

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta

Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Ostrava 2014

Bc. Richard Sochor

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta

Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

GENERÁLNÍ TECHNICKÝ PROJEKT TRHACÍCH PRACÍ VELKÉHO
ROZSAHU – LOM SKOUPÝ

GENERAL TECHNICAL PROJECT OF MAJOR BLASTING WORKS
QUARRY SKOUPÝ

Diplomová práce

Autor:

Bc. Richard Sochor

Vedoucí diplomové práce:

Doc. Ing. Milan Mikoláš, Ph.D.

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Richard Sochor**
Studijní program: N2111 Hornictví
Studijní obor: 2101T008 Hornické inženýrství
Téma: Generální technický projekt trhacích prací velkého rozsahu - Lom Skoupý
General technical project of major blasting works - Quarry Skoupý

Zásady pro vypracování:

Úvod

1. Geografie, geologie a hydrogeologie ložiska
2. Současný stav dobývání, dopravy a úpravy suroviny včetně trhacích prací a používaných výbušnin na dané lokalitě
3. Návrh generálního technického projektu trhacích prací velkého rozsahu na lomu Skoupý
4. Technicko-ekonomické zhodnocení návrhu generálního technického projektu

Závěr

Rozsah práce: 30 – 35 stran textu, 5 – 10 grafických příloh

Seznam doporučené odborné literatury:

Dojčár, O., Horký, J., Kořínek, R.: *Trhacia technika*. Ostrava: Montanex, 1996. 421 s. ISBN 80-85780-96-0.

Zákon ČNR č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ve znění pozdějších předpisů.


Vyhláška ČBÚ č. 72/1988 Sb., o používání výbušnin, ve znění pozdějších předpisů.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Milan Míkoláš, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2013

Datum odevzdání: 30.04.2014


prof. Ing. Pavel Prokop, CSc.
vedoucí institutu




prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne: 30.4.2014

Bc. Richard Sochor

Summary

This thesis deals with the updating and modernization of the current general design of the large-scale blasting work at the quarry Skoupý. In the introduction the work presents the characteristics of the geological structure of the deposit, follows with calculations for charges for the individual benches, the possibility for the use of different types of explosives, and the use of modern technologies and their implementation in the process of work connected to the preparation and design of blasting work. The work also contains a plan for the technical process of all activities which are necessary for the safe execution of blasting work. The operations have been planned such that all laws and directives related to blasting work are observed.

Keywords: blasting work; large-hole blasting; explosive; drill hole; detonator

Anotace

Tato diplomová práce řeší aktualizaci a zároveň modernizaci stávajícího generálního projektu trhacích prací velkého rozsahu v lomu Skoupý. V úvodu práce je charakterizována geologická struktura ložiska a následují výpočty náloží pro jednotlivé etáže, možnosti použití různých druhů trhavin a využití moderních technologií a jejich zavedení do procesu prací souvisejících s přípravou a projektováním trhacích prací. Dále je zde obsažen návrh technologického postupu všech činností, kterých je zapotřebí k bezpečnému provedení trhacích prací. Práce je řešena tak, aby byly dodrženy veškeré zákony a vyhlášky, které se týkají trhacích prací.

Klíčová slova: trhací práce; clonový odstřel; trhavina; vývrt; rozněcovadla

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce.....	2
3. Geografie, geologie a hydrogeologie ložiska	3
3.1. Stručná geografie a geologie ložiska	3
3.2. Hydrogeologická charakteristika ložiska.....	4
4. Současný stav dobývání, dopravy a úpravy suroviny	5
4.1 Dobývání suroviny.....	5
4.2 Doprava suroviny.....	6
4.3 Úprava suroviny.....	6
5. Návrh generálního technického projektu trhacích prací velkého rozsahu	8
5.1 Způsob provádění trhacích prací.....	8
5.2 Základní parametry trhacích prací	8
5.3 Vrtací práce.....	15
5.4 Druhy roznětu	15
5.5 Ochrana elektrického roznětu před účinky cizích energií	21
5.6 Technologický postup trhacích prací	22
5.6.1 Vymezení výbušnin a pomůcek	22
5.6.2 Přípravné práce	22
5.6.3 Provádění trhacích prací	23
5.6.4 Potřebný počet pracovníků jejich pravomoc a odpovědnost	24
5.6.5 Prostředky k vyhlašování výstražných signálů	27
5.6.6 Čekací doba.....	27
5.7 Řešení nežádoucích vlivů vedlejších účinků trhacích prací na okolí	28
5.7.1 Rozlet úlomků rozpojené horniny.....	28
5.7.2 Vzdušná tlaková vlna.....	30
5.7.3 Seismické účinky	30
6. Technicko – ekonomické zhodnocení návrhu generálního technického projektu	31
7. Závěr	32
Seznam literatury	33
Seznam příloh	34

Seznam použitých zkratk

VŠB - TUO	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
OBÚ	Obvodní báňský úřad
ČBÚ	Český báňský úřad
DP	Dobývací prostor
POPD	Plán otvírky, přípravy a dobývání
S-JTSK	System – Jednotná trigonometrická síť katastrální
TVO	Technický vedoucí odstřelu
VTP	Vedoucí trhacích prací

1. Úvod

Trhací práce velkého rozsahu se mohou uskutečňovat pouze na základě rozhodnutí obvodního báňského úřadu o povolení trhacích prací, které se vystavuje podle § 27 odst. 2 zákona č. 61/1988 Sb. za použití § 41 odst. 2 písm. i) zákona č. 61/1988 Sb. a § 35 vyhlášky ČBÚ č. 72/1988 Sb., o používání výbušnin, ve znění pozdějších předpisů.

K žádosti o povolení trhacích prací se přikládá návrh opatření k ochraně práv a právem chráněných zájmů organizací a občanů, seznam organizací a občanů, kterých se to týká a zpracovaný generální technický projekt trhacích prací velkého rozsahu. Tento je zpracovaný na základě provádění trhacích prací na dané lokalitě ve stejném dobývacím prostoru, v podobném horninovém prostředí a podobnou technologií provádění. V případě, že je zpracován a schválen není zapotřebí zpracovávat projekt ke každému prováděnému clonovému odstřelu zvlášť a vypracovává se pouze deník odstřelu. V tomto deníku se zaznamenávají informace k jednotlivým odstřelům, které se od ostatních liší. Jedná se např. o záměru odstřelu a jednotlivých vývrtů v souřadnicích S-JTSK, vrtný deník, seznam a poučení hlídek, technické zhodnocení odstřelu, konstrukce nálože, použité trhaviny, záznamní list o spotřebě trhavin a protokol o předání pracoviště.

2. Cíl práce

Cílem mé diplomové práce je navrhnout generální technický projekt trhacích prací velkého rozsahu pro lom Skoupý firmy AGIR spol. s r.o. tak, aby byl návodem k provádění trhacích prací v celém dobývacím prostoru lomu a sloužil k bezpečnému a odbornému provedení práce všech technických vedoucích odstřelů, kteří zde tyto práce budou realizovat.

3. Geografie, geologie a hydrogeologie ložiska

3.1 Stručná geografická a geologická charakteristika výhradního ložiska

Regionálně náleží území k sedlčansko-krásnohorskému metamorfovanému ostrovu. Jedná se o zvrásněné proterozoické a spodně paleozoické sedimenty metamorfované středočeských plutonem. Metamorfované sedimenty mají v zásadě synklinální stavbu a jsou intenzivně tektonicky porušené v podélných příčných směrech.

Ve vrstevním sledu metamorfitů sedlčansko-krásnohorského ostrova byly vymezeny tyto oblastní litostratigrafické jednotky:

- Svrchnické souvrství (proterozoikum nebo kambrium) - sled převážně šedých metaprachovců a metadrob s polohami polymiktních vletických slepenců, spočívajících v nadloží matamorfovaných bazických vulkanitů.
- Krašovické souvrství (nižší ordovik) - faciálně různorodý sled, vyznačený střídáním různě mocných poloh zelenavých, světle šedých až černošedých metaprachovců, metadrob, světlých tufitických hornin.
- Radešínské souvrství (vrchní ordovik) - monotónní sled tmavě šedých cordieritických břidlic až rohovců, lokálně v nejvyšší části s méně mocnou polohou světlých kvarcitů.
- Tisovnické souvrství (silur) - níže reprezentované metamorfovanými graptolitovými břidlicemi, výše pak převažují tmavě šedé a zelenavé laminované erlany - metamorfované vápnité břidlice.
- Týncanské souvrství (svrchní silur) - převážně tvořené vápenci, ve spodní části tmavě šedými a bohatými na pyrit, výše většinou světlejšími, zřetelně vrstevnatými až laminovanými. Nadloží tvoří hodětínské břidlice (cordieritické a cordieritickosilimanitické plodové břidlice) nejistého stáří (nejvyšší silur či nejnižší devon).
- Zbirovské souvrství (devon) - s převahou karbonátů. Světle šedé až bílé masivní krystalické vápence tvoří tělesa (patrně metamorfované útesy), obklopená méně čistými vápenci až erlany, místy s rohovci. Černošedé cordieritické a chistolitické břidlice tvoří lokální vložené polohy.

