimalno dozvoljenih prema Pravilniku o tehničkim zahtevima za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina („Službeni glasnik RS”, broj 96/2010).

#### 1.4.2.2.7 Geometrijski elementi površinskog kopa

##### **Vertikalna podela površinskog kopa**

Vertikalna podela Površinskog kopa ima veliki značaj za uspešnu eksploataciju. Ona je uslovljena geološkim, tehničko-tehnološkim i ekonomskim faktorima.

Vertikalna podela Površinskog kopa na etaže generalno znači da treba odrediti visinu etaža i položaj niveleta etažnih ravni. Osnovni cilj vertikalne podele je da se njom postigne što je moguće veće iskorišćenje rezervi uz stalnost kvaliteta.

Zbog relativno malog godišnjeg kapaciteta 250.000 t/god. na površinsom kopu „Rusavica” i 150.000 t/god. na površinskom kopu „Sušica”, za utovar će se koristiti hidraulični bager dohvatne visine radi utovara u kamione javnog saobraćaja, što upućuje na etaže manjih visina.

Sa druge strane, miniranja na ovom kopu obavljaće se periodično i poželjno je da bude što ređe, što znači da jednim miniranjem treba pripremiti što veću količinu materijala, što se na kopovima sa kratkim radnim frontovima obezbeđuje etažama većih visina.

Sa stanovišta tehnologije rada i uslova transporta, potrebno je odabrati veću visinu etaže, jer se tada smanjuje broj etaža, broj i vreme premeštanja opreme po etažama, skraćuje se dužina transportnih puteva, postiže se veća koncentracija radilišta, a time i manji troškovi eksploatacije.

Na površinskom kopu „Sušica” usvojena je vertikalna podela, po kojoj je visina etaže 17 m. Na ovom površinskom kopu sve su etaže, osim dubinske etaže E 490 (visina 12 m), već otvorene i imaju visine 15 od 15 do 18 m. Nazivi etaža su dati na osnovu apsolutnih visina (altituda) i to: E 490, E 502, E 517, E 532, E 548, E 565, E 582 i E 600.

Na novoprojektovanom površinskom kopu „Rusavica” usvojena je visina etaže od 15 m. Nazivi etaža su takođe prema apsolutnim visinama i to: E 645, E 640, E 615, E 600, E 585, E 570, E 555, E 540, E 525, E 510 i E 495.

Ovakva vertikalna podela površinskih kopova usvojena uvažavajući nabrojane faktore, a obezbediće uspešnu eksploataciju datih ležišta i u skladu je sa primenjenom tehnologijom rada.

##### **Konstruktivni parametri površinskog kopa**

Na osnovu geomehaničkih i inženjersko-geoloških karakteristika radne sredine, otkopavanje krečnjaka na ovom površinskom kopu odviđaće se diskontinualnom tehnologijom: bušenjem i miniranjem na horizontalnim etažama, otkopavanjem i utovarom materijala i njegovim transportom do postrojenja za drobljenje i klasiranje.

Kao kompromis između mogućnosti primenjene opreme, potrebne koncentracije radova, kapaciteta proizvodnje i iskustvenih pokazatelja, usvojeni su ostali konstruktivni parametri:

**Ugao kosine radne etaže** - usvojen prema najpovoljnijim uslovima za bušenje postavljjanje eksploziva biće  $\alpha = 70^\circ$ .

**Ugao završne kosine kopa** -  $\alpha_{max} = 56^\circ 25'$ .

Na slici 2. prikazan je završni izgled površinskog kopa „Sušica”, a na slici 3. završni izgled površinskog kopa „Rusavica”.

**Širina završne berme na etaži** - Pre svega zbog uslova stabilnosti može se odrediti iz sledećeg obrasca:

$$a = \frac{h}{\tan(\text{RADIANS}(\beta))} - n * \frac{H}{\tan(\text{RADIANS}(\alpha))} - \frac{H_{n+1}}{\tan(\text{RADIANS}(\alpha))}$$

gde je:

$h$  - visina površinskog kopa ( $h = 114$  m)

$H$  - visina etaže ( $H = 17$  m)

$n$  - broj bermi na završnoj kosini ( $n = 7$ )

$H_{n+1}$  - visina najviše etaže ( $H_{n+1} = 4$  m)

$\alpha$  - nagib etaže ( $\alpha = 70^\circ$ )

$\beta$  - nagib završne kosine ( $\beta = 56^\circ 25' = 56,42^\circ$ )

prema tome prosečna širina širina završne berme na etaži površinskog kopa „Sušica” biće:

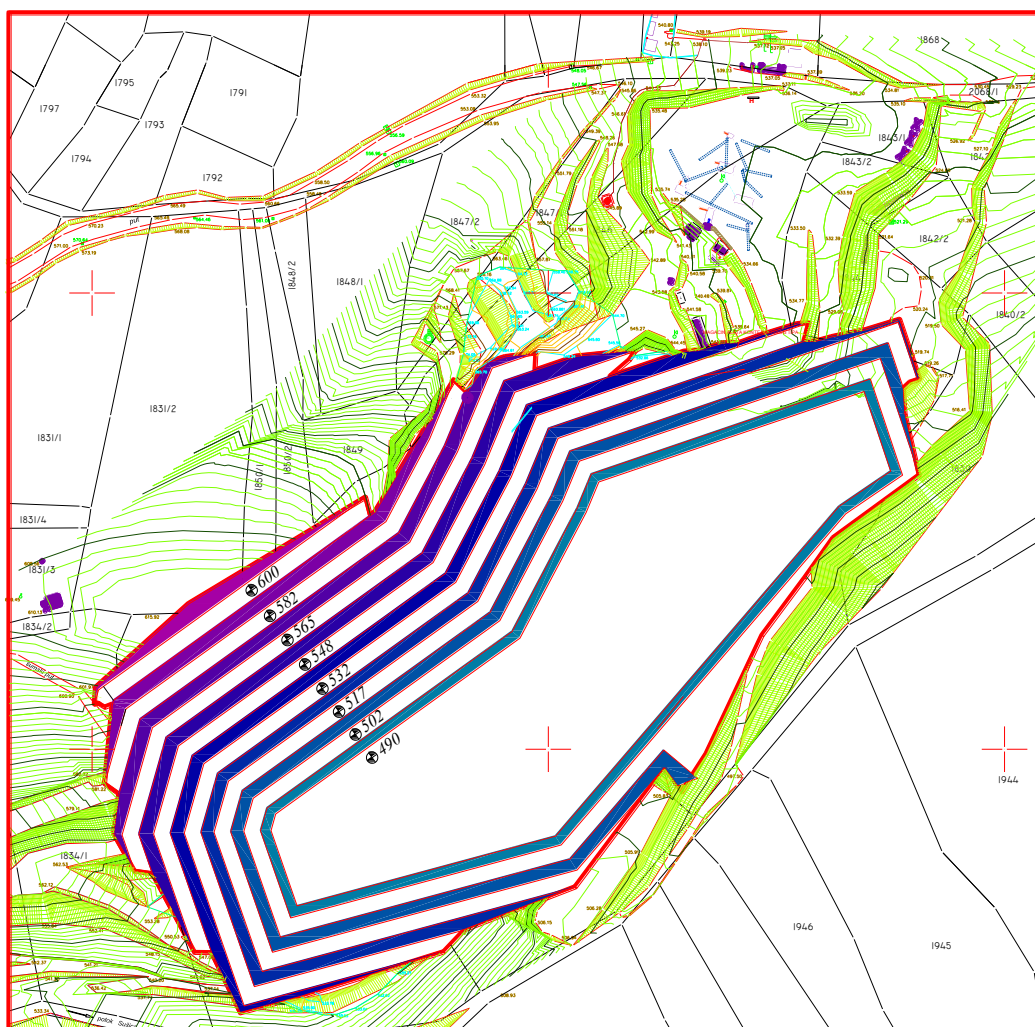
$$a = (114 / \tan(\text{RADIANS}(56,42)) - 7 * 17 / \tan(\text{RADIANS}(70)) - 4 / \tan(\text{RADIANS}(70))) / 7$$

$$a = 4,41 \text{ m}$$

a na površinskom kopu „Rusavica”:

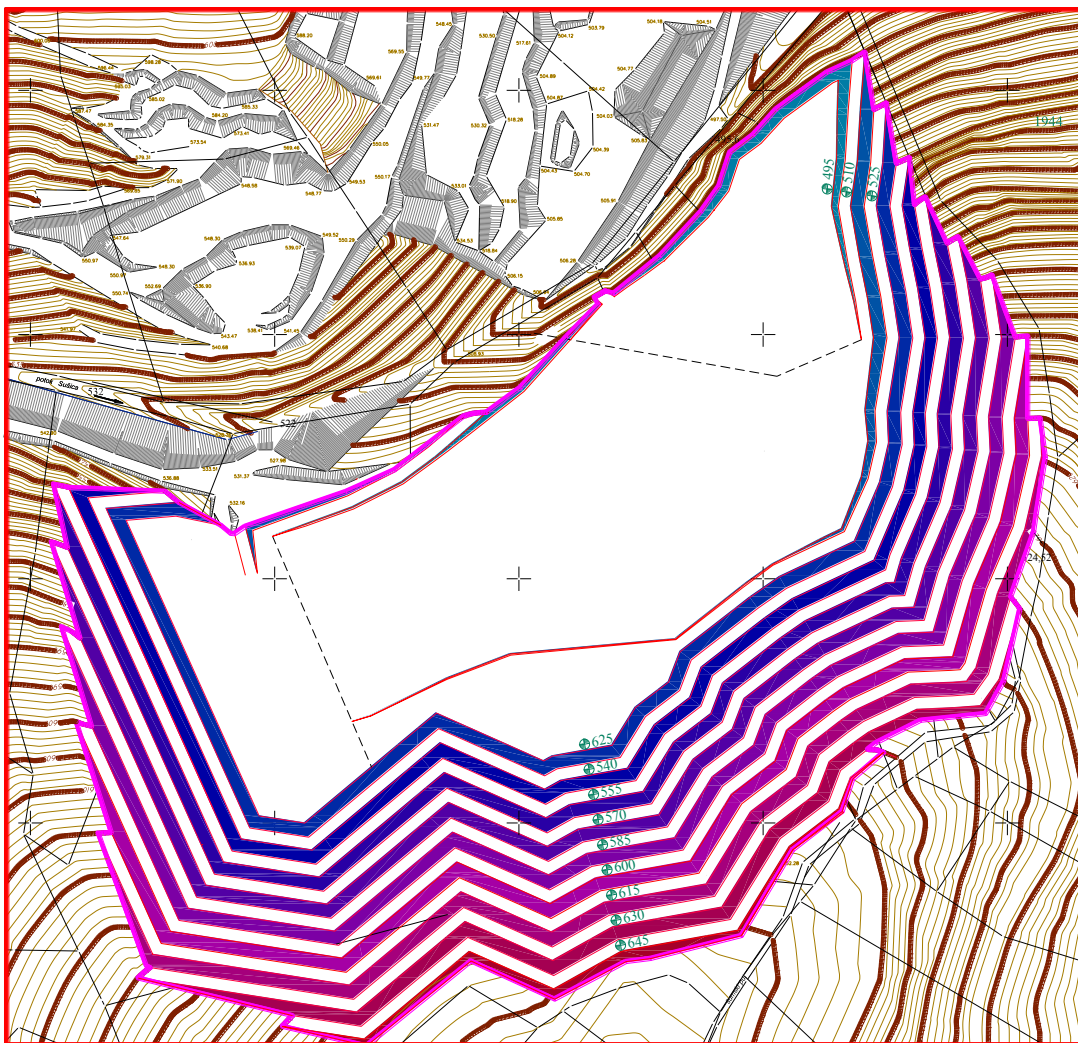
$$a = (132 / \tan(\text{RADIANS}(56,42)) - 8 * 15 / \tan(\text{RADIANS}(70)) - 12 / \tan(\text{RADIANS}(70))) / 8$$

$$a = 4,95 \text{ m}$$



Slika 5. Završni izgled površinskog kopa „Rusavica”





**Slika 6. Završni izgled površinskog kopa „Rusavica”**

**Širina radne berme** - odnosno minimalna širina radnog prostora na etaži, usvojena je tako da omogući uspešno obavljanje svih neophodnih tehnoloških operacija i iznosi 25 m.

**Širina puteva** - s obzirom da je ukupan kapacitet površinskih kopa takav da je za transport potrebno više kamiona (dnevno će se transportovati oko 500 m<sup>3</sup>), usvojena je širina puteva za dvosmerni saobraćaj kamiona u javnom transportu.

**Širina puta** - zavisi od dimenzija kamiona, odnosno, brzine vožnje i intenziteta kretanja. Moraju biti obuhvaćena i sigurnosna rastojanja od spoljne ivice guma od ivice puta i između kamiona koji se mimoilaze.

Širina puta se može proračunati na sledeći način:

Jednosmerni saobraćaj:

$$L_{p1} = a + 2 \cdot y$$

$$L_{p2} = 2 \cdot (a + y) + x$$

Pri čemu je:

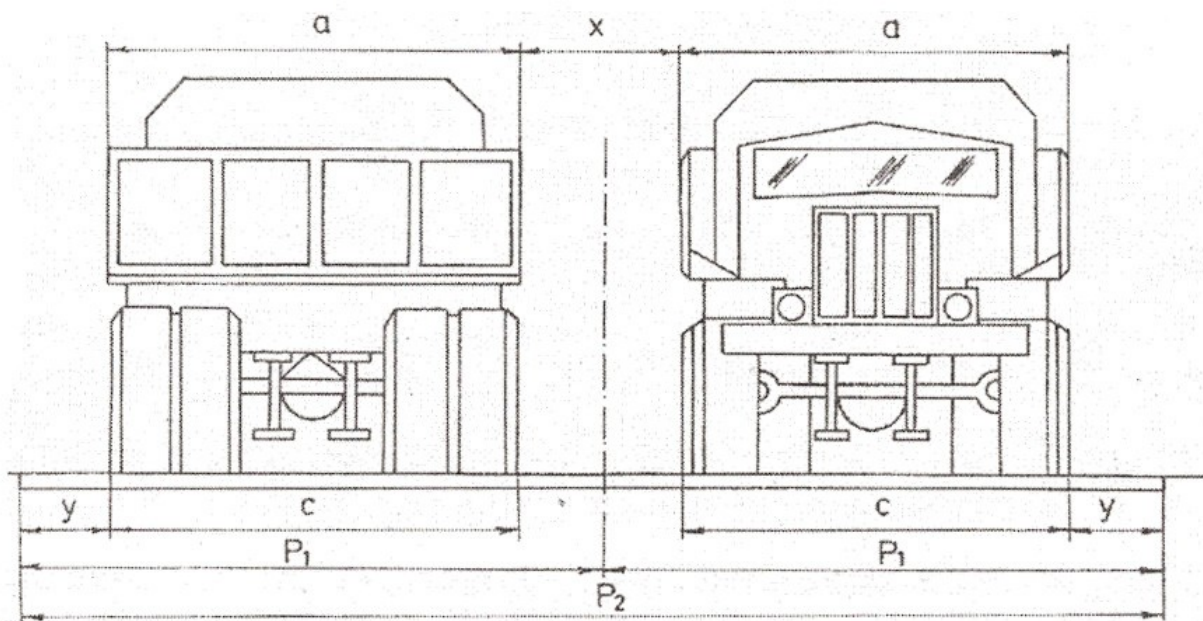
$a$  - širina kamiona (rastojanje spoljnih stranica guma), (m)

$y$  - sigurnosno rastojanje od spoljne stranice guma od ivice puta,  $y = 0,5$ , (m)

$x$  - sigurnosno rastojanje od spoljne stranice guma od ivice puta

$$x = 0,5 + 0,005 \cdot v, \text{ (m)}$$

$v$  - brzina kretanja kamiona km/h.



Slika 7. Širina puta za dvosmerni saobraćaj

Za usvojene parametre:

$$a = 2,5 \text{ m}$$

$$y = 0,5 \text{ m}$$

$$x = 0,5 + 0,005 \cdot 15 = 0,575 \text{ m} \approx 0,6 \text{ m}$$

Širina transportnih puteva će iznositi:

$$P_2 = 2 \cdot (2,5 + 0,5) + 0,6 = 6,6, \text{ usvojeno } 7 \text{ m}$$

Uzdužni nagib transportnih puteva - zbog strmog reljefa i prostorne ograničenosti u određenim fazama razvoja rudarskih radova usvojen je da iznosi maksimalno do:

$$i = 10 \%$$

#### 1.4.2.3 Tehnički opis eksploatacije krečnjaka

Za brdski tip površinskih kopova, kada se radi o čvrstim stenama, kakvi su krečnjaci ležišta „Sušica” i „Rusavica” karakterističan je **diskontinualni** sistem eksploatacije sa primenom bušačko-minerskih radova.

Tehnologija eksploatacije se sastoji iz sledećih faza:

- otkopavanja otkrivke,
- odlaganja otkrivke
- bušenja i miniranja,
- otkopavanje i utovar,
- transport,
- drobljenje i separisanje.

