Obsah obrázku Grafika, Písmo, logo, kruh

Popis byl vytvořen automaticky

POHL cz, a.s.

Nádražní 25

252 63 Roztoky

Brno, Nopova

drobná rekonstrukce kanalizace

D.2.1 Technická zpráva vč. statického výpočtu

🙠

Vypracoval:

Obsah obrázku Grafika, Písmo, logo, kruh

Popis byl vytvořen automaticky

POHL cz, a.s.

Ing. Jaromír Zlámal

Autorizovaný inženýr

obor geotechnika ČKAIT 0000137

Báňský projektant - osvědčení č. 2132/07

Odborný znalec ČBÚ- 44556/2019/ČBÚ-21/4

Praha, Roztoky, září, 2024 příloha: D.2.1

OBSAH DOKUMENTACE

A. Technická zpráva 3

A.1 Identifikační údaje 3

A.1.1 Údaje o stavbě 3

A.1.2 Údaje o stavebníkovi 3

A.1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace 3

A.2 Podklady 3

A.3 Charakteristika území a geologické parametry zemin (Ing. Kříž 2015) 3

A.3.1 Úložné poměry v trase kanalizace 3

A.3.2 Štolovaný úsek TJ1 a Š63437 4

A.4 Geotechnické vlastnosti zemin 5

A.5 Zapažení štol 7

A.5.1 Společná ustanovení 7

A.5.2 Štola LB2-K21- 1903/1964 (1793/1892)mm mezi TJ1 a Š63437 7

A.6 Větrání štoly 8

A.6.1 Úvod 8

A.6.2 Výpočet větrání - úsek štoly TJ1 a Š63437 8

A.7 Bezpečnost práce 9

A.8 Přehled základních právních předpisů 11

B. Statický výpočet 13

B.1 Předmět a metoda statického výpočtu 13

B.2 Štola LB2-K21- 1903/1964 (1793/1892) mm mezi TJ1 a Š63437 14

B.2.1 Výpočet zatížení 14

B.2.2 Posouzení ostění štoly 14

B.2.3 Výpočet velikosti poklesové kotliny nad štolou K21-LB2 - 1903/1964 (1793/1892)mm 15

B.2.4 Podmínky pro vedení ražby požadavky na rozsah geomonitoringu 16

B.3 Riziková analýza 16

B.3.1 Ovlivnění inženýrských sítí 17

B.3.2 Zajištění povrchu a stávající zástavby pro eliminaci rizik 17

B.3.3 Omezení pohybu na povrchu v době ražby 17

B.3.4 Deformace povrchu musí být sledovány geotechnickým monitoringem 17

B.3.5 Stabilita výrubu tunelu 17

B.4 Předpoklady statického výpočtu 17

B.5 Literatura a ČSN 17

1. Technická zpráva

## Identifikační údaje

### Údaje o stavbě

Název stavby: Brno, Nopova - drobná rekonstrukce kanalizace

Místo stavby: Jihomoravský kraj, Brno, k. ú. Židenice

Stupeň PD: DSP, PDPS

### Údaje o stavebníkovi

Stavebník: Statutární město Brno, Dominikánské nám. 196/1, 602 00 Brno

Inženýrská činnost: Brněnské vodárny a kanalizace, a.s., Pisárecká 555/1a, 603 00 Brno

### Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

Zpracovatel PD: PK FRAJT s.r.o. Sochorova 3178/19, Žabovřesky, 616 00 Brno, IČO: 19787642, DIČ: CZ19787642, sídlo: kanceláře: Minská 3104/34, 616 00 Brno

Hlavní projektant: Ing. Tomáš Frajt, číslo autorizace: 1004278, +420 773 002 919, [pkfrajt@seznam.cz](mailto:pkfrajt@seznam.cz), [www.pkfrajt.cz](http://www.pkfrajt.cz/)

Projektant RD: POHL cz, a.s., Na Pomezí 2483, 252 63 Roztoky - Ing. Jaromír Zlámal

## Podklady

* Digitální katastrální mapa
* Metodické pokyny, směrnice a další technické předpisy – SGŘ č. 10/2014
* TKP; technické a kvalitativní podmínky staveb
* TKP-D; technické kvalitativní podmínky pro dokumentaci staveb
* Vyhláška 62/2013 Sb., o dokumentaci staveb
* Stavební zákon 350/2012 Sb., o územním plánování a stavebním řádu
* Brno, Gajdošova II, Rekonstrukce kanalizace a vodovodu, (úsek stavby Bubeníčkova - Mikšíčkova), Inženýrskogeologický průzkum, Symbiotechnika s.r.o., geologické práce, ing. Jan Kříž, IČO: 479 49 261 • DIČ: CZ 5911191715, prosinec 2015
* Závěry z jednání
* ČSN a příslušné bezpečnostní předpisy.

## Charakteristika území a geologické parametry zemin (Ing. Kříž 2015)

### Úložné poměry v trase kanalizace

Úložné poměry na lokalitě jsou patrné z petrografických popisů **vrtaných sond S 1 - S 5,** které byly provedeny pod úroveň nivelety výkopu, do hl. 6,00m a nejbližších archívních sond.

**Předkvartérní podloží** tvoří **neogenní sedimenty** v pelitickém vývoji. Terciérní **jíly** (tégly) nebyly sondami aktuálního geologického průzkumu zastiženy a vyskytují se hlouběji, **mimo dosah projektovaných zemních prací.** Nejbližší archívní sondy v obdobných geomorfologických podmínkách (J 3, J 6, S216, S 7, S 9, V 4) zastihly povrch šedozelených, prachovitých, vápnitých, vysoce plastických, jílů, v průměru tuhé a tuhé až pevné konzistence, v hl. 7,10 - 8,60m pod terénem. Sondy do hl. 6,00m byly ukončeny v nadložních fluviálních písčitých štěrcích.

Popis poměrů v zájmovém území se týká geologických poměrů nezměněných výstavbou dotčené kanalizace a vodovodu. Malá část výkopových prací bude prováděna v trase původního potrubí a zastiženy budou zeminy použité na **zásyp potrubí.** Předpokládáme, že potrubí bylo zasypáno zeminou získanou při výkopových pracích **(směs místních hlín)** s proměnlivě soudržnými až nesoudržnými **hlinitoštěrkovitými, písčitými** a **hlinitopísčitými zásypy.** Zeminy mohou být promíchány a jejich ulehlost se liší od zemin v přirozeném stavu. Širší zájmové území levobřežního údolního svahu Svitavy pokrývají spraše a **sprašové hlíny.** Jsou to eolické sedimenty naváté v pleistocénu. Ty byly druhotně přemístěné svahovými pohyby a dešťovým ronem. Na této cestě byly lokálně přimíšeny písčitá zrna a jílovité částice. Tyto zeminy se vyskytují i na okraji údolní nivy, resp. v patě svahů pahorkatiny, v souvrství svrchních soudržných zemin, které se významně uplatní v objemu zemních prací. Jsou většinou okrově hnědé, vápnité (bíle žilkované), s konkrecemi CaCO3 Spraše mají typickou sloupcovitou odlučnost. Odlučné plochy jsou povlečeny bílými vápnitými záteky. Souvrství je často tvořeno degradovanými odvápněnými sprašemi. Zeminy velmi snadno přijímají vodu a při nasycení ztrácí pevnost a jsou rozbřídavé. Průzkumnými pracemi byly zastiženy **prachovité hlíny, zajílované,** eolické (sprašové hlíny), deluvioeolické až deluviofluviální geneze (přeplavené spraše), tř. F6 (CL - CI) - *jíl s nízkou až střední plasticitou.* Jejich konzistence je většinou **tuhá,** lokálně lepší než tuhá, resp. měkká až tuhá. Zeminy jsou místy písčité **(prachovito-písčité hlíny),** eventuelně jílovitější (až prachovito-jílovité hlíny). Zemní práce budou probíhat v podstatném objemu v těchto hlínách. Báze kvartérních soudržných hlín byla ověřena v hl. 4,20 - 5,20m.

