


6			
5			
4			
3			
2	ČISTOPIS	31.12.2022	Ing. Rinn
1	ČISTOPIS	13.12.2019	Ing. Rinn
REVIZE	POPIS	DATUM	SCHVÁLIL

Sweco Hydroprojekt a.s. Ústředí Praha Táborská 31, 140 16 Praha 4; praha@sweco.cz; www.sweco.cz				SWECO 		
VYPRACOVAL	Ing. Holuša	HIP	Ing. Kuba, Ph.D.	T. KONTROLA	Ing. Trnka	
PROJEKTANT	Ing. Holuša	ŘEDITEL DIVIZE	Ing. Hanák	DATUM	12/2022	
OBJEDNATEL	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA			OKRES	Praha Bubeneč	
AKCE:  ÚČOV NÁTOKOVÝ LABYRINT LEVÝ BŘEH CELKOVÁ PŘESTAVBA A ETAPA 0004 STAVBA č. 6963  Přeložky stok B a D				ČÍSLO ZAKÁZKY	11-9242-02-04	
				STUPEŇ	TDW	
				FORMÁT	115x A4	
				ARCHIVNÍ ČÍSLO	012939/19/1	
ČÁST STAVBY				SO/PS	SO 01	
PŘÍLOHA:  STATICKÝ VÝPOČET ČPHZ				ČÍSLO PŘÍLOHY	E.8.44	b
						2

Tato dokumentace včetně všech příloh (s výjimkou dat poskytnutých objednatelem) je duševním vlastnictvím akciové společnosti Sweco Hydroprojekt a.s. Objednatel této dokumentace je oprávněn ji využít k účelům vyplývajícím z uzavřené smlouvy bez jakéhokoli omezení. Jiné osoby (jak fyzické, tak právnické) nejsou bez předchozího výslovného souhlasu objednatele oprávněny tuto dokumentaci ani její části jakkoli využívat, kopírovat (ani jiným způsobem rozmnožovat) nebo zpřístupnit dalším osobám.

Poznámka: Podpisy zpracovatelů jsou připojeny pouze k výtisku číslo 01 nebo originálu přílohy (matrici).



## OBSAH / SEZNAM PŘÍLOH

strana

<b>1</b>	<b>Zpráva ke statickému výpočtu .....</b>	<b>5</b>
1.1	Úvod .....	5
1.2	Podklady .....	5
1.3	Literatura, normy, předpisy .....	5
1.4	Geologické poměry .....	5
1.5	Kvazihomogenní celky – geotechnické typy .....	7
1.6	Hydrogeologické poměry .....	8
1.7	Popis sond.....	8
1.8	Geotechnické vlastnosti zemin a hornin.....	10
1.9	Zásady statického řešení .....	11
1.10	Připomínky k provádění.....	11
1.11	Popis objektu .....	12
1.11.1	Hloubené šachty.....	12
1.11.2	Ražené podzemní objekty.....	15
<b>2</b>	<b>Statický výpočet .....</b>	<b>19</b>
2.1	Hloubené šachty.....	19
2.1.1	SO 01.2 - hloubená těžní šachta tš b01 .....	19
2.1.1.1	Výpočet zemních tlaků na konstrukci.....	19
2.1.1.2	Ocelová výztuž šachty.....	26
2.1.1.3	Posouzení ocelových pažnic UNION .....	27
2.1.2	SO 01.2 - hloubená těžní šachta TŠ SK D.....	28
2.1.2.1	Výpočet zemních tlaků na konstrukci.....	28
2.1.2.2	Ocelová výztuž šachty.....	35
2.1.2.3	Posouzení ocelových pažnic UNION .....	36
2.1.3	SO 01.2 - hloubená těžní šachta TŠ SP .....	37
2.1.4	SO 01.1 - hloubené těžní šachty TŠ D2/D3 .....	37
2.1.4.1	Ocelová výztuž šachty.....	43
2.1.4.2	Posouzení ocelových pažnic UNION .....	44
2.1.5	SO 01.4 - hloubená těžní šachta TŠ SK BD .....	50
2.1.5.1	Výpočet zemních tlaků na konstrukci.....	50
2.1.5.1	Ocelová výztuž šachty.....	59
2.1.5.2	Posouzení ocelových pažnic UNION .....	60
2.1.6	SO 01.5 - hloubené těžní šachty TŠ BD.1/BD.2 .....	60
2.1.6.1	Výpočet zemních tlaků na konstrukci.....	60
2.1.6.2	Ocelová výztuž šachty.....	74
2.1.6.3	Posouzení ocelových pažnic UNION .....	75
2.1.7	Hloubená těžní šachta TŠ pro MŠ .....	75
2.1.7.1	Výpočet zemních tlaků na konstrukci.....	75
2.1.7.2	Ocelová výztuž šachty.....	81
2.1.7.2.1	Posouzení ráků se vzdáleností 800 mm .....	81
2.1.7.2.2	Posouzení ráků se vzdáleností 700 mm .....	81
2.1.7.2.3	Posouzení ráků se vzdáleností 500 mm .....	82
2.1.7.2.4	Posouzení ocelových pažnic UNION .....	83
2.1.7.3	Ohlubňový rám těžní šachty.....	83
2.1.7.3.1	Průřezové charakteristiky .....	83
2.1.7.3.2	Zatížení svislé .....	84
2.1.7.3.3	Výpočet vnitřních sil .....	84
2.1.7.3.4	Posouzení průřezu .....	85

SO 01

2.1.7.3.5	Závěr těžních šachet .....	86
2.2	Ražené podzemní objekty .....	86
2.2.1	SO 01.2 - ražená štola pro výstavbu zděné jednopasové stoky "D.1" .....	86
2.2.1.1	Průřezové charakteristiky .....	86
2.2.1.2	Výpočet zatížení .....	86
2.2.1.3	Výpočet statických veličin .....	87
2.2.1.4	Dimenzování .....	89
2.2.1.5	Závěr .....	90
2.2.1.6	Výpočet očekávaného poklesu úrovně povrchu území .....	90
2.2.2	SO 01.1 - ražená štola pro výstavbu stoky "D" DN 1400 .....	92
2.2.2.1	Provizorní výztuž .....	92
2.2.2.1.1	Základní údaje .....	92
2.2.2.1.2	Průřezové charakteristiky .....	92
2.2.2.1.3	Stanovení součinitele pružného odporu $k$ .....	92
2.2.2.1.4	Zatížení štoly .....	93
2.2.2.1.4.1	Schéma příčného profilu : .....	93
2.2.2.1.4.2	Kritérium nízkého nadloží .....	94
2.2.2.1.4.3	Nízké nadloží .....	94
2.2.2.1.5	Výpočet vnitřních sil .....	97
2.2.2.1.6	Posouzení primárního vyztužení .....	98
2.2.3	SO 01.5 - ražená štola pro výstavbu stoky "BD" PN IX. 1400/2200, 3,50x2,98 m, dl. cca 116,60 m' .....	99
2.2.3.1	Provizorní výztuž .....	100
2.2.3.1.1	Základní údaje .....	100
2.2.3.1.2	Průřezové charakteristiky .....	100
2.2.3.1.3	Stanovení součinitele pružného odporu $k$ .....	100
2.2.3.1.4	Zatížení štoly .....	101
2.2.3.1.4.1	Kritérium nízkého nadloží .....	101
2.2.3.1.4.2	Nízké nadloží .....	103
2.2.3.1.5	Výpočet vnitřních sil .....	106
2.2.3.1.6	Posouzení primárního vyztužení .....	107
<b>3</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>108</b>
<b>4</b>	<b>Podpření stávající konstrukce stoky B .....</b>	<b>108</b>
4.1	Zatížení .....	109
4.1.1	Kritérium nízkého nadloží .....	109
4.1.2	Nízké nadloží .....	109
4.2	Výpočet statických veličin .....	111
4.2.1	Dimenzování .....	112
4.3	Ocelová veřej .....	114

# 1 ZPRÁVA KE STATICKÉMU VÝPOČTU

## 1.1 ÚVOD

Předmětem tohoto statického výpočtu je návrh a posouzení prozatímní výstroje štolý ražených úseků stok B, D, které jsou součástí objektu SO 01 – Stoková síť a objekty na ní, v rámci akce „Stavba č. 6963 Celková přestavba a rozšíření ÚČOV na Císařském ostrově, etapa 0004 Nátokový labyrint – levý břeh“ ve stupni Dokumentace pro výběr zhotovitele.

## 1.2 PODKLADY

Podkladem pro zpracování tohoto statického výpočtu byly :

- Stavební výkresy jednotlivých šachet – půdorysy a řezy,
- Nátokový labyrint ÚČOV, Praha 6, Praha 7. Archivní rešerše geologických a hydrogeologických poměrů; Vašák, A., Morávek, R., INSET s.r.o., Praha 2007
- Nátokový labyrint ÚČOV, Praha 6 – Praha 7. Podrobný inženýrskogeologický průzkum; Vašák, A. a kol., INSET s.r.o., Praha 2007
- Nátokový labyrint na ÚČOV, řešení odvodnění areálu Ekotechnického muzea a přeložka stok B a D, Investiční akce PVS 1173505, číslo zakázky 106257901/0900; HYDROPROJEKT CZ a.s., Praha 2010
- Stavební situace širších vztahů.

## 1.3 LITERATURA, NORMY, PŘEDPISY

1. ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních konstrukcí
2. EN 1991-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 4: Zatížení zásobníků a nádrží.
3. ČSN EN 206 – 1 – Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda (Změna 3),
4. ČSN 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy,
5. ČSN 75 0250 – Zásady navrhování a zatížení vodohospodářských staveb (září 2012)
6. Statické tabulky – Technický průvodce 51, SNTL, 1987,
7. R. A. Bareš – Tabulky pro výpočet desek a stěn, SNTL, 1989,
8. J. Hulla a kolektiv – Zakladanie staveb, SNTL, 1987,
9. Barták, Bucek – Podzemní stavby, ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Ediční středisko ČVUT, 1986

Pro statický výpočet byl použit program GEO 5,0

## 1.4 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Geologické a hydrogeologické poměry zájmového území jsou graficky zpracovány do podélných inženýrskogeologických (IG) řezů, které jsou situovány tak, aby charakterizovaly

geologické a hydrogeologické poměry v místech projektovaných stavebních objektů na bubenečské (2.1 až 2.5) a trojské (2.6) straně a v prostoru Císařského ostrova (2.7).

Z širšího geologického hlediska je území budováno komplexem hornin paleozoického stáří, které vytvářejí brachysynklinorium protažené ve směru JZ-SV, kde nejstarší horniny vystupují na okrajích mísovité struktury a nejmladší uprostřed struktury. Pravidelnost uložení je porušena příčnými a podélnými poruchami (pražský zlom, šárecký zlom, závistský přesmyk).

Z hornin skalního podloží se v zájmovém území vyskytuje ordovické šárecké souvrství ve facii prachovitopísčitých břidlic. Horniny skalního podloží jsou překryty pleistocenními fluvialními sedimenty náležející k údolní manínské terase a navážkami, kterými byl v minulosti zvyšován a vyrovnáván povrch území.

### Horniny skalního podloží

Šárecké souvrství ve facii šáreckých břidlic je středně ordovického stáří a vrtným průzkumem byly převážně zastíženy černošedé, slabě zvětřené až zdravé a zdravé, tenké vrstevnaté, rozpukané až středně rozpukané, typicky roubíkovité rozpadavé, málo slídnaté s oj. křemennými zrny. Pouze ve vrtu J2 byla zastížena tektonická porucha a břidlice jsou v celém svém profilu tektonicky porušené, značně rozpukané až drcené a tenké vrstevnaté. Zcela zvětřalý až velmi zvětřalý zvětřalinový plášť v zájmovém území chybí, protože byl v minulosti snesen činností Vltavy. I když svými pevnostmi v prostém tlaku vykazují zařazení dle ČSN 731001 až do třídy R2, zařadíme je do třídy R3. Větší dosah zvětřání bude vyvinut podél predisponovaných ploch diskontinuit.

Povrch skalního podloží je v místě trojské retenční nádrže rovinný a po vodě stoupá z kóty 174,70 (vrt J11) na 175,63 m n.m. (J9), v prostoru Císařského ostrova je zvlněný a s depresí v okolí vrtu J7 (166,50 m n.m.) a směrem k severu (J8) stoupá na kótu 167,90 m n.m. a směrem k jz. (J6) na kótu 169,13. V místě bubenečské retenční nádrže se povrch skalního podloží vyskytuje nepravidelně na kótě 167,50 až 173,91 m n.m.

### Pokryvné útvary

Z pokryvných útvarů byly vrtným průzkumem zastíženy již výše uvedené fluvialní sedimenty a navážky. Holocenní sedimenty byly zastíženy v prostoru Císařského ostrova a lokálně v prostoru obou retenčních nádrží. V místech, kde nebyly zastíženy byly pravděpodobně byly odstraněny jako neúnosné půdy v době zvyšování a vyrovnávání původního území.

Horniny skalního podkladu jsou překryté:

- fluvialními sedimenty údolní manínské terasy
- holocenními náplavy
- antropogenními sedimenty

Fluvialní sedimenty náležející k údolní manínské terase jsou pleistocenního stáří a jejich vznik je kladen do posledního viselského glaciálu, kde tyto nejnižší terasové akumulace vyplňují dna údolních zářezů. Manínská terasa je řazena k terasovému stupni VII. Jelikož báze terasových sedimentů probíhá na již zmíněných úrovních, tj. 166,50 až 175,60 m n.m. pak se jedná o fluvialní sedimenty vyplňující přehloubené koryto Vltavy (Paluska A. 1976, Hannover). Fluvialní sedimenty mají převážně hnědou až světle hnědou barvu. Pouze ve vrtech J3 a J2 převažující zbarvení je šedé až šedohnědé a tato změna barvy indikuje přehlubování původního koryta.

Ve svrchní části manínské terasy byly ve vrtech J2, J6 a J7, zastíženy fluvialní jemnozrnné sedimenty charakteru písků s jemnozrnnou příměsí (zařídění dle ČSN 73 1001 - S3/S-F). Tyto jemnozrnné sedimenty patří k vyšší akumulaci manínské terasy. Pod jemnozrnnými materiály se vykytují hrubozrnné sedimenty s převažujícím strukturním charakterem štěrků s příměsí jemnozrnné zeminy (G3/G-F). Jemnozrnná příměs je převážně tvořena svrchu jemnozrnnými a směrem do hloubky středně zrnitými až hrubozrnnými písky s proměnlivým obsahem hlinité

frakce. Na bázi terasy se vyskytují až balvanité štěrky, které mohou nabývat charakteru štěrků špatně zrněných (G2/GP). Hrubozrnné sedimenty náleží k nižší akumulaci manínské terasy. Největších hloubek dosahují fluviální sedimenty v prostoru Císařského ostrova (J7 - 18,2 m - kóta 166,50 m n.m.m) a v severní části bubenské retenční nádrže (J2 - 16,5 m - 167,50 m n.m.). Naopak nejmenší hloubky byly zjištěny v prostoru trojské retenční nádrže 7,20 až 8,50 m - tj. kóty 174,70 až 175,36 m n.m.m).

Holocenní náplavy byly zastiženy v prostoru Císařského ostrova, ve vrtech J9 a J10 v místě trojské retenční nádrže a lokálně ve vrtu J4 (bubenská retenční nádrž). Strukturně se především jedná o jíly se střední plasticitou (F6/CI) a v menší míře jíly písčité (F4/CS). Jejich mocnost je nepravidelná v závislosti na mocnosti nadložních navážek a pohybuje se od 0,7 m až do 3,0 m.

Antropogenní sedimenty (navážky) byly použity při zvyšování a vyrovnávání zájmového území po obou březích Vltavy. Navážky jsou heterogenní a jejich strukturní charakter se mění v horizontálním i vertikálním směru. Mocnost navážek je velice variabilní a v nově provedených vrtech se pohybuje v rozmezí 4,80 (J4) až 9,80 m (J2). Strukturně nabývá charakteru štěrků s proměnlivým obsahem jemnozrnné frakce (G-FY, GMY), písků s proměnlivým obsahem jemnozrnné frakce (S-FY, SMY, SCY) a jemnozrnných zemin (CSY, CIY). Štěrková frakce je tvořena valouny křemene, úlomky křemenců, krystalinických hornin, opuk, cihel, úlomky až kusy betonu, keramickými střepy, apod. Ve svrchních partiích jsou navážky dle makroskopického popisu převážně středně uhlé.

## 1.5 KVAZIHOMOGENNÍ CELKY – GEOTECHNICKÉ TYPY

Z hlediska inženýrskogeologického byl pro účely numerického modelování horninový masiv rozčleněn na základě heterogenity geomechanických vlastností horninového masivu na následující kvazi homogenní celky – geotechnické typy:

### GT1 – NAVÁŽKY

Antropogenní navážky a závláčky jsou recentní sedimenty vzniklé lidskou činností. Byly navrženy zejména v zastavěných oblastech. Jejich rozšíření je spojeno se stavební činností, náspy a terénními úpravami.