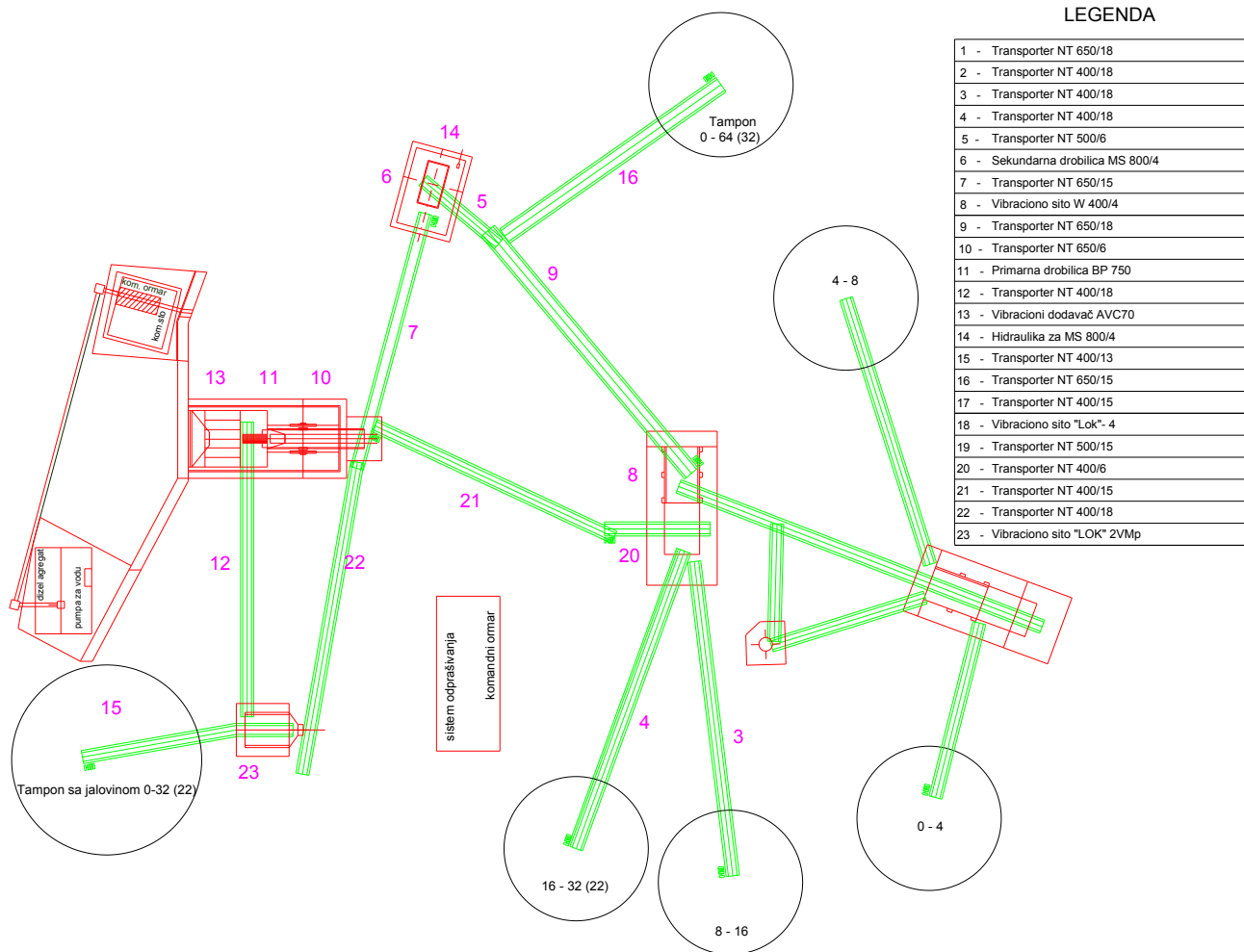
i čini jedinstvenu celinu integrisanu kao diskontinualni sistem eksploatacije na ovim površinskim kopovima.

#### *1.4.2.4 Tehnički opis postrojenja za pripremu krečnjaka*

U neposrednoj blizini površinskog kopa „Sušica” instalirano postrojenje za pripremu krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena čija je šema prikazana na slici 8.

Rovni krečnjak krupnoće 500 mm doprema se kamionima-damperima do čeličnog prihvatnog bunkera zapremine 10 m<sup>3</sup>. Iz bunkera rovni krečnjak se prazni pomoću vibro dodavača (poz. 13). Na ovom dodavaču montirana je rešetka za prosejavanje (grizzly) otvora 64 mm tako da se nakon prolaska materijala preko dodavača dobijaju dve frakcije. Nadrešetni proizvod (odsev) krupnoće -500+32 mm dodaje se u primarnu drobilicu BP 750 (poz. 11). Podrešetni proizvod (prosev) krupnoće -64+0 mm doprema se transportnom trakom (poz. 12) na vibrosito LOK 2VMp (poz. 23). Podrešetni proizvod sita (poz. 23) predstavlja tampon 0-32 i transportnom trakom (poz. 15) odlazi na otvoreni sklad tampona sa jalovinom, a nadrešetni proizvod gravitacijski pada na transportnu traku (poz. 22) i spaja se sa primarno izdrobljenim materijalom na transportnoj traci (poz. 7). Primarno izdrobljeni materijal transportnom trakom (poz. 7) odlazi na sekundarno drobljenje u drobilicu MS400/4 (poz. 6), a nakon drobljenja transportnom trakom (poz. 5) na transportu taku (poz. 9) koja materijal odvozi na vibraciono sito sa tri prosevne površine (poz. 8) ili na transportu traku (poz. 16) na otvoreni sklad tampona 0/64 (0/32). Odsev prve mreže vibrosita (poz. 8.) transportnim trakama (poz. 20. i 21) spaja se sa primarno izdrobljenim materijalom na transportnoj traci (poz. 7) i ide na domeljavanje u sekundarnoj drobilici (poz. 6). Odsevi druge i treće mreže vibrosita (poz. 8) predstavljaju gotove proizvode koji transportnim trakama (poz. 4) i (poz. 3) odlaze na otvorene skladowe agregata 16-32 (22) mm i 8-16 mm. Prosev treće mreže vibrosita (poz. 8) gravitacijski pada na transportnu traku kojom se transportuje na vibrosito otvora 4 mm. Proizvodi ovog sita odlaze transportnim trakama na otvorene skladowe 4-8 mm i 0-4 mm. Postoji mogućnost domeljavanja odseva ovog sita u mlinu čekićaru.

Postrojenje je snabdeveno sistemom za otprašivanje.

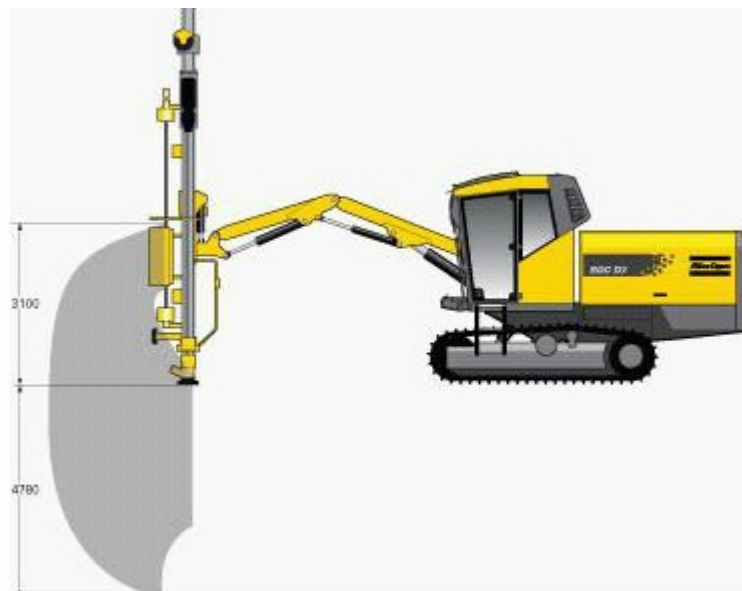


Slika 8. Tehnološka šema pripreme krečnjaka na površinskom kopu „Sušica”

#### 1.4.2.5 Izbora osnovne i pomoćne rudarske opreme

##### 1.4.2.5.1 Bušenje

Za bušenje minskih bušotina na površinskim kopovima „Sušica” i „Rusevica”, s obzirom na fizičko-mehaničke i tehničke karakteristike krečnjaka predviđeno je udarno-rotaciono bušenje. Bušenje će se izvoditi pneumatskom udarno-rotacionom bušilicom ROC D7C slika 9.



Slika 9. Bušilica ROC D7 C

Potreban broj bušilica može se odrediti iz sledećeg obrasca:

$$N = \frac{Q_{god}}{\frac{V}{L} \cdot v \cdot T \cdot k_v}$$

gde je:

$Q_{god}$  - godišnja proizvodnja  $(93.284 + 55.556 + 10.435) \cdot 1,07 = 159.275 \text{ čm}^3$  krečnjaka);

$V$  - zapremina materijala po bušotini ( $144 \text{ m}^3$ );

$L$  - dužina bušotine ( $17,0 \text{ m}$ )

$v$  - brzina bušenja ( $20 \text{ m/h}$ );

$T$  - Godišnji fond efektivnih časova rada ( $210 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,7 = 1.176 \text{ h}$ )

$k_v$  - koeficijent efektivnosti radnog vremena

$$N = 159.275 / (144 / 17,0 \cdot 20 \cdot 1.176) = 0,8$$

Tehničke karakteristike bušilice ROC D7 C prikazane su u tabeli 29.

Potreban broj efektivnih časova na bušenju:

$$N_h = \frac{Q_{god} \cdot L}{V \cdot v}$$



$$N_h = 159.275 \cdot 17 / (144 \cdot 20) = 940 \text{ h}$$

**Tabela 29. Tehničke karakteristike bušilice ROC D7C**

|                                                                  |                     |                 |
|------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|
| <b>Preporuke za bušenje</b>                                      |                     |                 |
| Bušaći pribor: T38, T45, T51                                     | 64-115 mm           | 2 1/2" - 4 1/2" |
| Dubina bušotine                                                  | 28 m                | approx. 92'     |
| Hidraulična bušilica                                             |                     |                 |
| COP 1840, COP 1840EX                                             |                     |                 |
| snaga udara, max.                                                | 18 kW               | 24.5 hp         |
| Atlas Copco OIS K-27-C106 GD, vijčani kompresor                  |                     |                 |
| Radni pritisak, max.                                             | 10,5 bar            | 152 psi         |
| FAD                                                              | 105/127 l/s         | 223/270 cfm     |
| <b>Motor</b>                                                     |                     |                 |
| Caterpillar turbo punjen, dizel motor, CAT C7, Nivo III/stepen 3 |                     |                 |
| Snaga pri 2200 rpm                                               | 168 kW              | 225 hp          |
| Vrsta hidraulične grane                                          |                     |                 |
| Grana na sklapanje                                               |                     |                 |
| Rezervoar goriva                                                 |                     |                 |
| Zapremina                                                        | 370 l               | 98 US gal       |
| <b>Lafet</b>                                                     |                     |                 |
| Dužina lafeta, ukupna                                            | 7,140 mm            | 23'5"           |
| Transportna dužina                                               | 4,240 mm            | 14'             |
| Produženje lafeta                                                | 1,400 mm            | 4'3"            |
| Pritisak lafeta, max.                                            | 20 kN               | 4,400 lbf       |
| Transport                                                        |                     |                 |
| Vučna sila, max.                                                 | 142 kN              | 31,920 lbf      |
| Nagib trase                                                      | ±12°                |                 |
| Klirens                                                          | 455 mm              | 17 1/2"         |
| <b>Transportne dimenzije</b>                                     |                     |                 |
| Ukupna težina, approx.                                           | 14,500 kg           | 32,000 lb       |
| Širina                                                           | 2,490 mm            | 8'2"            |
| Dužina oborenog lafeta (nazad/napred)                            | 11,000 mm/10,900 mm | 36'/35'9"       |
| Visina oborenog lafeta (nazad/napred)                            | 3,200 mm/3,500 mm   | 10'2"/11'6"     |

#### 1.4.2.5.1.1 Parametri geometrije bušenja

**Prečnik bušotine** može se sračunati iz obrasca:

$$d = 100 \div 150 \cdot \sqrt[4]{Q_{god}}$$

gde je

$d$  - prečnik bušotine u mm

$Q_{god}$  - godišnji kapacitet dat u  $10^6 \text{ m}^3$

$$d = 100 \div 150 \cdot (150000 \cdot 10^{-6})^{0,25} = 62,2 \text{ mm do } 93,3 \text{ mm}$$

usvaja se standardni prečnik 89 mm

**Linija najmanjeg otpora** prema A. Ričardsu može se odrediti iz odnosa:

$$W = 25 \div 40 \cdot D$$

Prema tome za prečnik bušotine od 89 mm linija najmanjeg otpora će biti:

$$W = 25 \text{ do } 40 \cdot 89 = 2225 \text{ do } 3260 \text{ mm}$$

usvaja se  $W = 3000 \text{ mm}$ .

Iskustvo pokazuje da se kosim bušotinama postiže bolje iskorišćenje energije eksplozije, smanjuju seizmički efekti i postiže veća stabilnost kosina etaža. Dužina bušotine može se odrediti iz obrasca:

$$L_b = \frac{H}{\sin \alpha} + l_{pr}$$

$$L_b = \frac{H}{\sin(\text{RADIANS}(70))} + 0,3 \cdot W$$

Za usvojenu visinu i nagib etaže dužina bušotine će biti:

$$L_b = 15 / \sin(\text{RADIANS}(70)) + 0,3 \cdot 3$$

$$L_b = 16,86 \approx 17 \text{ m}$$

Za ostale visine etaža dužina bušotine kao u tabeli 30.

**Tabela 30. Zavisnost dužine bušotine od visine etaže**

| Visina etaže<br>(m)    | 12    | 15    | 16    | 17    | 18    |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Dužina bušotine<br>(m) | 13,67 | 16,86 | 17,93 | 18,99 | 20,06 |

U slučajevima kada su minske bušotine paralelne kosini etaže (kose), rastojanje između bušotina u redu je:

$$a = m \cdot W$$

gde je:

$m$  – koeficijent zbliženja koji se kreće do  $1 \div 1,25$

pa je:

$$a = 1,0 \cdot 3,0 = 3,0 \text{ m}$$

Rastojanje između redova kod kosih bušotina jednako je liniji najmanjeg otpora, odnosno:

$$b = \frac{W}{\sin \alpha}$$

$$b = 3,0 / \sin(\text{RADIANS}(70)) = 3,2 \text{ m}$$

Za usvojene parametre bušenja zapremina odminiranog materijala po bušotini biće:

$$V_{mb} = a \cdot \frac{W}{\sin \alpha} \cdot H$$

$$V_{mb} = 3,0 \cdot 3,2 \cdot 15 = 144 \text{ m}^3/\text{bušotini}$$

Zapremina odminiranog materijala za različite visine etaže prikazana je u tabeli 31.

Tabela 31. Zavisnost dužine bušotine od visine etaže

| Visina etaže<br>(m)                                   | 12    | 15  | 16    | 17    | 18    |
|-------------------------------------------------------|-------|-----|-------|-------|-------|
| Zapremina odminiranog materijala<br>(m <sup>3</sup> ) | 115,2 | 144 | 153,6 | 163,2 | 172,8 |

## 1.4.2.5.2 Miniranje

Izvodi se u serijama koristeći dve vrste eksploziva, tip AMONEX-1 i ANFO-J 1.

U tabeli 32. prikazane su minersko – tehničke karakteristike odabranih eksploziva.

Tabela 32. Tehničke karakteristike eksploziva

| Karakteristike         | Jedinica<br>mere   | Amonex I    | ANFO-J 1   |
|------------------------|--------------------|-------------|------------|
| Gustina                | kg/dm <sup>3</sup> | 1,06 ± 0,04 | 0,95 - 1,0 |
| Brzina detonacije      | m/s                | min 4100    | 2000-2500  |
| Gasna zapremina        | L/kg               | 975         | 1045       |
| Toplota eksplozije     | kJ/kg              | 4103        | 3872       |
| Temperatura eksplozije | K                  | 2740        | 2544       |
| Proba po Trauclu       | cm <sup>3</sup>    | 380 – 390   | 310 - 330  |
| Prenos detonacije      | cm                 | min 4       |            |
| Prečnik patrone        | mm                 | 70 ± 3      |            |
| Masa                   | g                  | 1500        |            |
| Dužina patrone         | mm                 | 354 -390    |            |

Specifična potrošnja eksploziva može se odrediti prema empirijskom obrascu Laresa:

$$q = q_1 \cdot s \cdot v \cdot \frac{e}{g} \cdot d, [\text{kg/m}^3]$$

gde su:

$q_1$  – odnos čvrstoće stene prema čvrstoći granita ( $\sigma_g = 200$ ),  $q_1 = \frac{\sigma}{\sigma_g}$ ;

$s$  – odnos građe stene prema homogenoj građi (za raspucane stene  $0,9 \div 1,2$ );

$v$  – koeficijent stešnjenosti mina, koji zavisi od broja slobodnih površina ( $v = 1$ );

$e$  – koeficijent radne sposobnosti eksploziva  $e = \frac{A}{A_x}$ ;

$A$  – 480 cm<sup>3</sup>;

$A_x$  – radna sposobnost eksploziva po Trauzlu;

$g$  - koeficijent zbijenosti punjenja (za praškaste –  $g = 1$ , za plastične –  $g = 1,5$ );

$d$  - koeficijent začepljenosti mine ( $d = 1$  za normalan čep i  $0,9$  za čep od nabušenog materijala).

Specifične potrošnje eksploziva za raspoložive eksplozive su:

– AMONEX - 1:

$$q = 85/200 * 0,6 * 1 * 480/380/0,9 * 0,9 = 0,32 \text{ kg/m}^3$$

– ANFO - J1:

$$q = 85/200 * 0,6 * 1 * 480/320/0,9 * 0,9 = 0,38 \text{ kg/m}^3$$

#### 1.4.2.5.2.1 Iniciranje minskih punjenja

Povezivanje i aktiviranje eksplozivnih punjenja u mreži vršice se neelektričnim sistemom iniciranja.

NONEL sistem (neelektrični sistem iniciranja) razvio je Nitro Nobel i predstavlja jedan od najvažnijih pronalazaka u tehnologiji miniranja. Primenom ovog sistema iniciranja povećava se sigurnost i unapređuje rad u procesu miniranja. Ilustracije radi NONEL sistem se nalazi na tržištu od 1973. godine i prodaje se širom sveta. Noviji sistemi zasnovani su na novom Non-Primary Explosives Detonator (NPED), koji je izgrađen bez primarnog eksploziva, te se može reći da predstavlja drugu generaciju neelektričnih detonatora.

**Način povezivanja** se sastoji u tome da sve bušotine u mreži budu snabdevene detonatorima koji imaju isto usporenje (U 500) 500 milisekundi. Usporenje može da bude i bilo koje drugo, ali mora da bude isto u svim bušotinama. Proračunati način iniciranja organizuje se na površini pomoću površinskih konektorskih jedinica (*Snapline* konektori) različitog usporjenja.

*Snapline 0 (Snapline starter)* omogućava trenutnu detonaciju i vezan je za prvi detonator u mrežnom inicijalnom redosledu. Zatim se u mrežu ugrađuju površinski usporivači, kako bi se dobilo odgovarajuće vremensko usporjenje. U tabeli 33. prikazani su raspoloživi površinski usporivači.

**Tabela 33. Površinski usporivači iz NONEL sistema**

| <b>Oznaka</b> | <b>*Usporenje</b> | <b>Boja</b> |
|---------------|-------------------|-------------|
| Snapline 0    | 0                 | zelena      |
| Snapline 17   | 17                | žuta        |
| Snapline 25   | 25                | crvena      |
| Snapline 42   | 42                | bela        |
| Snapline 67   | 67                | plava       |
| Snapline 109  | 109               | crna        |
| Snapline 176  | 176               | oranž       |

\*Breme usporjenja sa 6 m dugom cevčicom

#### 1.4.2.5.3 Ustinjavanje vangabarita

Umesto sekundarnog miniranja, čiji su prateći štetni efekti pojačana buka i povećani radijus odbačenih komada, za usitnjavanje vangabarita primenjivaće se hidraulični razbijač.