Hlouběji výkop zasáhne do slabě soudržných až nesoudržných zemin. **Fluviální souvrství štěrkopísčitých** terasových sedimentů řeky Svitavy (nízká až terasa), je složeno z převážně dokonale opracovaných valounů **štěrku,** tvořených materiálem brněnské vyvřeliny, droby ad. Velikost valounů je v dosahu výkopu frakce drobný až hrubý štěrk, s kamenitými valouny do 10cm. Mezerní výplň štěrků je **písčitá** až **hlinitopísčitá.** Jedná se o zeminy tř. G4 (GM) - *štěrk hlinitý,* resp. G3 (G-F) - *štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy.* Písčité frakce lokálně převažují nad štěrkovými, štěrky jsou v povrchových vrstvách lokálně jen drobně až středně zrnité. Souvrství je **ulehlé.** Nesoudržné a málo soudržné zeminy nejsou v dosahu zemních prací při průměrném vodním stavu zvodnělé. Eventuální zvodnění by bylo možné očekávat jen při vysokých vodních stavech. Polohy nesoudržných štěrkopísčitých sedimentů je třeba bezprostředně po otevření výkopu **pažit.** Byly zastiženy ve všech sondách. Svrchní polohy souvrství tvoří lokálně slabě soudržné až nesoudržné vrstvy jemně až hrubě zrnitých **písků,** zahliněných až **hlinitých,** s příměsí štěrku, tř. S4 (SM) - *písek hlinitý,* resp. tř. S3 (S-F) - *písek s příměsí jemnozrnné zeminy.* Nesoudržné fluviální sedimenty budou zastiženy na dně a ve spodní části výkopu především v 1. polovině trasy.

V archívních sondách byly popsány štěrky s kamenitými až balvanitými valouny 15 – 25­cm (archívní sondy V 4, S 216). Ve svrchním polygenetickém souvrství byly v archívních sondách zastiženy polohy deluvioeolických **prachovitých** vápnitých **písků** (archívní sonda J 3) a mocnější vrstvy **prachovito-písčitých hlín,** s příměsí štěrku (archívní sondy J 6, S 7, S 9).

Území je zarovnáno **navážkami,** jejichž báze byla zastižena cca 1,00 - l,60m pod terénem, místy se vyskytuje rostlý terén již pod konstrukcí vozovky (sondy S 3, S 5). Navážky tvoří většinou **směs místních hlín,** proměnlivě písčitých, tuhé konzistence, s proměnlivou příměsí stavebního odpadu (úlomky cihel a kamene). Část navážek je **méně soudržná** a tvoří je **hlinité písky** s příměsí **úlomků** a fragmenty **stavebního,** resp. komunálního (popeloviny) **odpadu.** Zemními pracemi bude dotčena **konstrukce vozovky** (viz kap. 5.6).

### Štolovaný úsek TJ1 a Š63437

**Klasicky ražená štola** je navržena v úseku TJ1 a Š63437. Blízko byla provedena archívní sonda J 5 do hl. 8,00m. Průzkum z r. 1980 byl realizován před rekonstrukcí křižovatky Bubeníčkova - Gajdošova, výška sondy (původní terén) je cca o l,10m níže než terén stávající. Zeminy z archívního průzkumu byly vyšetřeny v laboratoři.

**Prostředí ražby,** v její horní části, budou tvořit v daném úseku deluvioeolické světle hnědé až šedohnědé **prachovité hlíny,** zajílované, proměnlivě **písčité** (písčitá příměs až 29% - dle laboratorních rozborů). Zeminy tř. F6 (CL - CI) - *jíl s* *nízkou* až *střední plasticitou* (laboratorních rozbor - wL = 33%) jsou v průměru tuhé konzistence (laboratorních rozbor - Ic = 0,80). Jedná se o **horniny měkké,** tř. VIIa (fp= 0,8), netlačivé, I. stupně ražnosti, suché. **Nadloží** budou tvořit výše popsané **prachovité hlíny,** zajílované, **písčité** a bazální polohy slabě vápnitých **sprašových hlín,** tř. F6, tuhé konzistence. Jedná se o **stabilní soudržné prostředí** dostatečné mocnosti. Svrchní málo mocné navážky ražbu samy o sobě ražbu negativně neovlivní. Je však třeba počítat se **zásypy stávajících sítí,** především **původní kanalizace.**

Báze soudržného souvrství je na kótě 204,10 (sonda J 5) - 203,60 (sonda S 1). Soudržné zeminy tvoří cca 40 - 70% profilu ražby v jeho horní části. Pod touto úrovní byly zastiženy slabě soudržné až nesoudržné deluvioeolické silně hlinité písky (v sondě J 5) a terasové písčité štěrky, zahliněné až hlinité (v sondě S 1).

V sondě J 5 byly zastiženy světle hnědé silně **hlinité** jemně zrnité **písky** až silně písčité hlíny, tř. S4 (SM) - *písek hlinitý* až F3 (MS) - *hlína písčitá.* Jedná se o **horniny velmi měkké,** tř. VIII (fp = 0,6), slabě soudržné, slabě tlačivé až tlačivé, I. - II. stupně ražnosti, suché.

V sondě S 1 byly zastiženy rezivě hnědé drobně až středně zrnité **štěrky hlinito-písčité,** tř. G4 (GM) - *štěrk hlinitý.* Od hl. 5,00m byly dokumentovány drobně až hrubě zrnité **písčité štěrky,** zahliněné, ulehlé, tř. G3 (G-F) - *štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy.* Jedná se o **horniny měkké,** tř. VIIa (fp = 0,8), nesoudržné, tlačivé, II. stupně ražnosti, suché.

Podložní vysoce až velmi vysoce plastické **neogenní jíly,** tuhé konzistence, byly dokumentovány až cca 2,00m pod počvou. **Hladina podzemní vody** byla zastižena cca l,00m pod počvou (v sondě J 5). Ražbou budou zčásti dotčeny **zásypy stávající kanalizace.** Ty jsou jako celek nestejnorodé, různě ulehlé, slabě proměnlivých fyzikálních a mechanických vlastností. Předpokládat lze soudržné zásypy charakteru hlín, které obsahují proměnlivou příměs úlomků (až oj. úlomky) stav. odpadu. **Hlinité zásypy,** tř. F6Y, resp. F4Y, které zasáhnou do **profilu štoly** jsou převážně tuhé konzistence. Jedná se o **horniny měkké** až **velmi měkké,** tř. VII - VIII (součinitel pevnosti f = 0,6 - 1,0), slabě tlačivé až tlačivé, I. - II. stupně ražnosti, z hlediska zavodnění suché.

Výskyt zcela **nesoudržných poloh** je málo pravděpodobný, ale je třeba počítat s méně soudržnými polohami písčitého až štěrkopísčitého charakteru s vlastnostmi jako výše uvedené deluvioeolické a fluviální zeminy (horniny měkké až velmi měkké).

Ražbu v netlačivých a **slabě tlačivých zeminách,** s tlačivými polohami ve spodní části ražby, lze považovat za bezpečnou jen v případě **kontinuálního provádění** a s dalšími projektovými opatřeními. Při uvažovaném přerušení prací je třeba čelbu zapažit. **Ohrožení** pro zabezpečení výrubu představuje **výskyt** heterogenních **zásypů stávající kanalizace** s možnými polohami nestabilních slabě soudržných až nesoudržných zemin a deluvioeolické a fluviální slabě soudržné až nesoudržné vrstvy jemnozrnných **hlinitých písků** a proměnlivě zahliněných **písčitých štěrků** ve spodní části profilu štoly. V důsledku těchto geologických podmínek může být spodní část čelby výrubu **nestabilní.**

**Ohrožení** pro zabezpečení výrubu by představoval **výskyt podzemní vody,** která se však v době průzkumu vyskytovala cca l,00m pod počvou. Při **průměrném vodním stavu** bude ražba prováděna v **bezvodém prostředí.** Při vysokém vodním stavu, resp. při povodňových stavech, by se mohl projevit přítok podzemní vody ve spodní části profilu ražby, s negativními důsledky na stabilitu čelby při ražbě v jemnozrnných píscích, resp. písčitých štěrcích. Při vysokém vodním stavu by mohl přítok vody činit až 1,0 - 2,01. s-1.