Zrnitostním složením a litologickým zastoupením jsou antropogenní uloženiny horizontálně i vertikálně nejvariabilnějším útvarem celého pokryvu zájmového území. Těžitelnost dle ČSN 73 3050 tř. 2-4 (dle obsahu a velikosti štěrkové frakce). Dle ČSN 73 1001 tř. Y.

### GT2 – HOLOCENNÍ SEDIMENTY

Jsou zastoupeny lokálně jednak povodňovými hlínami zakrývající povrch terasových sedimentů, které se vyskytují v omezeném rozsahu, jednak říčními náplavy. Strukturně se především jedná o jíly se střední plasticitou (F6/CI) a v menší míře jíly písčité (F4/CS). Jejich mocnost je nepravidelná v závislosti na mocnosti nadložních navážek a pohybuje se od 0,7 m až do 3,0 m.

### GT3 – TERASOVÉ SEDIMENTY

Základním prvkem terasových sedimentů je vždy štěrk, nepravidelně doplňovaný písčitou a hlinitojílovitou složkou. Teprve v nejmladších sedimentech se štěrková příměs postupně snižuje až mizí. Jsou reprezentovány sedimenty Manínské terasy tvořené písčky a hrubými štěrky s výplní hlíny. U písků je třeba počítat s minimální soudržností.

## GT4 – PODLOŽÍ – HORNINY ORDOVIKU – ŠÁRECKÉ VRSTVY

Je budováno ordovickými sedimenty Barrandienu, řazenými k vrstvám šáreckým. Byly převážně zastiženy černošedé, slabě zvětralé až zdravé a zdravé, tenké vrstevnaté, rozpukané až středně rozpukané, typicky roubíkovitě rozpadavé, málo slídnaté s oj. křemennými zrny. Zcela zvětralý až velmi zvětralý zvětralinový plášť v zájmovém území chybí, protože byl v minulosti snesen činností Vltavy. I když svými pevnostmi v prostém tlaku vykazují zařazení dle ČSN 731001 až do třídy R2, zařídíme je do třídy R3. Větší dosah zvětrání bude vyvinut podél predisponovaných ploch diskontinuit.

## 1.6 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Podzemní voda v zájmovém území vytváří dva horizonty. Jedná se jednak o průlinovou zvodeň vázanou na fluvialní sedimenty Vltavy, kde podzemní voda tvoří souvislý obzor poříční vody, která komunikuje s hladinou vody v řece. Hladina vody se v době provádění průzkumu pohybuje na kótě 175,30 až 177,53 m n.m. a kolísá v souvislosti s hladinou vody v řečišti a na množství atmosferických srážek. Podzemní vody vykazují velkou vydatnost v přímé souvislosti na vysoké propustnosti terasových sedimentů.

Z archívních znalostí z čerpacích zkoušek prováděných v blízkosti Vltavy se vydatnost pohybovala od 6 do 20 l.s-1 v závislosti na stupni kolmatace fluvialních sedimentů v blízkosti řečiště.

Ve skalním podloží se bude vyskytovat podzemní voda jednak v povrchové, rozvolněné zóně (průlinovo-puklinová zvodeň), jejíž mocnost bude dosahovat maximálně 0,50 až 1,0 m jako součást výše uváděné zvodně kvartérní ve vzájemné komunikaci a pak zasáklá do puklinového systému. Hluběji v puklinovém systému podzemní voda (puklinová zvodeň) cirkuluje bez vzájemné souvislosti s výraznějšími vydatnostmi pouze v místě poruchových pásem.

## 1.7 POPIS SOND

### Sonda J4 (kóta povrchu terénu: 184,51 m n.m.)

- 0,00 – 0,35 m - Navážka, beton – parkoviště Gastrostella;
- 0,35 – 0,60 m - Navážka – písčité podsyp pod betonem;
- 0,60 – 0,65 m - Navážka – štěrť jílovitý, rezavohnědý – holocenní náplavové sedimenty;
- 0,60 – 1,00 m - Navážka – jíl se střední plasticitou, tmavě hnědý, rezavě hnědý smouhovaný, pevný;
- 1,00 – 3,50 m - Navážka – písek hlinitý, zelenavě šedý, se střípky a oj. úlomky cihel, valouny křemene do vel. 1-5 cm (<1%), pevný;
- 3,50 – 4,20 m - Navážka – škvárovitá, tmavě hnědočerná, a šedá se zelenavě šedým, hlinitým pískem, oj. valouny křemene;
- 4,20 – 4,40 m - Navážka – hadry, pecky od švestek, bužírky, beton;
- 4,40 – 4,80 m - Navážka – škvárovitá, tmavě hnědočerná, a šedá se zelenavě šedým, hlinitým pískem, oj. valouny křemene, v 3,5-4,2 m převažuje zelenavě šedý hlinitý písek;



SO 01

- 4,80 – 7,00 m - Jíl se střední plasticitou – šedý, černě skvrnitý, s organickým odorem, oj. drobné střípky cihel, slabě jemně slídnatý, se záteky a laminami jemnozrnných hlinitých písků, k bázi charakteru písčitych jílu, tuhý holocenní náplav;
- 7,00 – 10,60 m - Štěrka špatně zrněná, štěrka písčité – rezavě hnědá, valouny křemene a hornin krystalinika, o vel. 1, 3, 5, 7 až 10 cm, písčité frakce hrubozrnná, mokrá, ulehlejší pleistocenní fluvialní sediment – maninská terasa;
- 10,60 – 13,00 m - Břidlice jílovité navětralé, břidlice slabě zvětralá – šedočerná, prachovitě jílovitá, tenčí vrstevnatá (do 3-4 cm), úlomkovitě až kusovitě rozpadavá, v 11,6-11,8 m střípkovitě rozpadavá se síranovými výkvěty, jedním úderem geologického kladiva rozbitelná, ordovik – šárecké souvrství.

Hladina podzemní vody navrtána v hloubce 7,10 m pod terénem (177,41 m n.m.)  
 ustálena v hloubce 7,50 m pod terénem (177,01 m n.m.)

### Sonda 388 (kóta povrchu terénu: 185,50 m n.m.)

- 0,00 – 2,00 m - Heterogenní navážka hlinitokamenitá;
- 2,00 – 3,00 m - Sprašové sedimenty – hlína s nízkou plasticitou;
- 3,00 – 4,60 m - Fluvialní písky středně uhlé;
- 4,60 – 6,10 m - Štěrka písčité až špatně zrněná;
- 6,10 – 7,10 m - Šárecké břidlice zvětralé;
- 7,10 – 8,10 m - Slabě zvětralé břidlice;

Hladina podzemní vody nebyla zastižena

### Sonda 387 (kóta povrchu terénu: 185,90 m n.m.)

- 0,00 – 0,50 m - Heterogenní navážka hlinitokamenitá;
- 0,50 – 2,40 m - Jílovitá hlína;
- 2,40 – 4,00 m - Sprašové sedimenty – hlína s nízkou plasticitou;

Hladina podzemní vody nebyla zastižena

### Sonda 207 (kóta povrchu terénu: 186,10 m n.m.)

- 0,00 – 2,50 m - Heterogenní navážka hlinitokamenitá;
- 2,50 – 4,30 m - Jemně zrnitý písek
- 4,30 – 8,70 m - Štěrky;
- 8,70 – 10,00 m - Šárecké břidlice zvětralé;

Hladina podzemní vody nebyla zastižena

## Sonda 927 – V1/1971 (kóta povrchu terénu: 186,51 m n.m.)

Výšky přepočteny z Baltu po vyrovnání do Jadranu

- 0,00 – 0,50 m - Dlažba + štět vozovky;
- 0,50 – 1,50 m - Navážka – světle hnědá tvořená valouny štěrku velikosti do 10 cm s písčitou výplní;
- 1,50 – 2,00 m - Žlutohnědá silně jemně písčitá (sprašová) hlína, tuhá;
- 2,00 – 3,50 m - d t t o hnědá, pevná s ojedinělými valouny do 3 cm;
- 3,50 – 4,00 m - Hnědý okrově skvrnitý silně hlinitý, jemnozrnný písek, silně ulehlý, charakteru povodňových hlinitých náplavů;
- 4,00 – 4,50 m - Světle hnědý jemnozrnný písek suchý, sytký, velikost zrn 0,5 mm;
- 4,50 – 5,20 m - Hnědý písčitý štěrk s valouny křemene a křemence velikosti do 5 cm, výplň tvoří hrubozrnný písek;
- 5,20 – 6,00 m - Černohnědá jílovito-písčitá břidlice, zvětralá, rozpadlá v jílovité eluvium s četnými pevnějšími úlomky břidlice;
- 6,00 – 8,00 m - Šedá, slabě navětralá avšak tvrdá jílovito-písčitá břidlice, pouze na puklinách slabě limonitované povlaky;
- 8,00 – 9,50 m - Černošedá zdravá, tvrdá prokřemenělá břidlice, ve vzorkovnici dlátované úlomky velikosti 3 cm (šárecké vrstvy)  
Poznámka: od 6 m dlátováno  
9,50 m – konečná hloubka sondy.

Hladina podzemní vody nebyla zastižena

## 1.8 GEOTECHNICKÉ VLASTNOSTI ZEMIN A HORNIN

V následující tabulce jsou uvedeny základní geotechnické charakteristiky zemin a hornin, které se vyskytují v prostoru staveniště a přicházejí tak v úvahu jako základová půda.

Geologické prostředí	ČSN 731001 třída symbol		$\gamma$ (kgm <sup>-3</sup> )	$\phi_{ef}$ (°)	$c_{ef}$ (kPa)	$v$	$R_{dt}$ (kPa)	$E_{def}$ (MPa)
Navážky	F-S-G	Y	1800	25	16	0,35	175-300	5-15
Organické náplavy	F,G	O	1800	24	12	0,35	150	4-6
Povodňová hlína	F4	CS, MS	1800	24	10,0	0,35	150	4-6
Terasové sedimenty Vltavy	S3	S-F	>1750	31	0	-	225	20-25
	G3	G-F	1900	36	0	-	300	90
	G3	G-F	1900	33	0	-	300	80
Vrstvy zahořanské	R5	-	u hornin se normou neurčuje				200	20
	R4	-	u hornin se normou neurčuje				400	>80

uvedené hodnoty  $R_{dt}$  jsou základní, platí pro hloubku založení 1 m a šířku základu 3 m, dále je třeba provést přepočet dle skutečné hloubky zakládání a šířky základu. S ohledem na 2. geotechnickou kategorii je uvádíme pouze pro orientaci.

## 1.9 ZÁSADY STATICKÉHO ŘEŠENÍ

Štolovací rámy i definitivní obezdívka štol byly počítány jako dvojklobbové oblouky. Rámy byly uvažovány s pasivním odporem horniny, obezdívka bočním horninovým tlakem v klidu.

Výpočet vnitřních sil je proveden silovou metodou na zatížení rovnoměrné svislé a na souměrné (z obou stran) rovnoměrné zatížení vodorovné pomocí tabulek.

Součinitelé pro výpočet ohybových momentů a normálových sil byly použity z tabulek uveřejněných ve skriptech Barták – Bucek : Podzemní stavby (ČVUT 1989). Součinitel pasivního odporu horniny byl uvažován podle druhu a stupně zvětrání horniny. Úložné pražce pod rámy Uč.160 na ležato byly počítány jako nosníky na pružném podkladu, přičemž modul přetvárnosti horniny v počvě štol byl předpokládán hodnotou od 50,0 MPa do 200,0 MPa.

Při výpočtu definitivní konstrukce, kromě svislých horninových tlaků, byly uvažovány i účinky vlastní tíhy a tlaku vody ve stoce. Účinky tlaku podzemní vody nebyly uvažovány, jelikož vyvozují momenty opačného znaménka než zatížení svislé.

Na povrchu terénu byla předpokládána komunikace třídy B. Náhradní rovnoměrné zatížení na povrchu terénu je uvažováno podle ČSN 73 6203 hodnotou pro třídu A  $q_k = 35,09 \text{ kNm}^{-2}$ . Rozhodující zatížení s nejméně příznivými účinky bylo stanoveno zatížení čtyřnápravovým vozidlem.

Objekty byly počítány přibližně na zatížení svislé a na tlak zeminy a podzemní vody. Zemní tlak uvažován jako tlak v klidu. Při výpočtu zemního tlaku na pažení a na provizorní konstrukci těžní jámy byla uvažována i soudržnost zeminy (horniny) hodnotou od 0,02 MPa do 0,05 MPa.

Podle inženýrskogeologického posouzení vycházejícího z dostupných archivních sond bude štola ražena v převážné části ve špatně zrněných štěrcích s výplní hlinitých písků, zařazených do II. stupně ražnosti, s nutností zesílení dočasné výstroje. Současně v úseku ražby je nízké nadloží bez možnosti vytvoření horninové klenby. Nadloží se pohybuje v rozmezí od cca 5,21 m do 6,57 m. Zatížení horninovým tlakem bylo počítáno vzhledem k nadloží na tíhu celého nadloží.

Provizorní výstrojení se navrhuje z ocelové důlní výztuže typu OO-0-02 váhového stupně K-21 z obloukové ocelové důlní výztuže K21. Vzdálenost oblouků s ohledem na nízké nadloží se dle statického výpočtu navrhuje po 0,8 m s pažením ocelovými pažnicemi UNION. Délka úseku je 123,10 m.

Pro výpočet zatížení byly předpokládány tyto geotechnické vlastnosti horniny (zeminy):

- souč. pevnosti podle Protodjakonova  $f_P = 0,8 - 1,5$
- úhel vnitřního tření  $\varphi_{ef} = 40^\circ$
- soudržnost  $c_{ef} = 0 - 40,0 \text{ kPa}$
- objemová tíha zeminy (horniny)  $\gamma_z = 18,0 - 22,0 \text{ kNm}^{-3}$

## 1.10 PŘIPOMÍNKY K PROVÁDĚNÍ

Štolovací rámy musí být do horniny dokonale uklínovány, pažiny přitlačovány k hornině odstavníky s klíny. Mezery a nadvýlomy za pažinami je nutno ihned vyplnit zakládkou z rubaniny, která se utěsní kontaktní injektáží. Provizorní výstroj je nutno zkontaktovat s horninou, aby se zabránilo poklesům vlivem časového faktoru. Hornina pak staticky spolupůsobí s provizorní výstrojí.

Podkladní pražce je nutno pokládat na rovný a neporušený povrch počvy. Případné nerovnosti je třeba vyrovnat podložkami, podklínováním, eventuálně suchou nebo zavlhlou

betonovou směsí. Je důležité, aby pražce ležely po celé ploše na pevném podkladu, aby vzniklo minimální sedání, a tím i malé deformace povrchu.

Při výstavbě je třeba operativně reagovat na výsledky konvergenčního měření a na skutečné geologické podmínky a v případě potřeby při viditelné deformaci ráků vzdálenost ráků zmenšit, nebo vložit další rám, popř. ve spolupráci se závodním přijmout další opatření k zamezení deformací.

Během ražby všech podzemních objektů je nutné zabránit nekontrolovatelnému zvětšení délky záběru vlivem nestability čelby a následné tvorbě nadvylomů účinnými opatřeními prováděnými s předstihem, jako je např. jehlování, zapažení čelby, injektáž apod.

Pažení se vzhledem k nepříznivé geologii navrhuje z ocelových pažnic UNION jako hnané předražené. Součástí dočasné výztuže všech podzemních objektů je šterkový podsyp a podkladní beton včetně svařované KARI sítě B500A-Q 443-8-150/150.

Po dokončení ražby všech štol a jejich kompletního vystrojení dočasnou výztuží se může přistoupit k vybudování trvalé výztuže. V obecné rovině se vytvoří betonové lože z výplňového spádového betonu C16/20 pro pokládku čedičového žlabu. Pokládka žlabu a dozdnění stěn z kanalizačních cihel bude ukončeno na úrovni prsou podle tvaru konkrétního stokového profilu. Zde vznikne pracovní spára pro dozdnění horní části ostění – dvouřadé klenby nové stoky z kanalizačních kyselinovzdorných cihel. Po dozdnění cihelné klenby je potřeba tuto konstrukci obetonovat stříkaným betonem C16/20 tl. 250 mm se sítí B500A-Q 443-8/100 s příčným překrytím min. 200 mm. Zbýlý prostor mezi dočasnou výztuží štol a obetonovanou klenbou bude postupně vyplněn stříkaným betonem aplikovaným podélně ve směru ražby. Tím bude dokončena trvalá výztuž všech štol.

Veškerý zbývající prostor v každé těžní šachtě bude po ukončení ČPHZ zasypán vhodným materiálem (např. drcené kamenivo frakce 0-63) hutněným po vrstvách max. tl. 30 cm středně těžkou vibrační deskou. Kvalita zhutnění by měla být ověřena 2x rázovou zatěžovací zkouškou na každou zhutněnou vrstvu. Před opětovným položením původního povrchu by měly hodnoty zhutněného zásypu dosahovat na  $E_{def2} = \min. 50 \text{ MPa}$ .