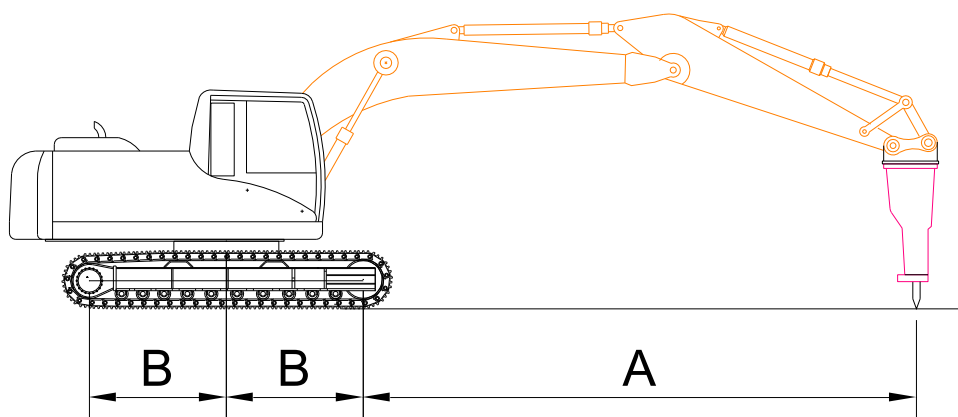
Udarni čekić (engl. rock breaker, impact hammer), je oprema za mehaničko razaranje stene udarom. Opremu osim udarnog čekića čine dleta i slični alati za neposredno delovanje na stenu koja se razara. Udarni čekić pretvara svoju pogonsku energiju u radnu kinetičku energiju. Ona se udarnim talasima preko dleta koristi za razaranje stene. Dele se na lake ručne čekiće (u praksi uobičajno nazvane „pikhamere”, čija se masa kreće do 30 kg, i na teške udarne čekiće, čija je masa od 30 kg pa do nekoliko tona. Teški udarni čekići nalaze se uvek na streli hidrauličnog bagera. Njihov pogon može biti komprimiranim vazduhom ili hidraulični koji omogućava visokofrekvencijske ili vibracijske udare, što je uglavnom jedini način rada savremenih teških udarnih čekića.

Primena hidrauličnih čekića na otkopavanju i razbijanju vangabarita na kamenolomima širom sveta, dolazi i iz sledećih razloga:

1. Manji troškovi u odnosu na sekundarno miniranje (tu se misli na cene eksploziva i eksplozivnih sredstava kao i nadnica i eventualnih troškova rada kompresora i ručnih bušilica u poređenju sa troškovima održavanja i pogonskim troškovima rada bagera i hidrauličnog čekića).
2. Primenom hidrauličnih čekića ne dolazi do prekida ostalih delova tehnološkog procesa na površinskom kopu.
3. Kod razbijanja blokova hidrauličnim čekićem moguće je u velikoj meri kontrolisati granulaciju što dolazi do izražaja ukoliko se ne želi preterano usitnjavanje
4. Manja opasnost i rizici pri radu.
5. Manja buka i prašina.
6. Nema razbacivanja komada što smanjuje i troškove kasnijeg utovara.

### Usklađenost hidrauličnog čekića i bagera

Hidraulički čekić se praktično može priključiti na sve modele hidrauličnih bagera. Pri tome je bitno da mase čekića i bagera budu usklađene, tj. bager ne sme biti pretežak niti prelagan za odabrani čekić i obrnuto. Rezultat neusklađenosti mase hidrauličnog čekića i bagera najčešće dovodi do smanjenja učinka i ubrzanog habanja i kvarova na čekiću ili bageru. Pored činjenice da svi proizvođači hidrauličnih čekića u njihovim tehničkim karakteristikama navode prihvatljivu masu bagera, postoje još dva načina za proveru usklađenosti. Prvi način je utvrđivanje usklađenosti prema relaciji J. T. Andersona i W. N. Papineaua (slika 1-20) a drugi prema dijagramu dobijenim poređenjem tehničkih karakteristika brojnih tipova hidrauličnih čekića (slika 11).



Slika 10. Utvrđivanje usklađenosti hidrauličnog čekića i bagera (J. T. Anderson i W. N. Papineau, 1989)

Tehničke karakteristike hidrauličnih čekića proizvodnje Atlas Copco klase HB koji se mogu koristiti sa hidrauličnim bagerom Bager Liebherr 946 prikazane su u tabeli 34.

Ako se pretpostavi da se jednim ciklusom hidrauličnog bagera sa udarnim čekićem može da dobije 0,25 č. m<sup>3</sup> andezita onda će tehnički kapacitet bagera biti:

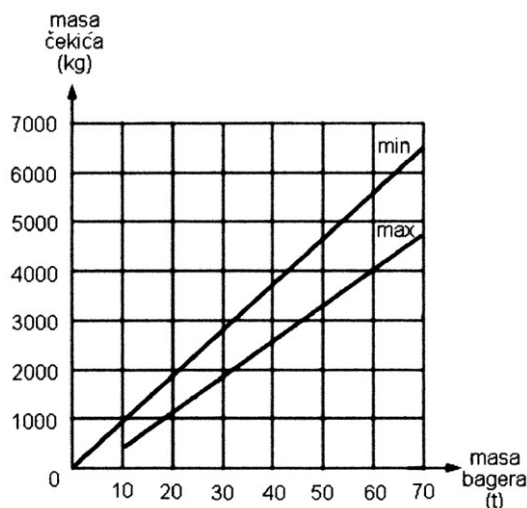
$$Q_h = \frac{3600 \cdot q_c}{t_c}$$

Gde je:

$q_c$  - kapacitet udarnog čekića po ciklusu m<sup>3</sup>

$t_c$  - trajanje ciklusa





Slika 11. Dijagram za utvrđivanje usklađenosti hidrauličnog čekića i bagera (Tunnels & Tunneling, 1994)

$$Q_h = 3600 * 0,25/30 = 30 \text{ č. m}^3/\text{h}$$

Efektivni časovni kapacitet pri koeficijentu efektivnosti od  $k_e = 0,7$  biće:

$$Q_{hef} = 30 * 0,7 = 21 \text{ č. m}^3/\text{h}$$

Za količinu vangabarita od 5% od godišnjeg kapaciteta, potreban broj efektivnih časova rada je:

$$N_h = 159.275 * 0,05/21 = 379 \text{ h/god}$$

Tabela 34. Tehničke karakteristike hidrauličkih čekića klase HB

| <i><b>№</b></i> | <i><b>Opis</b></i>             | <i><b>Jedinica mere</b></i> | <i><b>HB 2500</b></i> | <i><b>HB 3100</b></i> |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1.              | Broj udara                     | min <sup>-1</sup>           | 280 - 580             | 280 - 580             |
| 2.              | Dužina bez dleta               | mm                          | 680                   | 745                   |
| 3.              | Radna težina                   | kg                          | 2500                  | 3100                  |
| 4.              | Radni pritisak                 | bar                         | 160 - 180             | 160 - 180             |
| 5.              | Protok ulja                    | L/min                       | 170 - 220             | 210-270               |
| 6.              | Prečnik dleta                  | mm                          | 155                   | 165                   |
| 7.              | Potrebna težina bagera         | t                           | 27-46                 | 32-52                 |
| 8.              | Maksimalna snaga hidraulike    | kW                          | 66                    | 81                    |
| 9.              | Nivo zvučnog pritiska (r=10 m) |                             | 92                    | 90                    |

#### 1.4.2.5.4 Pomoćne operacije

Pod pomoćnim operacijama na površinskom kopu krečnjaka „Ravnje” podrazumeva se otkopavanje jalovine, priprema za utovar krečnjaka i odlaganje jalovine.

Za pomoćne operacije odabran je buldozer Buldozer CAT DH 7L (slika 12).



Slika 12. Buldozer CAT DH 7L

Pored pomoćnih poslova na savremenim površinskim kopovima, naročito kod malih i srednjih kapaciteta, buldozeri se koriste i kao osnovne mašine za prigrivanje (pripremu za utovar) mineralne sirovine.

Teoretsko vreme jednog ciklusa buldozera određuje se prema formuli:

$$T_t = T_i + T_p + T_{pv} + T_o, \text{ h}$$

gde je:

$$T_i - \text{vreme iskopa: } T_i = \frac{S_i}{V_i};$$

$$T_p - \text{vreme transporta: } T_p = \frac{S_p}{V_p};$$

$$T_{pv} - \text{vreme povratne vožnje: } T_{pv} = \frac{S_{pv}}{V_{pv}};$$

$T_o = 0,001$  do  $0,002$ , vreme potrebno za promenu smera,  $0,001$  h kod buldozera savršenije konstrukcije, a  $0,002$  h kod buldozera sa klasičnom transmisijom).

Kod iskopa širine do 10 m i transporta materijala do 30 m biće:

$$T_t = 0,01/1,5 + 0,02/2,5 + 0,03/3,75 + 0,001$$

$$T_t = 0,0227 \text{ h}$$

Teoretsko vreme za jedinicu mere biće:

$$T_1 = \frac{T_t}{q \cdot Q \cdot K_r}, \text{ h/m}^3$$

gde je:

$q$  - koeficijent iskorišćenja kapaciteta usled daljine transporta (tabela 35);

$$Q = 0,7 \cdot B \cdot H, \text{ m}^3$$

gde je:

$B$  - širina noža, 4,5 m;

$H$  - visina noža, 1,11 m;

$K_r$  - koeficijent rastresitosti (tabela 36);

Tabela 35. Koeficijent iskorišćenja kapaciteta usled daljine transporta

| <i>Daljina</i> | <i>10</i> | <i>20</i> | <i>30</i> | <i>40</i> | <i>50</i> | <i>60</i> | <i>80</i> | <i>100</i> | <i>150</i> | <i>200</i> |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| <i>q</i>       | 0,95      | 0,92      | 0,83      | 0,76      | 0,67      | 0,60      | 0,51      | 0,45       | 0,40       | 0,38       |

Tabela 36. Mase materijala i koeficijent rastresitosti (Prema B. Trbojeviću)

| <i>Materijal</i>                 | <i>Masa u<br/>čvrstom<br/>stanju<br/>[kg/m<sup>3</sup>]</i> | <i>Rastre-<br/>sitosť<br/>%</i> | <i>Koefici-<br/>jent rastre-<br/>sitosti<br/>K<sub>r</sub></i> | <i>Masa u<br/>Rastresi-<br/>tom stanju<br/>[kg/m<sup>3</sup>]</i> |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Suva glina                       | 1370                                                        | 25                              | 0,80                                                           | 1090                                                              |
| Laka glina                       | 1660                                                        | 30                              | 0,77                                                           | 1280                                                              |
| Zbijena, žilava ili vlažna glina | 1780                                                        | 33                              | 0,75                                                           | 1340                                                              |
| Suva zemlja                      | 1660                                                        | 25                              | 0,80                                                           | 1330                                                              |
| Vlažna zemlja                    | 2000                                                        | 25                              | 0,80                                                           | 1600                                                              |
| Suvi šljunak                     | 1930                                                        | 12                              | 0,89                                                           | 1720                                                              |
| Mokar šljunak                    | 2140                                                        | 14                              | 0,88                                                           | 1900                                                              |
| Mešavina ilovače i humusa        | 1600                                                        | 20                              | 0,83                                                           | 1330                                                              |
| Tvrda stena dobro minirana       | 2380                                                        | 50                              | 0,67                                                           | 1590                                                              |
| Drobljeni kamen i stena          | 1930-2330                                                   | 35                              | 0,74                                                           | 1430-1720                                                         |
| Škriljci ili mekana stena        | 1780                                                        | 33                              | 0,75                                                           | 1090                                                              |

$$Q = 0,7 * 4,5 * 1,11 = 3,5 \text{ m}^3$$

$$T_1 = 0,0227 / (0,83 * 3,5 * 0,67) = 0,0117, \text{ h/m}^3$$

Teoretski učinak anglozera će biti:

$$U_T = \frac{1}{T_1}, \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_T = 1/0,0117 = 85,5, \text{ m}^3/\text{h}$$

Efektivni kapacitet buldozera je:

$$U_e = U_T \cdot K_{rv} \cdot K_{or}, \text{ m}^3/\text{h}$$

gde je:

$K_{rv}$  - koeficijent iskorišćenja radnog vremena (tabela 37);

$K_{or}$  - koeficijent organizacije gradilišta i rukovođenja radovima (tabela 38).

$$U_e = 85,5 * 0,83 * 0,78 = 55,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tabela 37. Koeficijent iskorišćenja radnog vremena  $K_{rv}$

| <i>Radni uslovi</i> | <i>Trajanje efektivnog radnog časa<br/>minuta</i> | <i>Vrednost<br/>K<sub>rv</sub></i> |
|---------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|
| Odlični             | 55                                                | 0,92                               |
| Prosečni            | 50                                                | 0,83                               |
| Nepovoljni          | 40                                                | 0,67                               |

**Tabela 38. Koficijent organizacije gradilišta  $K_{or}$**

| <b>Rukovođenje radovima</b> | <b>Organizacija gradilišta</b> |       |         |      |
|-----------------------------|--------------------------------|-------|---------|------|
|                             | Odlična                        | Dobra | Srednja | Loša |
| Odlično                     | 0,84                           | 0,81  | 0,76    | 0,70 |
| Dobro                       | 0,78                           | 0,75  | 0,71    | 0,65 |
| Srednje                     | 0,72                           | 0,69  | 0,69    | 0,60 |
| Loše                        | 0,6                            | 0,61  | 0,57    | 0,52 |

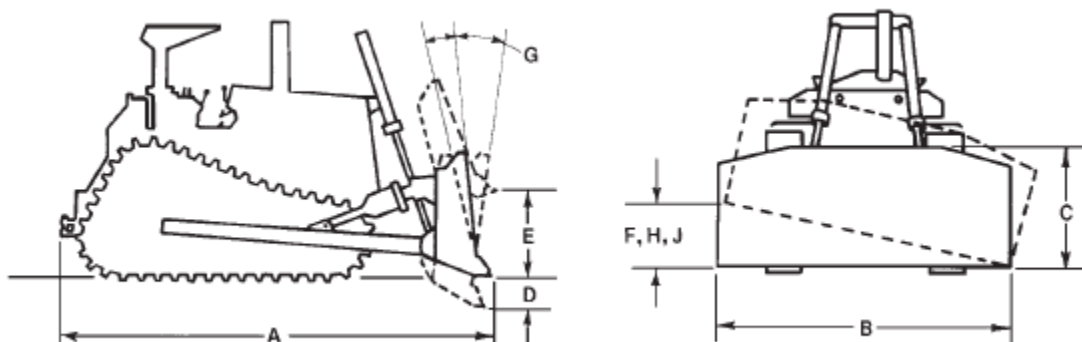
Ako se usvoji da je potrebno pripremiti za utovar 30% godišnjeg kapaciteta krečnjaka, onda je potrebno ostvariti ukupno efektivnih časova:

$$Q' = 0,25 * 159.275/55,4 = 719 \text{ h/god.}$$

S obzirom da će se buldozer koristiti i za druge radove, održavanje etažnih puteva i priprema za bušenje usvaja se efektivno vreme rada od 900 h/godišnje.

Potreban broj buldozera će biti:

$$n_b = 900/(210 * 1 * 8 * 0,7) = 0,77 \text{ buldozera}$$



**Slika 13. Osnovne dimenzije buldozera CAT DH 7L**

**Tabela 39. Tehničke karakteristike Buldozera CAT DH 7L**

| <b>Karakteristika</b>                            | <b>DH 7L</b>        |
|--------------------------------------------------|---------------------|
| Snaga motora                                     | 179 kW              |
| Model motora                                     | 3176C SCAC          |
| Težina                                           | 24766 kg            |
| Površina kontakta gusenica sa tlom               | 3.22 m <sup>2</sup> |
| Klirens                                          | 414 mm              |
| Kapacitet pluga (SAE J1265)                      | 3.89 m <sup>3</sup> |
| A - dužina                                       | 6.1 m               |
| B - širina                                       | 4.5 m               |
| C - Visina                                       | 1111 mm             |
| D - maksimalno spustanje pluga                   | 669 mm              |
| E - maksimalni klirens pluga                     | 1115 mm             |
| F - maksimalno bočno izdizanje pluga             | 466 mm              |
| G - maksimalni vertikalni ugao pluga             | 25°                 |
| H - maksimalni hidrauličko bočno izdizanje pluga | 627 mm              |

#### 1.4.2.5.5 Utovar odminiranog materijala

Za utovar odminiranog materijala koristiće se hidraulični bageri tipa Liebherr R 945 zapremine kašike 1,95 m<sup>3</sup>.

Kapacitet utovarnog sredstava sa jednim radnim elementom određuje se prema sledećoj formuli:

$$Q_h = \frac{3600 \cdot V \cdot k_p}{T_c \cdot K_r}, \text{ m}^3/\text{h}$$

gde su:

$V$  – zapremina kašike bagera (1,95 m<sup>3</sup>);

$k_p$  – koeficijent punjenja kašike bagera (0,9);

$T_c$  – ciklus bagera (30 s);

$K_r$  – koeficijent rastresitosti u kašiki bagera (1,45);

Prema tome tehnički kapacitet bagera je:

$$Q_h = 3.600 \cdot 1,95 \cdot 0,9 / (30 \cdot 1,45)$$

$$Q_h = 145,24 \text{ č. m}^3/\text{h}$$

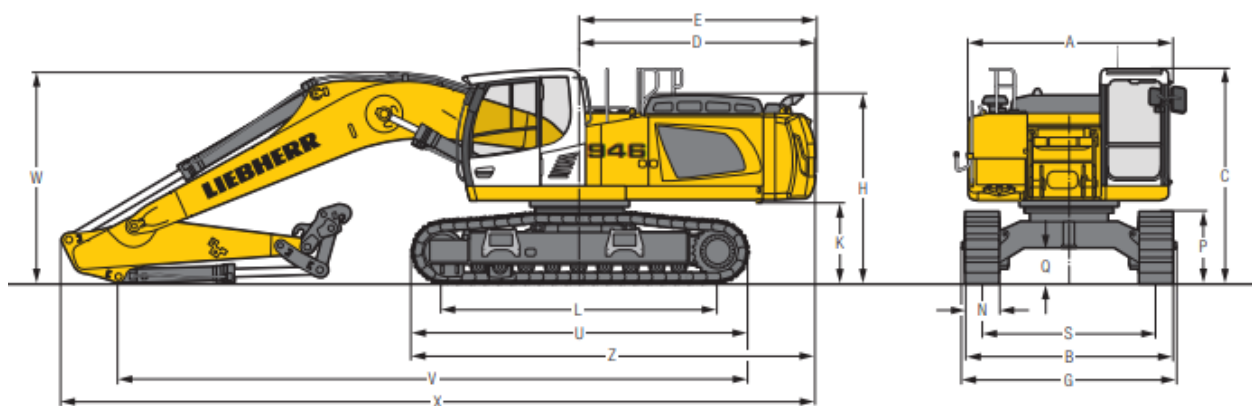


Slika 14. Bager Liebherr 946



**Tabela 40. Tehničke karakteristike bagera Liebherr 946**

| <i>Parametar</i>                             | <i>Jedinica mere</i> | <i>Liebherr R 946</i> | <i>Liebherr R 946</i> |
|----------------------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Radna težina                                 | t                    | 36,64                 | 38,9                  |
| Motor manuf.                                 |                      | Liebherr              | Liebherr              |
| Vrsta motora                                 |                      | D926TI-E              | D936A7                |
| Dimenzije opreme L/W/H                       | m                    | 11x3,2x3,2            | -                     |
| Snaga motora                                 | kW                   | 180                   | 200                   |
| Kapacitet kašike                             | m <sup>3</sup>       | 1,95                  | 2                     |
| Širina gusenice                              | mm                   | 600                   | 600                   |
| Podvozje                                     |                      | -                     | NLC                   |
| Boom                                         |                      | MB                    | MB                    |
| premeštaj                                    | l                    | 10                    | 10,52                 |
| Broj obrtaja pri maksimalnom obrtnom momentu | min <sup>-1</sup>    | 2000                  | 1800                  |
| Maksimalni raidjus kopanja                   | m                    | 11,8                  | 10,85                 |
| Dregding depth                               | m                    | 8,25                  | 7                     |
| Sila odbojne kašike                          | kN                   | 121                   | 191                   |



**Slika 15. Osnovne dimenzije bagera Kiebherr 946**

**Tabela 41. Osnovne dimenzije bagera Liebherr**

| <i>Oznaka</i> | <i>Vrednost</i> |
|---------------|-----------------|
| A             | 2 .995          |
| C             | 3 .185          |
| D             | 3 .520          |
| E             | 3 .580          |
| H             | 2 .83           |
| K             | 1 .220          |
| L             | 4 .108          |
| P             | 1 .070          |
| Q             | 535             |
| S             | 2 .390          |
| U             | 5 .030          |
| N             | 500             |
| B             | 2 .952          |
| G             | 2 .990          |
| Z             | 6 .040          |

Efektivni kapacitet bagera je:

$$Q_e = Q_h \cdot k_e$$

gde je:

$k_e$  – koeficijent efektivnosti radnog vremena (0,7)

$$Q_e = 145,24 \cdot 0,7 = 101,47 \text{ m}^3/\text{h}$$

Na utovaru je potrebno ostvariti ukupno:

$$n_{hu} = 159.275/101,47 = 1.570 \text{ efektivnih časova}$$

Potreban broj bagera je:

$$n_{hu} = 1.570/(210 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,7) = 1,34 \text{ bagera}$$

Usvaja se 3 bagera.