V blízkosti granitoidů středočeského plutonu jsou karbonáty zbirovského souvrství jako celek přeměněny v lavicovité, převážně šedozelelé erlany.

- Křemenické souvrství (devon) - tvořené v nižších polohách světlejší šedými plodovými břidlicemi, kvarcitickými břidlicemi a kvarcity, výše s polohami převážně monomiktních křemenných skoupských slepenců.[1]

3.2 Hydrogeologická charakteristika výhradního ložiska

Hydrogeologicky náleží ložisko do hydrogeologického rajonu 632 - krystalinikum v povodí střední Vltavy. Hydrograficky je území řazeno do dílčího povodí č. 01-08-05 potoka Brzina, pravostranného přítoku Vltavy.

Dosavadní hydrogeologický průzkum, provedený v rámci předběžného průzkumu ložiska (Geoindustria, GMS Praha, s.p., březen 1991) zjistil existenci dvou zvodní:

1. zvodně v úrovni 508 - 482,5 m n.m. je vázána na kolektorské pásmo přípovrchového zvětrávání a rozpojení puklin ve vápencích. Zjištěné hodnoty koeficientů průtočnosti, filtrace i specifické vydatnosti ukazují na velmi nízkou propustnost i zvodnění. U značné proměnlivosti zvodně svědčí i značná sezónní rozkolísanost hladin, dosahující hodnoty až 3,95m.
2. zvodně v úrovni 466,6 - 465,8 m n.m. je vázána na krasově a puklinově propustné vápence v úrovni přirozeného odvodnění, kterým je zachycen pramenní vývěr v obci Skoupý (průměrná vydatnost 1,0 l/s). Hodnoty koeficientů průtočnosti, filtrace i specifické vydatnosti dokumentují horninové prostředí s dobrými filtračními vlastnostmi. Malý sezónní rozkyv zvodně (0,56 m) svědčí o její stabilitě.

Uvedené zvodně jsou vyznačeny v geologických řezech. Na základě hydrogeologických zjištění dospěli autoři uvedené zprávy k závěru, že bezpečná těžební báze, při které nedojde k ovlivnění pramenního vývěru v obci Skoupý, je úroveň 470 m n.m. [1]

4. Současný stav dobývání, dopravy a úpravy suroviny

4.1 Dobývání suroviny

Lom je v současnosti rozfárán v souladu s POPD ve čtyřech etážích v úrovni:

I. etáž – 526 m n. m.

II. etáž – 513 m n. m.

III. etáž – 500 m n. m.

IV. etáž – 486 m n. m.

V současné době se těží na 2 – 4 etáži. Na první etáži se provádějí pouze skrývkové práce. Kvalita vápence se liší s nadmořskou výškou dobývání. V nižších polohách se vyskytuje vyvřelina z porfyritu a ve vyšších jílovité kaverny. Těmto podmínkám se musí přizpůsobit i dobývání nerostu.

Rozpojování horniny v lomu je prováděno pomocí trhacích prací velkého rozsahu s použitím amonledkových trhavin a kombinovaného roznětu bleskovicového s elektrickým. Vrtací práce jsou prováděny pomocí lomové vrtací soupravy Böhler 111. Vývrty se provádějí v průměru 80 mm. Navrtává se cca 20 vývrtů podle umístění odstřelu. Nadměrné kusy horniny, které by drtič nebyl schopen rozdrtit, se rozpojívá hydraulickým kladivem, které je umístěno na rypadlo DH – 103 s ohledem na skutečnost, že se z důvodu bezpečnosti v lomu nepoužívá sekundární rozpojení pomocí trhacích prací malého rozsahu.

4.2 Doprava suroviny

Doprava suroviny na lomu je prováděna cyklicky automobilovou dopravou. K nakládce suroviny se používá rypadlo DH – 421 a dopravován k primárnímu drtiči je nákladním vozem Tatra 815.



Obrázek č. 1 : nakládka vápence [foto autor]

4.3 Úprava suroviny

Úprava suroviny začíná v drtící lince sestavené z primárního čelistového drtiče V8 – 2N, který vápenec podrtí do frakce cca 20 cm a na sekundárním rotačně – odrazovém drtiči, kde se drtí do frakce 0 – 10 cm. Pomocí pasového dopravníku se surovina dopraví na vibrační třídič, kde se odebírá první konečný produkt drť o velikosti 8 – 16 mm. Podsítné pokračuje dopravními pasy a za pomoci elevátoru do zásobníku na mletí na velmi jemný vápenec. Nadsítné přepadává do třetího rotačně – odrazového drtiče, následně se upravuje soustavou vibračních a vzduchových třídičů a pomocí elevátorů a šnekových dopravníků je rozdělen do jednotlivých zásobníků podle frakcí.



Obrázek č. 2 : úpravna vápence [foto autor]

Využití výrobků je v různých odvětvích. Mleté a drcené vápence do krmných směsí a mleté vápence s vysokým obsahem oxidu vápenatého na snižování kyselosti půdy se využívají v zemědělství. V průmyslu je mletý vápenec používán k odsiřování a čištění kouřových plynů. Jemné drtě najdou uplatnění v čistírnách a úpravnách vod.

Největší uplatnění vápence je ve stavebnictví, kde drtě různých velikostí se používají na úpravy povrchů fasád. Jemné drtě v nové technologii na úpravu starých betonových ploch, drtě na odvodnění, izolace, úpravu terénu, podklad pod dlažby, okrasné cesty, na výrobu teras, krbů, laviček, zahradnického zboží, výplně do asfaltových směsí a úprava a čištění historických památek.

5. Návrh generálního technického projektu trhacích prací velkého rozsahu

5.1 Způsob provádění trhacích prací

Navrhované řešení generálního technického projektu trhacích prací velkého rozsahu dále jen generel vychází ze skutečností v minulosti prováděných trhacích prací velkého rozsahu (TPVR) a z podmínek v současné době platného rozhodnutí OBÚ v Příbrami ze dne 9.4.1999 č. j. 487-531.1-Ber/Jan-99 o povolení TPVR na lomu v dobývacím prostoru Skoupý.

Generel řeší provádění trhacích prací velkého rozsahu pomocí odstřelů nabíjených klasicky (ručně) nebo za použití nabíjecích vozů jak na trhavinu čerpanou emulsní tak sypanou amonledkovou. Povoleno je používat trhavin, rozněcovadel a pomůcek, které byly uvedeny na trh v souladu s příslušnými předpisy a za podmínek stanovených k jejich používání v souladu se zákonem c. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, ve znění pozdějších předpisů.

Při ručním nabíjení vývrtů je navrženo používat zejména sypké amonledkové trhaviny a to v náložkách nebo sypané. Počítá se rovněž s nabíjením prováděným pomocí mísícího a nabíjecích vozů pro trhaviny typu DAP nebo pro emulzní trhaviny zejména z důvodů zvýšení výkonu, bezpečnosti a hygieny práce při nabíjení. Při použití emulzních trhavin je dalším důvodem zvýšení náložové hustoty ve vývrtech a možnost nabíjení zvodněných vývrtů. Mísící a nabíjecí vozy vyrábí průmyslové trhaviny z nevýbušných komponent na místě jejich spotřeby a nabíjejí je do připravených vrtů. Nabíjení se provádí buď gravitačním sypáním (trhaviny typu DAP), čerpáním hadic (emulsní trhaviny) anebo pneumatickým zafukováním (trhaviny typu DAP za použití pneumatického nabíjecího zařízení, vhodné zejména pro nabíjení patních vrtů).

5.2 Základní parametry trhacích prací velkého rozsahu

Zkušenosti z předcházejících clonových odstřelů určují jako optimálně vyhovující specifickou spotřebu od 0,2 do 0,33 kg.t⁻¹. Tato specifická spotřeba je vázána na

amonledkovou trhavinu. V případě použití trhaviny s jinou pracovní schopností a nabíjecí hustotou se specifická spotřeba přiměřeně upraví.