## 1.11 POPIS OBJEKTU

### 1.11.1 HLOUBENÉ ŠACHTY

V trase ražby nově budovaných stok B a D se nachází tyto těžní šachty:

#### SO 01.2 – hloubená těžní šachta TŠ B01 půdorysných rozměrů 4,37x2,38m, hl. cca 7,93m

Pro přístup na hlubinné pracoviště je navržena dočasná v předstihu vybudovaná těžní šachta obdélníkového profilu 4,37x2,38 m. Šachta bude sloužit k **odstranění stávajícího betonového objektu hradidlové šachty na stoce „D“**, který je v havarijním stavu, v podstatě nefunkční a pro novou koncepci nátokového labyrintu nevhodný. Vzhledem k rozměrům navržené těžní šachty, která je odvozena od rozměrů stávající betonové konstrukce hradidlové komory, bude dočasná výztuž této těžní šachty tvořena ocelovými šachetními rámy z válcovaných profilů z I č. 240 v kombinaci s předražnými pažnicemi UNION. Rámy se budou umísťovat postupně během bourání stávající betonové konstrukce hradidlové komory. Na povrchu se na vhodný vyrovnávací podklad (např. silniční panely...) osadí úvodní ohlubňový rám tvořený svařencem ze svisle osazených U č.240. Na tento rám se budou zavěšovat pomocí táhel všechny vodorovně osazované šachetní rámy z I č. 240 ve vzdálenostech max. 800 mm. S přibývajícím hloubkou se osová vzdálenost ráků bude snižovat tak, aby lépe vyztužily ostění jámy proti zemnímu tlaku. Vodorovné šachetní rámy jsou navrženy tak, aby byly upraveny na povrchu pro šroubové spoje bez svařování ještě před jejich umístěním do podzemí.

### SO 01.2 - hloubená těžní šachta TŠ SK D půdorysných rozměrů 8,59x5,34m, hl. cca 8,30m´

Pro přístup na hlubinné pracoviště je navržena dočasná v předstihu vybudovaná těžní šachta obdélníkového profilu 8,59x5,34 m. Šachta bude sloužit k **vybudování nového objektu spojně a rozdělovací komory SK D**. Vzhledem k rozměrům navržené těžní šachty, která je odvozena od požadovaných rozměrů pro SK D, bude dočasná výztuž této těžní šachty tvořena ocelovými šachetními rámy z válcovaných profilů z I č. 300 v kombinaci s předráženými pažnicemi UNION. Rámy se budou umísťovat postupně během hloubení těžní šachty. Na povrchu se na vhodný vyrovnávací podklad ( např. silniční panely... ) osadí úvodní ohlubňový rám tvořený svařencem ze svisle osazených U č.300. Na tento rám se budou pomocí táhel zavěšovat všechny vodorovně osazované šachetní rámy z I č. 300 ve vzdálenostech max. 800 mm. S přibývajícím hloubkou se osová vzdálenost rámu bude snižovat tak, aby lépe vyztužily ostění jámy proti zemnímu tlaku. Vodorovné šachetní rámy jsou navrženy tak, aby byly upraveny na povrchu pro šroubové spoje bez svařování ještě před jejich umístěním do podzemí.

### SO 01.2 - hloubená těžní šachta TŠ SP půdorysných rozměrů 2,82x4,78m, hl. cca 8,30m´

Pro přístup na hlubinné pracoviště je navržena dočasná v předstihu vybudovaná těžní šachta obdélníkového profilu 2,82x4,78 m. Šachta bude sloužit k vybudování objektu provizorního **spadiště a přítoku stávající stoky „D“** do budoucího objektu spojně a rozdělovací komory SK D. Vzhledem k rozměrům navržené těžní šachty, která je odvozena od půdorysného vedení stávající stoky „D“ DN 1200 a nově navrženého půdorysného vedení této stoky pod Papírenskou ulicí (není součástí této PD), bude dočasná výztuž této těžní šachty tvořena ocelovými šachetními rámy z válcovaných profilů z I č. 240 v kombinaci s předráženými pažnicemi UNION. Rámy se budou umísťovat postupně během hloubení těžní šachty. Jelikož těžní šachta TŠ SP bude vybudována až po šachtě TŠ SK D, budou její rámy provázány a propojeny pomocí šroubových spojů se šachtou TŠ SK D. Na povrchu se na vhodný vyrovnávací podklad ( např. silniční panely... ) osadí úvodní ohlubňový rám tvořený svařencem ze svisle osazených U č.240. Na tento rám se budou zavěšovat pomocí táhel všechny vodorovně osazované šachetní rámy z I č. 240 ve vzdálenostech max. 800 mm. S přibývajícím hloubkou se osová vzdálenost rámu bude snižovat tak, aby lépe vyztužily ostění jámy proti zemnímu tlaku. Vodorovné šachetní rámy jsou proto navrženy tak, aby byly upraveny na povrchu pro šroubové spoje bez svařování ještě před jejich umístěním do podzemí.

### SO 01.1 - hloubené těžní šachty TŠ D2/D3 půdorysných rozměrů 4,15x8,00m, hl. cca 9,10m´

Pro přístup na hlubinné pracoviště jsou navrženy identické dočasné v předstihu vybudované těžní šachty obdélníkového profilu 4,15x8,00 m. Šachty budou sloužit k **vyrazení nové štol pro umístění litinového potrubí DN 1400 nové stoky „D“**. Vzhledem k rozměrům navržených těžních šachet, která je odvozena od požadovaných rozměrů pro zasouvání litinových kusů potrubí budoucí stoky „D“ šachtou do štol, bude dočasná výztuž těchto těžních šachet tvořena ocelovými šachetními rámy z válcovaných profilů z I č. 300 v kombinaci s předráženými pažnicemi UNION. Rámy se budou umísťovat postupně během hloubení těžní šachty. Na povrchu se na vhodný vyrovnávací podklad (např. silniční panely...) osadí úvodní ohlubňový rám tvořený svařencem ze svisle osazených U č.300. Na tento rám se budou pomocí táhel zavěšovat všechny vodorovně osazované šachetní rámy z I č. 300 ve vzdálenostech max. 800 mm. S přibývajícím hloubkou se osová vzdálenost rámu bude snižovat tak, aby lépe vyztužily ostění jámy proti zemnímu tlaku. Jelikož hloubení šachty bude probíhat v nepříznivých geologických podmínkách, jsou vodorovné šachetní rámy pro urychlení montáže navrženy tak, aby byly upraveny na povrchu pro šroubové spoje bez svařování ještě před jejich umístěním do podzemí.

### SO 01.4 - hloubená těžní šachta TŠ SK BD půdorysných rozměrů 6,50x9,20m, hl. cca 10,15m´



Pro přístup na hlubinné pracoviště je navržena dočasná v předstihu vybudovaná těžní šachta obdélníkového profilu 6,50x9,20 m. Šachta bude sloužit k **vybudování nového objektu spojné komory SK BD**. Vzhledem k rozměrům navržené těžní šachty, která je odvozena od požadovaných rozměrů pro SK BD, bude dočasná výztuž této těžní šachty tvořena ocelovými šachetními rámy z válcovaných profilů z I č. 300 v kombinaci s předráženými pažnicemi UNION. Rámy se budou umísťovat postupně během hloubení těžní šachty. Na povrchu se na vhodný vyrovnávací podklad (např. silniční panely... ) osadí úvodní ohlubňový rám tvořený svařencem ze svisle osazených U č.300. Na tento rám se budou pomocí táhel zavěšovat všechny vodorovně osazované šachetní rámy z I č. 300 ve vzdálenostech max. 800 mm. S přibývající hloubkou se osová vzdálenost rámu bude snižovat tak, aby lépe využily ostění jámy proti zemnímu tlaku.

### SO 01.5 - hloubené těžní šachty TŠ BD.1/BD.2 půdorysných rozměrů 4,10x3,25m, hl. cca 9,10m

Pro přístup na hlubinné pracoviště jsou navrženy identické dočasné v předstihu vybudované těžní šachty obdélníkového profilu 4,10x3,25m. Šachty budou sloužit k **vybudování vstupních revizních šachet do nové stoky „BD“**. Vzhledem k rozměrům navržených těžních šachet, které jsou odvozeny od požadovaných rozměrů pro revizní šachty dle městských standardů PVK, bude dočasná výztuž těchto těžních šachet tvořena ocelovými šachetními rámy z válcovaných profilů z I č. 240 v kombinaci s předráženými pažnicemi UNION. Rámy se budou umísťovat postupně během hloubení těžní šachty. Na povrchu se na vhodný vyrovnávací podklad (např. silniční panely... ) osadí úvodní ohlubňový rám tvořený svařencem ze svisle osazených U č.240. Na tento rám se budou pomocí táhel zavěšovat všechny vodorovně osazované šachetní rámy z I č. 300 ve vzdálenostech max. 800 mm. S přibývající hloubkou se osová vzdálenost rámu bude snižovat tak, aby lépe využily ostění jámy proti zemnímu tlaku.

### Hloubená těžní šachta TŠ MŠ 2,95x3,75m, hl. cca 13,28m

Pro přístup na hlubinné pracoviště jsou navrženy identické dočasné v předstihu vybudované těžní šachty obdélníkového profilu 4,10x3,25m. Šachty budou sloužit k **vybudování měrné šachty na stávající stoce „B“**. Vzhledem k rozměrům navržených těžních šachet, které jsou odvozeny od požadovaných rozměrů pro revizní šachty dle městských standardů PVK, bude dočasná výztuž těchto těžních šachet tvořena ocelovými šachetními rámy z upravené důlní výztuže korýtkového profilu váhového stupně K21, typu LB, kde úhel 83° je nahrazen pravým v kombinaci s přínými kusy téhož typu K21 v kombinaci s předráženými pažnicemi UNION. Rámy se budou umísťovat postupně během hloubení těžní šachty. Na povrchu se na vhodný vyrovnávací podklad (např. silniční panely... ) osadí úvodní ohlubňový rám tvořený svařencem ze svisle osazených U č.240. Na tento rám se budou pomocí táhel zavěšovat všechny vodorovně osazované šachetní rámy z I č. 300 ve vzdálenostech max. 800 mm. S přibývající hloubkou se osová vzdálenost rámu bude snižovat tak, aby lépe využily ostění jámy proti zemnímu tlaku.

Obecně platí:

Pažení se vzhledem k nepříznivé geologii navrhuje z ocelových pažnic UNION jako hnané předrážené.

Pokud těžní šachta začne vykazovat známky enormního poklesu, je nutné neprodleně utáhnout klíny na odstavnicích v ostění šachty pomocí těžkého kladiva, pokud bude třeba, další klíny přidat. Pokud to nebudou dostačující opatření, na počtvě jámy se vybudují v obou podélných směrech železobetonové základové pasy, o které budou vzepřeny stojky z rovin LB podpírající celý systém výztužných rámu ve všech rozích jámy. V případě dalších poklesů je nutné provést injektáž dna jámy pod základy rohových stojek.

Během hloubení těžní šachty je nutno zajistit oddělení těžního a lezního prostoru v jámě pomocí dělicí stěny z dřevěných fošen. Dále bude součástí šachty ochranný poval jako bezpečnostní prvek v lezním oddělení sloužící k ochraně osob před pádem předmětů na dno šachty.

Jako druhá možnost se jeví použít ocelový žebřík s ochranným košem dl. 6m a k němu připojený žebřík dl. 3m dle § 119, odst. 11 ( Žebřík lezního odd. vedoucí z nástupní úrovně k 1. odpočívadlu smí být svislý pouze do délky 8m, delší 3m musí mít ochr. koš. s průřezem 0,6 x 0,7m )

Dle § 33 odst. 2 „lezní oddělení je dovoleno nahradit svislým žebříkem s ochr. košem, který je umístěn nejméně 0,5m od prostoru dosahu těžní nádoby. Není tedy nezbytně nutné dělit těžní jámu na lezní a těžní oddělení.

Vlastní ohlubeň jámy bude zajištěna fošnovým příklopem, ocelovým trubkovým zábradlím  $v=1,1m$  a okopovým plechem min.  $v=100mm$ . Dále zde musí být instalováno zařízení, zabráňující nepovolanému vstupu osob do díla během přerušení práce, nucených přestávek – např. v noci, dlouhodobějších výluk apod. ( např. formou svařované sítě přes celou jámu... ).

Počva každé jámy bude zajištěna štěrkovým podsypem tl. 200mm a podkladním betonem vč. ocelové svař. sítě B 500A-Q 443-8-150/150 tl. 100mm.

Do každé jámy musí být před zahájením ražby štol instalovány převázky na ocelových bačkorách z I č.240 odpovídajících délek, umožňující vyříznutí části šachetních rámu zasahujících do budoucího profilu štol.

Jelikož se celé staveniště nachází v blízkosti páteřní železniční trati, byl zde detekován zvýšený výskyt bludných proudů. Jelikož tyto bludné proudy by v budoucnu nepříznivě ovlivňovaly vlastnosti betonářské výztuže v jednotlivých navržených železobetonových objektech na stokové síti nátokového labyrintu, je nutné z preventivních důvodů všechny ocelové prvky dočasné výztuže každé těžní jámy pospojovat a uzemnit pomocí měděných kabelů a zemnicích tyčí.

### 1.11.2 RAŽENÉ PODZEMNÍ OBJEKTY

V prostoru staveniště tzv. „levobřežního nátokového labyrintu“ se nacházejí tyto ražené podzemní objekty:

#### SO 01.2 - ražená štola pro výstavbu zděné jednopasové stoky "D.1" PN I. 600/1100, 2,02x2,21m, dl. cca 5,00m

Štola v oblouku  $R=6,05m$  bude sloužit k vybudování nové stoky D.1 pro napojení a převedení stávající stoky „D“ do budoucího objektu spojně a rozdělovací komory SK D. Dočasná výztuž raženého úseku pro zděnou stoku vejčitého profilu PN I. 600/1100 je navržena z důlní ocelové lichoběžníkové výztuže korýtkového profilu LB 3/1200 váhového stupně K21. V případě dosažení a překročení předepsaných mezních stavů bude posílena dočasná výztuž štol stříkaným betonem C16/20 tl. 100mm na ocelovou svař. síť B 500A-Q 443-8-150/150. Rámy důlní výztuže budou stavěny na ocelový rozpěrná práh z U č.160 vč. navařených zarážek z L50/50 zabraňujících sevření bočnic rámu. V podélném směru budou rámy rozepřeny ocelovými rozpínkami z lešenářských trubek min.  $\square 53 \times 5 mm$ . Rámy budou vzájemně spojeny třmenovými spojkami. Vzdálenost rámu byla stanovena na max. hodnotou 0,80 m v ose štol. U těžní šachty a v případě geologických poruch mohou být rámy zahuštěny. Hornina bude rozpojována ručně sbíjením bez použití trhací práce, pažnice UNION na celém paženém obvodu se budou předrážet s postupem čelby. Pro zlepšení vlastností nadloží štol bude každý záběr v předstihu zajehlován pomocí ocelových jehel  $\varnothing 30$ .

Pažiny za rámy jsou v obou ražených úsecích navrženy jako ocelové typu UNION. Pažnice musí být do horniny (zeminy) dokonale uklínovány, nadvýlomy se ihned vyplní zakládkou z rubaniny, která se utěsní pomocí dřevité vaty ( HEBDÍ ) popř. geotextilie nebo stavební montážní pěny. Jelikož veškeré razičské práce budou probíhat za plného nákladního automobilového provozu na povrchu, je nutné minimalizovat vznik nadvýlomů a kaveren v nadloží raženého díla, aby nedošlo k MU formou průvalu nadloží do díla.

### SO 01.1 - ražená štola pro výstavbu stoky "D" DN 1400, 2,95x2,57m, dl. cca 123,10m'

Štola v relativním přímé trase bude sloužit k usazení litinového potrubí budoucí přeložené kmenové stoky "D" DN 1400. Dočasná výztuž raženého úseku pro stoku kruhového profilu DN 1400 je navržena z důlní ocelové obloukové výztuže korýtkového profilu OO-O-02 váhového stupně K21. V případě dosažení a překročení předepsaných mezních stavů bude posílena dočasná výztuž štoly stříkaným betonem C16/20 tl. 100mm na ocelovou svař. síť B 500A-Q 443-8-150/150. Rámy důlní výztuže budou stavěny na ocelový rozpěrná práh z U č.160 vč. navařených zarážek z L50/50 zabraňujících sevření bočnic rámu. V podélném směru budou rámy rozepřeny ocelovými rozpínkami z lešenářských trubek min. Ø53 x 5 mm. Rámy budou vzájemně spojeny třmenovými spojkami. Vzdálenost ráků byla stanovena na max. hodnotou 0,80 m v ose štoly. U těžní šachty a v případě geologických poruch mohou být rámy zahuštěny. Hornina bude rozpojována ručně sbíjením bez použití trhací práce, pažnice UNION na celém paženém obvodu se budou předrážet s postupem čelby. Pro zlepšení vlastností nadloží štoly bude každý záběr v předstihu zajehlován pomocí ocelových jehel Ø30.