#### 1.4.2.5.6 Transport krečnjaka

Za transport mineralne sirovine koristiće se Damperi marke Volvo A25 nosivosti 22,5 t, zapremine sanduka 12 m<sup>3</sup>.

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

$$n_c = \frac{V_s \cdot k_{pk} \cdot K_{rb}}{V_b \cdot k_{pb} \cdot K_{rk}}$$

gde je:

$V_s$  – zapremina korpe kamiona (12 m<sup>3</sup>)

$k_{pb}$  – koeficijent punjenja kašike bagera (0,9)

$K_{rb}$  – koeficijent rastresitosti u kašiki bagera (1,45)

$V_b$  – zapremina kašike bagera (1,95 m<sup>3</sup>)

$k_{pk}$  – koeficijent punjenja kamiona (0,95)

$K_{rk}$  – koeficijent rastresitosti u korpi kamiona (1,4)

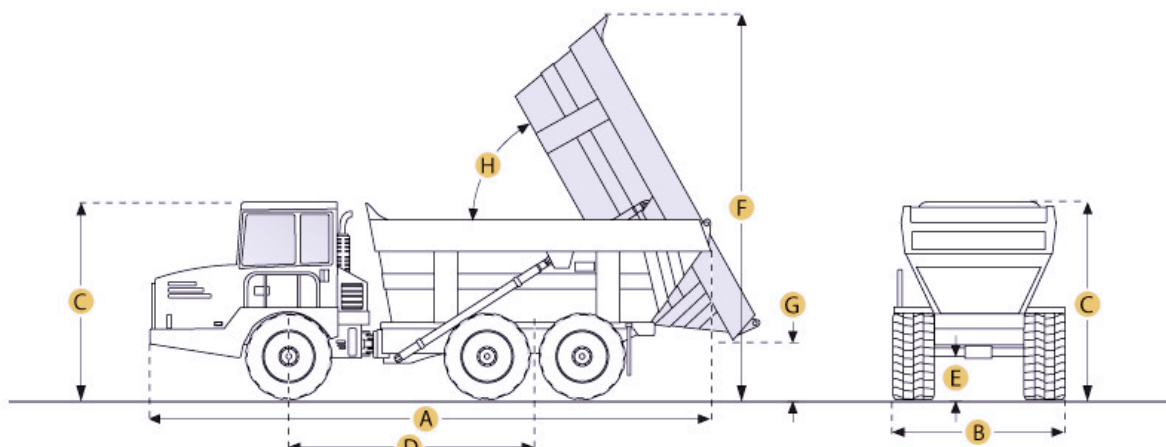
pa je:

$$n_c = 12 \cdot 0,95 \cdot 1,5/(1,95 \cdot 0,9 \cdot 1,4) = 6,96 \text{ ciklusa (usvaja se 7 ciklusa)}$$

Koristan teret u kašiki bagera:

$$q_b = V_b \cdot \gamma \cdot \frac{k_{pb}}{K_{rb}}$$

$$q_b = 1,95 \cdot 2,7 \cdot 0,85/1,5 = 2,98 \text{ t}$$



Slika 16. Damber Volvo A25

Stvarni broj ciklusa kamiona:

$$n_c = \frac{q_k}{q_b}$$

$$n_c = 22,5 * 0,95 / 2,98 = 7,17 \text{ usvaja se 6 ciklusa}$$

Količina krečnjaka u sanduku kamiona:

$$q_k = 7 * 2,98 = 20,86 \text{ t, odnosno } 20,86 / 2,7 = 7,72 \text{ č. m}^3$$

Iskorišćenje nosivosti kamiona:

$$I_{\%} = 20,86 / 22,5 = 93 \%$$

Ciklus kamiona se dobija sabiranjem pojedinačnih vremena:

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

gde je:

$t_u$  – vreme utovara (7 kašika)

$$t_u = 7 * 30 = 210 \text{ s}$$

$t_i$  – vreme istresanja 60 s;

$t_v$  – vreme vožnje, računa prema obrascu:

$$t_v = 3.600 \cdot \sum_{i=1}^{i=n} L_i \cdot \frac{v_{pi} + v_{pri}}{v_{pi} \cdot v_{pri}}$$

$L_i$  – dužina određene deonice puta.

$t_m$  – vreme manevrisanja 60 s.

Pri težišnom rastojanju transporta krečnjaka od 500 m i pri prosečnim brzinama vožnje punog kamiona od 10 km/h i praznog 15 km/h, vreme vožnje će biti:

$$t_v = 3600 * 0,5 * (10 + 15) / (10 * 15) = 300 \text{ s}$$

Prema tome biće:

$$T_c = 210 + 60 + 360 + 60 = 630 \text{ s} = 10,5 \text{ min}$$

Tabela 42. Tehničke karakteristike Volvo A25

|                                                     |                    |
|-----------------------------------------------------|--------------------|
| <b>Motor</b>                                        |                    |
| PROIZVODNJA                                         | VOLVO              |
| MODEL                                               | TD 71 K            |
| BRUTO SNAGA                                         | 182 kW             |
| NETO SNAGA                                          | 179 kW             |
| BROJ OBRTAJA MOTORA PRI IZMERENOJ SNAZI             | 2400 rpm           |
| ZAPREMINA CILINDRA                                  | 6,7 L              |
| BROJ OBRTAJA MOTORA PRI MAKSIMALNOM OBRTNOM MOMENTU | 1600 rpm           |
| MAKSIMALNI OBRTNI MOMENT                            | 800 Nm             |
| BROJ CILINDARA                                      | 6                  |
| ASPIRACIJA                                          | Turbocharged       |
| <b>Operativni podaci</b>                            |                    |
| ZAPREMINA REZERVOARA ZA GORIVO                      | 280 L              |
| ZAPREMINA FLUIDA HIDRAULIČNOG SISTEMA               | 160 L              |
| ZAPREMINA FLUIDA SISTEMA ZA HLAĐENJE                | 30 L               |
| MOTORNO ULJE                                        | 24 L               |
| MENJAČKO ULJE                                       | 16 L               |
| BATERIJE                                            | 24 V               |
| GUME                                                | 20,5 R 25          |
| <b>Transmisija</b>                                  |                    |
| TIP                                                 | Planetarni prenos  |
| BROJ ZUPČANIK NAPRED                                | 10                 |
| BROJ ZUPČANIK NAZAD                                 | 2                  |
| MAKSIMALNA BRZINA                                   | 51 km/h            |
| <b>Težine</b>                                       |                    |
| PREDNJA OSOVINA-PRAZAN                              | 8699,9 kg          |
| ZADNJA OSOVINA-PRAZAN                               | 8201 kg            |
| PREDNJA OSOVINA-PUN                                 | 11203,7 kg         |
| ZADNJA OSOVINA PUN                                  | 28204,4 kg         |
| UKUPNA TEŽINA                                       | 16900,9 kg         |
| UKUPNO NAPUNJEN                                     | 39408,1 kg         |
| <b>Teret</b>                                        |                    |
| KORISNA NOSIVOST                                    | 22500 kg           |
| ZAPREMINA SANDUKA RAVAN                             | 9,4 m <sup>3</sup> |
| ZAPREMINA SANDUKA                                   | 12 m <sup>3</sup>  |
| UGAO IST                                            | 63 degrees         |
| VREME DIZANJA SANDUKA                               | 12 sec             |
| VREME SPUŠTANJA SANDUKA                             | 16 sec             |
| <b>Dimenzije (slika 14)</b>                         |                    |
| A. Ukupna dužina                                    | 9505 mm            |
| B. Ukupna širina                                    | 2490 mm            |
| C. Ukupna visina                                    | 3150 mm            |
| D. Rastojanje između točkova                        | 4175 mm            |
| E. Klirens                                          | 400 mm             |
| F. Visina sanduka pri istovaru                      | 6040 mm            |
| G. Klirens sanduka pri istovaru                     | 600 mm             |
| <b>Istovar</b>                                      |                    |
| H. Ugao istovara                                    | 63 degrees         |

Godišnji kapacitet kamiona može se odrediti iz obrasca:

$$Q_k = \frac{60 \cdot n_d \cdot n_s \cdot n_h \cdot k_v \cdot q_k}{T_c}, \text{ m}^3/\text{god}$$

gde je:

$n_d$  – broj radnih dana u godini (210 dana);

$n_s$  – broj radnih smena na dan (1 smena);

$n_h$  – broj radnih časova u smeni (8 h);

$q_k$  – koristan teret u sanduku kamiona (7,72 m<sup>3</sup>);

$k_v$  – koeficijent efektivnosti radnog vremena (0,7).

Godišnji kapacitet kamiona na transportu mineralne sirovine:

$$Q_k = 60 * 210 * 1 * 8 * 0,7 * 7,72/10,5 = 51.878 \text{ m}^3/\text{god.}$$

Potreban broj kamiona na transportu biće:

$$N_k = 159.275/51.878 = 3 \text{ kamiona}$$

Usvaja se inventarski broj kamiona 4.

Efektivni časovi na transportu u godini su:

$$Q_k = 159.275 * (630 - 210)/(3600 * 7,72 * 0,7) = 3.438 \text{ h}$$

#### 1.4.2.5.7 Utovar krečnjaka sa otvorenog sklada

Na površinskom kopu „Sušica” instalirano je drobilično postrojenje koje predstavlja sastavni deo tehnološkog procesa dobijanja krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena. Gotovi proizvodi se sa otvorenih skladova utovaračem Liebherr L 556 utovara u kamione kupca.

Kapacitet utovarača može se odrediti iz obrasca:

$$Q_h = \frac{3600 \cdot V \cdot k_p \cdot k_s}{T_c \cdot K_r}, \text{ m}^3/\text{h}$$

gde su:

$V$  – zapremina kašike bagera (3,5 m<sup>3</sup>);

$k_p$  – koeficijent punjenja kašike bagera (0,9);

$k_s$  – koeficijent kapacitivnosti usled selektivnog rada (1,0);

$T_c$  – ciklus bagera (45 s);

$K_r$  – koeficijent rastresitosti u kašiki utovarača (1,35);

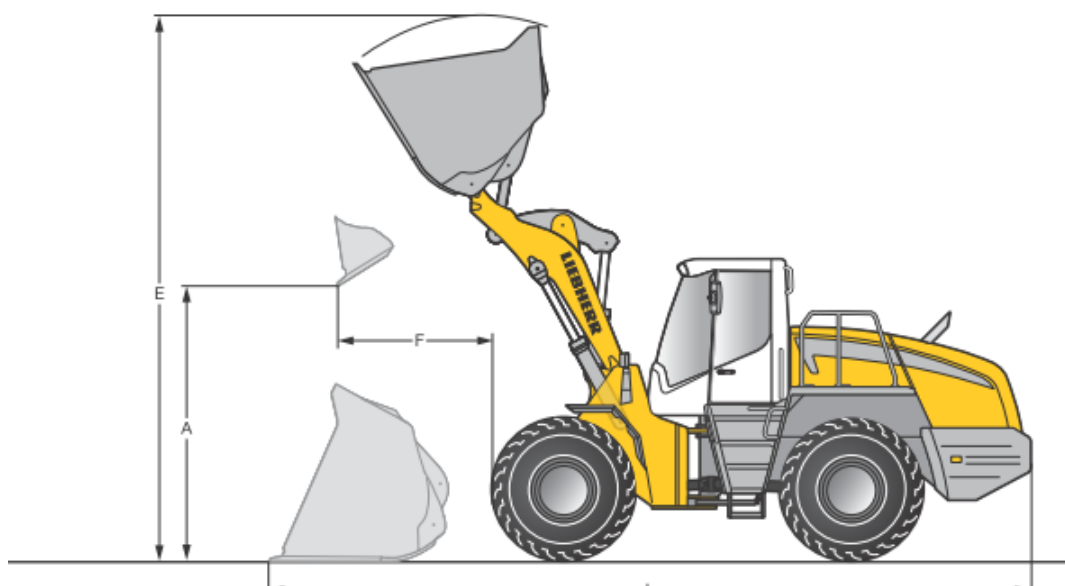
$$Q_h = (3600 * 4,5 * 0,9 * 1,0)/(45 * 1,35)$$

$$Q_h = 240 \text{ m}^3/\text{h}$$

Na utovaru gotovih proizvoda sa otvorenih skladova u količini od 400.000 t, potrebno je ostvariti efektivnih časova:

$$n_{he} = 400.000/(2,7 * 240) = 617 \text{ h/godišnje}$$





Slika 17. Utovarač Liebherr L 556

Tabela 43. Osnovne dimenzije utovarača Liebherr L 556

| <i>Oznaka</i> | <i>Parametar</i>                      | <i>Jedinica mere</i> | <i>Vrednost</i> |
|---------------|---------------------------------------|----------------------|-----------------|
|               | Zapremina kašike                      | m <sup>3</sup>       | 3,50            |
|               | Širina kašike                         | mm                   | 2.900           |
| A             | Maksimalna visina utovara             | mm                   | 3.650           |
| E             | Maksimalna radna visina               | mm                   | 6.150           |
| F             | Dohvat pri maksimalnoj visini utovara | mm                   | 900             |
| L             | Ukupna dužina                         | mm                   | 8.770           |
|               | Težina                                | kg                   | 12.834          |
|               | Opterećenje na 40°                    | kg                   | 11.324          |
|               | Radna težina                          | kg                   | 17.790          |
|               | Veličina guma                         |                      | 23.5R25 L3      |

Tabela 44. Tehničke karakteristike utovarača Liebherr L 556

| <i>Tehnički podaci</i>                              | <i>Jedinica mere</i> | <i>Liebherr L 556</i> |
|-----------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Radna težina                                        | t                    | 17,9                  |
| Motor manuf.                                        |                      | Liebherr              |
| Vrsta motora                                        |                      | D934A7                |
| Standardne gume                                     |                      | 23.5R25               |
| Snaga motora                                        | kW                   | 140                   |
| Širina kašike                                       | m                    | 2,7                   |
| Zapremina kašike                                    | m <sup>3</sup>       | 3,6                   |
| Način upravljanja                                   |                      | KL                    |
| Dimenzije opreme L/W/H                              | m                    | 8,29 × 2,7 × 3,36     |
| Zapremina motora                                    | L                    | 7,01                  |
| Broj obrtaja motora pri maksimalnom obrtnom momentu | min-1                | 1500                  |
| Brzina kretanja                                     | km/h                 | 40                    |
| Maksimalna visina istresanja                        | m                    | 2,85                  |
| Radijus okretanja                                   | m                    | 6,48                  |
| Sila podizanja                                      | kN                   | -                     |

#### 1.4.2.6 Rezerve krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena

##### 1.4.2.6.1 Bilansne rezerve ležišta

Bilansne rezerve krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena ležišta „Sušica” prema Elaboratu o kvalitetu i rezervama krečnjaka u ležištu „Sušica” - Čačak (2004) prikazane su u tabeli 45.

**Tabela 45. Overene bilansne rezerve ležišta „Sušica”**

| <i>Kategorija</i> | <i>Rezerve<br/>(m<sup>3</sup>)</i> | <i>Zapremina<br/>masa<br/>(t/m<sup>3</sup>)</i> | <i>Rezerve<br/>(t)</i> |
|-------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|
| A                 | 688.637                            | 2,7                                             | 1.859.320              |
| B                 | 1.381.695                          | 2,7                                             | 3.730.576              |
| C1                | 716.298                            | 2,7                                             | 1.943.005              |
| <b>Ukupno</b>     | <b>2.786.630</b>                   |                                                 | <b>7.523.901</b>       |

Bilansne rezerve krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena u ležištu „Rusavica” - selo Loznica kod Čačka (2019) prikazane su u tabeli 46.

**Tabela 46. Bilansne rezerve krečnjaka ležišta „Rusavica”**

| <i>Kategorija<br/>rezervi</i>   | <i>Zapremina<br/>(m<sup>3</sup>)</i> | <i>Zapreminska<br/>masa (t/m<sup>3</sup>)</i> | <i>Rezerve<br/>(t)</i> |
|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|
| B                               | 2.634.540                            | 2,68                                          | 7.060.567              |
| C <sub>1</sub>                  | 1.992.934                            | 2,68                                          | 5.341.063              |
| <b>UKUPNO B+ C<sub>1</sub>:</b> | <b>4.627.474</b>                     |                                               | <b>12.401.630</b>      |

##### 1.4.2.6.2 Eksploatacione rezerve

Na osnovu usvojenih konstruktivnih parametara kroz idejna rešenja okontureni su površinski kopovi „Sušica” i „Rusevica”. Proračuni masa zahvaćenih idejnim rešenjimaem prikazani su u tabeli 47. i 48.