Heterogenní **zásypy** v **trase štoly** mohou ražbu negativně ovlivnit. Situaci dále zhoršuje **silniční komunikace** nad částí raženého díla (dynamické namáhání vyvolané dopravou). Výskyt **nesoudržných poloh** v zásypech **ve stropní části štoly** by mohl vyvolat i jejich vysypání do profilu štoly. Při ražbě v nesoudržných zeminách (zásypy) se zajistí klenba štoly svorníky CKT jako dočasná výztuž nadloží štoly. Svorníky CKT umožňují po ukotvení následnou injektáž zemin. Toto technické řešení fixuje trhliny v porušeném masivu, které se při tlakové injektáži nezvětšují.

Nad osou díla se vytváří **poklesová kotlina.** Deformace jsou důsledkem tlaku nadloží a uvolňování napětí horninového masívu. Klasická štola umožňuje provádět doprovodná opatření, která nezhorší geotechnické vlastnosti nadložních zemin. Z toho vyplývají i výpočtové parametry poklesové kotliny. Jsou však závislé na kvalitě provedených prací. Prognózované hodnoty se týkají systematických poklesů, které se projevují nad raženým dílem po celé jeho délce.

**V profilu ražby** se nachází **rozhraní vrstev** s rozdílnými geotechnickými vlastnostmi zemin. Nelze přesně prognózovat převažující geologické prostředí **(výskyt** heterogenních zásypů). To má vliv na **stabilitu čelby** při štolování. Při **technologii štolování** je nutné dodržovat **doprovodná opatření** ke zlepšení zemního prostředí **(pažení, injektáž)** a dalších činností **(předvrty** v čelbě). Přesto je nutné počítat s nepříznivým vlivem realizované stavby na nadloží, která se projeví na povrchu jako **poklesová kotlina.**

Vzhledem k charakteru zemin v úrovni ražby a v nadloží na části trasy (zásypy, resp. navážky), lze vyloučit **porušení stability výrubu** a vznik **singulárních poklesů** pouze pokud bude dodržována **technologická kázeň.** Situaci zhoršuje provoz na silniční komunikaci, která vede nad raženým dílem (dynamické namáhání vyvolané dopravou). Vzhledem k těmto skutečnostem je nutné zajistit pravidelné **inženýrskogeologické sledování stavby.**

**S 1** *(208,19)*

|  |  |
| --- | --- |
| 0,00 - 1,00­m | konstrukce vozovky: asfaltová vrstva (49cm) + makadam, s příměsí štěrkopísku a drobných úlomků cihel (21cm) + štěrkopísčitý podsyp (30cm) |
| 1,00- 1,20 | navážka: šedohnědá písčitá hlína, tuhá, s oj. drobnými úlomky cihel, 3, F6Y |
| 1,20-3,10 | okrově hnědá prachovitá hlína, zajílovaná (sprašová hlína), slabě vápnitá (konkrece), tuhá, 2-3, F6 v hl. 2,10-2,70m měkká až tuhá |
| 3,10-4,60 | světle hnědá narezlá prachovitá hlína, zajílovaná (odvápněná), lepší než tuhá, 3, F6 |
| 4,60 - 5,00 | od hl. 4,00m více zjílovaná, až prachovito-jílovitá hlína rezivě hnědý drobně až středně zrnitý štěrk hlinito-písčitý, opracované valouny do 3 cm, 3, G4 |
| 5,00 - 6,00 | rezivě hnědý drobně až hrubě zrnitý štěrk písčitý, zahliněný, opracované valouny do 6cm, oj. do l0cm, ulehlý, 3-4, G3 v hl. 5,70 - 6,00m silně písčitý, G3 - S3 |
| bez vody | |

## Geotechnické vlastnosti zemin

**Neogenní jíly** (tégly) lze řadit dle ČSN 731001 do tř. F8 (CH - CV) - *jíl s vysokou až velmi vysokou plasticitou.* Zeminy jsou v povrchových vrstvách tuhé (Ic < 1,00), s hloubkou vyšší konzistence. Lze jim přiřadit průměrné fyzikálně-mechanické vlastnosti:

|  |  |
| --- | --- |
| objemová tíha γ = 20,0 - 21,0­kN.m-3 | modul přetvárnosti Edef = 3,0 - 4,0­MPa |
| efektivní soudržnost cef = 8 - 14 ­kPa | efektivní úhel vnitřního tření φef = 13-17° |
| Poissonovo číslo ν = 0,42 | výpočtová únosnost Rdt =100­kPa (bez vlivu tíhy nadlož. zemin) |
| 3. tř. těžitelnosti dle ČSN 73 3050 |  |

**Fluviální nesoudržné sedimenty** jsou zastoupeny štěrkopísky, které se při povrchu souvrství střídají s polohami hlinitých písků. Ulehlé drobně až hrubě zrnité **štěrky,** s písčitou až hlinitopísčitou výplní mezer, většinou ulehlé, lze řadit do tř. G3 (G-F) - *štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy* a do tř. G4 (GM) - *štěrk hlinitý.* Vlastnosti štěrků lze vymezit hodnotami:

|  |  |
| --- | --- |
| objemová tíha γ = 19,0­kN.m-3 | modul přetvárnosti Edef = 60 - 100­MPa |
| efektivní soudržnost cef = 0 – 8­kPa | efektivní úhel vnitřního tření φef = 30 - 35° |
| Poissonovo číslo ν = 0,25 - 0,30 | výpočtová únosnost Rdt = 250­kPa (bez vlivu tíhy nadlož. zemin) |
| 3. - 4. tř. těžitelnosti dle ČSN 73 3050 |  |

Jemně až hrubě zrnité **písky,** zahliněné až hlinité, s proměnlivou příměsí štěrku, lze řadit do tř. S3 (S-F) - *písek s příměsí jemnozrnné zeminy* až S4 (SM) - *písek hlinitý.* Podobné vlastnosti mají i deluvioeolické jemnozrnné písky, silně hlinité, zastižené na začátku trasy kanalizace, které lze řadit do tř. S4 (SM) - F3 (MS) - *písek hlinitý* až *hlína písčitá.*

|  |  |
| --- | --- |
| objemová tíha γ = 17,5 - 18,0­kN.m-3 | modul přetvárnosti Edef > 5,0­MPa |
| efektivní soudržnost cef = 0 – 12­kPa | efektivní úhel vnitřního tření φef = 28 - 31° |
| Poissonovo číslo ν = 0,30 - 0,35 | výpočtová únosnost Rdt = 175­kPa (bez vlivu tíhy nadlož. zemin) |
| 3. tř. těžitelnosti dle ČSN 73 3050 |  |

Svrchní eolické až deluvioeolické **sprašové hlíny** a **prachovité hlíny,** zajílované (přeplavené sprašové hlíny), jemně písčité, resp. prachovito-písčité hlíny, jsou v průměru tuhé konzistence. Lze je řadit do tř. F6 (CL - CI) - *jíl s nízkou* až *střední plasticitou.*

|  |  |
| --- | --- |
| objemová tíha γ = 19,0- 20,0­kN.m-3 | modul přetvárnosti Edef > 3,0­MPa |
| efektivní soudržnost cef = 8 - 16­kPa | efektivní úhel vnitřního tření φef = 17 - 21° |
| Poissonovo číslo ν = 0,40 | výpočtová únosnost Rdt = 100­kPa (bez vlivu tíhy nadlož. zemin) |
| 2.-3. tř. těžitelnosti dle ČSN 73 3050 |  |

**Navážka** tvoří v zájmovém území většinou souvislou vrstvu. Jako celek je **nestejnorodá** a různě ulehlá, různých fyzikálních a mechanických vlastností. Jedná se většinou o **soudržné navážky** charakteru místních hlín, s oj. úlomky nebo příměsí stavebního, resp. komunálního odpadu. Jejich geotechnické vlastnosti jsou blízké hlínám. Část navážek je **málo soudržná** až nesoudržná a tvoří je hlinité písky s příměsí a fragmenty stavebního odpadu. Nelze vyloučit i další polohy málo soudržných hlinitých písků a štěrkopísků nebo směs hlín a štěrkopísků se stavební sutí. Jejich geotechnické vlastnosti jsou blízké zeminám stěrkopísčitým a písčitým. Navážky s převažujícím hlinitým podílem řadíme do tř. F6 (CIY), F4 (CSY), v případě většího podílu hrubých částí do tř. F1 (MGY), nesoudržné polohy do tř. S4 - G4 (SMY - GMY).