Pažiny za rámy jsou v obou ražených úsecích navrženy jako ocelové typu UNION. Pažnice musí být do horniny (zeminy) dokonale uklínovány, nadvýlomy se ihned vyplní zakládkou z rubaniny, která se utěsní pomocí dřevité vaty (HEBDI) popř. geotextilie nebo stavební montážní pěny. Jelikož veškeré razičské práce budou probíhat za plného nákladního automobilového provozu na povrchu, je nutné minimalizovat vznik nadvýlomů a kaveren v nadloží raženého díla, aby nedošlo k MU formou průvalu nadloží do díla.

### SO 01.1 - ražená štola v oblouku pro výstavbu stoky "D" DN 1400, 2,95x2,57m, dl. cca 14,10m'

Štola v oblouku R=13,0m bude sloužit k vyzdění potrubí budoucí přeložené kmenové stoky "D" DN 1400 při jejím nátoku do objektu SK BD. Dočasná výztuž raženého úseku pro stoku kruhového profilu DN 1400 je navržena z důlní ocelové obloukové výztuže korýtkového profilu OO-O-02 váhového stupně K21. V případě dosažení a překročení předepsaných mezních stavů bude posílena dočasná výztuž štoly stříkaným betonem C16/20 tl. 100mm na ocelovou svař. síť B 500A-Q 443-8-150/150. Rámy důlní výztuže budou stavěny na ocelový rozpěrná práh z U č.160 vč. navařených zarážek z L50/50 zabraňujících sevření bočnic rámu. V podélném směru budou rámy rozepřeny ocelovými rozpínkami z lešenářských trubek min. Ø53 x 5 mm. Rámy budou vzájemně spojeny třmenovými spojkami. Vzdálenost ráků byla stanovena na max. hodnotou 0,80 m v ose štoly. U těžní šachty a v případě geologických poruch mohou být rámy zahuštěny. Hornina bude rozpojována ručně sbíjením bez použití trhací práce, pažnice UNION na celém paženém obvodu se budou předrážet s postupem čelby. Pro zlepšení vlastností nadloží štoly bude každý záběr v předstihu zajehlován pomocí ocelových jehel Ø30.

Pažiny za rámy jsou v obou ražených úsecích navrženy jako ocelové typu UNION. Pažnice musí být do horniny (zeminy) dokonale uklínovány, nadvýlomy se ihned vyplní zakládkou z rubaniny, která se utěsní pomocí dřevité vaty (HEBDI) popř. geotextilie nebo stavební montážní pěny. Jelikož veškeré razičské práce budou probíhat za plného nákladního automobilového provozu na povrchu, je nutné minimalizovat vznik nadvýlomů a kaveren v nadloží raženého díla, aby nedošlo k MU formou průvalu nadloží do díla.

### SO 01.5 - Ražená štola pro výstavbu stoky "BD" PN IX. 1400/2200, 3,50x2,98m, dl. cca 116,60m'

Štola bude sloužit k vybudování zděného potrubí stoky "BD" až do jejího nátoku do objektu ČS. Dočasná výztuž raženého úseku pro stoku profilu PN IX. 1400/2200 je navržena z důlní ocelové obloukové výztuže korýtkového profilu OO-O-04 váhového stupně K21. Její výrub bude posílen stříkaným betonem C16/20 tl. 100mm na ocelovou svař. síť B 500A-Q 443-8-150/150. Rámy důlní výztuže budou stavěny na ocelový rozpěrná práh z U č.160 vč. navařených zarážek z L50/50 zabraňujících sevření bočnic rámu. V podélném směru budou rámy rozepřeny ocelovými rozpínkami z lešenářských trubek min. Ø53 x 5 mm. Rámy budou vzájemně spojeny třmenovými



spojkami. Vzdálenost ráků byla stanovena na max. hodnotou 0,80 m v ose štol. U těžní šachty a v případě geologických poruch mohou být ráky zahuštěny. Hornina bude rozpojována ručně sbíjením bez použití trhací práce, pažnice UNION na celém paženém obvodu se budou předražet s postupem čelby. Pro zlepšení vlastností nadloží štol bude každý záběr v předstihu zajeňován pomocí ocelových jehel  $\varnothing 30$ .

Štola bude ražena ve dvou etapách. V první etapě bude vyražena štola základních rozměrů. Po zajištění jejího výrubu stříkaným betonem C16/20 tl. 100mm na ocelovou svař. síť B 500A-Q 443-8-150/150 bude v důsledku převýšeného konstrukce profilu budoucí stoky „BD“ přerušen rozpěrný práh z U č.160, počva štol bude prohloubena na odpovídající výškovou úroveň a do tohoto prohloubení bude vložen staveništní betonový prefabrikát tvaru U tak, aby se zabránilo sevření boků štol v důsledku bočních tlaků. Až po této operaci bude možné přistoupit k fázi č.2 - vybudování vlastního tělesa stoky „BD“.

Pažiny za ráky jsou v obou ražených úsecích navrženy jako ocelové typu UNION. Pažnice musí být do horniny (zeminy) dokonale uklínovány, nadvýlomy se ihned vyplní zakládkou z rubaniny, která se utěsní pomocí dřevité vaty (HEBDÍ) popř. geotextilie nebo stavební montážní pěny. Jelikož veškeré razičské práce budou probíhat za plného nákladního automobilového provozu na povrchu, je nutné minimalizovat vznik nadvýlomů a kaveren v nadloží raženého díla, aby nedošlo k MU formou průvalu nadloží do díla.

### SO 01.3 - ražená štola pro výstavbu stoky "B" PN VIII. 1300/2100, 3,95x4,10m, dl. cca 33,60m', sloužící k vybudování zděného potrubí stoky "B"

Štola bude sloužit k vybudování zděného potrubí stoky "B" až do jejího nátku do SK BD. Jelikož je geologická situace v daném úseku velmi nepříznivá – štěrky a zvodnělé písky jsou velmi nestabilní a předpokládají se znační přítoky spodních vod do díla - v místech, kde bude ražená štola hloubkově pod úrovní hladiny spodní vody bude provedena těsnící trysková injektáž po bocích štol tak, aby se omezil průnik balastních vod do díla.

Dočasná výztuž raženého úseku pro stoku profilu PN IX. 1400/2200 je navržena z důlní ocelové obloukové výztuže korýtkového profilu OO-O-04 váhového stupně K21. Její výrub bude posílen stříkaným betonem C16/20 tl. 150mm na ocelovou svař. síť B 500A-Q 443-8-150/150. Ráky důlní výztuže budou stavěny na ocelový rozpěrný práh z U č.160 vč. navařených zářezek z L50/50 zabraňujících sevření bočnic rámu. V podélném směru budou ráky rozepřeny ocelovými rozpínkami z lešenářských trubek min.  $\varnothing 53 \times 5$  mm. Ráky budou vzájemně spojeny třmenovými spojkami. Vzdálenost ráků byla stanovena na max. hodnotu 0,80 m v ose štol. U těžní šachty a v případě geologických poruch mohou být ráky zahuštěny. Hornina bude rozpojována ručně sbíjením bez použití trhací práce, pažnice UNION na celém paženém obvodu se budou předražet s postupem čelby.

Zcela atypický bude koncový úsek této štol vzhledem ke kolizi se stávající stokou „A“, do níž bude částečně zasahovat.

Součástí tohoto atypického úseku bude i vybudování provizorního obtoku stávající funkční stoky B tak, aby bylo možné její část za plného provozu ubourat a provést vyzdění nově navržené stoky B a jejího napojení na stolový úsek směrem do SK BD.

V první etapě napojení vybudování provozního obtoku stoky „B“ bude nutné zbudovat její podchod tak, abychom jsme se pozičně dostali za stoku B směrem na západ.

Štola podchodu stoky „B“ bude zajištěna ocelovými pažinami UNION předraženy přes ocelové dveře přes l č. 200 v osových vzd. max. 0,5 m'.

Až se tato štola podchodu dostane pozičně za těleso stoky „B“, bude možné injektážemi do nadloží této štol podél tělesa stávající stoky B provést zlepšení horninového prostředí pro následnou dovrchní ražbu dostrovního zálohu tak, abychom se výškově dostali na úroveň budoucí obtokové štol.

Odsud bude v druhé etapě vyražena vlastní štola provizorního obtoku stávající funkční stoky B podél jejího tělesa zajištěná důlní výztuží K21 v atypickém profilu LB5. Do takto zajištěné štoly bude umístěno laminátové potrubí DN 1000 bezpečnostního odtoku stoky „B“. Provedení dočasného napojení potrubí dočasného obtoku bude muset být zrealizováno v noci za minimalizovaných přítoků stoky „B“ (pravděpodobně při jejím dočasném krátkodobém odpojení). Zbudování obtoku odtokové stoly a dočasného převedení splašek mimo stávající stoky „B“ bude možné raženou štolu pro novou stoku „B“ dotáhnout až k tělesu stávající stoky „B“, které bude možné částečně rozbít a provést pod ochranou nové štoly vyzdění a napojení nového tělesa stoky B.

Technickou překážkou zde bude podchod původního tělesa stoky „A“, která je sice nefunkční, ale stále plná bahna a splašků starých cca 60 let. Toto bahno je před zahájením bouracích prací stávajícího tělesa stoky „A“ nutné vyčistit, a to zevnitř stávající stoky „A“.

Podchod stávajícího betonovo-cihelného původního tělesa stoky „A“ z doby Lindleye bude realizován za postupného odbourávání tělesa stoky „A“ a zároveň postupného podpírání ocelovými veřejemi I č. 200 a za nimi zatahovacími pažinami UNION.

## 2 STATICKÝ VÝPOČET

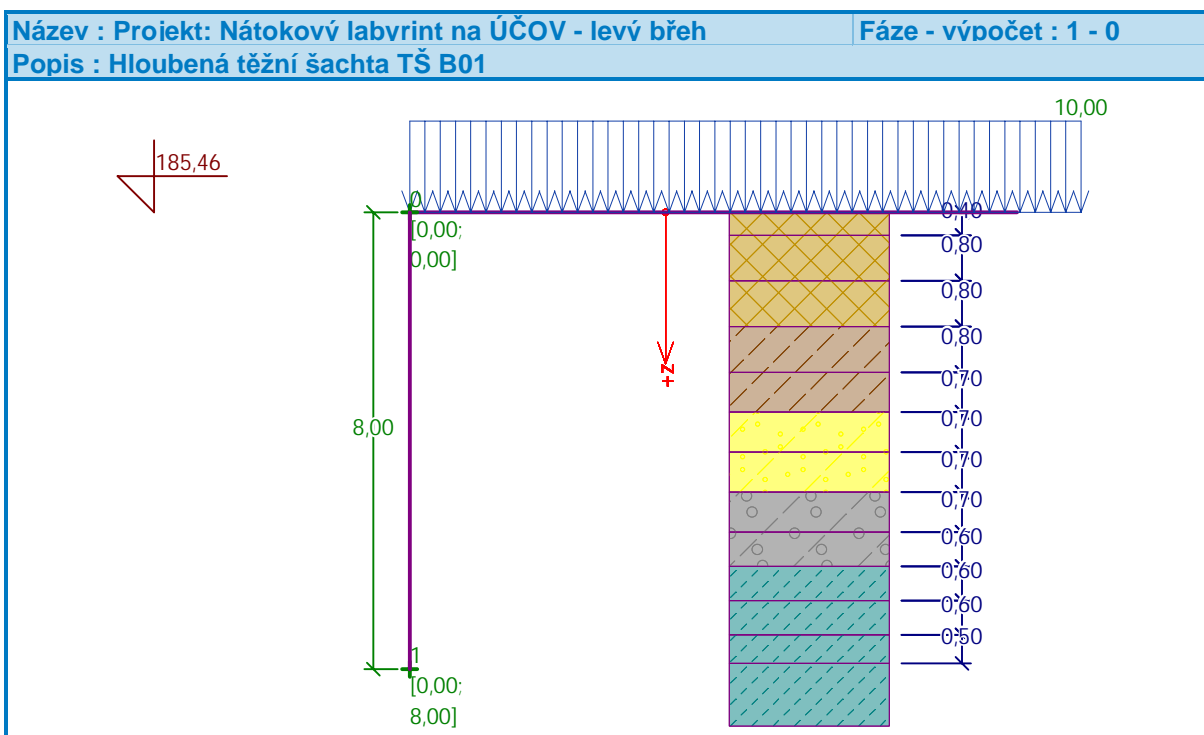
### 2.1 HLOUBENÉ ŠACHTY

#### 2.1.1 SO 01.2 - HLOUBENÁ TĚŽNÍ ŠACHTA TŠ B01

Těžní šachta má půdorysné rozměry **4,37x2,38 m**, hloubka šachty je cca **7,93 m**

##### 2.1.1.1 VÝPOČET ZEMNÍCH TLAKŮ NA KONSTRUKCI

Část : SO 01.1 - NOVÁ STOKA D  
Popis : Hloubená těžní šachta TŠ B01  
Vypracoval : Ing. Petr Holuša  
Datum : 5.2.2020



#### Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

#### Výpočet tlaků

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)  
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)  
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe  
Tvar zemního klínu : počítat šikmý  
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997  
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_W =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Součinitel časté hodnoty :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Součinitel kvazistálé hodnoty :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

Součinitele redukce zatížení (F)			
Dočasná návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_W =$	1,35 [-]	


Součinitele redukce odporu (R)			
Dočasná návrhová situace			
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	

### Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	8,00
3	0,00	0,00


Počátek [0,0] je v nejhořejším bodu konstrukce.

### Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Hlinitokamenitá navážka		16,00	20,00	18,50	8,50	8,00
2	Sprašová hlína, tuhá - F6-CL		22,00	18,00	20,00	10,00	11,00
3	Fluviální písky středně ulehlé - S4 SM, S5 SC		29,00	6,00	18,00	8,00	15,00

Číslo	Název	Vzorek	$\Phi_{ef}$ [°]	$C_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
4	Štěrka písčité až špatně zrněná - G3 G-F		32,50	0,00	19,00	9,00	12,00
5	Zvětralé břidlice (šárecké)		25,00	22,00	22,50	12,50	13,00

#### Parametry zemin pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\Phi_{ef}$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	Hlinitokamenitá navážka		soudržná	-	0,35	-	-
2	Sprašová hlína, tuhá - F6-CL		soudržná	-	0,14	-	-
3	Fluviální písky středně ulehlé - S4 SM, S5 SC		soudržná	-	0,30	-	-
4	Štěrka písčité až špatně zrněná - G3 G-F		soudržná	-	0,25	-	-
5	Zvětralé břidlice (šárecké)		nesoudržná	25,00	-	-	-

#### Geologický profil a přiřazení zemin

##### Informace o umístění

Kóta povrchu = 185,46 m

##### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,40	0,00 .. 0,40	185,46 .. 185,06	Hlinitokamenitá navážka	
2	0,80	0,40 .. 1,20	185,06 .. 184,26	Hlinitokamenitá navážka	
3	0,80	1,20 .. 2,00	184,26 .. 183,46	Hlinitokamenitá navážka	
4	0,80	2,00 .. 2,80	183,46 .. 182,66	Sprašová hlína, tuhá - F6-CL	
5	0,70	2,80 .. 3,50	182,66 .. 181,96	Sprašová hlína, tuhá - F6-CL	
6	0,70	3,50 .. 4,20	181,96 .. 181,26	Fluviální písky středně ulehlé - S4 SM, S5 SC	
7	0,70	4,20 .. 4,90	181,26 .. 180,56	Fluviální písky středně ulehlé - S4 SM, S5 SC	
8	0,70	4,90 .. 5,60	180,56 .. 179,86	Štěrka písčité až špatně zrněná - G3 G-F	
9	0,60	5,60 .. 6,20	179,86 .. 179,26	Štěrka písčité až špatně zrněná - G3 G-F	

SO 01

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
10	0,60	6,20 .. 6,80	179,26 .. 178,66	Zvětralé břidlice (šárecké)	
11	0,60	6,80 .. 7,40	178,66 .. 178,06	Zvětralé břidlice (šárecké)	
12	0,50	7,40 .. 7,90	178,06 .. 177,56	Zvětralé břidlice (šárecké)	
13	-	7,90 .. ∞	177,56 .. -	Zvětralé břidlice (šárecké)	

### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

### Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

### Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení nové	změna	Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
1	Ano		stálé	10,00				na terénu