Mase zahvaćene idejnim rešenjem površinskog kopa proračunate su metodom horizontalnih preseka-etaža primenom sledećih obrazaca:

$$V_i = \frac{P_i + P_{i+1}}{2} \cdot L_i, \text{ formula 1)}$$

a kada je razlika između površina susednih profila veća od 40%, korišćenjem obrasca za zapreminu zarubljene kupe i zarubljene piramide:

$$V_i = \frac{P_i + P_{i+1} + \sqrt{P_i \cdot P_{i+1}}}{3} \cdot L_i, \text{ (formula 2)}$$

gde su:

$V_i$  – zapremina rezervi između dva susedna profila, m<sup>3</sup>

$P_i$  – površina preseka – profila, m<sup>2</sup>

$L_i$  – rastojanje između susednih profila, m

$h$  – dužina normale povučene iz temena piramide (kupe) i  $P$ , m

**Tabela 47. Bilansne rezerve krečnjaka u konturama idejnog rešenja površinskog kopa „Sušica”**

| <i>Profil</i> | <i>REZERVE „A+B+CI” B KATEGORIJE</i>        |                                             |                                 |                                                       |
|---------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------|
|               | <i><math>P_i</math><br/>(m<sup>2</sup>)</i> | <i><math>P_s</math><br/>(m<sup>2</sup>)</i> | <i><math>H_i</math><br/>(m)</i> | <i><math>P_s \cdot H_i</math><br/>(m<sup>3</sup>)</i> |
| I - I         | 0                                           |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 61                                          | 15                              | 904                                                   |
| II - II       | 182                                         |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 620                                         | 20                              | 12.409                                                |
| III - III     | 1210                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 1.270                                       | 20                              | 25.390                                                |
| IV - IV       | 1329                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 1.315                                       | 20                              | 26.290                                                |
| V - V         | 1300                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 1.271                                       | 20                              | 25.410                                                |
| VI - VI       | 1241                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 1.257                                       | 20                              | 25.140                                                |
| VII - VII     | 1273                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 1.390                                       | 20                              | 27.800                                                |
| VIII - VIII   | 1507                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 1.687                                       | 20                              | 33.730                                                |
| IX - IX       | 1866                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 1.728                                       | 20                              | 34.560                                                |
| X - X         | 1590                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 1.810                                       | 20                              | 36.200                                                |
| XI - XI       | 2030                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 3.291                                       | 20                              | 65.822                                                |
| XII - XII     | 4741                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 4.855                                       | 20                              | 97.100                                                |
| XIII - XIII   | 4969                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 6.016                                       | 20                              | 120.320                                               |
| XIV - XIV     | 7063                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 4.149                                       | 20                              | 82.977                                                |
| XV - XV       | 1809                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 4.781                                       | 20                              | 95.623                                                |
| XVI - XVI     | 8592                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 9.163                                       | 20                              | 183.260                                               |
| XVII - XVII   | 9734                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 9.406                                       | 20                              | 188.110                                               |
| XVIII - XVIII | 9077                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 7.924                                       | 20                              | 158.480                                               |
| XIX - XIX     | 6771                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 5.978                                       | 20                              | 119.560                                               |
| XX - XX       | 5185                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 4.274                                       | 20                              | 85.480                                                |
| XXI - XXI     | 3363                                        |                                             |                                 |                                                       |
|               |                                             | 1.859                                       | 15                              | 28.450                                                |
| XXII - XXII   | 691                                         |                                             |                                 |                                                       |
| Σ             |                                             |                                             |                                 | 1.473.014                                             |

Tabela 48. Proračun rezervi unutar kontura površinskog kopa „Rusevica” (m<sup>3</sup>)

| Etaža    | REZERVE B KATEGORIJE       |                            |              |                                      | REZERVE CI KATEGORIJE      |                            |              |                                      | Jalovina                   |                            |              |                                      |
|----------|----------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------------------|
|          | $P_i$<br>(m <sup>2</sup> ) | $P_s$<br>(m <sup>2</sup> ) | $H_i$<br>(m) | $P_s \cdot H_i$<br>(m <sup>3</sup> ) | $P_i$<br>(m <sup>2</sup> ) | $P_s$<br>(m <sup>2</sup> ) | $H_i$<br>(m) | $P_s \cdot H_i$<br>(m <sup>3</sup> ) | $P_i$<br>(m <sup>2</sup> ) | $P_s$<br>(m <sup>2</sup> ) | $H_i$<br>(m) | $P_s \cdot H_i$<br>(m <sup>3</sup> ) |
| 645      | 0                          |                            |              |                                      | 0                          |                            |              |                                      | 0                          |                            |              |                                      |
|          |                            | 2.246                      | 8            | 16.843                               |                            | 131                        | 8            | 985                                  |                            | 1.110                      | 8            | 8.325                                |
|          | 6737                       |                            |              |                                      | 394                        |                            |              |                                      | 3330                       |                            |              |                                      |
| 630      | 6321                       |                            |              |                                      | 366                        |                            |              |                                      | 2281                       |                            |              |                                      |
|          |                            | 9.265                      | 15           | 138.976                              |                            | 2.401                      | 15           | 36.017                               |                            | 2.773                      | 15           | 41.588                               |
|          | 12563                      |                            |              |                                      | 5428                       |                            |              |                                      | 3264                       |                            |              |                                      |
| 615      | 11920                      |                            |              |                                      | 5178                       |                            |              |                                      | 1936                       |                            |              |                                      |
|          |                            | 13.844                     | 15           | 207.653                              |                            | 7.523                      | 15           | 112.840                              |                            | 2.668                      | 15           | 40.024                               |
|          | 15767                      |                            |              |                                      | 10143                      |                            |              |                                      | 3475                       |                            |              |                                      |
| 600      | 14649                      |                            |              |                                      | 9473                       |                            |              |                                      | 2491                       |                            |              |                                      |
|          |                            | 15.797                     | 15           | 236.948                              |                            | 10.979                     | 15           | 164.685                              |                            | 3.096                      | 15           | 46.440                               |
|          | 16944                      |                            |              |                                      | 12485                      |                            |              |                                      | 3701                       |                            |              |                                      |
| 585      | 15793                      |                            |              |                                      | 11544                      |                            |              |                                      | 2796                       |                            |              |                                      |
|          |                            | 16.986                     | 15           | 254.783                              |                            | 12.686                     | 15           | 190.283                              |                            | 3.026                      | 15           | 45.390                               |
|          | 18178                      |                            |              |                                      | 13827                      |                            |              |                                      | 3256                       |                            |              |                                      |
| 570      | 17027                      |                            |              |                                      | 12830                      |                            |              |                                      | 2540                       |                            |              |                                      |
|          |                            | 17.945                     | 15           | 269.175                              |                            | 13.778                     | 15           | 206.663                              |                            | 2.676                      | 15           | 40.140                               |
|          | 18863                      |                            |              |                                      | 14725                      |                            |              |                                      | 2812                       |                            |              |                                      |
| 555      | 17713                      |                            |              |                                      | 13681                      |                            |              |                                      | 1773                       |                            |              |                                      |
|          |                            | 19.258                     | 15           | 288.870                              |                            | 14.937                     | 15           | 224.055                              |                            | 1.625                      | 15           | 24.375                               |
|          | 20803                      |                            |              |                                      | 16193                      |                            |              |                                      | 1477                       |                            |              |                                      |
| 540      | 21922                      |                            |              |                                      | 14811                      |                            |              |                                      | 738                        |                            |              |                                      |
|          |                            | 20.728                     | 15           | 310.913                              |                            | 15.674                     | 15           | 235.110                              |                            | 488                        | 15           | 7.327                                |
|          | 19533                      |                            |              |                                      | 16537                      |                            |              |                                      | 276                        |                            |              |                                      |
| 525      | 20655                      |                            |              |                                      | 14366                      |                            |              |                                      | 30                         |                            |              |                                      |
|          |                            | 22.883                     | 15           | 343.245                              |                            | 14.535                     | 15           | 218.018                              |                            | 10                         | 15           | 150                                  |
|          | 25111                      |                            |              |                                      | 14703                      |                            |              |                                      | 0                          |                            |              |                                      |
| 510      | 23801                      |                            |              |                                      | 11753                      |                            |              |                                      | 0                          |                            |              |                                      |
|          |                            | 11.875                     | 15           | 178.132                              |                            | 8.334                      | 15           | 125.015                              |                            | 0                          | 15           | 0                                    |
|          | 3157                       |                            |              |                                      | 5333                       |                            |              |                                      | 0                          |                            |              |                                      |
| 495      | 3110                       |                            |              |                                      | 4660                       |                            |              |                                      | 0                          |                            |              |                                      |
|          |                            | 1.037                      | 15           | 15.550                               |                            | 1.553                      | 15           | 23.300                               |                            | 0                          | 15           | 0                                    |
|          | 0                          |                            |              |                                      | 0                          |                            |              |                                      | 0                          |                            |              |                                      |
| <b>Σ</b> |                            |                            |              | 2.261.085                            |                            |                            |              | 1.536.970                            |                            |                            |              | 253.758                              |

U tabeli 50. prikazan je proračun bilansnih rezervi krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena na površinskim kopovima „Sušica” i „Rusevica”.

Ukupne mase unutar kontura projektovanih površinskih kopova iznose:

- površinski kop „Sušica”

$$1.473.014 \text{ m}^3$$

- površinski kop „Rusevica”

$$2.261.085 + 1.536.970 + 253.758 = 4.051.813 \text{ m}^3$$

Ukupna jalovina unutar kontura površinskog kopa, a izvan kontura detaljno istraženih rezervi iznosi:

$$253.758 \text{ m}^3$$

Površinska jalovina unutar kontura geoloških rezervi površinskog kopa „Rusevica” dobijena je na osnovu površine i prosečne debljine površinske jalovine.

$$V_j = 71.663 \cdot 1,2 = 85.996 \text{ m}^3$$

Prema tome ukupna jalovina na površinskom kopu „Rusevica” iznosi:

$$253.758 + 85.996 = 339.753 \text{ m}^3$$

Eksploatacione rezerve dobijene su odbijanjem eksploatacionih gubitaka (3%) od bilansnih rezervi zahvaćenih konturama površinskog kopa. U tabeli 49. prikazane su eksploatacione rezerve.

**Tabela 49. Proračun bilansnih rezervi unutar kontura površinskog kopa „Rusevica”**

| <i>Kategorija</i>                | <i>Masa u konturama m<sup>3</sup></i> | <i>Jalovina m<sup>3</sup></i> | <i>Bilansne rezerve m<sup>3</sup></i> | <i>Popravni koeficijent m<sup>3</sup></i> | <i>Eksploatacioni gubici 3%</i> | <i>Eksploatacione rezerve m<sup>3</sup></i> |
|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Površinski kop „Sušica”</b>   |                                       |                               |                                       |                                           |                                 |                                             |
| „A” + „B” + „C <sub>1</sub> ”    | 1.473.014                             |                               | 1.472.462                             | 1,0                                       | 44.190                          | 1.428.288                                   |
| <b>Površinski kop „Rusavica”</b> |                                       |                               |                                       |                                           |                                 |                                             |
| „B”                              | 2.261.085                             | 50.021                        | 2.211.064                             | 0,95                                      | 63.015                          | 2.037.496                                   |
| „C <sub>1</sub> ”                | 1.536.970                             | 35.975                        | 1.500.995                             | 0,95                                      | 42.778                          | 1.383.167                                   |
| „B” + „C <sub>1</sub> ”          | 3.798.055                             | 85.996                        | 3.712.059                             |                                           | 105.794                         | 3.420.663                                   |
| <b>„Sušica”+„Rusavica”</b>       | <b>5.271.069</b>                      | <b>85.996</b>                 | <b>5.185.073</b>                      |                                           | <b>149.984</b>                  | <b>4.849.487</b>                            |

#### 1.4.2.7 Količine jalovine

Ukupne količine jalovine u konturama površinskih kopova iznosi:

$$339.753 \text{ m}^3$$

#### 1.4.2.8 Srednji koeficijent otkrivke

Ukupne eksploatacione rezerve zahvaćene idejnim rešenjima površinskih kopova iznose 4.849.487 m<sup>3</sup>. odnosno:

$$1.428.824 * 2,7 + 3.420.663 * 2,68 = 13.025.202 \text{ t}$$

U istim konturama ima 339.754 m<sup>3</sup> jalovine, pa će srednji koeficijent otkrivke biti:

$$K_o = 339.753/4.849.487 = 0,07 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Srednji koeficijent izražen u tonama biće:

$$K_o = 339.753/13.025.202 = 0,026 \text{ m}^3/\text{t}$$

#### 1.4.2.9 Godišnji kapacitet i vek rudnika

Na osnovu plana Investitora godišnje će se otkopavati 400.000 t krečnjaka i to:

- 250.000 t (250.000/2,68 = 93.284 m<sup>3</sup>) sa površinskog kopa „Rusavica” i
- 150.000 t (150.000/2,7 = 55.556 m<sup>3</sup>) sa površinskog kopa „Sušica”.

Ukupne količine krečnjaka od 13.025.202 t obezbeđuju vek eksploatacije od:

$$T = 13.025.202/400.000 = 32,5 \text{ godina}$$

Na osnovu usvojenog broja radnih dana u godini od 220, dnevni kapacitet površinskog kopa će biti:

$$q_d = 400.000/220 = 1818,18 \cong 1.820 \text{ t/dan}$$

Odnosno:



- $250.000/220 = 1136,36$  t/dan odnosno  $424 \text{ m}^3/\text{dan}$  sa površinskog kopa „Rusavica” i
- $150.000/220 = 681,82$  t/dan odnosno  $253 \text{ m}^3/\text{dan}$  sa površinskog kopa „Sušica”.

Pri jednosmennom radu i koeficijentu efektivnosti od 0,7 efektivni časovni kapacitet će biti:

$$q_h = 1.820/(1 * 8 * 0,7) = 325 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ako se godišnjem kapacitetu dobijanja krečnjaka doda i površinska jalovina onda će merodavni kapacitet za izbor opreme biti:

$$q_h = 325 * 1,07 = 348 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{god} = 148.926 * 1,07 = 159.275 \text{ t/godišnje}$$

#### 1.4.2.10 Dinamički plan razvoja površinskog kopa

Ležište „Sušica” je otvoreno, dok je ležište „Rusavica” potrebno otvoriti i pripremiti za eksploataciju krečnjaka sa skedećim kapacitetima:

- Površinski kop „Sušica” 150.000 t/godišnje i
- površinski kop „Rusavica” 250.000 t/godišnje.

Sva investiciona ulaganja za postizanje projektovanog kapaciteta izvršiće se jednokratno u prvoj godini eksploatacije.

U tabeli 50. krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena, a na grafičkim prilogima 12. i 13. završni izgledi površinskih kopova.

**Tabela 50. Dinamika eksploatacije ( $\text{m}^3$  čvrste mase)**

| God.     | Površinski kop „Sušica” |                          | Površinski kop „Rusavica” |                          | Ukupno godišnje |                          |
|----------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|
|          | Krečnjak<br>t           | Jalovina<br>$\text{m}^3$ | Krečnjak<br>t             | Jalovina<br>$\text{m}^3$ | Krečnjak<br>t   | Jalovina<br>$\text{m}^3$ |
| I        | 150.000                 | -                        | 250.000                   | 10435                    | 400.000         | 10435                    |
| II       | 150.000                 | -                        | 250.000                   | 10435                    | 400.000         | 10435                    |
| III      | 150.000                 | -                        | 250.000                   | 10435                    | 400.000         | 10435                    |
| ...      |                         |                          |                           |                          |                 |                          |
| XXV      | 150.000                 |                          | 250000                    | 10435                    | 400.000         | 10435                    |
| XXVI     | 106.378                 |                          | 293.622                   | 10435                    | 400.000         | 10435                    |
| ...      |                         |                          |                           |                          |                 |                          |
| XXXIII   | -                       | -                        | 223.755                   | 5834                     | 223.755         | 5834                     |
| <b>Σ</b> | 3.856.378               | -                        | 9.167.377                 | 339.754                  | 13.025.202      | 339.754                  |

#### 1.4.2.11 Snabdevanje energijom, industrijskom i pitkom vodom

Kao pogonska energija za rad mašina i opreme na površinskim kopovima om kopu „Sušica” i „Rusavica” koristiće se električna energija i dizel gorivo.

Električnom energijom Površinski kop će se snabdevati iz javne distributivne mreže.

Snabdevanje dizel gorivom vršiće se iz najbliže benzinske stanice u Čačku.

Snabdevanje industrijskom vodom, koja će se na Površinskom kopu koristiti isključivo za obaranje prašine i hlađenje mašina, vrši se iz sopstvene kaptaze preko hidrantske mreže.

Voda za piće obezbeđivaće se specijalnim bidonima.

#### 1.4.2.12 Specifikacija potrebne opreme i radova

Za projektovani kapacitet površinskog kopova od 400.000 t/godišnje krečnjaka i ... č. m<sup>3</sup> jalovine potrebna je oprema prikazana u tabeli 51.

**Tabela 51. Spisak opreme na površinskim kopovima „Sušica” i „Rusavica”**

| <i>Nº</i>  | <i>Struktura</i>                | <i>Jed. mere</i> | <i>Količ.</i> | <i>Cena</i> | <i>Vrednost RSD</i> | <i>Stopa</i> | <i>Amortizacija RSD</i> |
|------------|---------------------------------|------------------|---------------|-------------|---------------------|--------------|-------------------------|
| <b>I</b>   | <b>Rudarska oprema</b>          |                  |               |             |                     |              |                         |
| 1.         | Bušača garnitura Atlas copco F7 | kom              | 1             | 4.500.000   | 4.500.000           | 10%          | 450.000                 |
| 2.         | Buldozer Caterpillar D7         | kom              | 1             | 3.750.000   | 3.750.000           | 10%          | 375.000                 |
| 3.         | Bager Libher 946                | kom              | 3             | 9.777.500   | 29.332.500          | 10%          | 2.933.250               |
| 4.         | Utovarac Libher 556 L           | kom              | 1             | 7.250.000   | 7.250.000           | 10%          | 725.000                 |
| 5.         | Damperi Volvo A25               | kom              | 4             | 10.700.000  | 42.800.000          | 14%          | 5.992.000               |
| 6.         | Cisterna za vodu                | kom              | 1             | 2.015.000   | 2.015.000           | 14%          | 282.100                 |
| 7.         | Terensko vozilo                 | kom              | 1             | 1.250.000   | 1.250.000           | 20%          | 250.000                 |
|            | <b>Ukupno I</b>                 |                  |               |             | <b>90.897.500</b>   |              | <b>11.007.350</b>       |
| <b>II</b>  | <b>Postrojenje za pripremu</b>  |                  |               |             |                     |              |                         |
| 1.         | Postrojenje za pripremu         | Kompl.           | 1             | 135.000.000 | 135.000.000         | 8%           | 10.800.000              |
|            | <b>Ukupno II</b>                |                  |               |             | <b>135.000.000</b>  |              | <b>10.800.000</b>       |
|            | <b>Svega osnovna sredstva</b>   |                  |               |             | <b>165.897.500</b>  |              | <b>21.807.350</b>       |
| <b>III</b> | <b>Osnivačka ulaganja</b>       |                  |               |             |                     |              |                         |
| 1.         | Osnivačka ulaganja              | Kompl.           | 1             | 25.000.000  | 25.000.000          | 20%          | 5.000.000               |
|            | <b>Ukupno III</b>               |                  |               |             | <b>25.000.000</b>   |              | <b>5.000.000</b>        |
|            | <b>Ukupno osnovna sredstva</b>  |                  |               |             | <b>250.897.500</b>  |              | <b>26.807.350</b>       |
|            | <b>Sveukupno:</b>               |                  |               |             | <b>250.897.500</b>  |              | <b>26.807.350</b>       |

#### 1.4.2.13 Normativi potrošnje energije, materijala i rezervnih delova

Troškovi normativnog materijala i energije na eksploataciji i pripremi krečnjaka dati su u tabelama 53. i 54. Normativ goriva određen je prema snagama motora i potrebnim efektivnim časovima rada (tabela 53).