|  |  |
| --- | --- |
| objemová tíha γ = 17,0 - 19,0­kN.m-3 | Edef <3,0­MPa |
| 3. - 4. tř. těžitelnosti dle ČSN 73 3050 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Geologické prostředí | místní normové charakteristiky | | | | | | | |
| ČSN 73 1001 třída | γ (kN.m−3) | Edef (MPa) | Cef (kPa) | φef (°) | ν | Výp. únosnost  Rdt (kPa) | tř. těžitelnosti |
| Navážky | F6Y F8 F4Y | 17-19,0 | 3 | - | - | 0,37 | - | 3-4 |
| Neogenní jíly (tégly) | F6 (CI)až F8 (CH) | 20,0-21,0 | 3,0-4,0 | 8 - 14 | 13-17 | 0,42 | 100 | 3 |
| Hrubě zrnité štěrky | G3 (G-F) | 19,0 | 60-100 | 0 - 8 | 30 - 35 | 0,25 – 0,3 | 250 | 3-4 |
| Jemně až hrubě zrnité písky | S4 (SM) | 17,5-18,0 | >5,0 | 0 – 12 | 28 - 31 | 0,30 - 0,35 | 175 | 3 |
| Sprašové hlíny a prachovité hlíny | F6 (CL - CI) | 19,0-20,0 | >3,0 | 8 - 16 | 17 - 21 | 0,40 | 100 | 2-3 |

**Tabulka 1.** Orientační tabulka směrných normových a místních charakteristik zemin a hornin γ = objemová hmotnost cef = efektivní soudržnost φef = efektivní úhel vnitřního tření ν = Poissonovo číslo. Průlinovou propustnost vrstvy štěrku lze charakterizovat rozptylem hodnot součinitele filtrace v případě štěrku slaběji až středně zahliněného kf = 1,0-3,5.10-3­m.s-1 a zahliněného kf = 1,0-2,5.10-4­m.s-1.



**Tabulka 2.** Výpočtové charakteristiky zemin a hornin

## Zapažení štol

### Společná ustanovení

Podle §2 Vyhlášky ČBÚ č.55/1996 Sb. §2 čl.2a je pracoviště zařazeno jako podzemní dílo. Na pracovišti se nepředpokládá výskyt plynů a proto podle §4 Vyhlášky ČBÚ č.55/1996 Sb. se nebudou používat sebezáchranné přístroje. Na pracovištích se nepředpokládá výskyt hořlavých plynů ani průval vod a zvodnělých materiálů, přesto budou pracoviště včetně přístupových cest v souladu s §6 vyhlášky ČBÚ č.55/1996 Sb. prohlédnuta dozorčím orgánem (předákem vyškoleným pro výkon dozoru) jednou denně. Při zastavení ražby štoly déle než na 8 hodin, je nutné čelbu plně zapažit fošnami tl. 40­mm na sraz. Štola bude uvedena do definitivního stavu maximálně po třech (3) měsících po vybetonování definitivního ostění štoly.

Hornina bude rozpojována ručně, pomocí pneumatického nářadí. Odtěžování rubaniny bude prováděno v jámě svislým směrem na povrch. Povolení provozu musí respektovat ustanovení § 151 Vyhl. ČBÚ 55/96. Povolení vydá vedoucí pracovník písemně a určí v něm rozsah a druh provozu a nezbytná bezpečnostní opatření. Dodavatel je povinen respektovat příslušné paragrafy Vyhl. ČBÚ 55/96, zvláště pak § 160. Obsluha stojící na povrchu sleduje jízdu nevedené těžní nádoby po celou délku dráhy a podle potřeby ji usměrňuje. Zásady organizace bezpečné práce budou dohodnuty v souladu s §133 zákoníku práce. Jako svislá přístupová cesta v jámě pro chůzi lidí, bude sloužit ocelový žebřík s ochranným košem umístěný v lezním oddělení.

***Upozornění***

Ve zhoršené geologii se na pažnice UNION provede nástřik vrstvy stříkaného betonu tl.~70 mm - SB25/typII/oborJ2 se sítěmi KARI 4/4x100/100­mm a přes obturátory se prostor mezi pažinami a zeminou zainjektuje výplňovou injektáží.

Doporučená receptura výplňové injektáže“

cement 50,0­kg bentonit 2,5­kg

písek 0-4­mm 31,25­kg voda 58­litrů

Zajištění klenby v nesoudržných zeminách:

Při ražbě v nesoudržných zeminách (navážky, štěrkopísky) se zajistí klenba štoly ocelovými jehlami a tam kde bude injektabilní prostředí se použijí svorníky CKT délky 4,0­m resp. 3,0­m jako dočasná výztuž nadloží štoly. Svorníky CKT umožňuje po ukotvení následnou injektáž hornin nebo zemin. Toto technické řešení fixuje trhliny v porušeném masivu, které se při tlakové injektáži nezvětšují a nedochází k prosakování injektážní směsi až do chodby a v některých případech i k vystřelení injektážní jehly (někdy i s blokem horniny).

Pro injektáže svorníků CKT a zeminového prostředí v klenbě štoly je použita těsnící jílocementová injektážní směs ve složení pro 1m3 směsi:

cement 1140,0­kg bentonit 54­kg

plastifikátor 6­kg voda 800­litrů

Spotřeba injektážní směsi na jeden vrt se předpokládá cca 20-30­litrů.

Před započetím prací musí být vydán technologický postup, podle kterého musí být ražba štoly prováděna.

### Štola LB2-K21- 1903/1964 (1793/1892)­mm mezi TJ1 a Š63437

Štola o průřezu důlního díla 3,267­m2 mezi šachtami TJ1 a Š63437 má sklon 11 ‰ v délce 21,35­m. Štola je zapažena rámy z ocelové důlní výztuže K21-LB2 1903/1964 (1793/1892)­mm z oceli řady 11 500.0.

Ocelové rámy jsou v počvě podepřeny válcovaným profilem U 160 dl. 1800­mm. Osová vzdálenost ocelových rámů 0,8­m je určena statickým výpočtem, max. povolená vzdálenost rámu od čelby je 0,9­m, při zhoršené geologii rozteč rámů stanoví projektant. Ocelové rámy jsou v podélném směru rozepřeny třemi podélnými rozpěrami, jedna je v klenbě a dvě v bocích štoly. Štola je zapažena zátažným pažením pažinami "UNION" č. 61 009 30 - 10 370.0 jsou uspořádány za rámy na sraz s případnou zakládkou betonem C12/15 a v případě špatných geologických podmínek je na ostění štoly aplikován stříkaný beton tl. 70­mm s KARI sítí 4/4x100/100­mm.

S ohledem na budoucí využití díla, pro zajištění chůze na pracoviště a případné vyproštění zraněného je stanoven průchozí profil šířky 600­mm a výšky 2000­mm.

## Větrání štoly

### Úvod

Štola je ražena klasicky z jámy a je prováděna v souvrstvích deluviální až deluviofluviální prachovito-jílovitých až jílovitých hlín, tř. F6 (CL - CI), a v úrovni štoly se také vyskytují silně hlinité písky až písčité hlíny, tř. S5 (SC) až F4 (CS), budou dotčeny na části úseku ve spodní části ražby.

Razí se pomocí mechanického rozpojování. Pro odvětrání štol je navržen foukací způsob separátního větrání s lutnovým tahem profilu Ø200­mm s ventilátorem UV 3. Větrání musí být zavedeno nejpozději po vybudování 10m štoly za předpokladu dodržení přípustných koncentrací podle vyhl. ČBÚ č. 55/96, § 50. Při ražbě nebudou použity trhací práce.

Ovzduší ve štole musí obsahovat minimálně 20% kyslíku a koncentrace dále uvedených plynných škodlivin nesmí překročit tyto hodnoty:

kysličníku uhelnatého (CO) 0,003 %

kysličníku uhličitého (CO2) 1,0 %

kysličníků dusíku (nitrozní plyny) (NO + NO2) 0,00076 %

sirovodíku (H2S) 0,00072 %

Složení důlního ovzduší musí být pravidelně kontrolováno. Z hlediska ochrany okolní zástavby před hlukem je nutno dodržet přípustné hladiny hluku podle vyhl. č.19/1977 sb. MZ ČR. Rovněž koncentrace poletavého prachu mimo staveništní zábory musí splňovat požadavky zákona č. 309/91 o ochraně ovzduší.