Číslo	Název
1	Rovnoměrné zatížení








### Vstupní data (Fáze budování 2)

#### Geologický profil a přiřazení zemin

##### Informace o umístění

Kóta povrchu = 185,46 m

#### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,40	0,00 .. 0,40	185,46 .. 185,06	Hlinitokamenitá navážka	
2	0,80	0,40 .. 1,20	185,06 .. 184,26	Hlinitokamenitá navážka	
3	0,80	1,20 .. 2,00	184,26 .. 183,46	Hlinitokamenitá navážka	
4	0,80	2,00 .. 2,80	183,46 .. 182,66	Sprašová hlína, tuhá - F6-CL	
5	0,70	2,80 .. 3,50	182,66 .. 181,96	Sprašová hlína, tuhá - F6-CL	
6	0,70	3,50 .. 4,20	181,96 .. 181,26	Fluviální písky středně ulehle - S4 SM, S5 SC	
7	0,70	4,20 .. 4,90	181,26 .. 180,56	Fluviální písky středně ulehle - S4 SM, S5 SC	

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
8	0,70	4,90 .. 5,60	180,56 .. 179,86	Štěrk písčité až špatně zrněný - G3 G-F	
9	0,60	5,60 .. 6,20	179,86 .. 179,26	Štěrk písčité až špatně zrněný - G3 G-F	
10	0,60	6,20 .. 6,80	179,26 .. 178,66	Zvětralé břidlice (šárecké)	
11	0,60	6,80 .. 7,40	178,66 .. 178,06	Zvětralé břidlice (šárecké)	
12	0,50	7,40 .. 7,90	178,06 .. 177,56	Zvětralé břidlice (šárecké)	
13	-	7,90 .. ∞	177,56 .. -	Zvětralé břidlice (šárecké)	

### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

### Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

### Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení nové	Přítížení změna	Působ. ob.	Vel.1 [kN/m²]	Vel.2 [kN/m²]	Poř. x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
1	Ne	Ne	stálé	10,00				na terénu

Číslo	Název
1	Rovnoměrné zatížení

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná

## Výpočet čís. 2 (Fáze budování 2)

### Výpočet aktivního tlaku za konstrukcí - mezivýsledky

Vrst. čís.	Mocnost [m]	$\alpha$ [°]	$\varphi_d$ [°]	$c_d$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m³]	$\delta_d$ [°]	$K_a$	Pozn.
1	0,40	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	
2	0,80	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	
3	0,80	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	
4	0,77	0,00	22,00	18,00	20,00	11,00	0,413	
5	0,03	0,00	22,00	18,00	20,00	11,00	0,413	
6	0,70	0,00	22,00	18,00	20,00	11,00	0,413	
7	0,70	0,00	29,00	6,00	18,00	15,00	0,313	
8	0,70	0,00	29,00	6,00	18,00	15,00	0,313	
9	0,70	0,00	32,50	0,00	19,00	12,00	0,277	
10	0,60	0,00	32,50	0,00	19,00	12,00	0,277	
11	0,60	0,00	25,00	22,00	22,50	13,00	0,366	

SO 01

Vrst. čís.	Mocnost [m]	$\alpha$ [°]	$\varphi_d$ [°]	$c_d$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta_d$ [°]	$K_a$	Pozn.
12	0,60	0,00	25,00	22,00	22,50	13,00	0,366	
13	0,50	0,00	25,00	22,00	22,50	13,00	0,366	
14	0,10	0,00	25,00	22,00	22,50	13,00	0,366	

**Průběh aktivního tlaku za konstrukcí (bez přitížení)**

Vrst. čís.	Poč. [m] Kon. [m]	$\sigma_z$ [kPa]	$\sigma_w$ [kPa]	Tlak [kPa]	Složka vod. [kPa]	Složka sv. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,40	7,40	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	7,40	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,20	22,20	0,00	0,00	0,00	0,00
3	1,20	22,20	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,00	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	2,00	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,77	52,30	0,00	0,00	0,00	0,00
5	2,77	52,30	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,80	53,00	0,00	0,29	0,28	0,06
6	2,80	53,00	0,00	0,29	0,28	0,06
	3,50	67,00	0,00	6,07	5,96	1,16
7	3,50	67,00	0,00	14,78	14,28	3,83
	4,20	79,60	0,00	18,73	18,09	4,85
8	4,20	79,60	0,00	18,73	18,09	4,85
	4,90	92,20	0,00	22,67	21,90	5,87
9	4,90	92,20	0,00	25,53	24,97	5,31
	5,60	105,50	0,00	29,22	28,58	6,07
10	5,60	105,50	0,00	29,22	28,58	6,07
	6,20	116,90	0,00	32,37	31,66	6,73
11	6,20	116,90	0,00	18,15	17,69	4,08
	6,80	130,40	0,00	23,10	22,51	5,20
12	6,80	130,40	0,00	23,10	22,51	5,20
	7,40	143,90	0,00	28,05	27,33	6,31
13	7,40	143,90	0,00	28,05	27,33	6,31
	7,90	155,15	0,00	32,17	31,35	7,24
14	7,90	155,15	0,00	32,17	31,35	7,24
	8,00	157,40	0,00	33,00	32,15	7,42

**Průběh tlaku od přitížení - Rovnoměrné zatížení**

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	5,17	0,73
2	0,40	5,17	0,73
3	1,20	5,17	0,73
4	2,00	5,17	0,73
5	2,00	4,06	0,79



SO 01

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
6	2,77	4,06	0,79
7	2,80	4,06	0,79
8	3,50	4,06	0,79
9	3,50	3,02	0,81
10	4,20	3,02	0,81
11	4,90	3,02	0,81
12	4,90	2,71	0,58
13	5,60	2,71	0,58
14	6,20	2,71	0,58
15	6,20	3,57	0,82
16	6,80	3,57	0,82
17	7,40	3,57	0,82
18	7,90	3,57	0,82
19	8,00	3,57	0,82

#### Celkový tlak působící na konstrukci

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	0,00	0,98
2	0,40	0,00	0,98
3	1,20	0,00	0,98
4	2,00	0,00	0,98
5	2,00	0,00	1,06
6	2,27	0,00	1,06
7	2,77	5,48	1,06
8	2,80	5,86	1,14
9	3,50	13,52	2,63
10	3,50	23,36	6,26
11	4,20	28,50	7,64
12	4,90	33,65	9,02
13	4,90	37,37	7,94
14	5,60	42,24	8,98
15	6,20	46,40	9,86
16	6,20	28,70	6,63
17	6,80	35,21	8,13
18	7,40	41,71	9,63
19	7,90	47,14	10,88
20	8,00	48,22	11,13

#### Výsledné síly

Celkový vodorovný tlak působící na konstrukci = 171,94 kN/m

Působíště vodorovné složky je v hloubce = 5,79 m

Celkový svislý tlak působící na konstrukci = 42,38 kN/m

Vzdál. těžiště svislé složky od vršku konstr. = 0,00 m

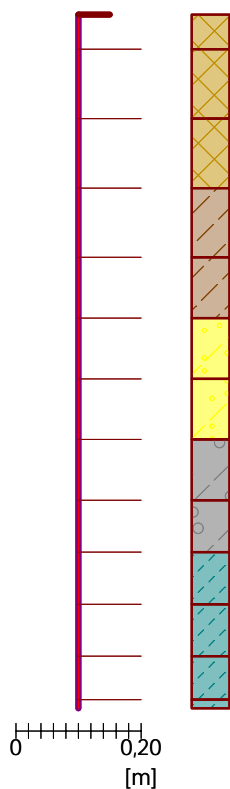
**Název : Výpočet zemního tlaku na pažení**

**Fáze - výpočet : 2 - 2**

**Popis : Aktivní zemní tlak**

Geometrie konstrukce

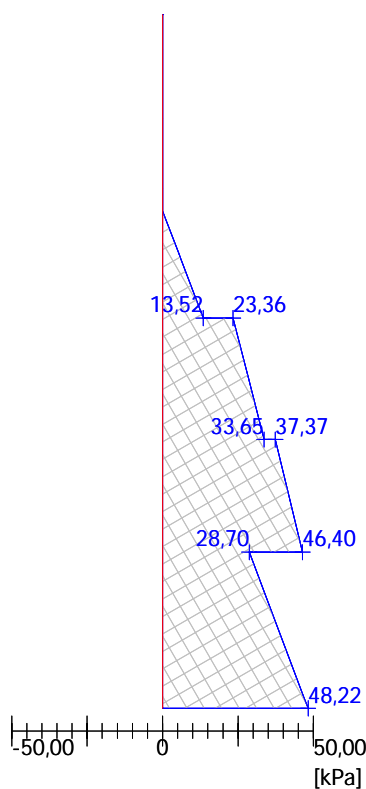
Délka konstrukce = 8,00 m



Vodorovná složka

Celková síla = 171,94 kN/m

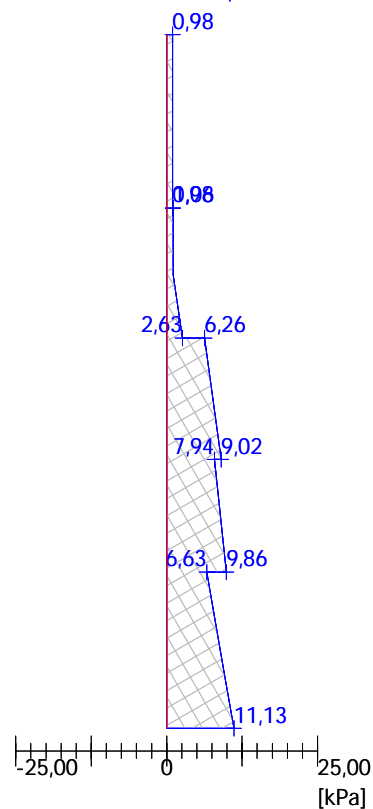
Hloubka těžiště = 5,79 m



Svislá složka

Celková síla = 42,38 kN/m

Posun. těžiště = 0,00 m



### 2.1.1.2 OCELOVÁ VÝZTUŽ ŠACHTY

Jedná se o ocelové vodorovné rámy z válcovaných profilů **IČ.240** osazených naležato.

**Statické hodnoty :**

- plocha :  $A = 46,10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

- modul průřezu :  $W_x = 353,00 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

- moment setrvačnosti :  $I_x = 42,40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Ocel : 11 500.0 Mez kluzu :  $\sigma_{KT} = 280 \text{ MPa}$

Výpočtová pevnost se stanoví podle ČSN 73 1401, čl.21, tab.5 vydělením meze kluzu součinitelem materiálu  $\gamma_m = 1,15$

$$R_d = \sigma_{KT} : 1,15 = 280 : 1,15 = 243,5 \text{ MPa}$$

Max.tlak zeminy :  $q_{1-2,8} = 5,86 \text{ kNm}^{-2}$ ,  $q_{2-5,6} = 42,24 \text{ kNm}^{-2}$ ,  $q_{3-6,2} = 46,40 \text{ kNm}^{-2}$ ,

Rozměry šachty : 4,37 x 2,38 m

SO 01

Maximální rozpětí :  $l = 4,00 \text{ m}$

Ohybový moment :  $M_{1-2,8} = 1/12 \cdot 5,86 \cdot 4,00^2 = 7,81 \text{ kNm}$

$M_{2-5,6} = 1/12 \cdot 42,24 \cdot 4,00^2 = 56,32 \text{ kNm}$

$M_{3-6,2} = 1/12 \cdot 46,40 \cdot 4,00^2 = 61,87 \text{ kNm}$

Maximální vzdálenost ráků :  $l_{\max} = 1000 \text{ mm}$

### **Posouzení :**

Napětí :  $h = 2,80 \text{ m}$ , vzdálenost ráků **1000 mm**

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{1,00 \cdot 7,81 \cdot 10^{-3}}{353,00 \cdot 10^{-6}} = 22,12 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa},$$

**VYHOVUJE**

Napětí :  $h = 5,60 \text{ m}$ , vzdálenost ráků **700 mm**

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{0,70 \cdot 56,32 \cdot 10^{-3}}{353,00 \cdot 10^{-6}} = 111,68 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa},$$

**VYHOVUJE**

Napětí :  $h = 6,20 \text{ m}$ , vzdálenost ráků **600 mm**

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{0,60 \cdot 61,87 \cdot 10^{-3}}{353,00 \cdot 10^{-6}} = 105,16 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa},$$

**Rámy šachty budou do hloubky 2,80 m osazeny v osové vzdálenosti 1,00 m. Následně budou rámy zahuštěny nejprve na 700 mm a od hl. 5,60 m na 600 mm.**

### **2.1.1.3 POSOUZENÍ OCELOVÝCH PAŽNIC UNION**

- modul průřezu :  $W_x = 29,88 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Max.tlak zeminy :  $q_{\max,1} = 46,40 \text{ kNm}^{-2}$

Ohybový moment :

$$M = 1/8 \cdot q \cdot l^2 = 1/8 \cdot 46,40 \cdot 1,0^2 = 5,80 \text{ kNm}$$

Napětí :

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{5,80 \cdot 10^{-3}}{29,88 \cdot 10^{-6}} = 194,11 \text{ MPa} < R_d = 210,00 \text{ MPa},$$

**VYHOVUJE**

Ve skutečnosti bude rozpětí jednotlivých pažnic 800 mm, čemuž odpovídá napětí:

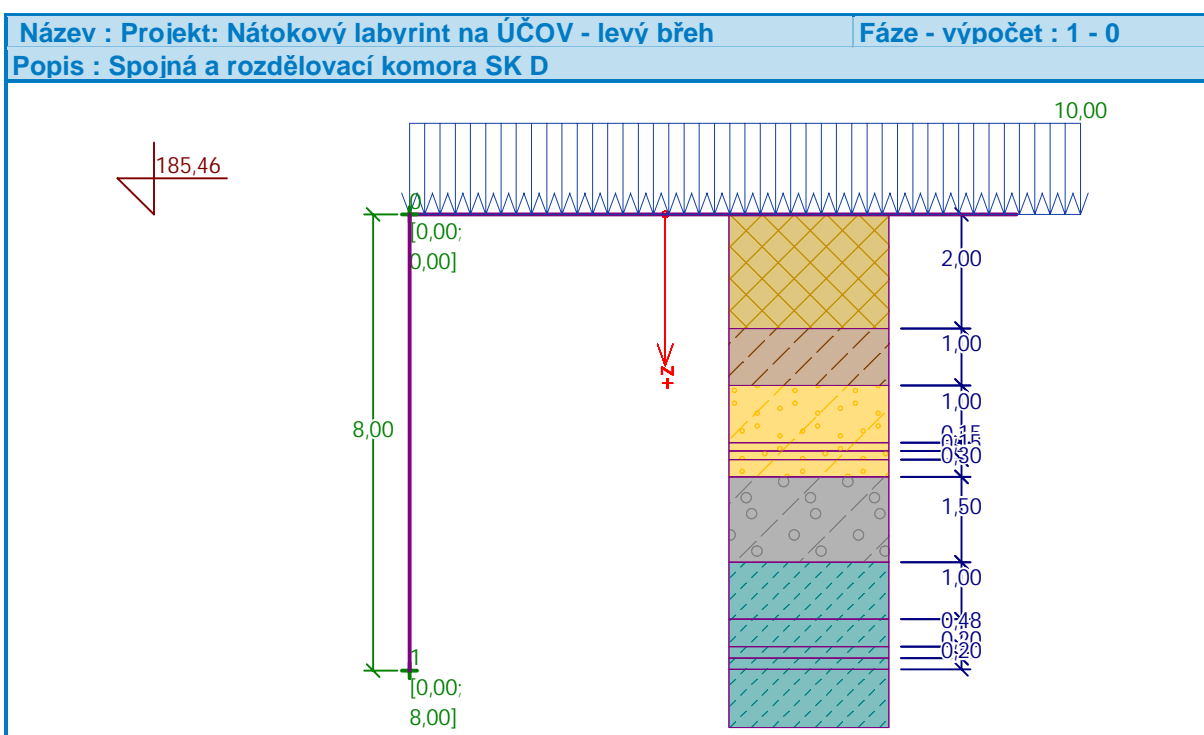
$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{0,8 \cdot 5,80 \cdot 10^{-3}}{29,88 \cdot 10^{-6}} = 155,29 \text{ MPa} < R_d = 210,00 \text{ MPa},$$

## 2.1.2 SO 01.2 - HLOUBENÁ TĚŽNÍ ŠACHTA TŠ SK D

Těžní šachta tvaru nepravidelného pětiúhelníku má dvě nejdelší strany 8,59 m a 7,00 m; strana sevřená těmito dvěma dlouhými stranami má délku 5,34 m a zbývající dvě protilehlé strany mají délku 3,39 m a 3,105 m.

### 2.1.2.1 VÝPOČET ZEMNÍCH TLAKŮ NA KONSTRUKCI

Část : SO 01.1 - NOVÁ STOKA D  
Popis : Spojná a rozdělovací komora SK D  
Vypracoval : Ing. Petr Holuša  
Datum : 21.11.2019



#### Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

#### Výpočet tlaků

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)  
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)  
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe  
Tvar zemního klínu : počítat šikmý  
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997  
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]





Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	
Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	
Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Součinitel časté hodnoty :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Součinitel kvazistálé hodnoty :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	
Součinitele redukce zatížení (F)			
Dočasná návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	
Součinitele redukce odporu (R)			
Dočasná návrhová situace			
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	

### Geometrie konstrukce






Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	8,00
3	0,00	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším bodu konstrukce.

### Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Hlinitokamenitá navážka		16,00	20,00	18,50	8,50	8,00
2	Sprašová hlína, tuhá - F6-CL		22,00	18,00	20,00	10,00	11,00
3	Fluviální písky středně ulehlé - S4 SM, S5 SC		29,00	6,00	18,00	8,00	15,00
4	Štěrk písčité až špatně zrněný - G3 G-F		32,50	0,00	19,00	9,00	12,00
5	Zvětralé břidlice (šárecké)		25,00	22,00	22,50	12,50	13,00

### Parametry zemin pro výpočet tlaku v klidu











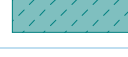

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\varphi_{ef}$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	Hlinitokamenitá navážka		soudržná	-	0,35	-	-
2	Sprašová hlína, tuhá - F6-CL		soudržná	-	0,14	-	-
3	Fluviální písky středně uhlé - S4 SM, S5 SC		soudržná	-	0,30	-	-
4	Štěrk písčité až špatně zrněný - G3 G-F		soudržná	-	0,25	-	-
5	Zvětralé břidlice (šárecké)		nesoudržná	25,00	-	-	-

### Geologický profil a přiřazení zemin

#### Informace o umístění

Kóta povrchu = 185,46 m

#### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2,00	0,00 .. 2,00	185,46 .. 183,46	Hlinitokamenitá navážka	
2	1,00	2,00 .. 3,00	183,46 .. 182,46	Sprašová hlína, tuhá - F6-CL	
3	1,00	3,00 .. 4,00	182,46 .. 181,46	Fluviální písky středně uhlé - S4 SM, S5 SC	
4	0,15	4,00 .. 4,15	181,46 .. 181,31	Fluviální písky středně uhlé - S4 SM, S5 SC	
5	0,15	4,15 .. 4,30	181,31 .. 181,16	Fluviální písky středně uhlé - S4 SM, S5 SC	
6	0,30	4,30 .. 4,60	181,16 .. 180,86	Fluviální písky středně uhlé - S4 SM, S5 SC	
7	1,50	4,60 .. 6,10	180,86 .. 179,36	Štěrk písčité až špatně zrněný - G3 G-F	
8	1,00	6,10 .. 7,10	179,36 .. 178,36	Zvětralé břidlice (šárecké)	
9	0,48	7,10 .. 7,58	178,36 .. 177,88	Zvětralé břidlice (šárecké)	
10	0,20	7,58 .. 7,78	177,88 .. 177,68	Zvětralé břidlice (šárecké)	
11	0,20	7,78 .. 7,98	177,68 .. 177,48	Zvětralé břidlice (šárecké)	
12	-	7,98 .. ∞	177,48 .. -	Zvětralé břidlice (šárecké)	

## Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

## Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

## Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
1	Ano		stálé	10,00				na terénu
Číslo	Název							
1	Rovnoměrné zatížení							













## Vstupní data (Fáze budování 2)

### Geologický profil a přiřazení zemin

#### Informace o umístění

Kóta povrchu = 185,46 m

### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2,00	0,00 .. 2,00	185,46 .. 183,46	Hlinitokamenitá navážka	
2	1,00	2,00 .. 3,00	183,46 .. 182,46	Sprašová hlína, tuhá - F6-CL	
3	1,00	3,00 .. 4,00	182,46 .. 181,46	Fluviální písky středně uhlé - S4 SM, S5 SC	
4	0,15	4,00 .. 4,15	181,46 .. 181,31	Fluviální písky středně uhlé - S4 SM, S5 SC	
5	0,15	4,15 .. 4,30	181,31 .. 181,16	Fluviální písky středně uhlé - S4 SM, S5 SC	
6	0,30	4,30 .. 4,60	181,16 .. 180,86	Fluviální písky středně uhlé - S4 SM, S5 SC	
7	1,50	4,60 .. 6,10	180,86 .. 179,36	Štěrk písčité až špatně zrněný - G3 G-F	
8	1,00	6,10 .. 7,10	179,36 .. 178,36	Zvětralé břidlice (šárecké)	
9	0,48	7,10 .. 7,58	178,36 .. 177,88	Zvětralé břidlice (šárecké)	
10	0,20	7,58 .. 7,78	177,88 .. 177,68	Zvětralé břidlice (šárecké)	
11	0,20	7,78 .. 7,98	177,68 .. 177,48	Zvětralé břidlice (šárecké)	
12	-	7,98 .. ∞	177,48 .. -	Zvětralé břidlice (šárecké)	

## Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

## Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

## Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení nové	Přítížení změna	Působ .	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
1	Ne	Ne	stálé	10,00				na terénu
Číslo	Název							
1	Rovnoměrné zatížení							

## Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná

## Výpočet čís. 2 (Fáze budování 2)

### Výpočet aktivního tlaku za konstrukcí - mezivýsledky

Vrst. čís.	Mocnost [m]	$\alpha$ [°]	$\varphi_d$ [°]	$c_d$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta_d$ [°]	$K_a$	Pozn.
1	2,00	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	
2	0,77	0,00	22,00	18,00	20,00	11,00	0,413	
3	0,23	0,00	22,00	18,00	20,00	11,00	0,413	
4	1,00	0,00	29,00	6,00	18,00	15,00	0,313	
5	0,15	0,00	29,00	6,00	18,00	15,00	0,313	
6	0,15	0,00	29,00	6,00	18,00	15,00	0,313	
7	0,30	0,00	29,00	6,00	18,00	15,00	0,313	
8	1,50	0,00	32,50	0,00	19,00	12,00	0,277	
9	1,00	0,00	25,00	22,00	22,50	13,00	0,366	
10	0,48	0,00	25,00	22,00	22,50	13,00	0,366	
11	0,20	0,00	25,00	22,00	22,50	13,00	0,366	
12	0,20	0,00	25,00	22,00	22,50	13,00	0,366	
13	0,02	0,00	25,00	22,00	22,50	13,00	0,366	

### Průběh aktivního tlaku za konstrukcí (bez přitížení)

Vrst. čís.	Poč. [m] Kon. [m]	$\sigma_z$ [kPa]	$\sigma_w$ [kPa]	Tlak [kPa]	Složka vod. [kPa]	Složka sv. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,00	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,00	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,77	52,30	0,00	0,00	0,00	0,00
3	2,77	52,30	0,00	0,00	0,00	0,00
	3,00	57,00	0,00	1,94	1,91	0,37
4	3,00	57,00	0,00	11,65	11,25	3,02
	4,00	75,00	0,00	17,29	16,70	4,47



SO 01

Vrst. čís.	Poč. [m] Kon. [m]	$\sigma_z$ [kPa]	$\sigma_w$ [kPa]	Tlak [kPa]	Složka vod. [kPa]	Složka sv. [kPa]
5	4,00	75,00	0,00	17,29	16,70	4,47
	4,15	77,70	0,00	18,13	17,51	4,69
6	4,15	77,70	0,00	18,13	17,51	4,69
	4,30	80,40	0,00	18,98	18,33	4,91
7	4,30	80,40	0,00	18,98	18,33	4,91
	4,60	85,80	0,00	20,67	19,96	5,35
8	4,60	85,80	0,00	23,76	23,24	4,94
	6,10	114,30	0,00	31,65	30,96	6,58
9	6,10	114,30	0,00	17,20	16,76	3,87
	7,10	136,80	0,00	25,45	24,79	5,72
10	7,10	136,80	0,00	25,45	24,79	5,72
	7,58	147,60	0,00	29,40	28,65	6,61
11	7,58	147,60	0,00	29,40	28,65	6,61
	7,78	152,10	0,00	31,05	30,26	6,99
12	7,78	152,10	0,00	31,05	30,26	6,99
	7,98	156,60	0,00	32,70	31,86	7,36
13	7,98	156,60	0,00	32,70	31,86	7,36
	8,00	157,05	0,00	32,87	32,02	7,39

**Průběh tlaku od přitížení - Rovnoměrné zatížení**

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	5,17	0,73
2	2,00	5,17	0,73
3	2,00	4,06	0,79
4	2,77	4,06	0,79
5	3,00	4,06	0,79
6	3,00	3,02	0,81
7	4,00	3,02	0,81
8	4,15	3,02	0,81
9	4,30	3,02	0,81
10	4,60	3,02	0,81
11	4,60	2,71	0,58
12	6,10	2,71	0,58
13	6,10	3,57	0,82
14	7,10	3,57	0,82
15	7,58	3,57	0,82
16	7,78	3,57	0,82
17	7,98	3,57	0,82
18	8,00	3,57	0,82

### Celkový tlak působící na konstrukci

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	0,00	0,98
2	2,00	0,00	0,98
3	2,00	0,00	1,06
4	2,27	0,00	1,06
5	2,77	5,48	1,06
6	3,00	8,05	1,56
7	3,00	19,28	5,17
8	4,00	26,62	7,13
9	4,15	27,73	7,43
10	4,30	28,83	7,72
11	4,60	31,03	8,32
12	4,60	35,03	7,45
13	6,10	45,45	9,66
14	6,10	27,45	6,34
15	7,10	38,29	8,84
16	7,58	43,50	10,04
17	7,78	45,67	10,54
18	7,98	47,84	11,04
19	8,00	48,05	11,09

### Výsledné síly

**Celkový vodorovný tlak působící na konstrukci = 175,29 kN/m**

**Působíště vodorovné složky je v hloubce = 5,71 m**

**Celkový svislý tlak působící na konstrukci = 43,26 kN/m**

**Vzdál. těžiště svislé složky od vršku konstr. = 0,00 m**

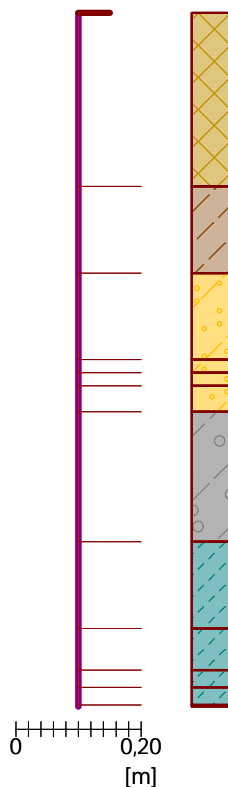
**Název : Výpočet zemního tlaku na pažení**

**Fáze - výpočet : 2 - 2**

**Popis : Aktivní zemní tlak**

Geometrie konstrukce

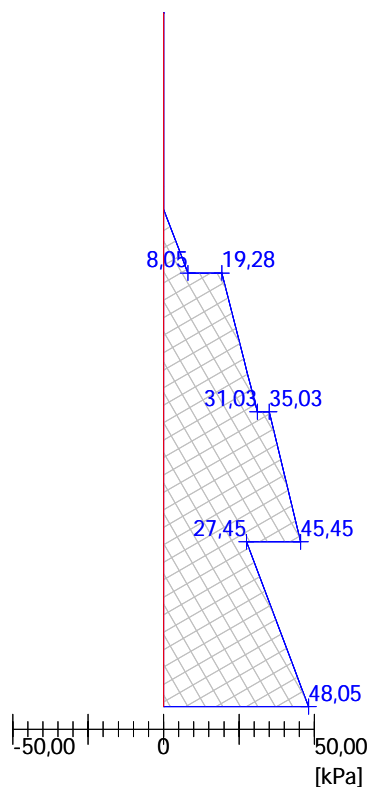
Délka konstrukce = 8,00 m



Vodorovná složka

Celková síla = 175,29 kN/m

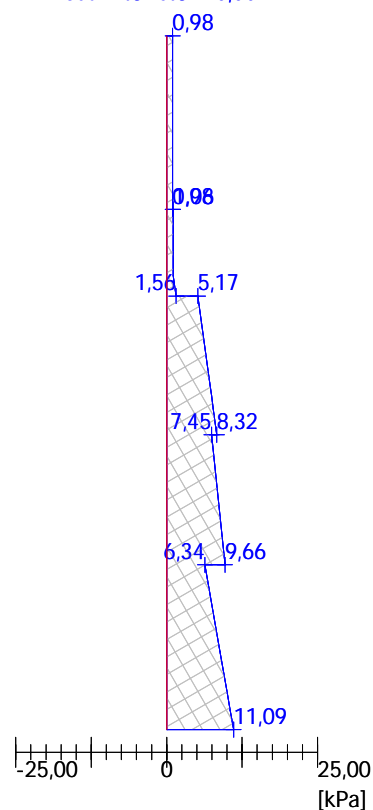
Hloubka těžiště = 5,71 m



Svislá složka

Celková síla = 43,26 kN/m

Posun. těžiště = 0,00 m



## 2.1.2.2 OCELOVÁ VÝZTUŽ ŠACHTY

Jedná se o ocelové vodorovné rámy z válcovaných profilů **IČ.300** osazených naležato.

**Statické hodnoty :**

- plocha :  $A = 69,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

- modul průřezu :  $W_x = 652,00 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

- moment setrvačnosti :  $I_x = 97,90 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Ocel : 11 500.0 Mez kluzu :  $\sigma_{KT} = 280 \text{ MPa}$

Výpočtová pevnost se stanoví podle ČSN 73 1401, čl.21, tab.5 vydělením meze kluzu součinitelem materiálu  $\gamma_m = 1,15$

$$R_d = \sigma_{KT} : 1,15 = 280 : 1,15 = 243,5 \text{ MPa}$$

Max.tlak zeminy :  $q_{1-2,7} = 5,48 \text{ kNm}^{-2}$ ,  $q_{2-5,5} = 37,80 \text{ kNm}^{-2}$ ,  $q_{3-7,7} = 45,67 \text{ kNm}^{-2}$ ,

Rozměry šachty :

SO 01

Maximální rozpětí :  $l = 8,30 \text{ m}$

Ohybový moment :  $M_{1-2,7} = 1/12 \cdot 5,86 \cdot 8,30^2 = 33,64 \text{ kNm}$

$M_{2-5,5} = 1/12 \cdot 37,80 \cdot 8,30^2 = 217,00 \text{ kNm}$

$M_{3-7,7} = 1/12 \cdot 45,67 \cdot 8,30^2 = 262,18 \text{ kNm}$

Maximální vzdálenost ráků :  $l_{\max} = 800 \text{ mm}$

### Posouzení :

Napětí :  $h = 2,7 \text{ m}$ , vzdálenost ráků **800 mm**

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{0,80 \cdot 33,64 \cdot 10^{-3}}{652,00 \cdot 10^{-6}} = 41,28 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa},$$

### **VYHOVUJE**

Napětí :  $h = 5,50 \text{ m}$ , vzdálenost ráků **700 mm**

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{0,70 \cdot 217,0 \cdot 10^{-3}}{652,00 \cdot 10^{-6}} = 232,98 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa},$$

### **VYHOVUJE**

Napětí :  $h = 7,70 \text{ m}$ , vzdálenost ráků **600 mm**

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{0,60 \cdot 262,18 \cdot 10^{-3}}{652,00 \cdot 10^{-6}} = 241,27 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa},$$

**Rámy šachty budou do hloubky 2,70 m osazeny v osové vzdálenosti 0,80 m. Následně budou rámy zahuštěny nejprve na 700 mm a od hl. 5,50 m na 600 mm.**

### **2.1.2.3 POSOUZENÍ OCELOVÝCH PAŽNIC UNION**

- modul průřezu :  $W_x = 29,88 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Max.tlak zeminy :  $q_{\max,1} = 45,45 \text{ kNm}^{-2}$

Ohybový moment :

$$M = 1/8 \cdot q \cdot l^2 = 1/8 \cdot 45,45 \cdot 1,0^2 = 5,68 \text{ kNm}$$

Napětí :

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{5,68 \cdot 10^{-3}}{29,88 \cdot 10^{-6}} = 190,13 \text{ MPa} < R_d = 210,00 \text{ MPa},$$

### **VYHOVUJE**

Ve skutečnosti bude rozpětí jednotlivých pažnic 800 mm, čemuž odpovídá napětí:

$$\sigma_{dov} = \frac{0,8 \cdot 5,68 \cdot 10^{-3}}{29,88 \cdot 10^{-6}} = 152,07 \text{ MPa} < R_d = 210,00 \text{ MPa},$$

### 2.1.3 SO 01.2 - HLOUBENÁ TĚŽNÍ ŠACHTA TŠ SP

Těžní šachta má půdorysné rozměry 2,84 x 3,14 m, hl. cca 8,30 m

Je obdobná jako těžní šachta TŠ SK D, která je v její blízkosti. Bude vyztužena stejným způsobem jako je vyztužena TŠ B01, tj. vodorovnými rámy z válcových profilů Ič.240 – NENÍ NUTNÉ JI ZNOVU POSUZOVAT.