Délky vývrtů se vrtají v celé výšce etáže s převrtáním 0,7 až 1,2 m s přihlédnutím ke sklonu stěny. Se zvětšujícím se úhlem sklonu se vývrt prodlužuje. Zvláštní pozornost se musí věnovat vývrtům založených nad místy nerozpojené horniny předchozím odstřelem, u patních vývrtů a u vývrtů, které z důvodu nemožnosti ustavení vrtací soupravy v daném místě dle vrtného schématu se musí odchýlit. V takových případech parametry vývrtů určí TVO podle daných podmínek a vše zaznamená do deníku odstřelu.

Pro stanovení parametrů odstřelů a geometrie vrtné sítě bylo využito poznatků z trhacích prací, které jsou na lokalitě prováděny. Pro stanovení hodnot podmínek trhacích prací jsou použity následující vstupní hodnoty:

- svislá výška lomové stěny	15 - 18 m na první etáži výšky 10 m
- sklon lomové stěny	70° - 75°
- specifická spotřeba trhavin	0,2 - 0,33 kg. t ⁻¹
při objemové hmotnost suroviny t. m ⁻¹	0,54 - 0,891 kg. m ⁻³
- počet řad v odstřelu	1 – 3 u 1 etáže až 5 řad
- průměr vývrtů	95 - 105 mm
- nabíjení vývrtů	náložkovaná, sypaná nebo emulzní trhavina

Výpočet vzdálenosti první řady vývrtů (zabírka) od hrany lomové stěny x je proveden podle vzorce (1). [3]

$$x = \frac{\sqrt{0,5 \cdot p^2 \cdot \sin^2 \alpha + 4 \cdot q \cdot \sin \alpha \cdot p \cdot H \cdot L - 0,71 \cdot p \cdot \sin \alpha}}{2 \cdot q \cdot n \cdot H \cdot \sin \alpha} \quad (\text{m}) \quad (1)$$

kde:	p	množství trhavin v bm vývrty	viz tabulka	($\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$)
	α	úhel sklonu lomové stěny	$70^\circ; 75^\circ$	($^\circ$)
	q	specifická spotřeba trhavin	0,54 - 0,891	($\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$)
	n	koeficient přiblížení vývrťů	0,85	
	H_1	výška lomové stěny	10,0	(m)
	L_1	délka vrtu bez převrtání pro H_1	10,7; 10,2	(m)
	H_2	výška lomové stěny	15,0	(m)
	L_2	délka vrtu bez převrtání pro H_2	16,0; 15,2	(m)

$$n' = n \cdot \sin \alpha \quad L = \frac{H}{\sin \alpha} \quad [3]$$

Záběr w je stanoven podle vzorce (2). [3]

$$w = x \cdot \sin \alpha \quad (\text{m}) \quad (2)$$

Rozteč vývrťů v řadě je stanovena podle vzorce (3). [3]

$$l = 0,8 w \quad (\text{m}) \quad (3)$$

Vzdálenost řad při šachovnicovitým uspořádání vrtů je stanovena podle vzorce (4). [3]

$$z = 0,7 w \quad (\text{m}) \quad (4)$$

Výpočet pro patní vývrty není nutné provádět. V případě nutnosti se použijí vypočtené parametry pro vertikální vývrty a délka ucpávky se bude brát jako záběr w .

Dělené a mezerové nálože lze použít s ohledem na konkrétní podmínky, zejména v místech, kde je proměnlivý záběr w a nemohou být dodrženy hodnoty stanovené výpočty. Velikost náloží a jejich konstrukce musí být zdůvodněny v projektu odstřelu.

Množství trhaviny na bm vývrty je dosazen podle skutečně dosahovaných hodnot na lokalitě (vypočtená množství jsou nižší). Vypočtené parametry jsou uvedeny v následující tabulce:

Výška stěny 10 m (sklon stěny 70°)						
průměr vývrtů	specifická spotřeba	koncentrace nálože	zabírka x	záběr w	rozteč vývrtů v řadě l	vzdálenost dalších řad z
[mm]	[kg. m ⁻³]	[kg. bm ⁻¹]	[m]	[m]	[m]	[m]
95	0,486	náložky ø 65 mm 5,5	4,0	3,8	3,0	2,6
		sypané trhaviny 7,0	4,5	4,2	3,4	2,9
		emulzní trhaviny 8,5	4,9	4,6	3,7	3,2
	0,864	náložky ø 65 mm 5,5	3,1	2,9	2,3	2,0
		sypané trhaviny 7,0	3,5	3,2	2,6	2,3
		emulzní trhaviny 8,5	3,8	3,5	2,8	2,5
102	0,486	náložky ø 75 mm 6,5	4,3	4,1	3,3	2,8
		sypané trhaviny 8,2	4,8	4,5	3,6	3,1
		emulzní trhaviny 9,9	5,2	4,9	3,9	3,4
	0,864	náložky ø 75 mm 6,5	3,3	3,1	2,5	2,2
		sypané trhaviny 8,2	3,7	3,5	2,8	2,4
		emulzní trhaviny 9,9	4,0	3,8	3,0	2,7
Výška stěny 10 m (sklon stěny 75°)						
průměr vývrtů	specifická spotřeba	koncentrace nálože	zabírka x	záběr w	rozteč vývrtů v řadě l	vzdálenost dalších řad z
[mm]	[kg. m ⁻³]	[kg. bm ⁻¹]	[m]	[m]	[m]	[m]
95	0,486	náložky ø 65 mm 5,5	3,6	3,6	2,9	2,5
		sypané trhaviny 7,0	4,0	4,0	3,2	2,8
		emulzní trhaviny 8,5	4,4	4,3	3,5	3,0
	0,864	náložky ø 65 mm 5,5	2,8	2,8	2,2	1,9
		sypané trhaviny 7,0	3,1	3,1	2,5	2,2
		emulzní trhaviny 8,5	3,4	3,4	2,7	2,4
102	0,486	náložky ø 75 mm 6,5	3,9	3,8	3,1	2,7
		sypané trhaviny 8,25	4,3	4,3	3,4	3,0
		emulzní trhaviny 9,9	4,7	4,6	3,7	3,2
	0,864	náložky ø 75 mm 6,5	3,0	3,0	2,4	2,1
		sypané trhaviny 8,2	3,4	3,3	2,6	2,3
		emulzní trhaviny 9,9	3,7	3,6	2,9	2,5

Výška stěny 15 m (sklon stěny 70°)						
průměr vývrtů	specifická spotřeba	koncentrace nálože	zabírka x	záběr w	rozteč vývrtů v řadě l	vzdálenost dalších řad z
[mm]	[kg. m ⁻³]	[kg. bm ⁻¹]	[m]	[m]	[m]	[m]
95	0,486	náložky ø 65 mm 5,5	4,2	3,9	3,1	2,7
		sypané trhaviny 7,0	4,6	4,4	3,5	3,1
		emulzní trhaviny 8,5	5,1	4,8	3,8	3,3
	0,864	náložky ø 65 mm 5,5	3,2	3,0	2,4	2,1
		sypané trhaviny 7,0	3,6	3,3	2,7	2,3
		emulzní trhaviny 8,5	3,9	3,7	2,9	2,6
102	0,486	náložky ø 75 mm 6,5	4,5	4,2	3,4	3,0
		sypané trhaviny 8,2	5,0	4,7	3,8	3,3
		emulzní trhaviny 9,9	5,4	5,1	4,1	3,6
	0,864	náložky ø 75 mm 6,5	3,4	3,2	2,6	2,3
		sypané trhaviny 8,2	3,8	3,6	2,9	2,5
		emulzní trhaviny 9,9	4,2	3,9	3,1	2,8
Výška stěny 15 m (sklon stěny 75°)						
průměr vývrtů	specifická spotřeba	koncentrace nálože	zabírka x	záběr w	rozteč vývrtů v řadě l	vzdálenost dalších řad z
[mm]	[kg. m ⁻³]	[kg. bm ⁻¹]	[m]	[m]	[m]	[m]
95	0,486	náložky ø 65 mm 5,5	3,8	3,7	3,0	2,6
		sypané trhaviny 7,0	4,2	4,1	3,3	2,9
		emulzní trhaviny 8,5	4,6	4,5	3,6	3,2
	0,864	náložky ø 65 mm 5,5	2,9	2,8	2,3	2,0
		sypané trhaviny 7,0	3,2	3,2	2,5	2,2
		emulzní trhaviny 8,5	3,5	3,5	2,8	2,4
102	0,486	náložky ø 75 mm 6,5	4,1	4,0	3,2	2,8
		sypané trhaviny 8,2	4,5	4,4	3,6	3,1
		emulzní trhaviny 9,9	4,9	4,8	3,9	3,4
	0,864	náložky ø 75 mm 6,5	3,1	3,1	2,5	2,1
		sypané trhaviny 8,2	3,5	3,4	2,7	2,4
		emulzní trhaviny 9,9	3,8	3,7	3,0	2,6