### Výpočet větrání - úsek štoly TJ1 a Š63437

Úsek mezi šachtami bude ražen ze šachty TJ1 k šachtě Š63437 o průřezu důlního díla 3,267­m2 v délce 21,35­m.

Počet pracovníků n=2.

*Potřebný objemový průtok větrů v závislosti na počtu pracovníků v m3s-1 Qo=0,1 n*

Kde *n* - největší předpokládaný počet pracovníků (2) kteří během směny mohou současně pobývat v prostoru větraném lutnovým tahem, pak podle ON 44 6009 Výpočet separátního větrání dlouhých důlních děl čl. 16 je *Qo=0,2 m3/s*

Úsek mezi šachtami TK5-196,45m. Počet pracovníků n=2. *Potřebný objemový průtok větrů v závislosti na počtu pracovníků v m3s-1 Qo=0,1n < 0,2 ms-1.* Kde *n* - největší předpokládaný počet pracovníků (2) kteří během směny mohou současně pobývat v prostoru větraném lutnovým tahem, pak podle ON 44 6009 Výpočet separátního větrání dlouhých důlních děl čl. 16 je *Qo=0,2 m3/s*

***Požadovaný tlak ventilátoru***

Koeficient ztrát netěsného lutnového tahu 



Větrání s lutnami Ø 0,2 m a ventilátorem APXE 400 s výkonem 1,45 m3/s a tlakem 950 Pa vyhoví.

## Bezpečnost práce

K zabezpečení objektů, zařízení jakož i pracujících na stavbě s činností prováděnou hornickým způsobem a podléhající dozoru Státní báňské správy budou dodržena následující opatření:

Před zahájením prací se provede vytýčení všech podzemních vedení přímo v terénu, nacházejících se v blízkosti jam a ražby. Vytýčení objedná investor u jednotlivých majitelů. V případě pochybností o poloze podzemních vedení se provede výkop sond pro jejich dohledání.

Ruční doprava v podzemí musí respektovat § 132 Vyhl. ČBÚ 55/96.

Používání pneumatického nářadí uspořádání výrobu a rozvodu stlačeného vzduchu musí respektovat § 84, 90, 116, 117 a 118 Vyhl. ČBÚ 55/96.

V podzemí smí být zemní a stavební stroje používány, jen v souladu s § 107 Vyhl. ČBÚ 55/96 a pokud splňují požadavky části deváté této vyhlášky. Rovněž je nutné přihlédnout k vyhl. ČBÚ č. 73/2002 Sb. o vybraných důlních zařízeních.

Hořlavé materiály budou při výstavbě skladovány 60 m od ústí podzemního díla. V menší vzdálenosti bude skladováno maximálně 200 l nafty jako pohotovostní objem pohonných hmot tak, aby mezi skladem a jámou byla fyzická překážka vysoká min. 1,5 m. Ostatní hořlavé materiály budou skladovány pouze v množství, které bude dopraveno do podzemí nejpozději během následující směny. Vzhledem k předpokládané délce výstavby může být v prostoru zařízení staveniště složena havarijní zásoba materiálu na 1 týden prací.

Pracoviště bude zajištěno:

* proti vniku nepovolaných osob, prostor jámy bude opatřen plotem o výšce v=1,8 m v době pracovního klidu se budou vjezdová vrata zamykat.
* proti pádu osob do jámy, okolo jámy bude zřízeno zábradlí výšky 1,1 m nad úroveň terénu v souladu s ustanovením § 80 Vyhl. ČBÚ 55/96. Průchod k leznímu oddělení nebo k dopravní nádobě bude uzavíratelný.
* proti pádu předmětů do jámy. Z pažnic UNION bude po celém obvodě jámy vytvořena zábrana do výšky min. 300 mm nad terén.
* tak, aby nedošlo k pádu technologických zařízení do jámy. Jakékoliv technologické zařízení např. lutny nebo potrubí na dopravu betonu musí být samostatně zajištěno/přikotveno řetězem k pevnému úchytu v jámě. K betonářskému potrubí musí být umožněn jednoduchý přístup pro eventuelní opravy a údržbu.
* tak, aby v souladu s ustanovením § 72 Vyhl. ČBÚ 55/96 byla po celou dobu provozu osvětlena všechna díla v podzemí.

Projekt nepředpokládá umístit v podzemí zařízení pro výrobu stlačeného vzduchu, pokud však dodavatel v podzemí takové zařízení umístí, pak musí dodržet ustanovení § 115 Vyhl. ČBÚ 55/96.

V podzemí smí být zemní a stavební stroje používány pouze pokud splňují požadavky § 107 a části devět Vyhl. ČBÚ 55/96.

Podle § 4 Vyhl. ČBÚ 55/96 projekt nepředpokládá výskyt nedýchatelného ovzduší a pro práce v podzemí tedy nebude nutno používat sebezáchranný přístroj.

Podle § 6 Vyhl. ČBÚ 55/96 musí být pracoviště před zahájením prací prohlédnuto denně dozorčím orgánem (předákem vyškoleným pro výkon dozoru).

Při zpracování této projektové dokumentace byly dodrženy a při budoucí realizaci, při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí, musí být dodrženy následující předpisy:

Vyhláška ČBÚ č.55/1996 Sb. ze dne 7. 2. 1996 o požadavcích k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí

Zákon č. 50/76 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění zákonů č. 103/90 Sb. a 262/92 Sb. a 43/94 Sb.

Nařízení vlády 494/2001 Sb. kterým se stanoví způsob evidence, hlášení a zasílání záznamu o úrazu, vzor záznamu o úrazu a okruh orgánů a institucí, kterým se ohlašuje pracovní úraz a zasílá záznam o úrazu

Vyhláška ČBÚ č.104/1988 Sb., o hospodárném využívání výhradních ložisek, o povolování a ohlašování hornické činnosti a ohlašování činnosti prováděné hornickým způsobem změna: 242/1993 Sb., změna: 434/2000 Sb.

Vyhláška ČBÚ č. 298/ze dne 12. července 2005 o požadavcích na odbornou kvalifikaci a odbornou způsobilost při hornické činnosti nebo činnosti prováděné hornickým způsobem a o změně některých právních předpisů

Zákon ČNR č.61/1988 Sb. o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě Změna: 425/1990 Sb., Změna: 542/1991 Sb., Změna: 169/1993 Sb., Změna: 128/1999 Sb., Změna: 71/2000 Sb., Změna: 124/2000 Sb., Změna: 315/2001 Sb., Změna: 320/2002 Sb., Změna: 206/2002 Sb., Změna: 227/2003 Sb., Změna: 315/2001 Sb. (část), 206/2002 Sb. (část), 226/2003 Sb.

Vyhl. ČBÚ č. 15/95 Sb. o oprávnění k hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem, jakož i pro projektování objektů a zařízení, které jsou součástí těchto činností.

Před zahájením výkopových prací je zhotovitel povinen u příslušných správců objednat na vlastní náklady vytýčení veškerých podzemních zařízení, která se vyskytují na staveništi. V případě, že podzemní síť nebude možné spolehlivě vytýčit, provede na této síti zhotovitel ručně kopané sondy. Bez vytýčení veškerých podzemních zařízení a bez znalosti jejich přesného vedení na staveništi nesmí být výkopové práce zahájeny!

V případě křížení nebo souběhu s podzemní inženýrskou sítí bude zhotovitel postupovat v souladu s vyjádřením příslušného správce, které vydal ke stavebnímu řízení. Výkopové práce v ochranných pásmech podzemních sítí budou prováděny pouze ručně.

Nivelety nápojných bodů vedení které jsou předmětem záměru stavby (oprava, rekonstrukce, sanace atd.) včetně míst křížení s ostatními inženýrskými sítěmi se geodeticky zaměří. Případné změny budou s dostatečným předstihem konzultovány s investorem, provozovatelem a projektantem.

*dále související obecně závazné předpisy*

Zákon 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví ze dne 14. července 2000

Zákon 22/1997 Sb. ze dne 24. ledna 1997 o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů Změna: 71/2000 Sb., Změna: 102/2001 Sb., Změna: 205/2002 Sb., Změna: 226/2003 Sb. (část), Změna: 226/2003 Sb. (část), Změna: 205/2002 Sb. (část), 226/2003 Sb., 277/2003 Sb. a nařízení vlády 178/1997 Sb. ze dne 25. června 1997 kterým se stanoví technické požadavky na výrobky, Změna: 81/1999 Sb.