### 2.1.4 SO 01.1 - HLOUBENÉ TĚŽNÍ ŠACHTY TŠ D2/D3

Těžní šachty TŠ D2 a TŠ D3 mají stejné půdorysné rozměry 4,15 x 8,00 m. Vzájemně se liší různou hloubkou – TŠ D2 hl. cca 8,96 m, TŠ D3 hl. cca 9,16 m. Obě šachty budou vyztuženy vodorovnými rámy z válcovaných profilů Ič.300 bez příčné rozpěry z důvodu zachování prostoru pro dopravu potrubí dl. 8,0 m. V rozích budou šachty rozepřeny rohovými vzpěrami z válcovaných profilů Ič.200.

## Těžní šachta TŠ D2 pro revizní šachtu D2

### Výpočet zemních tlaků na konstrukci

#### Vstupní data

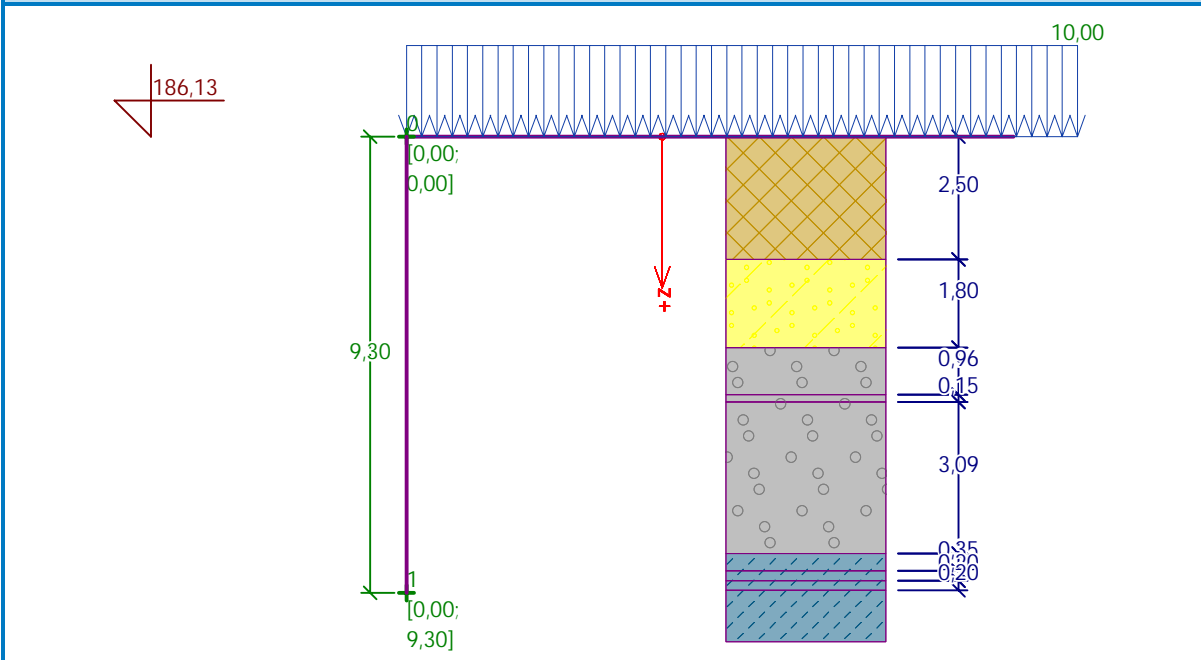
##### Projekt

Akce : NÁTOKOVÝ LABYRINT NA ÚČOV - LEVÝ BŘEH  
 Část : SO 01.1 - NOVÁ STOKA D  
 Popis : Revizní šachta D2  
 Vypracoval : Ing. Petr Holuša  
 Datum : 28.11.2019

Název : Projekt: Nátokový labyrint na ÚČOV - levý břeh

Fáze - výpočet : 1 - 0

Popis : Revizní šachta D2



## Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

## Výpočet tlaků

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)  
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)  
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe  
Tvar zemního klínu : počítat šikmý  
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997  
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce zemního odporu :		$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :		$\psi_0 =$	0,70 [-]
Součinitel časté hodnoty :		$\psi_1 =$	0,50 [-]
Součinitel kvazistálé hodnoty :		$\psi_2 =$	0,30 [-]

Součinitele redukce zatížení (F)			
Dočasná návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)		
Dočasná návrhová situace		
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]

### Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	9,30
3	0,00	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším bodu konstrukce.

### Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	$\Phi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Hlinitokamenitá navážka		16,00	20,00	18,50	8,50	8,00
2	Písek s jemnozrnnou příměsí		30,00	0,00	18,00	8,00	15,00
3	Štěrka s příměsí jemnozrnné zeminy		32,00	5,00	19,00	9,00	16,00
4	Zvětralá břidlice (šárecká)		24,00	25,00	22,50	12,50	12,00

### Parametry zemin pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\Phi_{ef}$ [°]	$v$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	Hlinitokamenitá navážka		soudržná	-	0,35	-	-
2	Písek s jemnozrnnou příměsí		soudržná	-	0,30	-	-
3	Štěrka s příměsí jemnozrnné zeminy		soudržná	-	0,30	-	-
4	Zvětralá břidlice (šárecká)		soudržná	-	0,35	-	-

### Vstupní data (Fáze budování 2)

#### Geologický profil a přiřazení zemin

#### Informace o umístění

Kóta povrchu = 186,13 m

### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2,50	0,00 .. 2,50	186,13 .. 183,63	Hlinítokamenitá navážka	
2	1,80	2,50 .. 4,30	183,63 .. 181,83	Písek s jemnozrnnou příměsí	
3	0,96	4,30 .. 5,26	181,83 .. 180,87	Štěrka s příměsí jemnozrnné zeminy	
4	0,15	5,26 .. 5,41	180,87 .. 180,72	Štěrka s příměsí jemnozrnné zeminy	
5	3,09	5,41 .. 8,50	180,72 .. 177,63	Štěrka s příměsí jemnozrnné zeminy	
6	0,35	8,50 .. 8,85	177,63 .. 177,28	Zvětralá břidlice (šárecká)	
7	0,20	8,85 .. 9,05	177,28 .. 177,08	Zvětralá břidlice (šárecká)	
8	0,20	9,05 .. 9,25	177,08 .. 176,88	Zvětralá břidlice (šárecká)	
9	-	9,25 .. ∞	176,88 .. -	Zvětralá břidlice (šárecká)	

### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

### Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

### Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení nové	Přítížení změna	Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř. x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
1	Ne	Ne	stálé	10,00				na terénu

Číslo	Název
1	Rovnoměrné zatížení

## Výpočet čís. 2 (Fáze budování 2)

### Výpočet aktivního tlaku za konstrukcí - mezivýsledky

Vrst. čís.	Mocnost [m]	α [°]	φ <sub>d</sub> [°]	c <sub>d</sub> [kPa]	γ [kN/m <sup>3</sup> ]	δ <sub>d</sub> [°]	K <sub>a</sub>	Pozn.
1	2,50	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	
2	1,80	0,00	30,00	0,00	18,00	15,00	0,301	
3	0,96	0,00	32,00	5,00	19,00	16,00	0,278	
4	0,15	0,00	32,00	5,00	19,00	16,00	0,278	
5	3,09	0,00	32,00	5,00	19,00	16,00	0,278	
6	0,35	0,00	24,00	25,00	22,50	12,00	0,382	
7	0,20	0,00	24,00	25,00	22,50	12,00	0,382	
8	0,20	0,00	24,00	25,00	22,50	12,00	0,382	



SO 01

Vrst. čís.	Mocnost [m]	$\alpha$ [°]	$\varphi_d$ [°]	$c_d$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta_d$ [°]	$K_a$	Pozn.
9	0,05	0,00	24,00	25,00	22,50	12,00	0,382	

**Průběh aktivního tlaku za konstrukcí (bez přetížení)**

Vrst. čís.	Poč. [m] Kon. [m]	$\sigma_z$ [kPa]	$\sigma_w$ [kPa]	Tlak [kPa]	Složka vod. [kPa]	Složka sv. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,50	46,25	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,50	46,25	0,00	13,94	13,47	3,61
	4,30	78,65	0,00	23,71	22,90	6,14
3	4,30	78,65	0,00	17,01	16,35	4,69
	5,26	96,89	0,00	22,08	21,23	6,09
4	5,26	96,89	0,00	22,08	21,23	6,09
	5,41	99,74	0,00	22,88	21,99	6,31
5	5,41	99,74	0,00	22,88	21,99	6,31
	8,50	158,45	0,00	39,21	37,69	10,81
6	8,50	158,45	0,00	31,77	31,08	6,61
	8,85	166,32	0,00	34,78	34,02	7,23
7	8,85	166,32	0,00	34,78	34,02	7,23
	9,05	170,83	0,00	36,50	35,70	7,59
8	9,05	170,83	0,00	36,50	35,70	7,59
	9,25	175,32	0,00	38,22	37,38	7,95
9	9,25	175,32	0,00	38,22	37,38	7,95
	9,30	176,45	0,00	38,65	37,80	8,04

**Průběh tlaku od přetížení - Rovnoměrné zatížení**

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	5,17	0,73
2	2,50	5,17	0,73
3	2,50	2,91	0,78
4	4,30	2,91	0,78
5	4,30	2,67	0,77
6	5,26	2,67	0,77
7	5,41	2,67	0,77
8	8,50	2,67	0,77
9	8,50	3,74	0,79
10	8,85	3,74	0,79
11	9,05	3,74	0,79
12	9,25	3,74	0,79
13	9,30	3,74	0,79

**Celkový tlak působící na konstrukci**

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	0,00	0,98
2	2,29	0,00	0,98

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
3	2,50	2,74	0,98
4	2,50	22,11	5,92
5	4,30	34,84	9,34
6	4,30	25,69	7,37
7	5,26	32,27	9,25
8	5,41	33,30	9,55
9	8,50	54,49	15,62
10	8,50	47,00	9,99
11	8,85	50,97	10,83
12	9,05	53,24	11,32
13	9,25	55,51	11,80
14	9,30	56,08	11,92

### Výsledné síly

Celkový vodorovný tlak působící na konstrukci	= 261,15 kN/m
Působíště vodorovné složky je v hloubce	= 6,38 m
Celkový svislý tlak působící na konstrukci	= 73,23 kN/m
Vzdál. těžiště svislé složky od vršku konstr.	= 0,00 m

Název : Výpočet zemního tlaku na pažení

Fáze - výpočet : 2 - 2

Popis : Aktivní zemní tlak

Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 9,30 m

Vodorovná složka

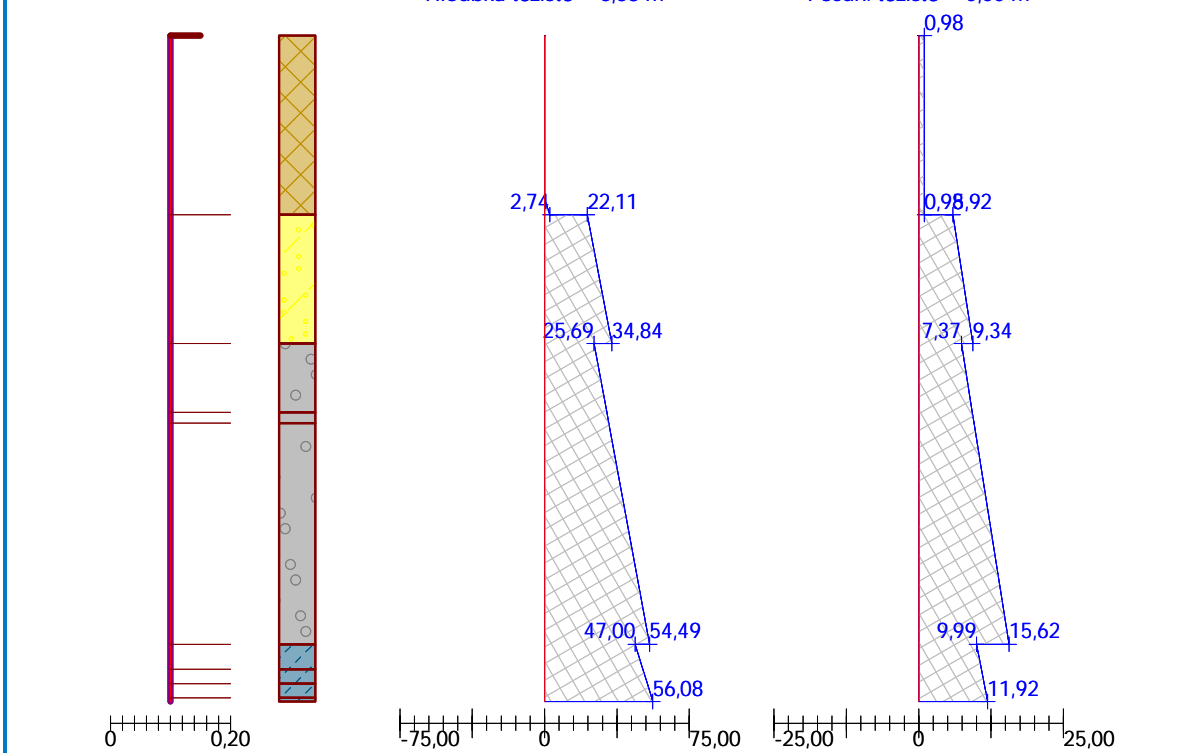
Celková síla = 261,15 kN/m

Hloubka těžiště = 6,38 m

Svislá složka

Celková síla = 73,23 kN/m

Posun. těžiště = 0,00 m



## 2.1.4.1 OCELOVÁ VÝZTUŽ ŠACHTY

Jedná se o ocelové vodorovné rámy z válcovaných profilů **IČ.300** osazených naležato.

### Statické hodnoty :

- plocha :  $A = 69,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

- modul průřezu :  $W_x = 652,00 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

- moment setrvačnosti :  $I_x = 97,90 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Ocel : 11 500.0 Mez kluzu :  $\sigma_{KT} = 280 \text{ MPa}$

Výpočtová pevnost se stanoví podle ČSN 73 1401, čl.21, tab.5 vydělením meze kluzu součinitelem materiálu  $\gamma_m = 1,15$

$$R_d = \sigma_{KT} : 1,15 = 280 : 1,15 = 243,5 \text{ MPa}$$

Max.tlak zeminy :  $q_{1-2,5} = 22,11 \text{ kNm}^{-2}$ ,  $q_{2-5,3} = 32,27 \text{ kNm}^{-2}$ ,  $q_{3-8,5} = 54,49 \text{ kNm}^{-2}$ ,  
 $q_{4-9,2} = 55,21 \text{ kNm}^{-2}$

Rozměry šachty : 8,0 x 4,15 m

Maximální rozpětí :  $l = 7,54 \text{ m}$

Ohybový moment :  $M_{1-2,5} = 1/12 \cdot 22,11 \cdot 7,54^2 = 104,94 \text{ kNm}$

$$M_{2-5,3} = 1/12 \cdot 32,27 \cdot 7,54^2 = 152,88 \text{ kNm}$$

$$M_{3-8,5} = 1/12 \cdot 54,49 \cdot 7,54^2 = 260,05 \text{ kNm}$$

$$M_{4-9,2} = 1/12 \cdot 55,21 \cdot 7,54^2 = 261,56 \text{ kNm}$$

Maximální vzdálenost ráků :  $l_{\max} = 800 \text{ mm}$

### Posouzení :

Napětí :  $h = 2,50 \text{ m}$ , vzdálenost ráků **800 mm**

$$\sigma_{dov} = \frac{0,80 \cdot 104,94 \cdot 10^{-3}}{652,00 \cdot 10^{-6}} = 128,76 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa},$$

**VYHOVUJE**

Napětí :  $h = 5,30 \text{ m}$ , vzdálenost ráků **700 mm**

$$\sigma_{dov} = \frac{0,70 \cdot 152,88 \cdot 10^{-3}}{652,00 \cdot 10^{-6}} = 164,13 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa},$$

**VYHOVUJE**

Napětí :  $h = 8,50 \text{ m}$ , vzdálenost ráků **600 mm**

$$\sigma_{dov} = \frac{0,60 \cdot 260,05 \cdot 10^{-3}}{652,00 \cdot 10^{-6}} = 239,31 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa},$$

**VYHOVUJE**

Napětí :  $h = 9,25$  m, vzdálenost rámu **500 mm**

$$\sigma_{dov} = \frac{0,50 \cdot 261,56 \cdot 10^{-3}}{652,00 \cdot 10^{-6}} = 200,59 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa},$$

**VYHOVUJE**

Rámy šachty budou do hloubky 2,50 m osazeny v osově vzdálenosti 0,80 m. Následně budou rámy zahuštěny nejprve na 700 mm a od hl. 5,30 m na 600 mm; u dna šachty v hloubce 9,0 m budou rámy v osově vzdálenosti 0,50 m.