Výpočet podle srovnávacího vzorce (5) pro stanovení maximálního záběru z výsledovaných hodnot v následující tabulce. [3]

$$w_{\max} = \sqrt{\frac{k_m}{q \cdot \chi}} \quad w = \frac{w_{\max}}{\sin \alpha} \quad (\text{m}) \quad (5)$$

$$\chi = a \cdot b \cdot c$$

kde:	k_m	množství trhaviny, které se vejde do bm vývrtu	5,5 – 9,9	(kg. m ⁻¹)
	α	úhel sklonu lomové stěny	70; 75	(°)
	q	specifická spotřeba trhavin	0,486; 0,864	(kg. m ⁻³)
	χ	opravný součinitel		
	a	součinitel vrstevnatosti a odlučnosti	0,80	
	b	součinitel uložení horniny	1,05	
	c	součinitel počtu řad vývrtů	1,00	

Výška stěny 10 m (sklon stěny 75°)						
průměr vývrtů	specifická spotřeba	koncentrace nálože	zabírka x	záběr w	rozteč vývrtů v řadě l	vzdálenost dalších řad z
[mm]	[kg. m ⁻³]	[kg. bm ⁻¹]	[m]	[m]	[m]	[m]
95	0,486	náložky ø 65 mm 5,5	3,6	3,6	2,9	2,5
		sypané trhaviny 7,0	4,0	4,0	3,2	2,8
		emulzní trhaviny 8,5	4,4	4,3	3,5	3,0
	0,864	náložky ø 65 mm 5,5	2,8	2,8	2,2	1,9
		sypané trhaviny 7,0	3,1	3,1	2,5	2,2
		emulzní trhaviny 8,5	3,4	3,4	2,7	2,4
102	0,486	náložky ø 75 mm 6,5	3,9	3,8	3,1	2,7
		sypané trhaviny 8,25	4,3	4,3	3,4	3,0
		emulzní trhaviny 9,9	4,7	4,6	3,7	3,2
	0,864	náložky ø 75 mm 6,5	3,0	3,0	2,4	2,1
		sypané trhaviny 8,2	3,4	3,3	2,6	2,3
		emulzní trhaviny 9,9	3,7	3,6	2,9	2,5

Výška stěny 15 m (sklon stěny 70°)						
průměr vývrtů	specifická spotřeba	konzentrace nálože	zabírka x	záběr w	rozteč vývrtů v řadě l	vzdálenost dalších řad z
[mm]	[kg. m ⁻³]	[kg. bm ⁻¹]	[m]	[m]	[m]	[m]
95	0,486	náložky ø 65 mm 5,5	4,2	3,9	3,1	2,7
		sypané trhaviny 7,0	4,6	4,4	3,5	3,1
		emulzní trhaviny 8,5	5,1	4,8	3,8	3,3
	0,864	náložky ø 65 mm 5,5	3,2	3,0	2,4	2,1
		sypané trhaviny 7,0	3,6	3,3	2,7	2,3
		emulzní trhaviny 8,5	3,9	3,7	2,9	2,6
102	0,486	náložky ø 75 mm 6,5	4,5	4,2	3,4	3,0
		sypané trhaviny 8,2	5,0	4,7	3,8	3,3
		emulzní trhaviny 9,9	5,4	5,1	4,1	3,6
	0,864	náložky ø 75 mm 6,5	3,4	3,2	2,6	2,3
		sypané trhaviny 8,2	3,8	3,6	2,9	2,5
		emulzní trhaviny 9,9	4,2	3,9	3,1	2,8

Z výpočtů vyplývá, že rozdíl ve velikosti záběru vypočteného podle obou metod je minimální.

Délka ucpávky je stanovena s ohledem na maximální účinnost náloží a na minimalizaci rozletu rozpojované rubaniny. Délka ucpávky u svislých vývrtů by měla být shodná se záběrem w pro první řadu a v dalších řadách nesmí být menší než vzdálenost z vypočtená v předcházejících tabulkách. Při kratších vývrtech nebo u dělených náloží je možno z dosavadních praktických zkušeností zkrátit délku ucpávky až na 2 m. Jako ucpávku je možné použít vrtnou moučku, písek, podsítné nebo drcené kamenivo frakce 8 – 16.

5.3 Vrtací práce

Ke zhotovování vývrtů se budou používat vrtací soupravy jak s ponorným tak i s povrchovým kladivem a budou použity vrtací korunky o průměru 95 – 105 mm. Vývrty víceřadých odstřelů budou vrtány do vrcholů trojúhelníka (šachovitě) z důvodů lepšího překrytí účinných ploch. Převrtávání bude 0,7 – 1,2 m s ohledem na úklon stěny.

Při přípravě vrtacích prací budou vytýčeny minimálně krajní vývrty 1. Řady a krajní vývrty každé následující řady, pokud vývrty řady jsou v přímce. Dále vývrty, které se nacházejí mimo rovné řady a ostatní vývrty sloužící např. k zarovnání závěrné stěny.

O průběhu vrtacích prací vede strojník vrtací soupravy záznam ve vrtném deníku, do kterého zaznamenává délku úklon a směr vývrtů a v tabulce geotechnických profilů vede záznam o anomáliích (kaverny, porušený nerost, jílovité poruchy, trhliny a výška vody) ve frekvenci určené TVO od 0,5m nebo 1m. Vrtný deník musí být uložen na pracovišti, aby byl kdykoli k dispozici ke kontrole vedoucími pracovníky a kontrolními orgány.

Uvolněná hornina se musí před vrtáním odstranit tak, aby ústí zakládaných vývrtů bylo plně odkryto. Po zhotovení a vyčištění vývrtů je nutné tyto zakrýt, popř. jejich ústí zajistit, tak aby nedošlo k zavalení vývrtů a aby vývrty byly chráněny proti stékání vody a povrchových nečistot do vývrtu. [6]

5.4 Druhy roznětu

Elektrický roznět – bude tvořen soustavou elektrických rozbušek řady DeM-S nebo DeM - SICCA ve všech stupních s Cu vodiči. Při nabíjení dělených náloží bude počet rozbušek upřesněn TVO v projektu clonového odstřelu. Jako přívodní a propojovací vedení budou použity elektrické vodiče schváleného typu.

Pro výpočet spolehlivosti elektrického roznětu jsou vzaty následující vstupní hodnoty a použity vzorce (6,7). [2],[4]

Parametry rozbušek	- odpor pilule R_p	0,5 Ω
	- odpor vodičů R_v	0,089 $\Omega \text{ m}^{-1}$
	délka 8 m	1,42 Ω
	- odpor rozbušky R_r	~ 2,0 Ω
	- zážehový impuls L_z	18 $\text{mJ } \Omega^{-1}$
Parametry roznětnice RKC-1	- napětí U	1 000 V
	- kapacita C	24 $\mu \text{ F}$
	- energie E	12 J
	- vybíjecí čas t	4 $\cdot 10^{-3}$ s
	- vnitřní odpor R_i	6 Ω
Přívodní vedení	- odpor R_{HV}	max. 10 Ω
	- propojovací Cu vodič	0,089 $\Omega \text{ m}^{-1}$
	(cca 150 m) R_p	13,35 Ω

$$L_z = \frac{U^2 \cdot C}{2[n^2 \cdot (R_{HV} + R_i) + R_S + R_p]} \cdot \left(1 - e^{-\frac{2t}{\tau}}\right) \quad (\text{J } \Omega^{-1}) \quad (6)$$

$$\tau = C \cdot \left(R_{HV} + R_i + \frac{1}{n^2} \cdot R_S + R_p \right) \quad (\text{s}) \quad (7)$$

kde:	L_z	zážehový impuls	> 0,018	($\text{J } \Omega^{-1}$)
	U	napětí kondenzátoru	1000	(V)
	C	kapacita kondenzátoru	24×10^{-6}	(F)

n	počet paralelních větví		
R_{HV}	odpor přívodního vedení	10	(Ω)
R_i	vnitřní odpor roznětnice	6	(Ω)
R_S	součet odporů všech rozbušek s vodiči v síti		(Ω)
	odpor jedné rozbušky	~ 2	(Ω)
R_p	odpor propojovacích vodičů (150 m)	13,35	(Ω)
τ	časová vybíjecí konstanta		(s)