**Tabela 52. Utrošci goriva i maziva na površinskom kopu „Sušica” i „Rusavica”**

| <i>Nº</i> | <i>Faza rada</i>         | <i>Snaga angažovane opreme kW</i> | <i>Efektivni časovi rada</i> | <i>Specifična potrošnja l/kWh</i> | <i>Koeficijent angažovanosti</i> | <i>Ukupna potrošnja</i> |
|-----------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 1.        | Bušenje                  | 168                               | 1.176                        | 0,2                               | 0,7                              | 27.660                  |
| 2.        | Utovar                   | 200                               | 1.570                        | 0,2                               | 0,7                              | 43.960                  |
| 3.        | Hidraulički razbijač     | 180                               | 379                          | 0,2                               | 0,7                              | 9.551                   |
| 4.        | Transport                | 182                               | 3.438                        | 0,2                               | 0,65                             | 81.343                  |
| 5.        | Pomoćni radovi           | 179                               | 900                          | 0,2                               | 0,7                              | 22.554                  |
| 6.        | Utovar gotovih proizvoda | 140                               | 617                          | 0,2                               | 0,55                             | 9.502                   |
|           | <b>Ukupno</b>            |                                   |                              |                                   |                                  | <b>194.569</b>          |

normativ goriva:

$$n_g = 194.569/400.000 = 0,49 \text{ L/t}$$

Ukupna potrošnja maziva kao 5% potrošnje goriva:

$$194.569 * 0,05 = 9.728 \text{ kg/god}$$

Normativ maziva:

$$n_m = 9.728/400.000 = 0,243 \text{ kg/t}$$

Utrošak pneumatika za kamione - za 5.000 efektivnih časova jedan komplet guma:

$$3.438 * 10/5000 = 20,628 \text{ kom/god}$$

Normativ pneumatika za kamione:

$$n_p = 20,628/2.449 = 0,00005157 \text{ kom/t}$$

Utrošak pneumatika za utovarače - za 10.000 efektivnih časova jedan komplet guma:

$$617 * 4/10000 = 0,2468 \text{ kom/god}$$

Normativ pneumatika za utovarače:

$$n_p = 0,2468/400.000 = 0,000000617 \text{ kom/t}$$

**Tabela 53. Normativi materijala i energije na eksploataciji krečnjaka**

| <i>Nº</i> | <i>Naziv materijala</i> | <i>Jed. mere</i> | <i>Normativ</i> | <i>Utrošak</i> | <i>Cena RSD</i> | <i>Vrednost RSD</i> |
|-----------|-------------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| 1.        | Dizel gorivo            | L                | 0,49            | 194.569,00     | 150,00          | 29.185.350,00       |
| 2.        | Maziva                  | kg               | 0,02            | 9.728,45       | 300,00          | 2.918.535,00        |
| 3.        | Gume utovarača          | kom              | 0,0000006       | 0,25           | 50000,00        | 12.340,00           |
| 4.        | Gume kamiona            | kom              | 0,0000516       | 6,88           | 16000,00        | 110.016,00          |
| 5.        | Eksplziv                | kg               | 0,126           | 50.400,00      | 130,00          | 6.552.000,00        |
| 6.        | Krune                   | kom              | 0,0009          | 360,00         | 20000,00        | 7.200.000,00        |
| 7.        | Šipke                   | kom              | 0,0002          | 80,00          | 10000,00        | 800.000,00          |
| 11.       | Ostalo                  | %                | 15%             | 15%            | 46.778.241,00   | 7.016.736,15        |
| Ukupno:   |                         |                  |                 |                |                 | <b>53.794.977</b>   |

**Tabela 54. Normativi materijala i energije na pripremi krečnjaka**

| <i>Nº</i> | <i>Materijal</i>       | <i>Jedinica mere</i> | <i>Normativ</i> | <i>Godišnja potrošnja</i> | <i>Cena RSD</i> | <i>Ukupno RSD</i> |
|-----------|------------------------|----------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| 1         | Električna energija    | kWh                  | 4,95            | 1.980.000,00              | 4,8             | 9.504.000,00      |
| 2         | Celik za drobilice     | kg                   | 0,06            | 24.000,00                 | 60              | 1.440.000,00      |
| 3         | Celične obloge za mlin | kg                   | 0               | 0,00                      | 140             | 0,00              |
| 4         | Sipke za mlevenje      | kg                   | 0               | 0,00                      | 120             | 0,00              |
| 5         | Mreže za sito          | kg                   | 0,02            | 8.000,00                  | 600             | 4.800.000,00      |
| 6         | Filter platno          | m²                   | 0,066           | 26.400,00                 | 250             | 6.600.000,00      |
| 7         | Vreće za pakovanje     | kom.                 | 0               | 0,00                      | 15              | 0,00              |
| 8         | Drvene palete          | kom.                 | 0               | 0,00                      | 200             | 0,00              |
| 9         | Gumena traka           | Kg                   | 0,004           | 1.600,00                  | 400             | 640.000,00        |
| 10        | Ostali troškovi        | %                    | 10%             | 10%                       | 22.984.000,00   | 2.298.400,00      |
| 11        |                        |                      |                 |                           |                 | <b>25.282.400</b> |

**Ukupni troškovi materijala i energije na godišnjem nivou iznose:**

$$53.794.977 + 25.282.400 = 79.077.377,15 \text{ RSD/Godišnje}$$

#### 1.4.2.14 Tehnička i biološka rekultivacija

Na području ležišta „Sušica” i „Rusavica” pretežno je rašireno kamenito zemljište sa tankim do 0,2 m deluvijalno-humusnim pokrivačem.

Kamenita tla-kamenjari (litosoli) sastavljena su od raspadnutog skeleta, koji se nije pokretao sa mesta postanka. Dubina im nije veća od 20-tak cm, a zatim prelaze u kompaktnu ili u slabo raspadnutu stenu. Po razvijenosti su vrlo bliski matičnoj steni. Zbog toga od vrste stene zavisi mogućnost ukorenjivanja biljaka. Obrazuju se na magmatskim stenama (kisele, neutralne, bazne) krečnjacima i dolomitima. To su siromašna i suva zemljišta. Nepovoljna su za razvoj korena biljaka i nemaju značaja za proizvodnju biljaka. Pošumljavanje ovakvog zemljišta iziskuje velike napore.

##### 1.4.2.14.1 Tehnička rekultivacija

Prema Projektu rekultivacije ukupna površina degradiranog zemljišta po površinskim kopovima iznosi:

- „Sušica” 61461 m<sup>2</sup> sa strukturom kako je prikazano u tabeli 55;
- „Rusavica” 92232 m<sup>2</sup> sa strukturom kako je prikazano u tabeli 55;

Pored toga degradirane su i površine koje su izvan kontura površinskog kopa na kojima je instalirano postrojenje za pripremu krečnjaka, kao i infrastrukturni objekti u službi površinskih kopova. Ukupna degradirana površina izvan kopnura površinskih kopova iznosi:

37508 m<sup>2</sup>

S obzirom da se na površinskom kopu „Sušica” jednim delom došlo do krajnjih granica konture, sa rekultivacijom je moguće započeti odmah, a dinamiku uskladiti tako da se sukcesivno sa eksploatacijom obavlja i rekultivacije.

U okviru tehničke rekultivacije izvršiće se priprema podloge terena (ravnanjem) do ostvarenja generalnog pada od minimalno 2 %, radi evakuacije površinskih voda i nanošenja humusa, debljine 0,2 m.

Kosine etaža, površinskog kopa, koje su pod nagibom preko 70° nisu predviđene za biološku rekultivaciju, pa će se kroz tehničku rekultivaciju okavati (odnosno osloboditi labavih komada stena) i prepustiti spontanjoj rekultivaciji.

**Tabela 55. Ukupno degradirane površine prema projektu rekultivacije**

| <i>Objekat</i>            | <i>Berma</i> | <i>Kosina</i> | <i>Ukupno</i> |
|---------------------------|--------------|---------------|---------------|
| Površinski kop „Sušica”   | 42.982       | 18.479        | 61.461        |
| Površinski kop „Rusavica” | 63.820       | 8412          | 92.232        |
| Postrojenje za pripremu   | 8384         |               | 8384          |
| Ostalo                    | 29124        |               | 29124         |
| Ukupno:                   | 144.310      | 46.891        | 191.201       |

##### 1.4.2.14.2 Biološka rekultivacija

Biološka rekultivacija sastojace se od sadnje drveća, setve trava i nege.

Nakon izvršenog odabira drveća za sadnju i trava za setvu pristupiće se pripremi zemljišta za sadnju i setvu.

Za sadnju drvenastih vrsta treba kopati rupe  $40 \times 40 \times 40$  cm. Jame se zapunjavaju sa zemljom pomešanom sa  $4 \text{ dm}^3$  treseta.

Sadnice koje se koriste za sadnju trebaju biti najboljeg kvaliteta, starosti 1 do 2 godine i visine 50 do 60 cm. Sve sadnice moraju biti zdrave, dobro odnegovane, posebno moraju imati dobro oformljen korenov sistem.

Svaki nabavljeni kontigent sadnog materijala obavezno mora posedovati uverenje o zdravstvenom stanju sadnica (atest). Ova zakonska obaveza mora se ispoštovati, ne samo zbog odgovornosti već i zbog sigurnijeg uspeha.

Za šumsko drveće pogodno vreme za sadnju je vreme kada se korenov sistem snažno razvija jer je tada i njegova regenerativna sposobnost najveća, a to vreme počinje u proleće (pre razvijanja pupoljka) i nastavlja se tokom proleća i početkom leta.

U jesen se porast korena nastavlja ali slabije nego u proleće, pa se u ovom slučaju predlaže prolećna sadnja i to u martu i aprilu.

Na isplaniranim površinama sa humusnim slojem od 20 cm, izvršiće se sejanje semenom smeše trava za podizanje veštačkih livada, u količini od  $45 \text{ kg/ha}$ .

Setvu semenom smeše trava za podizanje veštačkih livada obaviti u prolećnom periodu.

Setva smeše trava vršiće se ručno u istom periodu kada i sadnja.

Priprema smeše trava za setvu izvršilo bi se u vreme same sadnje.

U slučajevima gde se trava slabo ili nije primila treba izvršiti podsejavanje i ojačavanje travnih površina.

Pod negom sadnica podrazumeva se nega mladih kultura u prvim godinama, koja se sastoji u okopavanju i prašenju.

Okopavanje se vrši radi uništavanja korova, a praši da bi se uništila pokorica kroz čije pore velika količina vode iz zemljišta izlazi na površinu i isparava.

Razbijanjem pokorice postiže se aeracija, uništava se kapilarni sistem i privremeno se na površini dobije rastresiti sloj kroz koji voda teže izlazi na površinu i isparava. Obično se posle prve jače kiše ponovo stvori pokorica te je potrebno ponovno prašenje.

Prašenje se vrši kultivatorom ili motikom.

Prvo prašenje se obavlja odmah nakon sadnje, a ostala prašenja i kopanja prema potrebi.

Nega kultura se prekida krajem avgusta da bi korovske biljke koje kasnije izrastu štatile sadnice u toku zime od izdizanja tla usled dejstva mraza. U jesen korov slabo raste, te ne isparava suviše vlage i ne smeta sadnicama.

Nega travnih površina se sastoji u podsejavanju i ojačavanju površina na kojima se trava nije primila ili je slaba.

Pojasevima zasada veštačkih livada nije potrebna nikakva nega, a nakon 8 godina veštački zasad se sam obnavlja.

#### *1.4.2.15 Mere tehničke zaštite ljudi i objekata*

Svi radovi na eksploataciji moraju se odvijati u skladu sa: Zakonom o rudarstvu („Službeni glasnik RS” broj 101/15), Pravilnikom o tehničkim zahtevima za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina („Službeni glasnik RS”, broj 11/86), Pravilnikom o tehničkim zahtevima za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina („Službeni glasnik



RS” broj 96/2010).

Posebne mere zaštite će se regulisati posebnim uputstvima i naredbama koje će izdati tehnički rukovodilac površinskog kopa, a koja se prvenstveno odnose na:

1. Uputstva za rukovanje sa oruđima za rad
2. Uputstva o kretanju radnika i mašina na površinskom kopu
3. Periodična provera znanja radnika iz oblasti zaštite na radu
4. Uputstva o korišćenju ličnih i kolektivnih zaštitnih sredstava.

Tehnički rukovodilac površinskog kopa je dužan da naloži određene posebne mere zaštite, koje se moraju sprovesti i za svaku specifičnu, konkretnu situaciju koja se pojavi tokom eksploatacije.

Na površinskim kopovima „Sušica” i „Rusevica” biće instaliran mobilni sanitarni sistem.

Svi objekti moraju biti u funkciji sa ograničenjima definisanim u odgovarajućim dozvolama i saglasnostima, prema odobrenoj Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu eksploatacije andezita kao arhitektonsko-građevinskog kamena i važećim propisima.

Zaštita pomenutih objekata podrazumeva, najpre kvalitetno odvodnjavanje i protivpožarnu zaštitu, što podrazumeva izradu obodnih kanala i nabavku protivpožarnih aparata.

Na Površinskom kopu mora uvek biti odgovarajuća količina sanitetskog materijala, a u svakoj smeni odgovarajući broj radnika sa znanjem pružanja prve pomoći.

#### *1.4.2.16 Monitoring sistema na površinskom kopu*

Na Površinskim kopovima se moraju periodično kontrolisati: emisija i imisija prašine, buka i emisija prašine.

#### *1.4.2.17 Grafički prikaz površinskog kopa*

Prilog broj 4. Situacioni plan ležišta „Sušica” R=1:2500

Prilog broj 5. Situacioni plan ležišta „Rusevica” R =1:2000

Prilog broj 4. Završni izgled površinskog kopa „Sušica” R=1:2000

Prilog broj 4. Završni izgled površinskog kopa „Rusevica” R=1:2000

## **2 PRIKAZ PLASMANA MINERALNIH SIROVINA**

## 2.1 KOMERCIJALNI ASORTIMANI RUDNIČKIH PROIZVODA

Eksploatacija i priprema krečnjaka ležišta „Sušica” i „Rusavica” kod Čačka, projektovana je sa kapacitetom od 400.000 t/godišnje.

Sa planiranim kapacitetom krečnjaka očekuje se ukupan prihod od 188.000.000 RSD/godišnje (Tabela 56).

Tabela 56. Obračun ukupnog prihoda

| <i>Nº</i> | <i>Granulacija</i> | <i>Učešće %</i> | <i>Godišnja proizvodnja t</i> | <i>Cena RSD/t</i> | <i>Vrednost proizvodnje RSD/god</i> |
|-----------|--------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------------|
| 1.        | 0/300              | 100%            | 400.000                       | 470               | 188.000.000                         |
|           | Ukupno:            | 100%            | 400.000                       | 470               | 188.000.000                         |

$$UP = 400.000 \cdot 470 = 188.000.000 \text{ din/godišnje}$$

Prodajna cena je data na bazi najniže tržišne cene za 2018. godinu.

## 2.2 ANALIZA TRŽIŠTA KOMERCIJALNIH PROIZVODA RUDNIKA

Kvalitet matične stene i dobijenog komercijalnog proizvoda su najvažniji faktori koji utiču na plasman tehničko-građevinskog kamena kao arhitektonsko-građevinskog kamena.

Kvalitet krečnjaka dobijen iz ležišta „Sušica“ i „Rusavica”, zadovoljava sve uslove srpskih standarda za primenu u izgradnji savremenih puteva.

## 2.3 TOKOVI NOVCA

### 2.3.1 Troškovi sredstava za rad

U troškove sredstava za rad spadaju: amortizacija, investiciono i tekuće održavanje i osiguranje.

#### 2.3.1.1 Obračun troškova amortizacije

Amortizacija predstavlja zakonsko otpisivanje, odnosno smanjivanje vrednosti osnovnih sredstava, čiji se deo prenosi na novi proizvod.

Amortizacija kao oblik novčanog kapitala ima osnovnu svrhu da održava reprodukciju osnovnih sredstava. Međutim, u savremenim tržišnim privredama amortizacija se koristi i kao izvor finansiranja novih investicija, odnosno za proširenu reprodukciju.

Stepen korišćenja osnovnog sredstva može se iskazati odnosom njegove amortizovane vrednosti i nabavne vrednosti:

$$I_{os} = \frac{V_{am}}{V_{nb}} \cdot 100$$

gde je:

$I_{os}$  - iskorišćenost osnovnog sredstva,

$V_{am}$  - amortizovana vrednost,

$V_{nb}$  - nabavna vrednost.

Osnovica za obračun amortizacije je nabavna vrednost osnovnih sredstava. Novčani iznos koji izražava trošak određenog osnovnog sredstva, naziva se amortizaciona kvota.

Amortizaciona kvota predstavlja iznos amortizacije koji je u određenom vremenskom periodu (godina, mesec) prenet na nove proizvode i obračunat u amortizacioni fond preduzeća. Za ovaj iznos se umanjuje vrednost osnovnog sredstva u istom vremenskom intervalu.

Vremenska amortizacija obračunava trošenje osnovnog sredstva prema vremenskom periodu njegovog trošenja i na osnovu određenog i procenjenog veka trajanja. Ako se amortizacija izračunava u ravnomernim godišnjim iznosima, to je proporcionalna vremenska amortizacija.

Amortizaciona kvota kod proporcionalne amortizacije ( $A_q$ ) se dobija kada se nabavna vrednost osnovnog sredstva ( $A_v$ ) podeli sa planiranim vekom njegove upotrebe ( $h$ ):

$$A_q = \frac{V_n}{h}$$

Nabavnu vrednost čini fakturna cena, povećana za transportne troškove, troškove ambalažiranja i pakovanja, troškove osiguranja pri transportu, troškove montaže i ugradnje, poreze, carine, obuku kadrova itd.

Nabavna vrednost se tokom vremena menja. Za poslovanje preduzeća je vrlo značajno da utvrdi pravilno i egzaktno nabavnu vrednost osnovnih sredstava.

Amortizacija osnovnih sredstava sračunata po minimalnim stopama prikazana je u tabeli 57.