S přihlédnutím k výše uvedeným předpisům a směrnicím byla vypracována a navržena technologie, na jejímž podkladě budou dodavatelem vypracovány technologické postupy.

Vyhláška 392/2003 Sb. ze dne 9. září 2003 o bezpečnosti provozu technických zařízení a o požadavcích na vyhrazená technická zařízení tlaková, zdvihací a plynová při hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem

Pro práce na povrchu, které nesouvisí s činností prováděnou hornickým způsobem pak platí Zákon 309/2006 Sb. ze dne 23. května 2006, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci) a Nařízení vlády 591 ze dne 12. prosince 2006 o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích.

## Přehled základních právních předpisů

|  |  |
| --- | --- |
| PŘEHLED VYBRANÝCH USTANOVENÍ ZÁKONÍKU PRÁCE, ZÁKONA Č. 309/2006 SB., NV Č. 591/2006 SB., NV Č. 362/2005 SB. A SOUVISEJÍCÍCH PŘEDPISŮ SLOUŽÍCÍCH K IDENTIFIKACI RIZIK OD 1/1/2007 - NOVÁ PRÁVNÍ ÚPRAVA | |
| 1. Základní povinnosti dodavatele stavebních prací | Zákon č. 309/2006 Sb., vyhláška č. 499/2006 Sb., zákoník práce §104 |
| 2. Příprava staveb | Zákon č. 183/2006 Sb., vyhl. č. 499/2006 Sb., zákon č. 309/2006 Sb. NV č. 591/2006 Sb. |
| 3. Povinnosti při odevzdání staveniště | NV č. 591/2006 Sb., Vyhl. č. 499/2006 Sb., zákon č. 309/2006 Sb. |
| 4. Přerušení stavebních prací | NV č. 591/2006 Sb., NV č. 362/2005 Sb. |
| 5. Stavební práce v mimořádných podmínkách | Zákoník práce § 102, zákon č. 309/2006 Sb., NV č. 591/2006 Sb., příloha č. 1 |
| 6. Stavební práce v nebezpečném prostředí | Zákoník práce § 102, zákon č. 309/2006 Sb., NV č. 591/2006 Sb., příloha č. 1 |
| 7. Povinnosti dodavatele stavebních prací | Zákoník práce § 102, zákon č. 309/2006 Sb. |
| 8. Povinnosti pracovníků | Zákoník práce § 106, zákon č. 309/2006 Sb. |
| 9. Vymezení a příprava staveniště | NV č. 591/2006 Sb., příloha č. 1 |
| 10. Vnitrostaveništní komunikace | NV č. 101/2005 Sb. |
| 11. Zajištění otvorů a jam | NV č. 101/2005 Sb. |
| 12. Vertikální komunikace | NV č. 101/2005 Sb., NV č. 362/2005 Sb. |
| 13. Skladování -základní ustanovení | NV č. 591/2006 Sb. |
| 14. Způsoby skladování | NV č. 591/2006 Sb. |
| 15. Průzkum staveniště | NV č. 591/2006 Sb. |
| 16. Vyznačení inženýrských sítí | NV č. 591/2006 Sb., vyhláška č. 499/2006 Sb. |
| 17. Zajištění výkopových prací | NV č. 591/2006 Sb., vyhláška č. 499/2006 Sb. |
| 18. Výkopové práce | NV č. 591/2006 Sb. |
| 19. Zajištění stability stěn výkopů | NV č. 591/2006 Sb. |
| 20. Svahování výkopů | NV č. 591/2006 Sb. |
| 21. Vrtné práce | NV č. 591/2006 Sb., NV č. 378/2001 Sb. |
| 22. Bednění, podpěrné konstrukce a podpěrná lešení | NV č. 591/2006 Sb. |
| 23. Doprava a ukládání betonové směsi | NV č. 591/2006 Sb. |
| 24. Odbedňování a uvolňování konstrukcí | NV č. 591/2006 Sb. |
| 25. Práce železářské | NV č. 591/2006 Sb., NV č. 101/2005 Sb. |
| 26. Výroba, zpracování a doprava malt | NV č. 591/2006 Sb. |
| 27. Zdění | NV č. 591/2006 Sb. |
| 28. Příprava montáže | NV č. 591/2006 Sb., vyhl.č. 499/2006 Sb. |
| 29. Montážní pracoviště | NV č. 591/2006 Sb. |
| 30. Dílce pro montáž | NV č. 591/2006 Sb., NV č. 378/2001 Sb. |
| 31. Montážní a bezpečnostní přípravky a vázací prostředky | NV č. 591/2006 Sb., NV č. 163/2002 Sb. |
| 32. Komunikace při montáži | NV č. 591/2006 Sb. |
| 33. Manipulace s břemeny | NV č. 591/2006 Sb. |
| 34. Osazování dílců | NV č. 591/2006 Sb., NV č. 362/2005 Sb. |
| 35. Práce ve výškách a nad volnou hloubkou | NV č. 362/2005 Sb. |
| 36. Zajištění proti pádu | NV č. 362/2005 Sb. |
| 37. Kolektivní zajištění | NV č. 362/2005 Sb. |
| 38. Osobní zajištění | NV č. 362/20205 Sb. |
| 39. Zajištění pro pádu předmětů a materiálu | NV č. 362/20205 Sb. |
| 40. Zajištění pod místem práce ve výšce | NV č. 362/20205 Sb. |
| 41. Práce na střeše | NV č. 362/20205 Sb. |
| 42. Konstrukce ke zvyšování místa práce | NV č. 362/20205 Sb. |
| 43. Předání a převzetí konstrukcí | NV č. 362/20205 Sb. |
| 44. Výstupy | NV č. 362/20205 Sb. |
| 45. Práce nad sebou | NV č. 362/20205 Sb. |
| 46. Práce na vysokých objektech | NV č. 362/20205 Sb. |
| 47. Shazování předmětů a materiálu | NV č. 362/20205 Sb. |
| 48. Přerušení práce ve výškách | NV č. 362/20205 Sb. |
| 49. Krátkodobé práce ve výškách | NV č. 362/20205 Sb. |
| 50. Bourací a rekonstrukční práce - základní ustanovení | NV č. 591/2006 Sb., vyhláška č. 499/2006 Sb. |
| 51. Průzkum stavu objektů | NV č. 591/2006 Sb., vyhláška č. 499/2006 Sb. |
| 52. Přípravné práce | NV č. 591/2006 Sb., vyhláška č. 499/2006 Sb. |
| 53. Zajištění místa bourání | NV č. 591/2006 Sb., vyhláška č. 499/2006 Sb. |
| 54. Vstupy a vjezdy do bouraného objektu | NV č. 591/2006 Sb., vyhláška č. 499/2006 Sb. |
| 55. Bourání střešních konstrukcí | NV č. 591/2006 Sb., vyhláška č. 499/2006 Sb. |
| 56. Bourání svislých konstrukcí | NV č. 591/2006 Sb., vyhláška č. 499/2006 Sb. |
| 57. Bourání podlah, stropů a jiných vodorovných konstrukcí | NV č. 591/2006 Sb., vyhláška č. 499/2006 Sb. |
| 58. Práce nad sebou | NV č. 591/2006 Sb. |
| 59. Stroje a strojní zařízení | Zákon č. 309/2006 Sb., NV č. 378/2001 Sb. |
| 60. Obsluha | Zákon č. 309/2006 Sb., NV č. 378/2001 Sb. |
| 61. Provozní podmínky strojů | Zákon č. 22/1997 Sb., zákon č. 309/2006 Sb., NV č. 378/2001 Sb., NV č. 101/2005 Sb. |
| 62. Opravy a údržba | Zákon č. 309/2006 Sb., NV č. 378/2001 Sb. |
| 63. Zakázané činnosti | Zákoník práce, Zákon č. 309/2006 Sb., NV č. 378/2001 Sb. |
| 64. Stroje pro zemní práce | NV č. 591/2006 Sb. |
| 65. Stroje a zařízení pro výrobu, dopravu a zpracování směsi | NV č. 591/2006 Sb. |
| 66. Čerpadla směsí a strojní omítačky | NV č. 591/2006 Sb. |
| 67. Vibrátory | NV č. 591/2006 Sb. |
| 68. Stavební elektrické vrátky | NV č. 591/2006 Sb. |
| 69. Jednoduché kladky | NV č. 591/2006 Sb. |
| 70. Stavební výtahy | NV č. 591/2006 Sb. |
| 71. Zabezpečení stroje při přerušení a ukončení práce | NV č. 591/2006 Sb. |
| 72. Manipulace | Zákoník práce, NV č. 361/2007 Sb., NV č. 591/2006 Sb. |
| 73. Lepení krytin na podlahy, stěny, stropy a jiné konstrukce | NV č. 591/2006 Sb. |
| 74. Sklenářské práce | NV č. 591/2006 Sb. |
| 75. Malířské a natěračské práce | NV č. 591/2006 Sb. |
| 76. Svařování | NVč. 591/2006 Sb. |
| 77. Budování objektů zařízení staveniště - zákon č. 309/2006 Sb., NV č. 591/2006 Sb., NV č. 101/2005 Sb. | |
| 78. ČSN 73 8101 Lešení - společné ustanovení | |
| 79. Nařízení vládv č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí | |
| 80. Zákon 251/2005 Sb., o inspekci práce | |
| 81. Nařízení vládv č. 362/2005 Sb., o požadavcích na BOZP pro provádění stavebních prací ve výškách a nad volnou hloubkou | |
| 82. Vyhláška č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb | | |

1. Statický výpočet

## Předmět a metoda statického výpočtu

Předmětem tohoto statického výpočtu je posouzení dočasného zapažení štoly LB2 1903/1964 (1793/1892)­mm. Výpočet byl proveden obecnou deformační metodou, spojitá střednice je nahrazena polygonem a spolupůsobení ostění s horninou je modelováno soustavou kyvných prutů. Pro stanovení dat nutných pro výpočet ostění zjistíme výpočtový koeficient pružného odporu podle následující metodiky.

Reálné hodnoty zkušebního koeficientu pružného odporu jsou pro potřeby výpočtu stanoveny z rovnice

|  |  |
| --- | --- |
|  | [1] |

Kde značí:

|  |  |
| --- | --- |
| Edef - modul přetvárnosti [MPa] | ν . . . Poissonovo číslo [1] |
| kzk - zkušební koeficient pružného odporu [kNm-3] | Azk - plocha zkušební desky [m2] |
| α - součinitel závislý na tvaru a tuhosti zkušební desky (pro tuhou kruhovou desku α = 0,89) | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | [2] |

Zkušební koeficient pružného odporu je závislý na ploše zatěžovací plochy. Tento teoretický nedostatek je eliminován přepočtem na skutečnou velikost stavební konstrukce podle vztahu:

Kde značí:

|  |  |
| --- | --- |
| kvýp - výpočtový koeficient pružného odporu[kNm-3] | Azk - plocha zkušební desky [m2] |
| kzk - zkušební koeficient pružného odporu[kNm-3] | Askut - skutečná plocha základové spáry [m2] |

(pro Askut >10 m2 se bere kvýp k odpovídající ploše 10 m2 )



Tabulka 3. Výpočtové charakteristiky zemin a hornin

Nahodilé svislé zatížení uvažujeme jako ideální pohyblivé zatížení dle ČSN 73 6203 podle změny b -11/1989 čl. 60 zatěžovací třída A seskupení zatížení II 9,0 kNm-2.Výpočet zatížení na konstrukci bude vypočten z následujících rovnic

*Tlak v klidu bude stanoven podle rovnice*

*eor =* *×H Kr kde a nebo Kr = 1 –* *sin* *ϕ*

*Tlak aktivní bude stanoven podle rovnice*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Pro nesoudržné zeminy* | *eak = γ×H Ka* | *pro soudržné zeminy* |  |

*kde Ka = tg2 (45 - ϕ/2)*

*Odtud pak vypočteme redukovaný tlak na rozepřené konstrukce, (podle rovnice 55- ČSN 73 0037)*

*Aktivní tlak podle ČSN 73 0037 Zemní tlak na stavební konstrukce, čl. 100*

Výpočet zatížení hnaného pažení byl proveden podle ČSN 73 0037 Zemní tlak na stavební konstrukce, čl. 100 a podle kapitoly V. Zemní tlak na rozepřené konstrukce. Konstrukce bude posouzena buď na aktivní zemní tlak, vypočtený z reálných geotechnických hodnot nebo s využitím náhradního součinitele aktivního zemního tlaku Kan = 0,20 v souladu s ustanovením čl. 100 a, b a obr. 21. Pro dimenzování konstrukce se využije zatěžovací obrazec, který vyvodí v konstrukci nejnepříznivější vnitřní síly.

## Štola LB2-K21- 1903/1964 (1793/1892) mm mezi TJ1 a Š63437

### Výpočet zatížení

Toto je statický výpočet ostění štoly pro kanalizaci, vyztužené rámy z ocelové důlní výztuže LB2. Největší nadloží v jednotlivých úsecích je u Š63437 5,12­m.



Tab. 16. Výpočet zatížení na ostění štoly K21-LB2-1903/1964 (1793/1892)­mm

Výpočet byl proveden obecnou deformační metodou, spojitá střednice je nahrazena polygonem a spolupůsobení rámu s horninou je modelováno soustavou kyvných prutů. Při výpočtu je rám zatěžován jednotkovým zatížením a dimenzování konstrukce je provedeno pro koeficienty ložnosti kvýp = 5, 50, 100­MNm-3 a pro poměry bočního ku svislému tlaku p/q = 0,2; 0,4; 0,6. Výpočet je proveden polygonální metodou za využití obecné deformační metody, řešíme soustavu rovnic o 38 neznámých s počtem 306 prvků v matici. V postupných iteračních krocích je modelováno opření konstrukce do zeminy tak, že ve výpočtu zůstávají pouze tlačené opěry polygonu. Maximální únosnost ocelových rámů byla vyhodnocena interakčním diagramem, vyjadřujícím únosnost ocelové výztuže pro různé poměry momentů a normálových sil.

### Posouzení ostění štoly

|  |  |
| --- | --- |
| Obr. 7. Statické schéma rámu štoly K21-LB2-1903/1964 (1793/1892)­mm (počet neznámých 38, počet prvků matice 306 – lb\_1819.dat) | Obsah obrázku skica, diagram, text, řada/pruh  Popis byl vytvořen automaticky  Obr. 8. Momenty pro šachty od zatížení q=100­kNm´ p/q=0,2 |



Tab. 17. Únosnost ocelových rámů štoly LB2-K21-1903/1964 (1793/1892)­mm

Pro předpokládaný poměr bočního tlaku ke svislému 0,3 a pro koeficient 50­MNm-3 pružného odporu horniny je minimální únosnost ocelového rámu v úrovni klenby



***Posouzení svislého celíku štoly-***Pro danou lokalitu budou uvažovány tyto geotechnické parametry.



### Výpočet velikosti poklesové kotliny nad štolou K21-LB2 - 1903/1964 (1793/1892)­mm

Aby byla zajištěna ochrana podzemních inženýrských sítí a jiných objektů umístěných nad štolou, stanovují se podmínky pro vedení ražeb v souladu s vyhláškou ČBÚ č.55/1996 Sb. §22 odst.1.

Pro výpočet poklesové kotliny programem POKLESY v1.0 nad štolou o rozměru příčného řezu 1903/1964 (1793/1892)­mm (plocha výrubu 3,267­m2) vyztuženou ramenáty z ocelové důlní výztuže LB2-K21 je použita hodnota modulu deformace Edef=5­MPa, Poissonův koeficient ν=0,41 a objem nadvýlomu 0,05­m3.

Do výpočtu pásma předpokládaných poklesů zavádíme pokles v klenbě hodnotou δcelkové=35­mm jako důsledek deformace ocelové důlní výztuže a technologie ražení (hnané pažení, klínování pažnic UNION apod.). Hodnoty deformací terénu nad raženou štolou platí pro zeminy hlinité, písčitohlinité až jílovitohlinité označené podle ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy jako F6 (CL - CI).