Orientační výpočet je proveden pro zapojení 100, 150, 170 a 180 ks rozbušek v sérii a pro 100, 150 a 200 ks rozbušek ve dvou větvích sérioparalelního zapojení

1. 100 ks rozbušek v sérii pak je $R_s = 200 \Omega$ a $n = 1$

$$L_z = \frac{1000^2 \cdot 24 \cdot 10^{-6}}{2 [1^2 \cdot (10 + 6) + 200 + 13,35]} \cdot \left(1 - e^{-\frac{0,008}{55,04 \cdot 10^{-4}}} \right)$$

$$\tau = 24 \cdot 10^{-6} \left(10 + 6 + \frac{1}{1^2} \cdot 200 + 13,35 \right) = 55,04 \cdot 10^{-4}$$

$$L_z = 0,04 J \Omega^{-1} > 0,018 J \Omega^{-1} \quad \text{vyhovuje}$$

2. 150 ks rozbušek v sérii pak je $R_s = 300 \Omega$ a $n = 1$

$$L_z = \frac{1000^2 \cdot 24 \cdot 10^{-6}}{2 [1^2 \cdot (10 + 6) + 300 + 13,35]} \cdot \left(1 - e^{-\frac{0,008}{79,04 \cdot 10^{-4}}} \right)$$

$$\tau = 24 \cdot 10^{-6} \left(10 + 6 + \frac{1}{1^2} \cdot 300 + 13,35 \right) = 79,04 \cdot 10^{-4}$$

$$L_z = 0,023 J \Omega^{-1} > 0,018 J \Omega^{-1} \quad \text{vyhovuje}$$

3. 170 ks rozbušek v sérii pak je $R_s = 340 \Omega$ a $n = 1$

$$L_z = \frac{1000^2 \cdot 24 \cdot 10^{-6}}{2 [1^2 \cdot (10 + 6) + 340 + 13,35]} \cdot \left(1 - e^{-\frac{0,008}{88,44 \cdot 10^{-4}}} \right)$$

$$\tau = 24 \cdot 10^{-6} \left(10 + 6 + \frac{1}{1^2} \cdot 340 + 13,35 \right) = 88,44 \cdot 10^{-4}$$

$$L_z = 0,0193 J \Omega^{-1} > 0,018 J \Omega^{-1} \quad \text{vyhovuje}$$

4. 180 ks rozbušek v sérii pak je $R_s = 360 \Omega$ a $n = 1$

$$L_z = \frac{1000^2 \cdot 24 \cdot 10^{-6}}{2 [1^2 \cdot (10 + 6) + 360 + 13,35]} \cdot \left(1 - e^{-\frac{0,008}{93,44 \cdot 10^{-4}}} \right)$$

$$\tau = 24 \cdot 10^{-6} \left(10 + 6 + \frac{1}{1^2} \cdot 360 + 13,35 \right) = 93,44 \cdot 10^{-4}$$

$$L_z = 0,0177 J \Omega^{-1} < 0,018 J \Omega^{-1} \quad \text{nevyhovuje}$$

5. 100 ks rozbušek sérioparalelně pak je $R_s = 200 \Omega$ a počet větví je $n = 2$

$$L_z = \frac{1000^2 \cdot 24 \cdot 10^{-6}}{2 [2^2 \cdot (10 + 6) + 200 + 13,35]} \cdot \left(1 - e^{-\frac{0,008}{19,04 \cdot 10^{-4}}} \right)$$

$$\tau = 24 \cdot 10^{-6} \left(10 + 6 + \frac{1}{2^2} \cdot 200 + 13,35 \right) = 19,04 \cdot 10^{-4}$$

$$L_z = 0,0426 J \Omega^{-1} > 0,018 J \Omega^{-1} \quad \text{vyhovuje}$$

6. 150 ks rozbušek sérioparalelně pak je $R_s = 300 \Omega$ a počet větví je $n = 2$

$$L_z = \frac{1000^2 \cdot 24 \cdot 10^{-6}}{2 [2^2 \cdot (10 + 6) + 300 + 13,35]} \cdot \left(1 - e^{-\frac{0,008}{25,04 \cdot 10^{-4}}} \right)$$

$$\tau = 24 \cdot 10^{-6} \left(10 + 6 + \frac{1}{2^2} \cdot 300 + 13,35 \right) = 25,04 \cdot 10^{-4}$$

$$L_z = 0,030 J \Omega^{-1} \succ 0,018 J \Omega^{-1} \quad \text{vyhovuje}$$

7. 200 ks rozbušek sérioparalelně pak je $R_s = 400 \Omega$ a počet větví je $n = 2$

$$L_z = \frac{1000^2 \cdot 24 \cdot 10^{-6}}{2 [2^2 \cdot (10 + 6) + 400 + 13,35]} \cdot \left(1 - e^{-\frac{0,008}{31,04 \cdot 10^{-4}}} \right)$$

$$\tau = 24 \cdot 10^{-6} \left(10 + 6 + \frac{1}{2^2} \cdot 400 + 13,35 \right) = 31,04 \cdot 10^{-4}$$

$$L_z = 0,023 J \Omega^{-1} \succ 0,018 J \Omega^{-1} \quad \text{vyhovuje}$$

Z uvedených výpočtů je zřejmé, že při zapojení rozbušek DeM-S je možné do série zapojit bezpečně 170 ks rozbušek. V případě nutnosti zapojit do sítě více rozbušek je možné použití sérioparalelního zapojení ve dvou větvích.

Neelektrický roznět – bude tvořen soustavou neelektrických rozbušek Indetshock MS 25/50 ve všech stupních, Indetshock Surface ve všech stupních, Shockstar Bunch Connector a Shockstar Dual Delay, nebo obdobnými rozbuškami jiných výrobců např. systém NONEL a jiné. K roznětu neelektrických rozbušek se smí použít pouze povolené iniciační prostředky uvedené v návodu na používání například:

- jiskrová roznětnice JR 1
- roznětnice DynoRem Surface
- mechanická roznětnice MR 1
- roznětnice typu HN 1 nebo PN 1
- iniciátor detonační trubice SUREFIRE
- elektrické rozbušky typu S, SICCA nebo VO
- bleskovice s náplní 5 až 12g pentritu adjustovaná do speciálního konektoru

Kombinovaný roznět – bude tvořen soustavou elektrických rozbušek řady DeM-S nebo SICCA s Cu vodiči nebo neelektrických rozbušek Indetshock s bleskovicí.

Elektronický roznět – elektrická rozbuška E*Star (Austin Detonator), nebo rozbuška i – kon (Orica) s elektronickým časováním. Zpoždění u tohoto typu rozbušek není řízen hořením pyrotechnických složí, ale pomocí elektronické části rozbušky. Následný zážeh je proveden po uvolnění elektrické energie z kondenzátoru umístěného v rozbušce do squibu, který zažehne primární slož. Zážeh rozbušky je řízen mikroprocesorem umístěným v samotné rozbušce.[4]

Zhotovovat elektronický roznět a za jeho pomoci provádět trhací práce smí jen TVO, který projde předepsaným školením od výrobce rozbušek s následným přezkoušením. Zástupce výrobce po úspěšném přezkoušení vystaví TVO certifikát opravňující jmenovaného k práci s elektronickým roznětem.

5.5 Ochrana elektrického roznětu před účinky cizí energie

Nebezpečím pro předčasný nežádoucí elektrický roznět náloží je cizí elektrická energie, která představuje „normální“ způsob roznětu přes můstek pilule elektrického palníku. Nejobvyklejšími příčinami jsou:

- bludné proudy,
- elektrostatická energie,
- atmosférická elektrická energie
- vnější rozvody vysokého a velmi vysokého napětí,
- vysokofrekvenční energie,

Bludné proudy – zdroje elektrické energie se v místě provádění trhacích prací nenacházejí a tím se nepředpokládá výskyt bludných proudů.

Elektrostatická energie – pneumatické zařízení pro nabíjení výbušnin nebude používáno. Pro zajištění ochrany elektrického roznětu bude provedena kontrola oblečení zúčastněných pracovníků, zda nejsou oblečeni do oděvů z umělých tkanin. Před manipulací s rozněcovadly bude prováděno odvádění elektrického náboje dotykem s uzemněným předmětem. Obdobně bude vybíjeno i přírodní vedení. Mísící a nabíjecí vůz, kterým je trhavina čerpána do vývrtů, bude uzemněn spojením se zemí.[6]

Atmosférická energie – z řad pracovníků lomu bude určena bouřková hlídka. Stanoviště bouřkové hlídky bude ve správní budově. Jejím úkolem bude kontrolovat povětrnostní podmínky a na nevytuněném rozhlasovém přijímači sledovat atmosférické poruchy.