**Tabela 57. Obračun troškova amortizacije**

| <i>Nb</i> | <i>Struktura</i>        | <i>Nabavna vrednost<br/>RSD</i> | <i>Stopa</i> | <i>Amortizacija<br/>RSD</i> |
|-----------|-------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------------------|
| 1.        | Bušaća garnitura        | 4.500.000                       | 10%          | 450.000                     |
| 2.        | Buldozer Caterpillar D7 | 3.750.000                       | 10%          | 375.000                     |
| 3.        | Bager Libher 946        | 29.332.500                      | 10%          | 2.933.250                   |
| 4.        | Utovarac Libher 556 L   | 7.250.000                       | 10%          | 725.000                     |
| 5.        | Damperi Volvo A25       | 42.800.000                      | 14%          | 5.992.000                   |
| 6.        | Cisterna za vodu        | 2.015.000                       | 14%          | 282.100                     |
| 7.        | Terensko vozilo         | 1.250.000                       | 20%          | 250.000                     |
| 8.        | Postrojenje za pripremu | 135.000.000                     | 8%           | 10.800.000                  |
| 9.        | Osnivačka ulaganja      | 25.000.000                      | 20%          | 5.000.000                   |
|           | <b>Ukupno:</b>          | <b>250.897.500</b>              |              | <b>26.807.350</b>           |

### 2.3.1.2 Obračun investicionog i tekućeg održavanja

Pored amortizacije koja služi za konačnu zamenu osnovnih sredstava, troškovi održavanja su neophodni da bi osnovna sredstva „zadržala predviđenu funkciju“. Zbog česte promene zakonskih stopa amortizacije, osnovica za izračunavanje troška održavanja obično se računa kao procenat od vrednosti osnovnog sredstva.

U tabeli 58. prikazan je obračun troškova održavanja.

**Tabela Figure 58. Obračun troškova investicionog i tekućeg održavanja**

| <i><b>Nº</b></i> | <i><b>Struktura</b></i> | <i><b>Osnovica<br/>Din</b></i> | <i><b>Stopa<br/>%</b></i> | <i><b>Trošak<br/>Din</b></i> |
|------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 1.               | Građevinski radovi      | 0                              | 3%                        | 0                            |
| 2.               | Oprema                  | 225.897.500                    | 3%                        | 6.776.925                    |
|                  | <b>S V E G A</b>        | <b>225.897.500</b>             |                           | <b>6.776.925</b>             |

### 2.3.1.3 Kamate

Iz plana otplate kredita kamate na kredite za osnovna sredstva.

### 2.3.1.4 Premije osiguranja

Premija osiguranja je trošak koji je neophodno platiti osiguravajućoj kompaniji za slučaj okolnosti koje bi mogle negativno uticati na osnovna sredstva. Računa se kao proizvod ukupnih osnovnih sredstava i stope. Premiji osiguranja, treba posvetiti posebnu pažnju jer minimalna ulaganja po ovom osnovu nekada mogu zaštititi imovinu investitora od potencijalnih rizika.

U tabeli 59. prikazan je obračun premije osiguranja.

**Tabela 59. Obračun troškova premija osiguranja**

| <i><b>Nº</b></i> | <i><b>Struktura</b></i> | <i><b>Osnovica<br/>Din</b></i> | <i><b>Stopa<br/>%</b></i> | <i><b>Trošak<br/>Din</b></i> |
|------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 1.               | Građevinski radovi      | 0                              | 1%                        | 0                            |
| 2.               | Oprema                  | 225.897.500                    | 1,5%                      | 3.388.463                    |
|                  | <b>S V E G A</b>        | <b>225.897.500</b>             |                           | <b>3.388.463</b>             |

## 2.3.2 Tekući troškovi

Tekući troškovi predstavljaju: materijalni troškovi, troškovi plata i ostali nematerijalni troškovi

### 2.3.2.1 Troškovi normativnog materijala i energije

Materijalni troškovi obuhvataju troškove osnovnog i pomoćnog materijala i energije. Iz tabele 54. troškovi normiranog materijala i energije iznose:

79.077.377,15 Din/godišnje

### 2.3.2.2 Troškovi rada

Troškovi zarada su troškovi koje je investitor dužan da plati:

(1) radnicima, na ime njihovog doprinosa stvaranja nove vrednosti, odnosno proizvoda ili usluge i

(2) državi, na ime poreza i doprinosa.



Na osnovu potrebnog broja radnika i prosečnih bruto zarada radnika od 90.000 Din/mesec troškovi rada iznose:

$$23 * 12 * 90.000 = 24.840.000 \text{ Din/godišnje}$$

#### 2.3.2.3 Troškovi očuvanja i unapređenja životne sredine

Troškovi očuvanja i unapređenja životne sredine obračunati su u iznosu od 2,5% na troškove normiranog materijala i na godišnjem nivou iznose:

$$79.077.377,5 * 0,025 = 1.976.934,45 \text{ Din/godišnje}$$

#### 2.3.2.4 Naknada za korišćenje mineralnih sirovina

Prema Zakonu o naknadama za korišćenje javnih dobara ("Sl. glasnik RS", br. 95/2018 i 49/2019) za nemetalične sirovine i sirovine za dobijanje građevinskog materijala plaća se naknada i to (Prilog 1. Tabela 3):

Za tehničko-građevinski kamen 24 din/t

Ukupna godišnja naknada za korišćenje mineralne sirovine biće:

$$400.000 * 24 = 9.600.000 \text{ Din/godišnje}$$

### 2.3.3 Rekapitulacija cene koštanja

Kalkulacija cene koštanja izvršena je na osnovu prethodno iskazanih troškova.

Cena koštanja proizvoda predstavlja količnik ukupnih troškova i planiranog obima proizvodnje i sa porezom na dobit iznosi.

$$366,68 \text{ din/m}^3$$

Obračun proizvodne cene jedne tone krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena ležišta „Sušica” i „Rusavica”, franko utovareno u kamion kupca, prikazan je u tabeli 60.

## 2.4 ANALIZA KREDITNE SPOSOBNOSTI INVESTITORA

### 2.4.1 Analiza kreditne sposobnosti investitora i mogući razvoj tokom implementacije projekta

Investitor MINERAL RS DOO iz Beograda posluje u sastavu STRABAG grupe, posluje pozitivno i kreditno je sposoban da investira u kontinuitet proizvodnje krečnjaka.

## 2.5 ANALIZA OSETLJIVOSTI I RIZIKA

Analiza osetljivosti projekta podrazumeva analizu kretanja ekonomsko finansijskih pokazatelja usled porasta/smanjenja pojedinih stavki rashoda/prihoda u određenom procentu. Analiza osetljivosti funkcioniše na principu „šta ako“ se dese promene izabranih rizičnih stavki.

U fingiranim uslovima varijacija cena robe i ostalih troškova, dolazi do relativnog pada i rasta neto dobiti u zavisnosti od procenta povećanja, odnosno smanjenja cena, ali u nominalnim iznosima neto dobit i dalje ostaje pozitivna bez obzira na varijaciju.

Najveću osetljivost Projekat pokazuje na promenu prodajne cene proizvoda.

**Tabela 60. Kalkulacija cene koštanja**

| <i><b>№</b></i> | <i><b>Elementi</b></i>                     | <i><b>Valuta</b></i> | <i><b>Troškovi po jedinici<br/>Din/m<sup>3</sup></b></i> |
|-----------------|--------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------|
| 1.              | Troškovi normiranog materijala             | RSD                  | 197,69                                                   |
| 2.              | Investiciono održavanje                    | RSD                  | 16,94                                                    |
| 3.              | Nematerijalni troškovi                     | RSD                  | 0,00                                                     |
| 4.              | Proizvodne usluge                          | RSD                  | 3,98                                                     |
| 5.              | Ostali troškovi                            | RSD                  | 2,50                                                     |
| 6.              | Bruto plate radnika                        | RSD                  | 62,10                                                    |
| 7.              | Amortizacija                               | RSD                  | 26,14                                                    |
| 8.              | Ostali troškovi finansiranja               | RSD                  | 0,00                                                     |
| 9.              | Kamata na kredite                          | RSD                  | 1,29                                                     |
| 10.             | Naknada za korišćenje min. sirovina        | RSD                  | 24,00                                                    |
| 11.             | Premije osiguranja                         | RSD                  | 8,47                                                     |
| 12.             | Troškovi očuvanja životne sredine          | RSD                  | 4,94                                                     |
| 13.             | Troškovi istraživanja                      | RSD                  | 0,39                                                     |
| 14.             | Nepredviđeni troškovi                      | RSD                  | 0,00                                                     |
| 15.             | Vanredni rashodi                           | RSD                  | 0,00                                                     |
| <b>Ukupno</b>   |                                            |                      | 348,44                                                   |
|                 | Proizvodna cena bez poreza na dobit        | RSD                  | 348,44                                                   |
|                 | <b>Prosečna prodajna cena</b>              | RSD                  | 470,00                                                   |
|                 | Osnovica za porez na dobit                 | RSD                  | 121,56                                                   |
|                 | Porez na dobit                             | RSD                  | 18,23                                                    |
|                 | <b>Proizvodna cena sa porezom na dobit</b> | <b>RSD</b>           | 366,68                                                   |

## 2.6 DINAMIČKA OCENA INVESTICIONOG PROJEKTA

Dinamički pokazatelji utvrđeni su na osnovu sagledavanja vremenskog perioda u kojem se analiziraju efekti Projekta.

Dinamička ocena obuhvata:

- Metod neto sadašnje vrednosti,
- Metod interne stope rentabilnosti i

Za razliku od statičke ocene, čiji pokazatelji daju presek po zadatim dimenzijama na određeni dan i korisno služe za upoređivanje sa drugim projektima u istoj grani, pokazatelji dinamičke ocene projekta imaju karakter celovitosti i sveobuhvatnosti svih vrednosti iz projekta, naspram uložених sredstava. Dinamičke metode ocene projekta pripadaju savremenoj ekonometrijskoj investicionoj analizi i kao takve u vrednovanju imaju karakter eliminacionih kriterijuma.

### 2.6.1.1 Neto sadašnja vrednost

Neto sadašnja vrednost – zbir neto pozitivnih efekata projekta iz njegovog ekonomskog toka, aktueliziranih na sadašnju vrednost, kamatnom stopom predviđenom uslovima Konkursa. Radi se o integralnom i apsolutnom pokazatelju za ocenu ekonomske rentabilnosti i prihvatljivosti projekta. Da bi projekat bio prihvatljiv neto sadašnja vrednost mora biti veća od nule, što znači da pozitivni efekti projekta nadmašuju troškove ulaganja (Tabela 61).

$$NPV = 337.194.127 \text{ RSD.}$$

### 2.6.1.2 Interna stopa rentabilnosti

Interna stopa rentabilnosti – izjednačava pozitivne i negativne efekte svedene na sadašnju vrednost. To je ona stopa pod kojom bi se mogla zadužiti i plasirati sredstva koja angažuje projekat, a da rezultat bude neutralan u ukupnom veku projekta (tabela 61).

$$IRR = 74,99\%$$

Ovaj pokazatelj se tretira kao formalni kriterijum za ocenu rentabilnosti projekta i predstavlja onu diskontnu stopu koja sadašnju vrednost projekta svodi na nulu.

## 2.7 ANALIZA ODRŽIVOSTI/DOSTUPNOSTI PROJEKTA

S obzirom da su rezerve krečnjaka u ležištima „Sušica” i „Rusavica” obezbeđuju vek, sa projektovanim kapacitetom, preko 25 godina nema potrebe za dodatnim istraživanjima za duži niz godina.

Sva investiranja u toku eksploatacije mogu se izvršiti iz amortizacionog fonda, s obzirom da nakon osme godine, amortizacija ostaje slobodna za servisiranje novih investicionih ulaganja.

Tabela 61. Projekcija ekomomskog toka (RSD)

| №   | E L E M E N T I                             | UKUPNO        | 0            | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           | ... | 20          |
|-----|---------------------------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|-------------|
| I   | I U K U P A N P R I H O D                   | 4.512.000.000 | -            | 188.000.000 | 188.000.000 | 188.000.000 | 188.000.000 | 188.000.000 |     | 188.000.000 |
| 1.  | Prihod od proizvodnje                       | 4.512.000.000 | -            | 188.000.000 | 188.000.000 | 188.000.000 | 188.000.000 | 188.000.000 |     | 188.000.000 |
| 2.  | Ostali prihodi                              | -             | -            | -           | -           | -           | -           | -           |     | -           |
| 3.  | Ostatak projekta                            |               | -            | -           | -           | -           | -           | -           |     | -           |
| II  | I I R A S H O D I                           | 3.358.863.891 | 30.000.000   | 158.136.494 | 157.814.852 | 157.460.241 | 157.069.283 | 156.638.251 |     | 128.405.680 |
| 1.  | - Investicije                               | 30.000.000    | 30.000.000   | -           | -           | -           | -           | -           |     | -           |
| 2.  | Troškovi norm.mat.i energije                | 1.897.857.052 | -            | 79.077.377  | 79.077.377  | 79.077.377  | 79.077.377  | 79.077.377  |     | 79.077.377  |
| 3.  | Investiciono održavanje                     | 162.646.200   | -            | 6.776.925   | 6.776.925   | 6.776.925   | 6.776.925   | 6.776.925   |     | 6.776.925   |
| 4.  | Sitan inventar                              | -             | -            | -           | -           | -           | -           | -           |     | -           |
| 5.  | Proizvodne usluge                           | 38.194.680    | -            | 1.591.445   | 1.591.445   | 1.591.445   | 1.591.445   | 1.591.445   |     | 1.591.445   |
| 6.  | Ostale usluge                               | 24.000.000    | -            | 1.000.000   | 1.000.000   | 1.000.000   | 1.000.000   | 1.000.000   |     | 1.000.000   |
| 7.  | Bruto plate radnika                         | 596.160.000   | -            | 24.840.000  | 24.840.000  | 24.840.000  | 24.840.000  | 24.840.000  |     | 24.840.000  |
| 8.  | Amortizacija                                | 234.697.500   | -            | 26.807.350  | 26.807.350  | 26.807.350  | 26.807.350  | 26.807.350  |     | -           |
| 9.  | Ostali troškovi finansiranja                | -             | -            | -           | -           | -           | -           | -           |     | -           |
| 10. | Kamate na kredite                           | 12.430.067    | -            | 2.923.464   | 2.601.822   | 2.247.211   | 1.856.253   | 1.425.221   |     | -           |
| 11. | Naknada za korišćenje min. sirovine         | 230.400.000   | -            | 9.600.000   | 9.600.000   | 9.600.000   | 9.600.000   | 9.600.000   |     | 9.600.000   |
| 12. | Premija osiguranja                          | 81.323.100    | -            | 3.388.463   | 3.388.463   | 3.388.463   | 3.388.463   | 3.388.463   |     | 3.388.463   |
| 13. | Troškovi očuvanja životne sredine           | 47.446.426    | -            | 1.976.934   | 1.976.934   | 1.976.934   | 1.976.934   | 1.976.934   |     | 1.976.934   |
| 14. | Troškovi istraživanja                       | 3.708.866     | -            | 154.536     | 154.536     | 154.536     | 154.536     | 154.536     |     | 154.536     |
| 15. | Nepredviđeni troškovi                       | -             | -            | -           | -           | -           | -           | -           |     | -           |
| 16. | Vanredni rashodi                            | -             | -            | -           | -           | -           | -           | -           |     | -           |
| III | N E T O P R I H O D                         | 1.153.136.109 | (30.000.000) | 29.863.506  | 30.185.148  | 30.539.759  | 30.930.717  | 31.361.749  |     | 59.594.320  |
|     | Diskontna stopa                             |               | 12,00%       | 12,00%      | 12,00%      | 12,00%      | 12,00%      | 12,00%      |     | 12,00%      |
|     | Eksponent                                   |               | 0,5          | 1,5         | 2,5         | 3,5         | 4,5         | 5,5         |     | 20,5        |
|     | Diskontni faktor                            |               |              | 0,844       | 0,753       | 0,673       | 0,601       | 0,536       |     | 0,098       |
| IV  | D I S K O N T O V A N I N E T O P R I H O D | -             | (30.000.000) | 25.194.965  | 22.737.790  | 20.540.099  | 18.574.147  | 16.815.165  |     | 5.837.614   |
|     |                                             | 270.080.740   |              |             |             |             |             |             |     |             |
| V   |                                             | 74,99%        |              |             |             |             |             |             |     |             |

### **3 PRIKAZ MERA ZAŠTITE I SANACIJE ŽIVOTNE SREDINE I UTICAJA EKSPLOATACIJE NA DRUŠTVENU ZAJEDNICU**

### ***3.1 Prikaz mera zaštite i sanacije životne sredine***

#### **3.1.1 Uticaj rudarskih radova i objekata u svim fazama tehnoloških procesa eksploatacije andezita na životnu sredinu**

Za površinske kopove „Sušica” i „Rusavica” u toku je izrada Studije o proceni uticaja na životnu sredinu eksploatacije krečnjaka kao tehničko-građevinskog kamena. Studija će biti izrađena prema obimu i sadržaju odobrenom od Ministarstva životne sredine i Pravilniku o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu.

Ocenjeni su kao dominantni uticaji na životnu sredinu: buka i polutanti aero zagađenja kao posledica sagorevanja dizel goriva u motorima sa unutrašnjim sagorevanjem, prašina i degradiranje zemljišta.

Ocena je da su uticaji na životnu sredinu neznatni, pri primeni projektovanih mera zaštite, a da je pojava akcidenata gotovo isključena.

#### **3.1.2 Mere zaštite životne sredine usled uticaja rudarskih radova i objekata u svim fazama tehnoloških procesa eksploatacije i pripreme mineralnih sirovina**

Glavnim rudarskim projektom eksploatacije koji je u fazi izrade definišće se svi aspekti zaštite i sanacije.

##### ***3.1.2.1 Biodiverzitet***

1. Krčenje drveća i grmlja obavljati od početka aprila do kraja juna, odnosno izvan reproduktivnog ciklusa ptica.

2. Biološku rekultivaciju obavljati autohtonim vrstama biljaka, koristeći prirodi bliske metode. Nisu dozvoljene invazivne biljne vrste.

##### ***3.1.2.2 Geonasleđe***

1. Pronađena geološka i paleontološka dokumenta (fosili, minerali, kristali i dr.) koja bi mogla predstavljati zaštićenu prirodnu vrednost nalazač je dužan da prijavi Ministarstvu u roku od osam dana od dana pronalaska, i preduzme mere zaštite od uništenja, oštećivanja ili krađe.

##### ***3.1.2.3 Površinske i podzemne vode***

1. Iskopanu mineralnu sirovinu i jalovinu deponovati na način da se spreči raznošenje i spiranje na niže delove, kako ne bi došlo do zatrpavanja postojećih kanala, vododerina i bujičnih tokova.

2. Sanitarne otpadne vode prikupljati u nepropusnu septičku jamu, a sadržaj zbrinjavati putem ugovora sa ovlašćenim komunalnim preduzećem.