Výpočet poklesové kotliny pro štolu o ploše 3,267­m2 (náhradní poloměr r = 1,0197­m, nadloží 5,12­m, střed štoly v hloubce 6,14­m) je uveden na obrázku. Šířka pásma předpokládaných poklesů je pro nadloží 5,12­m podle Jefferyho přibližně ~5,50­m na každou stranu od osy tunelu (pokles 1­mm).

|  |
| --- |
| Obsah obrázku text, řada/pruh, diagram, Vykreslený graf  Popis byl vytvořen automaticky |

Obr. 9. Poklesová kotlina pro nadloží 2,115­m podle Jefferyho

Maximální pokles je 1,74­mm podle Jefferyho. Pokles terénu nad štolou je malý, ale je nutné před zahájením ražení ověřit stav podzemních vedení a v případě potřeby provést potřebná opatření, aby nedošlo k poškození inženýrských sítí, kabelových vedení a jiných podzemních objektů.

### Podmínky pro vedení ražby požadavky na rozsah geomonitoringu

Aby byl zajištěn bezpečný provoz stavby, stanovují se podmínky pro vedení ražby v souladu s vyhláškou ČBÚ č.55/1996 Sb. §22, kterým se stanoví požadavky k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí v blízkosti inženýrských sítí. Bude se sledovat zóna ovlivnění s ohledem na vyvolané deformace nadloží, seismické účinky a ovlivnění režimu podzemních vod v souladu s § 16a odst. 4 vyhl. č. 55/1996 Sb.

Bude se provádět ve stejných časových intervalech měření poklesů terénu nad měřičskými profily stanovenými ve štole. Budou měřeny měřičské body (ocelové hřeby osazené do betonových patek) umístěné na terénu v ose štoly. Přípustná svislá deformace je max. do -3­mm, při větší deformaci je nutné provést opatření k zamezení nárůstu deformace. Nulté zaměření měřičských bodů nad štolou se provede ještě před zahájením ražení. Pak se bude měřit 2x za týden a další tři týdny se bude provádět měření jednou týdně.

|  |  |
| --- | --- |
| Obr. 10 Konvergenční měření štoly | Ve štole se při výstavbě bude provádět měření konvergencí na bodech podle obr. 10. Budou měřeny konvergence bodů A, B, C a (viz obr. 10). Bude měřen vodorovný rozměr L-AB mezi body A-B, 200­mm nad úrovní počvy štoly, šikmý rozměr L-AC a L-BC mezi body A-C a body B-C. Svislý rozměr A-D. Měřičské profily budou osazeny na ocelové rámy v rozteči 10­m v podélném směru štoly. První zaměření se provede bezprostředně po zabudování pažení. První týden po zabudování pažení se bude provádět měření konvergencí 1x za týden a další tři týdny se bude provádět měření jednou za 14 dní. Všechna měření se budou zapisovat a okamžitě vyhodnocovat. Přípustná deformace, zmenšení rozteče bodů je max. do -5­mm. Pokles terénu nad štolou se povoluje do -5­mm. |

## Riziková analýza

Dle požadavku vyhlášky 55/1996 Sb. byla v rámci zpracování projektu provedena riziková analýza faktorů ovlivňujících bezpečnost prováděného díla a objektů v dosahu možného ovlivnění na základě celkového vyhodnocení výsledků geologického a inženýrskogeologického průzkumu. V následujících bodech jsou definována hlavní rizika a opatření pro jejich minimalizaci. Jsou to:

### Ovlivnění inženýrských sítí

Ražba štoly (s ohledem na nízké nadloží) podchází pod provozovanými inženýrskými sítěmi. Pro jednotlivé sítě budou v projektu RDS stanoveny hodnoty očekávaných poklesů a hodnoty nerovnoměrného sedání. V rámci projektu geotechnického monitoringu bude navrženo sledování poklesů terénu nivelačními profily.

Velký důraz je kladen před započetím prací na zajištění inženýrských sítí v souladu s požadavky provozovatelů sítí.

### Zajištění povrchu a stávající zástavby pro eliminaci rizik

S ohledem na výsledky IG průzkumu, respektive prostředí, ve kterém je ražba vedena a samotné výškové vedení, jsou navrženy pro eliminaci rizik výplňové nízkotlaké injektáže.

### Omezení pohybu na povrchu v době ražby

Ražba je vedena v prostředí s velmi nízkým nadložím, proto projekt uvažuje s opatřením na povrchu a to s ohledem na eliminaci rizik.

Na povrchu nad ražbou v půdorysném rozsahu ražby + 1,5m na každou stranu bude provedeno mobilní (posuvné) oplocení tak, aby nad místem ražby byl zcela omezen pohyb a nevyskytovalo se zde žádné nahodilé/užitné zatížení. Toto opatření může být nahrazeno dopravní značkou omezující rychlost na 30­km/hod a oznámením, pozor podtunelováno.

### Deformace povrchu musí být sledovány geotechnickým monitoringem

Je potřeba dodržet navržené postupy jako opatření k eliminaci poklesů terénu. Při překročení varovných stavů bude v podzemních dílech doplněna výztuž, zkrácená velikost záběru, upraven postup výstavby popř. navrženo jiné opatření. Konkrétní body budou specifikovány v dalším stupni dokumentace (RDS) a projektem geomonitoringu.

### Stabilita výrubu tunelu

Podle zastižených IG poměrů je pro stabilitu výrubu klíčové zajistit stabilitu přístropí pomocí CKT svorníků, jehel, kotvení čelby. Pro jednotlivé technologické třídy budou v rámci RDS definovány konkrétní způsoby zajištění a vystrojení ražeb.

## Předpoklady statického výpočtu

1. *Dodržení rozměrů a tvaru konstrukce, kvality a způsobu zpracování materiálů.*
2. *Dodržení vzdálenosti rámů I profil v jamách a ocelové důlní výztuže K21-LB a (atyp.) ve štolách.*
3. *Při zastavení ražby štoly déle než na 8 hodin, je nutné čelbu plně zapažit fošnami tl. 40­mm na sraz. Bude dodržen postup výstavby navržený projektem, případné změny technologického postupu je nutné konzultovat s projektantem.*
4. *V případě, že budou při provádění konstrukce pažení jámy a ostění štol odhaleny skutečnosti odchylné od podkladů a předpokladů tohoto projektu (geotechnické parametry zemin, hladina spodní vody apod.), popřípadě skutečnosti omezující jejich realizaci (projektem nepředpokládané křížení inženýrských sítí), je nutno okamžitě uvědomit autora tohoto projektu, TD investora a GP. Úpravy projektu pak provede autor projektu po dohodě a schválení se zástupci TDI a GP.*
5. *Statický výpočet předpokládá geologii uvedenou v technické zprávě. Poznámky k jednotlivým technologiím uvedené v této zprávě nenahrazují technologický předpis. Závazný technologický předpis vypracuje a předloží před zahájením prací dodavatel.*

## Literatura a ČSN

1. Vyhláška Českého báňského úřadu č. 55/1996 Sb. ze dne 7. února 1996
2. ON 44 6009 Výpočet separátního větrání dlouhých důlních děl
3. Nařízení vlády č. 502/2000 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
4. ČSN 73 0037 Zemní tlak na stavební konstrukce
5. ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy
6. ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí (mezní stavy)
7. ÚN 73 7010 Tunely a jiné podzemní stavby
8. ČSN 73 14 01/1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí
9. ČSN 73 6203 Zatížení mostů
10. ČSN 73 7501 Navrhování konstrukcí ražených podzemních objektů
11. EN 206-1 Beton -Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
12. ČSN EN 1991-1-1: 2004/03 Zatížení stavebních konstrukcí
13. ČSN EN 1991-2: 2005/07 Zatížení mostů dopravou
14. TP 51 Statické tabulky
15. Dandurov M. I.: Tonneli, GTŽI, Moskva 1952
16. Straka J.: Podzemní stavby, SNTL/SVTL, Praha 1966
17. Széchy K.: The Art of Tunneling, Akademia Kiado, Budapest 1966,
18. Program PROS 3
19. Program INDI/INDIS
20. Program POKLESY v 1.0, VŠB Ostrava

Ing, Jaromír Zlámal

Autorizovaný inženýr

obor geotechnika ČKAIT 0000137

Báňský projektant - osvědčení č. 2132/07

Odborný znalec ČBÚ- 44556/2019/ČBÚ-21/4

Roztoky-Praha, září 2024