Vnější rozvody vysokého a velmi vysokého napětí – nejbližší vedení elektrického napětí o hodnotě 22 kV se nachází od místa provádění trhacích prací ve vzdálenosti cca. 210 m. Všechna ustanovení uvedená v příloze č. 6 vyhlášky ČBÚ č. 72/1988 Sb.ve znění pozdějších předpisů budou dodržena.

Vysokofrekvenční energie - zdroje vysokofrekvenční energie se v blízkosti lomu nenacházejí. Bude respektováno ustanovení §66 odstavec 3 vyhlášky ČBÚ č. 72/1988 Sb.

ve znění pozdějších předpisů, o označení cest tabulemi s nápisem „Zakazuje se používat vysílače a radiolokátory. Nebezpečí výbuchu“. Tyto tabule jsou umístěny na všech přístupových cestách a cestách vedoucích v blízkosti lomu.

5.6 Technologický postup trhacích prací

5.6.1 Vymezení výbušnin a pomůcek

Pro trhací práce budou používány trhaviny, rozněcovadla a pomůcky uvedené na trh v souladu se zákonem c. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, ve znění pozdějších předpisů, pro trhací práce, na které má organizace provádějící trhací práce povolení k nabývání ve smyslu ustanovení § 25 zákona č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ve znění pozdějších předpisů.

5.6.2 Přípravné práce

V souladu s platným POPD a surovinovým požadavkem závodu určí TVO vhodný prostor odstřelu. Po provedení měřické záměry stanoví počet řad clonového odstřelu tak, aby kubatura odstřelu přibližně odpovídala požadavkům. Přitom musí respektovat konfiguraci terénu a geologicko - petrografickou stavbu rozpojovaného masivu, aby provedením odstřelu byly dodrženy zásady bezpečnosti práce a provozu a zásady stanovené geometrie lomu při vedení dobývacích prací.

Při posuzování geologické stavby masivu musí být zvýšená pozornost věnována zvláště jeho anomáliím. TVO je povinen při navrhování odstřelu věnovat zvýšenou pozornost geologické stavbě masivu a jeho anomáliím a tomu přizpůsobovat výpočet náloží a celý technický projekt odstřelu, aby bylo omezeno na nejmenší míru nebezpečí zvýšeného rozletu úlomků hornin při trhací práci.

Po vyhodnocení geologických poměrů a měřických výsledků určí TVO hodnoty potřebné pro zahájení vrtacích prací. Jedná se zejména o průměr, hloubky a úklon vývrtů, případně umístění jednotlivých vývrtů. TVO vypracuje tabulku náloží s určením použité trhaviny, velikostí nálože celkové a dílčí, způsob časování. Tyto požadavky zapíše

do záznamního listu odstřelu. Konstrukce náloží bude zakreslena v příčných profilech a to včetně případných patních vrtů. Příčné profily s konstrukcí nálože budou zpracovány rovněž podle konkrétních podmínek pro každý CO a bude na nich vyznačeno užití měřítko. U každého vývrtu bude uvedeno v případě užití neelektrického nebo elektronického roznětu zpoždění užití rozbušky proti předchozímu vývrtu a zpoždění celkové.

Po ukončení vrtacích prací převzít pracoviště od obsluhy vrtací soupravy, zkontrolovat vrtný deník zda nedošlo v průběhu vrtání k odchylkám od normálního stavu (tektonické poruchy, pukliny, dutiny, změna složení horniny, střídání vrstev horniny atd.), zkontrolovat vrtné práce a provést konečné zaměření skutečného stavu s porovnáním parametrů vývrtů (dodržení vzdáleností mezi vývrty, délky, sklonu a směru) s projektem. TVO zpracuje nabíjecí plán se způsobem časování a provede ohlášení clonového odstřelu organizacím předepsaných v rozhodnutí o povolení trhacích prací velkého rozsahu a doklad o něm přiloží k deníku odstřelu

5.6.3 Provádění trhacích prací

Stanovit a nechat vyznačit manipulační prostor, stanovit bezpečnostní okruh, místo odpalu a úkryt pracovníků, zkontrolovat vybavení pracovníků ochrannými pomůckami.

Poučit hlídky o jejich povinnostech při zajišťování bezpečnostního okruhu, vybavit je červeným praporkem a radiostanicí, seznámit je s výstražnými signály a fungováním radiostanice; předat jim písemné pověření s poučením k výkonu funkce hlídky; u radiostanic prověřit s jednotlivými hlídkami funkčnost.

Zajistit převzetí výbušnin, zajistit dodržení hygienických podmínek při práci s výbušninami.

Zajistit dodržení parametrů trhacích prací při nabíjení, připravit roznětnou síť a roznětné vedení, zajistit signalizaci odstřelu, zajistit dodržení vyhrazených úkonů:

- roznětné náložky smí připravit pouze střelmistr nebo TVO bezprostředně před nabíjením v množství potřebném pro odpal,[6]

- před nabíjením roznětné náložky u dna vývrtnu umístit nejprve do vývrtnu trhavinu množství cca jedné náložky,
- roznětné náložky nabíjet spouštěním ke dnu vývrtnu tak, aby dno rozbušky směřovalo do delší části náložky a aby nedošlo k poškození přírodních vodičů nebo roznětné trubičky,
- nabíjení výbušnin provádět pod dozorem střelmistra nebo TVO tak, aby nedošlo k poškození přírodních vodičů nebo roznětné trubičky, náložky mohou být nabíjeny volným pádem,
- dělené náložky nabíjí pouze střelmistr nebo TVO, dělení náložek dle návodu na používání,[6]
- zapojení roznětného okruhu je prováděno podle dispozic TVO a za jeho osobního vedení po skončení nabíjení,
- do téhož roznětného okruhu se mohou zapojovat elektrická rozněcovadla, jejichž elektrické vlastnosti jsou z hlediska předepsané roznětné elektrické energie shodné,[6]

Zkontrolovat vyklizení bezpečnostního okruhu, provést odpal, po uplynutí čekací doby zkontrolovat společně s odpovědným pracovníkem lomu výsledek trhacích prací, provést případnou likvidaci selhávek, ukončit trhací práce signalizací, zkontrolovat, zda trhacími pracemi nedošlo ke škodám majetku nebo k úrazu.[6]

5.6.4 Potřebný počet pracovníků jejich pravomoce a odpovědnost

Na přípravě odstřelu musí být osobně zúčastněn TVO, který odstřel projektoval. V případě jeho nepřítomnosti ho zastupuje ZTVO při všech úkonech přípravy a provedení odstřelu.

Potřebný počet pomocníků střelmistra určí TVO (ZTVO) podle povahy odstřelu (rozsah odstřelu, způsob nabíjení, apod.) tak, aby byly provedeny včas všechny úkony přípravy odstřelu při dodržení zásad bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Po dobu přípravných prací musí být s TVO v manipulačním prostoru minimálně jeden pomocník a to až do odchodu TVO z tohoto prostoru.[6]

Technický vedoucí odstřelu (TVO) je osoba zodpovědná za:

- vypracování projektu odstřelu jeho podepsání a provedení odpalu dle něj
- případné doplnění projektu dle zjištěných změn ve vrtném deníku a po konečné záměře,
- ohlášení o provedení odstřelu dotčeným osobám a organizacím,
- nahlášení přepravy výbušnin dle zákona č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ve znění pozdějších předpisů,
- přejímání výbušnin od dopravce,
- řádné vyplnění evidenčních dokladů (dodací list, záznam o spotřebě),
- uložení výbušnin v manipulačním prostoru,
- vyklizení manipulačního prostoru,
- přípravu roznětných náložek
- řízení prací s použitím výbušnin k trhacím pracím velkého rozsahu,
- kontrolu roznětné sítě, stav přívodního vedení a jeho připojení k roznětné síti,
- proměření roznětného okruhu z místa odkud se provádí odpal,
- plnění opatření zákazu používat přenosné telekomunikační prostředky po dobu přípravy odstřelu,
- rozestavení hlídek a jejich poučení o povinnostech hlídky,
- v případě nemožnosti vyklizení ohroženého území zajistí po dohodě se zástupcem lomu asistenci policie ČR,
- určení místa úkrytu s přihlédnutím k místním podmínkám,
- pokyn k vyhlašování výstražných signálů,
- dodržení předepsané čekací doby,
- prohlédnutí pracoviště ihned po uplynutí čekací doby a zjištění výsledků trhacích prací,
- pokyn k uvolnění bezpečnostního okruhu (odvolání hlídek),
- vyhledávání a zneškodňování selhávek, vyhotovení zápisu o selhávce a její likvidace,
- neprodlené vyhotovení zápisu o průběhu a výsledku odstřelu,
- předání pracoviště zástupci lomu

Zástupce technického vedoucího odstřelu (ZTVO)

- zastupuje TVO při všech úkonech přípravy a provedení odstřelu a má stejné pravomoce a odpovědnost jako TVO v případě jeho zastupování.