3. Snabdevanje gorivom za mašine obavljati na uređenom mestu za pretakanje sa nadstrešnicom, vodonepropusnim dnom i obodno izgrađenom barijerom kako eventualno proliveno gorivo ne bi dospelo u okolno zemljište.



4. Atmosferske otpadne vode sa površina koje bi mogle biti zamašćene ili zauljene propuštati kroz separator ulja i masti.

#### 3.1.2.4 Zemljište

1. Tokom eksploatacije humus odlagati na privremeno odlagalište, odvojeno od jalovinskog stenskog materijala.

2. Deponobnu jalovinu upotrebiti za tehničku sanaciju i biološku rekultivaciju.

#### 3.1.2.5 Vazduh

1. Unutrašnje saobraćajnice i manipulativne površine tokom rada u sušnim periodima po potrebi polivati vodom.

2. Održavati i čistiti pristupnu saobraćajnicu, a u sušnim periodima po potrebi polivati vodom.

3. Bušaću garnituru i postrojenje za pripremu krečnjaka opremiti sistemom koji garantuje minimalnu emisiju prašine.

4. Tokom prevoza sitnih granulacija krečnjaka javnim saobraćajnicama, prekrivati sanduk kamiona ceradom.

5. Nabavljati, primenjivati i redovito održavati ekološki prihvatljivije rudarske mašine i opremu sa ugrađenim zaštitnim filterima, katalizatorima i dr. tehnološkim uređajima koji smanjuju emisiju.

#### 3.1.2.6 Pejzaž

1. Izraditi projekt rekultivacije.

2. Paralelno sa eksploatacijom sprovoditi tehničku sanaciju površinskog kopa, a u dijelovima gde je završena konačna tehnička sanacija paralelno sa eksploatacijom izvoditi i biološku rekultivaciju.

3. Zadržati što više prirodne vegetacije na ivicama eksploatacijskog polja kako bi degradirane površine ostale vizualno zaklonjene.

#### 3.1.2.7 Kulturno blago

1. Ukoliko se tokom eksploatacije primete arheološki ili drugi kulturno-istorijski nalazi obavijestiti nadležni Zavod za zaštitu spomenika kulture

#### 3.1.2.8 Buka

1. Radove na površinskom kopu izvoditi u skladu sa predviđenim radnim vremenom.

2. Radne mašine, postrojenja i vozila redovno kontrolisati i održavati kako u radu ne bi nastupila povećana emisija buke u odnosu na nivo od 55 dB(A) dopušten u naseljima.

### 3.1.2.9 Otpad

1. Komunalni otpad razvrstavati u korisni otpad (ambalaža) i predavati ovlaštenim sakupljačima otpada, a ostatke nekorisnog komunalnog otpada predavati za zbrinjavanje komunalnom preduzeću grada Čačka.

2. Opasni i neopasni otpad odvojeno skupljati u propisne i označene posude, o čemu voditi dokumentaciju, a zatim predavati ovlaštenim sakupljačima otpada.

## 3.2 Uticaj eksploatacije na društvenu zajednicu

Investiranje u eksploataciju andezita kao tehničkog građevinskog kamena, uz primenu predviđenih mera zaštite i rekultivacije, mogu imati samo pozitivne efekte na društvenu zajednicu.

Puna društvena opravdanost projekta ogleda se kroz:

- porast društvenog proizvoda;
- porast zaposlenosti;
- porast standarda građana;
- porast privredne aktivnosti u opštini;
- porast prihoda budžeta Republike i Opštine;
- visok stepen rentabilnosti projekta i sigurnost za vraćanje kredita.

### 3.2.1 Uticaj na socijalnu strukturu stanovništva

Bez uticaja.

### 3.2.2 Javnih i ostalih objekata u zoni uticaja rudarskih radova

U zoni uticaja Površinskog kopa nema objekata infrastrukture, niti objekata individualnog ruralnog stanovanja.

### 3.2.3 Kategorizacije i izmene strukture zemljišta

Privremena prenamena poljoprivrednog zemljišta u kamenolom. Privođenje nameni šume i pašnjaka nakon sanacije i rekultivacije eksploatacijom degradiranih površina.

### 3.2.4 Izmeštanja objekata infrastrukture

Nema izmeštanja objekata infrastrukture.

## 3.3 Grafički deo

Sastoji se od situacione karte završnog stanja rudarskih objekata, sa prikazom predviđene tehničke i biološke rekultivacije.

#### **4 PRIKAZ POTREBNIH NOVČANIH SREDSTAVA KOJA ĆE BITI ANGAŽOVANA I BROJ ZAPOSLENIH**

#### 4.1 STRUKTURA I BROJ ZAPOSLENIH

Za rad u jednoj smeni potrebno je ukupno 23 radnika. U tabeli 62. prikazana je potrebna radna snaga prema kvalifikacionoj strukturi.

Tabela 62. Broj i kvalifikaciona struktura radnika na površinskom kopu „Sušica“

| №   | Naziv radnog mesta                           | Stepe stručne spreme | Broj izvršilaca |        |
|-----|----------------------------------------------|----------------------|-----------------|--------|
|     |                                              |                      | U smeni         | Ukupno |
| 1.  | Direktor                                     | VII                  | 1               | 1      |
| 2.  | Tehnički rukovodilac površinskog kopa        | VII                  | 1               | 1      |
| 3.  | Zaštita na radu i zaštita životne sredine    | VII                  | 1               | 1      |
| 4.  | Tehnički rukovodilac postrojenja za pripremu | VII                  | 1               | 1      |
| 5.  | Šef komercijale                              | VII                  | 1               | 1      |
| 6.  | Poslovođa kamenoloma                         | V                    | 1               | 1      |
| 7.  | Rudar bušać                                  | V                    | 4               | 4      |
| 8.  | Rukovaoc rudarskih mašina                    | V                    | 9               | 9      |
| 9.  | Rukovalac drobiličnog postrojenja            | V                    | 1               | 2      |
| 10. | Operater na vagi                             | IV                   | 1               | 1      |
| 11. | Spremačica                                   | II                   | 1               | 1      |
|     | Ukupno                                       |                      | 22              | 23     |

S obzirom da je planirani prosečni bruto lični dohodak u iznosu od 75.000 RSD, ukupni troškovi radne snage iznose:

$$90.000 \cdot 23 \cdot 12 = 24.840.000 \text{ RSD}$$

#### 4.2 INVESTICIONA ULAGANJA U FAZI PRIPREME ZA OTVARANJE RUDNIKA (IZGRADNJA RUDNIČKE INFRASTRUKTURE)

Ulaganja u površinske kopove „Sušica“ i „Rusavica“ izvršiće se, jednokratno i to na ime nabavke nove i reparature postojeće opreme i osnivačkih ulaganja, u iznosu od:

$$30.000.000 \text{ dinara}$$

##### 4.2.1 Amortizacioni plan otplate kredita

Investiciona ulaganja u Površinske kopove prikazana su u tabeli 63.

Anuiteti su obračunati polugodišnje u nazad pod uslovima iz konstrukcije finansiranja. Prilikom obračuna anuiteta interkalarna kamata je pripisana glavnom dugu.

$$\begin{aligned}
 IKK &= K \cdot I_p^n \\
 A &= (K + IKK) \cdot V_p^n \\
 I_p^n &= \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n \\
 V_p^n &= p^n + \frac{p^n \cdot (p - 1)}{p^n - 1}
 \end{aligned}$$

U tabeli 66. prikazan je plan amortizacije kredita za osnovna sredstva.

#### 4.2.2 Ukupna vrednost opreme i radova nakon investicionih ulaganja

Ukupna vrednost postojeće opreme nakon reparature i doinvestiranja prikazana je u tabeli 63.

**Tabela 63. Tehnička struktura ulaganja u osnovna sredstva**

| <i>№</i>   | <i>Struktura</i>                | <i>Jed. mere</i> | <i>Količ.</i> | <i>Cena</i> | <i>Vrednost RSD</i> |
|------------|---------------------------------|------------------|---------------|-------------|---------------------|
| <b>I</b>   | <b>Rudarska oprema</b>          |                  |               |             |                     |
| 1.         | Bušaća garnitura Atlas copco F7 | <b>kom</b>       | 1             | 4.500.000   | 4.500.000           |
| 2.         | Buldozer Caterpillar D7         | <b>kom</b>       | 1             | 3.750.000   | 3.750.000           |
| 3.         | Bager Libher 946                | <b>kom</b>       | 3             | 9.777.500   | 29.332.500          |
| 4.         | Utovarac Libher 556 L           | <b>kom</b>       | 1             | 7.250.000   | 7.250.000           |
| 5.         | Damperi Volvo A25               | <b>kom</b>       | 4             | 10.700.000  | 42.800.000          |
| 6.         | Cisterna za vodu                | <b>kom</b>       | 1             | 2.015.000   | 2.015.000           |
| 7.         | Terensko vozilo                 | <b>kom</b>       | 1             | 1.250.000   | 1.250.000           |
|            | <b>Ukupno I</b>                 |                  |               |             | <b>90.897.500</b>   |
| <b>II</b>  | <b>Postrojenje za pripremu</b>  |                  |               |             |                     |
| 1.         | Postrojenje za pripremu         | <b>Kompl.</b>    | 1             | 135.000.000 | 135.000.000         |
|            | <b>Ukupno II</b>                |                  |               |             | <b>135.000.000</b>  |
|            | <b>Svega osnovna sredstva</b>   |                  |               |             | <b>165.897.500</b>  |
| <b>III</b> | <b>Osnivačka ulaganja</b>       |                  |               |             |                     |
| 1.         | Osnivačka ulaganja              | <b>Kompl.</b>    | 1             | 25.000.000  | 25.000.000          |
|            | <b>Ukupno III</b>               |                  |               |             | <b>25.000.000</b>   |
|            | <b>Ukupno osnovna sredstva</b>  |                  |               |             | <b>250.897.500</b>  |
|            | <b>Sveukupno:</b>               |                  |               |             | <b>250.897.500</b>  |

#### 4.3 INVESTICIONA ULAGANJA U FAZI EKSPLOATACIJE

Sva investiciona ulaganja u fazi eksploatacije odnose se na investicionu zamenu osnovnih sredstava koja će se vršiti iz amortizacionog fonda.

**Tabela 64. Amortizacioni plan kredita za osnovna sredstva**

| OSNOVICA ZA ANUITET    |                      | 30.000.000            |                      |                     |                         |                        |
|------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| GODIŠNJA KAMATNA STOPA |                      | 10,00%                |                      |                     |                         |                        |
| BROJ ANUITETA U GODINI |                      | 2                     |                      |                     |                         |                        |
| ROK OTPLATE KREDITA    |                      | 5                     |                      |                     |                         |                        |
| POLUGODIŠNJI ANUITET   |                      | 3030719,084           |                      |                     |                         |                        |
| GODIŠNJI ANUITET       |                      | 6061438,167           |                      |                     |                         |                        |
| <i>№ ANUITET.</i>      | <i>ANUITET RSD</i>   | <i>OTPLATNA KVOTA</i> | <i>KAMATA</i>        | <i>OSTATAK DUGA</i> | <i>GODIŠNJA OTPLATA</i> | <i>GODIŠNJA KAMATA</i> |
| 0                      | -                    | -                     | -                    | 30.000.000,00       |                         |                        |
| 1                      | 3.030.719,08         | 1.530.719,08          | 1.500.000,00         | 28.469.280,92       |                         |                        |
| 2                      | 3.030.719,08         | 1.607.255,04          | 1.423.464,05         | 26.862.025,88       | 3.137.974,12            | 2.923.464,05           |
| 3                      | 3.030.719,08         | 1.687.617,79          | 1.343.101,29         | 25.174.408,09       |                         |                        |
| 4                      | 3.030.719,08         | 1.771.998,68          | 1.258.720,40         | 23.402.409,41       | 3.459.616,47            | 2.601.821,70           |
| 5                      | 3.030.719,08         | 1.860.598,61          | 1.170.120,47         | 21.541.810,80       |                         |                        |
| 6                      | 3.030.719,08         | 1.953.628,54          | 1.077.090,54         | 19.588.182,25       | 3.814.227,16            | 2.247.211,01           |
| 7                      | 3.030.719,08         | 2.051.309,97          | 979.409,11           | 17.536.872,28       |                         |                        |
| 8                      | 3.030.719,08         | 2.153.875,47          | 876.843,61           | 15.382.996,81       | 4.205.185,44            | 1.856.252,73           |
| 9                      | 3.030.719,08         | 2.261.569,24          | 769.149,84           | 13.121.427,57       |                         |                        |
| 10                     | 3.030.719,08         | 2.374.647,71          | 656.071,38           | 10.746.779,86       | 4.636.216,95            | 1.425.221,22           |
|                        | 3.030.719,08         | 2.493.380,09          | 537.338,99           | 8.253.399,77        |                         |                        |
|                        | 3.030.719,08         | 2.618.049,10          | 412.669,99           | 5.635.350,68        | 5.111.429,19            | 950.008,98             |
|                        | 3.030.719,08         | 2.748.951,55          | 281.767,53           | 2.886.399,13        |                         |                        |
|                        | 3.030.719,08         | 2.886.399,13          | 144.319,96           | 0,00                | 5.635.350,68            | 426.087,49             |
| <b>UKUPNO</b>          | <b>33.337.909,92</b> | <b>21.746.600,23</b>  | <b>11.591.309,69</b> |                     | <b>19.253.220,14</b>    | <b>11.053.970,70</b>   |

#### 4.4 INVESTICIONA ULAGANJA U FAZI ZATVARANJA RUDNIKA

Ukupna površina površinskog kopa „Visoka“ je oko 1,744 ha. Na kosine otpada 11.027 m<sup>2</sup>, a na ravne površi 6.410 m<sup>2</sup>. Od ukupne površine za rekultivaciju se predviđa 60% površine kroz sadnju drveća i segvu trava.

U tabeli 65. prikazana je kalkulacija cene biološke rekultivacije po jenom hektaru.

**Tabela 65. Predmer i predračun radova na rekultivaciji po ha (u RSD)**

| <i><b>№</b></i>                                | <i><b>Vrsta radova</b></i>           | <i><b>Jed.mere</b></i> | <i><b>Količina</b></i> | <i><b>Cena</b></i> | <i><b>Iznos</b></i> |
|------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|---------------------|
| <b>I Zasnivanje veštačke livade po hektaru</b> |                                      |                        |                        |                    |                     |
| 1.                                             | Treset                               | m <sup>3</sup>         | 8                      | 2.940,00           | 23.520,00           |
| 2.                                             | Rasturanje treseta                   | nadnica                | 1                      | 1.470,00           | 1.470,00            |
| 3.                                             | Đubrivo NPK(15:15:15)                | kg                     | 300                    | 105,00             | 31.500,00           |
| 4.                                             | Rasturanje đubriva                   | nadnica                | 1                      | 1.470,00           | 1.470,00            |
| 5.                                             | Duboko oranje                        |                        | 1                      | 18.900,00          | 18.900,00           |
| 6.                                             | Tanjiranje                           |                        | 1                      | 9.240,00           | 9.240,00            |
| 7.                                             | Smeša trava                          |                        | 1                      | 37.380,00          | 37.380,00           |
| 8.                                             | Setva semena ručno                   |                        | 1                      | 9.240,00           | 9.240,00            |
| 9.                                             | Valjanje                             |                        | 1                      | 9.240,00           | 9.240,00            |
| 10.                                            | Košanje                              |                        | 1                      | 9.240,00           | 9.240,00            |
| 11.                                            | Iznošenje trave                      |                        | 1                      | 4.200,00           | 4.200,00            |
| 12.                                            | Đubrivo NPK(15:15:15) prihranjivanje | kg                     | 200                    | 105,00             | 21.000,00           |
| 13.                                            | Rasturanje đubriva                   |                        | 1                      | 7.560,00           | 7.560,00            |
| 14.                                            | Prevoz đubriva, treseta i semena     |                        | 1                      | 588,00             | 588,00              |
|                                                | <b>Ukupno zasnivanje livade</b>      |                        |                        |                    | <b>184.548</b>      |
| <b>II Sadjnja drveća</b>                       |                                      |                        |                        |                    |                     |
| 1.                                             | Sadnice crnog bora                   | kom                    | 2500                   | 5,90               | 14750,00            |
| 2.                                             | Sadnice šiblja                       | kom                    | 500                    | 92,00              | 46000,00            |
| 3.                                             | Utovar sadnica                       | dan                    | 1                      | 1470,00            | 1470,00             |
| 4.                                             | Raznošenje sadnica                   | dan                    | 1                      | 1470,00            | 1470,00             |
| 5.                                             | Obeležavanje                         | dan                    | 7,5                    | 1470,00            | 11025,00            |
| 6.                                             | Kopanje jama i sadnja                | dan                    | 50                     | 1470,00            | 73500,00            |
| 7.                                             | Rukovođenje                          | dan                    | 6                      | 1650,00            | 9900,00             |
| 8.                                             | Stručni nadzor i kontrola            | dan                    | 1                      | 2259,00            | 2259,00             |
| 9.                                             | Zemlja za jame sa prevozom           | m <sup>3</sup>         | 144                    | 550,00             | 79200,00            |
| 10.                                            | Treset                               | m <sup>3</sup>         | 19                     | 2039,00            | 38741,00            |
| 11.                                            | Opšti troškovi                       | /                      | /                      | /                  | 19924,80            |
|                                                | <b>Ukupno pošumljavanje</b>          | /                      | /                      | /                  | <b>298239,80</b>    |
| <b>III Nega kultura po hektaru</b>             |                                      |                        |                        |                    |                     |
| 1.                                             | Đubrivo NPK(15:15:15)                | kg                     | 600                    | 23,40              | 14.040,00           |
| 2.                                             | Okopavanje I i II godine             | nadnica                | 11                     | 1.470,00           | 16.170,00           |
|                                                | <b>Ukupno nega</b>                   |                        |                        |                    | <b>30.210</b>       |





## **5.1 SPISAK PRILOGA**

Prilog broj 1. Saobraćajna karta R = 1:600.000

Prilog broj 2. Topografska karta šireg prostora ležišta R=1:25000

Prilog broj 3. Geološka karta šireg područja R=1:100.000

Prilog broj 4. Situacioni plan ležišta „Sušica” R =1:1000

Prilog broj 5. Situacioni plan ležišta „Rusevica” R =1:2500

Prilog broj 6. Geološki plan ležišta „Rusevica” R =1:2500

Prilog broj 7. Plan rezervi ležišta „Sušica” R =1:1000

Prilog broj 8. Plan rezervi ležišta „Rusevica” R =1:2500

Prilog broj 9. Završni izgled površinskog kopa „Sušica” R=1:2000

Prilog broj 10. Završni izgled površinskog kopa „Rusevica” R=1:2000

Prilog broj 11. Tehnološka šema eksploatacije krečnjaka

Prilog broj 12. Tehnološka šema pripreme krečnjaka