Střelmistr

- provádí práce související s odstřelem podle pokynů TVO nebo ZTVO,
- potvrzuje v záznamním listě spotřebované množství výbušnin.

Pomocník střelmistra a obsluha mísícího a nabíjecího vozu

- řídí se pokyny střelmistra, nabíjení vrtů provádí na pokyn TVO,
- potvrzuje správnost záznamu o spotřebě výbušnin.

Hlídky k zajištění bezpečnostního okruhu

- musí se řídit pokyny TVO poté, co byly o svých povinnostech poučeny,
- musí se odebrat na určené stanoviště s tím, že poprvé je zavádí TVO,
- odpovídá za vyklizení jí přiděleného úseku ohroženého území a za uzavření bezpečnostního okruhu, po vyhlášení výstražných signálů nesmí do bezpečnostního okruhu pustit žádné osoby,
- po dobu uzavření bezpečnostního okruhu musí zajistit kontrolu všech přístupových cest do ohroženého území,
- porušení bezpečnostního okruhu nebo jinou ohrožující skutečnost musí okamžitě nahlásit TVO,
- při střežení přiděleného úseku se nesmí věnovat jiným činnostem,
- po odstřelu může odejít ze stanoviště až na přímý pokyn TVO k uvolnění bezpečnostního okruhu.

Stanoviště hlídek

- hlídka č. 1 kontroluje prostor nacházející se východně ve svahu nad lomem a prostor pod sebou,
- hlídka č. 2 má stanoviště 300m jihovýchodně od lomu na silnici Bratřejov – Skoupý a kontroluje prostor severně od silnice, mezi silnicí a lomem tak, aby měl vizuální kontakt s hlídkou č. 3,

- hlídka č. 3 má stanoviště na polní cestě 300m od lomu jižním směrem, cca 150m od vjezdu do lomu a má ze svého stanoviště vizuální kontakt s hlídkou č. 2,
- hlídka č. 4 má stanoviště 300m od lomu na silnici Bratřejov – Skoupý na okraji obce Skoupý, kontroluje prostor severně a jihovýchodně od svého stanoviště a upozorňuje obyvatele domu č. 23 a č. 34 o provádění odstřelu,
- hlídka č. 5 má stanoviště 300m od lomu západním směrem, na polní cestě směrem k Týnčanům a kontroluje prostor mezi lomem a svým stanovištěm,

Technik lomu Skoupý

- zajistí potřebný počet pomocníků pro nabíjení,
- zajistí odstavení těžebních a všech ostatních zařízení do bezpečné vzdálenosti dle požadavků TVO,
- po odstřelu ihned po uplynutí čekací doby spolu s TVO prohlédne pracoviště a zjistí jeho způsobilost pro další bezpečnou práci,
- od TVO přejímá protokolárně pracoviště po skončené trhací práci. V zápisu je zejména uvedeno, jaká bezpečnostní opatření jsou nutná pro další postup prací.

5.6.5 Prostředky k vyhlašování výstražných signálů

V rámci provádění trhacích prací v lomu Skoupý budou před odpalem dávány výstražné signály ve dvou stupních.

Výstražné signály budou vyhlašovány sirénou. Při prvním stupni se signál dává dvakrát, při druhém stupni jednou, vždy tónem sirény.

První stupeň signálu, cca 10 min. před odpalem, je příkazem k odchodu všech nezúčastněných osob z ohroženého území a k odchodu hlídek na určená stanoviště. Druhý stupeň signálu se dává po zjištění, že ohrožené území je zcela vyklizené, zabezpečené hlídkami a nálože jsou připraveny k odpalu. Odpal následuje zpravidla jednu minutu po druhém stupni signálu.[6]

Trhací práce se ukončují signálem sirénou dávaným jedním dlouhým táhlým tónem. Pokyn k ukončujícímu signálu vydává TVO po prohlídce a zabezpečení pracoviště po odstřelu,

kteřé provedou TVO spolu se zástupcem lomu ihned po uplynutí čekací doby, a po zjištění TVO, že nehrozí žádné nebezpečí a nedošlo k selhávce. Tento signál je pokynem k uvolnění bezpečnostního okruhu a návratu hlídek na základnu.[6]

Nouzový signál se nepoužívá, vzhledem k tomu, že hlídky jsou vybaveny na všech stanovištích (včetně TVO a osoby, která obsluhuje výstražnou sirénu) přenosnými radiostanicemi a každý ze zúčastněných vlastní mobilní telefon a telefonní čísla jsou všem známa.

5.6.6 Čekací doba

Na pracoviště se smí vstoupit po odstřelu až po uplynutí čekací doby. Čekací doba se měří od posledního výbuchu. V lomu Skoupý při elektrickém roznětu, kombinovaném elektrickém roznětu s bleskovicí elektronickém roznětu a neelektrickém roznětu je stanovena čekací doba po provedení odstřelu 5 minut. Jestliže je podezření, že došlo k selhávce, čekací doba se prodlužuje na 10 min.[6]

Vzhledem k pracovištím na povrchu, je stanovena doba dostačující na potřebné zředění povýbuchových zplodin a tím není v projektu obsažena povinnost kontrolovat směs ovzduší před vstupem na pracoviště.

5.7 Řešení nežádoucích vlivů vedlejších účinků trhacích prací na okolí

Trhacími pracemi může být přímo v lomu ohroženo strojní vybavení sloužící k dobývání. Jedná se nakladač, rypadlo a nákladní automobil. Jejich zabezpečení bude prováděno tak, že se přesunou mimo dosah přímých účinků trhacích prací. Objekty sloužící organizaci jako sociální a skladové jsou situovány mimo vliv dobývacích prací a není nutné žádné speciální zabezpečení. Blízké okolí lomu je ohroženo rozletem úlomků horniny, vzdušnou tlakovou vlnou a seismikou.

5.7.1 Rozlet úlomků rozpojené horniny

Pro nejnepříznivější případ rozletu úlomků rozpojené horniny ve směru provádění trhacích prací je proveden orientační výpočet podle vzorců (8,9). [4]

$$L_R = \frac{v^2}{g} \cdot \sin 2\alpha \quad [\text{m}] \quad (8)$$

$$v = \frac{72\,000 \cdot N}{\rho_h \cdot w^3} \quad [\text{m/s}^1] \quad (9)$$

kde:	L_R	- vzdálenost rozletu horniny od místa odstřelu	[m]
	v	- počáteční rychlost úlomků horniny	[m. s ⁻¹]
	g	- tíhové zrychlení	[m. s ⁻¹]
	α	- počáteční úhel letu horniny	[°]
	N	- hmotnost nálože při max. nepříznivém soustředění	[kg]
	ρ_h	- objemová hmotnost horniny	[kg. m ⁻³]
	w	- záběr vývrtů 1. řady CO	[m]

Pro maximálně nepříznivý případ soustředění nálože se uvažuje ve stěně o výšce 15 m a sklonu 70° se svrtáním tří vývrtů o průměru 102 mm, se souvislou náloží emulzní trhaviny o koncentraci nálože 9,9 kg m⁻¹ u paty lomové stěny. Hodnota záběru w je rovna 3,9 m, délka svrtání 3,0 m. Hodnota počátečního úhlu letu úlomků horniny je zvolena 45°, což je nejnepříznivější hodnota.

$$v = \frac{72\,000 \cdot 3 \cdot 9,9 \cdot 3}{2\,700 \cdot 3,9^3} = 40,05 \text{ m s}^{-1}$$

$$L_R = \frac{40,05^2}{9,81} \cdot 1 = 163,5 \text{ m}$$

Ohrožený prostor bude uzavírán v okruhu od místa provádění clonového odstřelu v rozsahu stanoveného bezpečnostního okruhu. Stanovený bezpečnostní okruh je větší než orientační výpočet. Bezpečnostní okruh bude vyklizen od všech osob a zajištěn po obvodu hlídkami jak je zakresleno v grafické příloze.

5.7.2 Vzdušná tlaková vlna

Problematika ochrany objektů proti účinkům vzdušné tlakové vlny souvisí zejména s používáním příložných náloží při druhotném rozpojování nadměrných kusů horniny. Na lomu Skoupý bylo od tohoto způsobu likvidace nadměrných kusů horniny ustoupeno. Při clonových a plošných odstřelech s dobře provedenou ucpávkou a načasováním vývrtů jsou nežádoucí účinky vzdušné tlakové vlny minimalizovány pod bezpečné hodnoty, při kterých může dojít ke škodám na stavbách.

5.7.3 Seismické účinky

Podle platné normy ČSN 73 0040 „Zatížení stavebních objektů technickou seismicitou a jejich odezva“ je proveden kontrolní výpočet rychlosti kmitání u (10) pro stavební objekt ve vzdálenosti $l = 700$ m. Jedná se o rodinný cihlový domek třídy odolnosti „B“ na základové půdě „b“. Pro výpočet je uvažováno s náloží na jeden časový stupeň ve výši 250 kg, pak je hodnota $m_{ev.n} = 500$ kg. Konstanta přenosu je podle ověřených hodnot $K = 250$. [4]

$$u = K \cdot \frac{\sqrt{m_{ev.n}}}{l} = 250 \cdot \frac{\sqrt{500}}{700} = 7,99 \text{ mm s}^{-1} \quad (10)$$

Pro uvedený objekt je v oboru frekvence otřesů $10 \text{ Hz} \leq f \leq 50 \text{ Hz}$ pro stupeň poškození 0 povolená rychlost kmitání do $u = 10 \text{ mm s}^{-1}$.

Podle kontrolního výpočtu nedojde s dostatečnou jistotou při navrhovaných parametrech clonového odstřelu k poškození objektu.

6. Technicko-ekonomické zhodnocení návrhu generálního technického projektu

Z technického hlediska je výhoda návrhu generálního technického projektu nezanedbatelná z důvodu využití moderních technologií k přípravě a projektování trhacích prací velkého rozsahu a tím k dosažení kvalitnějšího provedení těchto prací, zároveň zvýšení bezpečnosti při realizaci clonových odstřelů a při používání výbušnin. Dále je výhodou zanesení do projektu více možností zvolení parametrů vrtacích a trhacích prací a použití různých druhů výbušnin. Díky tomuto rozšíření možností je již ve fázi projektování vrtacích a trhacích prací možno přihlídnout k momentálním požadavkům vedení lomu na fragmentaci horniny a způsob a velikost rozvalu po provedení odstřelu.

Vzhledem k návrhu použití moderních vrtacích souprav a moderních technologií při projektování a realizaci odstřelů by se tyto práce staly ekonomicky nevýhodné pro majitele lomu z důvodu vysokých pořizovacích nákladů na nákup moderních technologií a nových vrtacích souprav. Jelikož ceny vrtacích souprav nejsou výrobci uváděny ve veřejně dostupných materiálech, ale po mém dotazování jsem se dostal k cenám cca. 10 – 15 mil. Kč. Pořízení moderní geologické stanice i s programem umožňujícím projektování trhacích prací vychází na cca. 500 000 – 1 000 000 Kč. Při těžbě cca. 50 000 t suroviny ročně a provedení 4 – 5 clonových odstřelů by návratnost vynaložených prostředků byla v řádech desetiletí, tak vedení lomu přistoupilo k alternativě provádět vrtací a trhací práce dodavatelskou firmou na klíč. Firmy, které těmito moderními prostředky disponují a v rámci své podnikatelské činnosti tyto práce provádějí na více lokalitách, se investice do moderních technologií navrací pouze v řádech několika let. Firma Agir spol. s r.o. tímto krokem ušetří finanční náklady na údržbu a provoz vlastní vrtací soupravy, náklady na její obsluhu, náklady na TVO a VTP. Jejich využitelnost je během roku pouze na 3 – 4 clonových odstřelech. Při průměrných platových nákladech se dostáváme k úspoře na třech zaměstnancích cca. 1 000 000 Kč a u provozu a údržbě vrtací soupravy (nafta, oleje, vrtací tyče a korunky) 200 000 Kč. Při dodavatelské ceně 20 Kč za 1 t rozpojené horniny jsou při těžbě 50 000 t ročně náklady 1 000 000 Kč. Dojde k úspoře zhruba 200 000 Kč a odpadá starost o zaměstnance a vrtací soupravu.

7. Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo navrhnout generální technický projekt trhacích prací velkého rozsahu v lokalitě lomu Skoupý tak, aby odpovídal novým trendům v provádění vrtacích a trhacích prací. Požadavek vznikl na základě přechodu provádění těchto prací vlastními prostředky na způsob dodavatelský. Návrh tohoto generelu odpovídá jak požadavkům firmy Agir spol. s r.o., tak možnostem dodavatelských firem na našem trhu a zároveň je zpracován v souladu s legislativními požadavky při provádění hornické činnosti.

V první kapitole jsem stručně charakterizoval geologii, geografii a hydrogeologii ložiska lomu Skoupý, kde jsem popsal jednotlivé vrstvy, souvrství a výskyt zvodní. Ve druhé kapitole jsem v několika odstavcích charakterizoval stávající způsob dobývání, dopravy a úpravy suroviny. V následující kapitole jsem vypracoval návrh generálního technického projektu trhacích prací velkého rozsahu na lomu Skoupý. V úvodu této kapitoly jsem navrhl způsob provádění trhacích prací jak klasicky (ručně) tak i pomocí nabíjecích vozů. Výpočetní metodou jsem určil pro různé průměry vývrtů, různé druhy trhavin a optimální specifickou spotřebu trhavin na množství rozpojené horniny vyhovující velikosti záběru první řady vývrtů, roztečí mezi vývrty a vzdálenosti dalších řad vývrtů. Poté jsem spočítal dané parametry ještě jinou početní metodou a došel k závěru, že rozdíl mezi oběma metodami je minimální a tím pádem jsou výpočty správné. Dále jsem navrhl způsob a parametry vrtacích prací, různé druhy roznětu, kde jsem pomocí výpočtů ověřoval spolehlivost roznětu. Součástí projektu je i navržený technologický postup prací, navržené pravomoce a odpovědnosti jednotlivých pracovníků podílejících se na přípravě odstřelů a zároveň řešení nežádoucích vlivů vedlejších účinků trhacích prací na okolí a jejich minimalizování.

K vypracování diplomové práce jsem využil všech dostupných materiálů a poznatků z oblasti provádění trhacích prací velkého rozsahu. Myslím si, že mé návrhy jsou technickým i ekonomickým přínosem pro organizaci.

Cíl jsem splnil v plném rozsahu. Návrhy byly projednány s těžební organizací a následně řešeny podle jejich vyhodnocení.

Seznam použité literatury

1. Agir spol. s r.o. – POPD ložiska v DP Skoupý.
2. DOJČÁR, O.; HORKÝ, J.; KOŘÍNEK, R.: *Trhacia technika*. 1 vyd. Ostrava: Montanex, 1996, 421 s., ISBN 80-85780-69-0
3. MÜCLER, E. A KOLEKTÍV: *Príručka pre strelmajstrov a technických vedúcich odstrelav*. 3 vyd. Banská Bystrica: SSTPV, 2006, 341 s., ISBN 80-968748-4-5
4. PRAVDA, V.; BĚTÍK, J.: *Trhací práce v hornictví, stavebnictví a speleologii*. Jesenice u Prahy: Montanika o. s., 2010, 197 s., ISBN 978-80-254-8542-2
5. Zákon ČNR č. 61/1988 Sb., *o hornické činnosti, výbušninách a o státní bánské správě, ve znění pozdějších předpisů*.
6. Vyhláška ČBÚ č. 72/1988 Sb., *o používání výbušnin, ve znění pozdějších předpisů*
7. Vyhláška ČBÚ č. 26/1989 Sb., *o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při činnosti prováděné hornickým způsobem na povrchu, ve znění pozdějších předpisů*.

Seznam příloh

- Příloha č. 1 Mapa lomu s určením stanovišť hlídek
- Příloha č. 2 Schéma zapojení elektrického roznětu
- Příloha č. 3 Schéma kombinovaného roznětu elektrického s bleskovicí
- Příloha č. 4 Způsob časování neelektrického roznětu u plošného odstřelu
- Příloha č. 5 Způsob časování neelektrického roznětu u třířadého clonového odstřelu