#### 2.1.4.2 POSOUZENÍ OCELOVÝCH PAŽNIC UNION

- modul průřezu :  $W_x = 29,88 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Max.tlak zeminy :  $q_{\max,1} = 54,49 \text{ kNm}^{-2}$

Ohybový moment :

$$M = 1/8 \cdot q \cdot l^2 = 1/8 \cdot 54,49 \cdot 1,0^2 = 6,81 \text{ kNm}$$

Napětí :

$$\sigma_{dov} = \frac{0,80 \cdot 6,81 \cdot 10^{-3}}{29,88 \cdot 10^{-6}} = 182,36 \text{ MPa} < R_d = 210,00 \text{ MPa},$$

**VYHOVUJE**

### Těžní šachta TŠ D3 pro revizní šachtu D3

#### Vstupní data

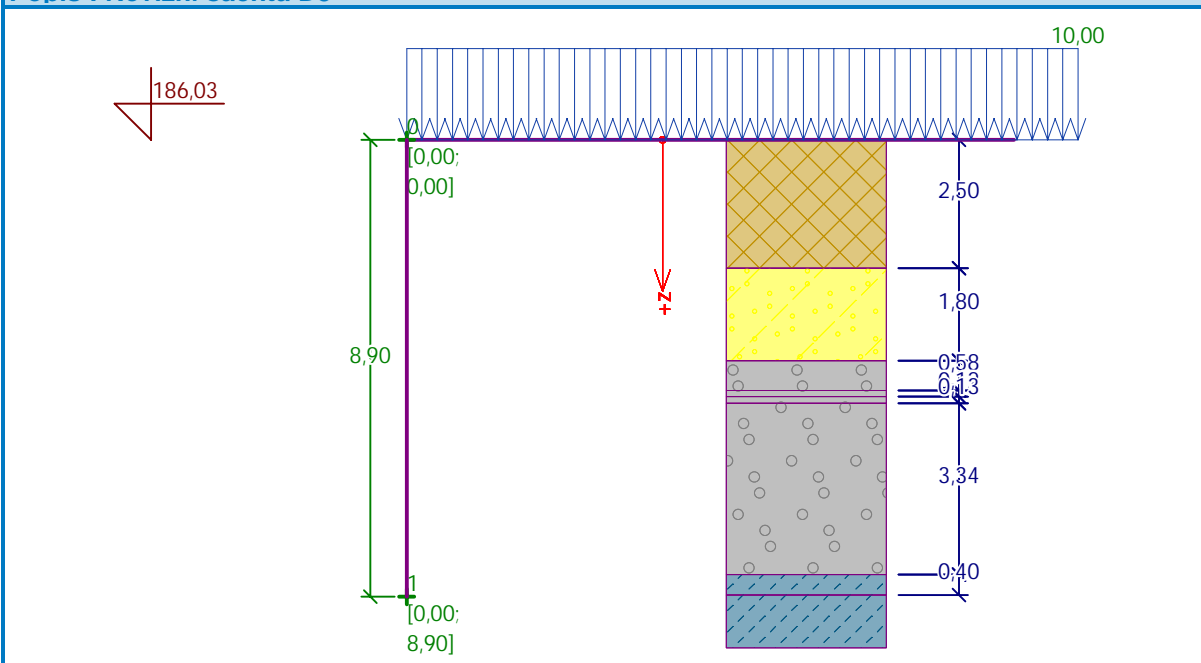
##### Projekt

Akce : NÁTOKOVÝ LABYRINT NA ÚČOV - LEVÝ BŘEH  
 Část : SO 01.1 - NOVÁ STOKA D  
 Popis : Revizní šachta D3  
 Vypracoval : Ing. Petr Holuša  
 Datum : 15.11.2019  
 Číslo zakázky : 11-9242-0204

Název : Projekt: Nátokový labyrint na ÚČOV - levý břeh

Fáze - výpočet : 1 - 0

Popis : Revizní šachta D3



## Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

## Výpočet tlaků

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)  
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)  
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe  
Tvar zemního klínu : počítat šikmý  
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997  
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce zemního odporu :		$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :		$\psi_0 =$	0,70 [-]
Součinitel časté hodnoty :		$\psi_1 =$	0,50 [-]
Součinitel kvazistálé hodnoty :		$\psi_2 =$	0,30 [-]

Součinitele redukce zatížení (F)			
Dočasná návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)	
Dočasná návrhová situace	
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$ 1,40 [-]

### Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	8,90
3	0,00	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším bodu konstrukce.

### Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	$\Phi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Hlinitokamenitá navážka		16,00	20,00	18,50	8,50	8,00
2	Písek s jemnozrnnou příměsí		30,00	0,00	18,00	8,00	15,00
3	Štěrka s příměsí jemnozrnné zeminy		32,00	5,00	19,00	9,00	16,00
4	Zvětralá břidlice (šárecká)		24,00	25,00	22,50	12,50	12,00

### Parametry zemín pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\Phi_{ef}$ [°]	$v$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	Hlinitokamenitá navážka		soudržná	-	0,35	-	-
2	Písek s jemnozrnnou příměsí		soudržná	-	0,30	-	-
3	Štěrka s příměsí jemnozrnné zeminy		soudržná	-	0,30	-	-
4	Zvětralá břidlice (šárecká)		soudržná	-	0,35	-	-

## Vstupní data (Fáze budování 2)

### Geologický profil a přiřazení zemin

#### Informace o umístění

Kóta povrchu = 186,03 m

### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2,50	0,00 .. 2,50	186,03 .. 183,53	Hlinitokamenitá navázka	
2	1,80	2,50 .. 4,30	183,53 .. 181,73	Písek s jemnozrnnou příměsí	
3	0,58	4,30 .. 4,88	181,73 .. 181,15	Štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy	
4	0,12	4,88 .. 5,00	181,15 .. 181,03	Štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy	
5	0,13	5,00 .. 5,13	181,03 .. 180,90	Štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy	
6	3,34	5,13 .. 8,47	180,90 .. 177,56	Štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy	
7	0,40	8,47 .. 8,87	177,56 .. 177,16	Zvětralá břidlice (šárecká)	
8	-	8,87 .. ∞	177,16 .. -	Zvětralá břidlice (šárecká)	

### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

### Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

### Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ne	Ne	stálé	10,00				na terénu

Číslo	Název
1	Rovnoměrné zatížení

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná



## Výpočet čís. 2 (Fáze budování 2)

### Výpočet aktivního tlaku za konstrukcí - mezivýsledky

Vrst. čís.	Mocnost [m]	$\alpha$ [°]	$\varphi_d$ [°]	$c_d$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta_d$ [°]	$K_a$	Pozn.
1	2,50	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	
2	1,80	0,00	30,00	0,00	18,00	15,00	0,301	
3	0,58	0,00	32,00	5,00	19,00	16,00	0,278	
4	0,12	0,00	32,00	5,00	19,00	16,00	0,278	
5	0,13	0,00	32,00	5,00	19,00	16,00	0,278	
6	3,34	0,00	32,00	5,00	19,00	16,00	0,278	
7	0,40	0,00	24,00	25,00	22,50	12,00	0,382	
8	0,03	0,00	24,00	25,00	22,50	12,00	0,382	

### Průběh aktivního tlaku za konstrukcí (bez přetížení)

Vrst. čís.	Poč. [m] Kon. [m]	$\sigma_z$ [kPa]	$\sigma_w$ [kPa]	Tlak [kPa]	Složka vod. [kPa]	Složka sv. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,50	46,25	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,50	46,25	0,00	13,94	13,47	3,61
	4,30	78,65	0,00	23,71	22,90	6,14
3	4,30	78,65	0,00	17,01	16,35	4,69
	4,88	89,67	0,00	20,08	19,30	5,53
4	4,88	89,67	0,00	20,08	19,30	5,53
	5,00	91,95	0,00	20,71	19,91	5,71
5	5,00	91,95	0,00	20,71	19,91	5,71
	5,13	94,42	0,00	21,40	20,57	5,90
6	5,13	94,42	0,00	21,40	20,57	5,90
	8,47	157,88	0,00	39,05	37,54	10,76
7	8,47	157,88	0,00	31,55	30,86	6,56
	8,87	166,88	0,00	34,99	34,23	7,27
8	8,87	166,88	0,00	34,99	34,23	7,27
	8,90	167,56	0,00	35,25	34,48	7,33

### Průběh tlaku od přetížení - Rovnoměrné zatížení

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1		0,00	5,17
2		2,50	5,17
3		2,50	2,91
4		4,30	2,91
5		4,30	2,67
6		4,88	2,67
7		5,00	2,67
8		5,13	2,67
9		8,47	2,67

SO 01

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
10	8,47	3,74	0,79
11	8,87	3,74	0,79
12	8,90	3,74	0,79

#### Celkový tlak působící na konstrukci

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	0,00	0,98
2	2,29	0,00	0,98
3	2,50	2,74	0,98
4	2,50	22,11	5,92
5	4,30	34,84	9,34
6	4,30	25,69	7,37
7	4,88	29,66	8,51
8	5,00	30,49	8,74
9	5,13	31,38	9,00
10	8,47	54,28	15,57
11	8,47	46,71	9,93
12	8,87	51,25	10,89
13	8,90	51,59	10,97

#### Výsledné síly

Celkový vodorovný tlak působící na konstrukci = 239,42 kN/m

Působíště vodorovné složky je v hloubce = 6,13 m

Celkový svislý tlak působící na konstrukci = 68,49 kN/m

Vzdál. těžiště svislé složky od vršku konstr. = 0,00 m

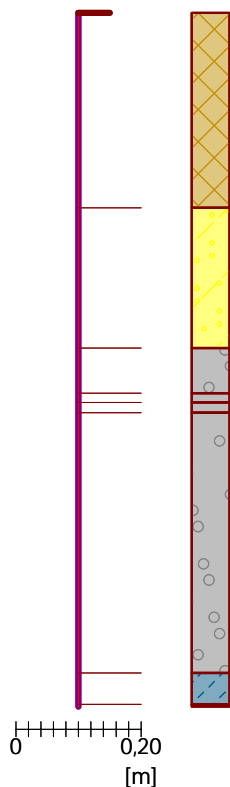
**Název : Výpočet zemního tlaku na pažení**

**Fáze - výpočet : 2 - 2**

**Popis : Aktivní zemní tlak**

Geometrie konstrukce

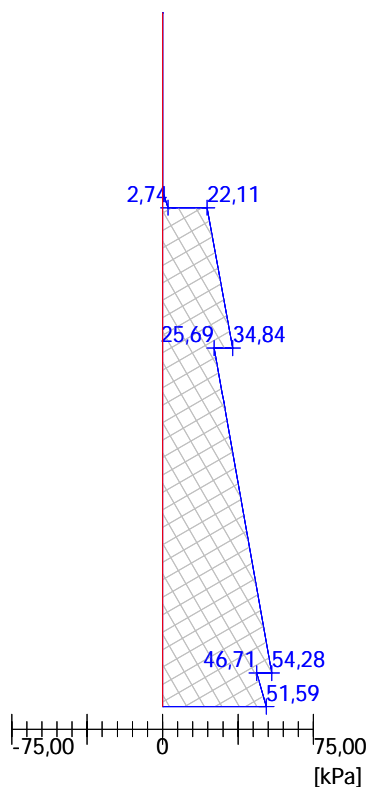
Délka konstrukce = 8,90 m



Vodorovná složka

Celková síla = 239,42 kN/m

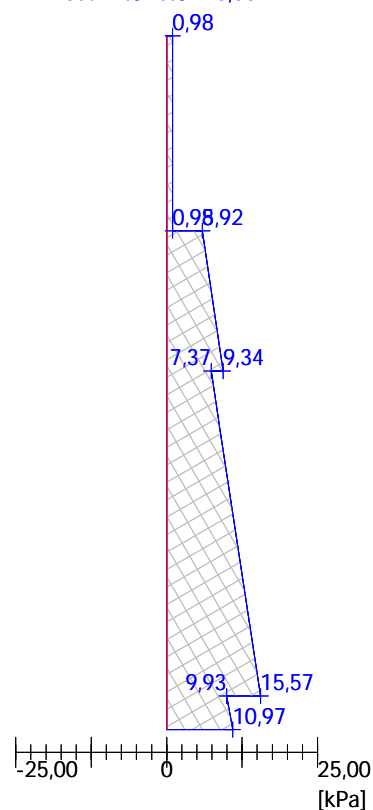
Hloubka těžiště = 6,13 m



Svislá složka

Celková síla = 68,49 kN/m

Posun. těžiště = 0,00 m



Pro těžní šachtu TŠ D3 vychází obdobné výsledky, jaké byly u těžní šachty TŠ D2. Proto zde nejsou znovu uvedeny. Platí stejná pravidla, jako u těžní šachty TŠ D2 pro revizní šachtu D2.

## 2.1.5 SO 01.4 - HLOUBENÁ TĚŽNÍ ŠACHTA TŠ SK BD

Těžní šachta má půdorysné rozměry **9,20 x 6,50 m**, hloubka šachty je cca **10,15 m**; je navržena jako obdélníková, v rozích jsou rohové vzpěry z válcovaných profilů Ič.240.

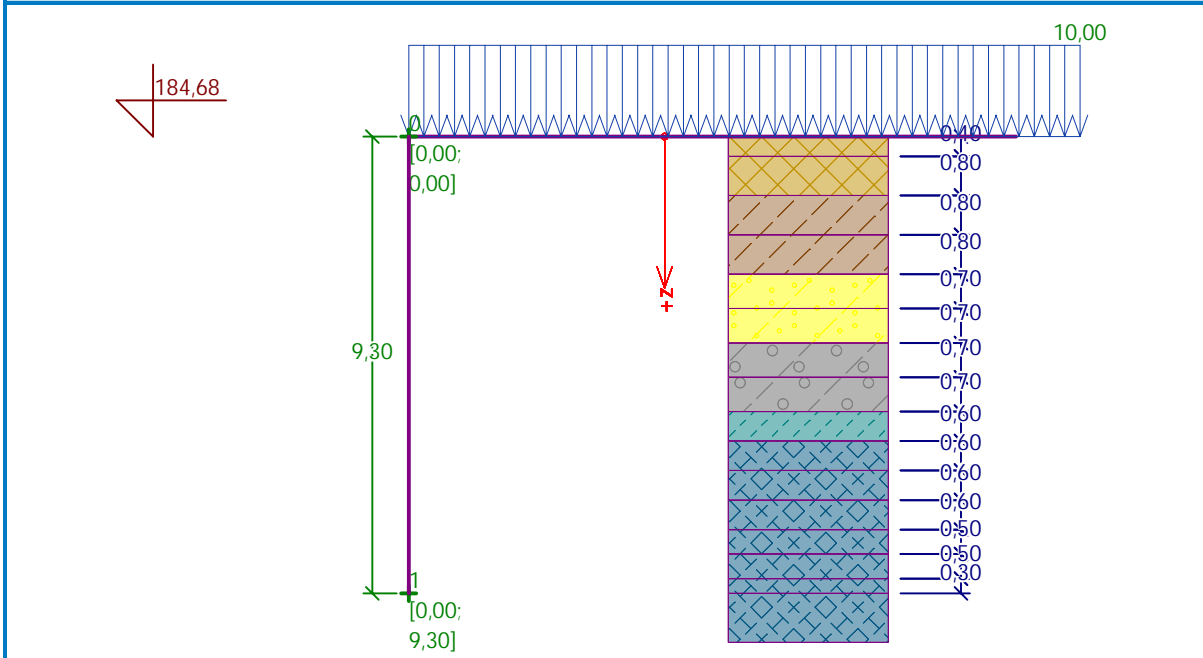
### 2.1.5.1 VÝPOČET ZEMNÍCH TLAKŮ NA KONSTRUKCI

Část : SO 01.4 - SPOJNÁ KOMORA SK BD  
Popis : Hloubená těžní šachta TŠ SK BD  
Datum : 19.2.2020

**Název : Projekt: Nátokový labyrint na ÚČOV - levý břeh**

**Fáze - výpočet : 1 - 0**

**Popis : Hloubená těžní šachta TŠ BD**



### Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

### Výpočet tlaků

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)  
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)  
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe  
Tvar zemního klínu : počítat šikmý  
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997  
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)				
Trvalá návrhová situace				
		Nepříznivé		Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35	[-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50	[-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35	[-]	

Součinitele redukce odporu (R)		
Trvalá návrhová situace		
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení		
Trvalá návrhová situace		
Součinitel kombinační hodnoty :	$\psi_0 =$	0,70 [-]
Součinitel časté hodnoty :	$\psi_1 =$	0,50 [-]
Součinitel kvazistálé hodnoty :	$\psi_2 =$	0,30 [-]

Součinitele redukce zatížení (F)			
Dočasná návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	







Součinitele redukce odporu (R)	
Dočasná návrhová situace	
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$ 1,40 [-]

### Geometrie konstrukce




Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	9,30
3	0,00	0,00




Počátek [0,0] je v nejhořejším bodu konstrukce.

### Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Hlinitokamenitá navážka		16,00	20,00	18,50	8,50	8,00
2	Sprašová hlína, tuhá - F6-CL		22,00	18,00	20,00	10,00	11,00
3	Jemnozrnný písek, ulehlý - S3 S-F,		31,00	0,00	17,50	7,50	16,00
4	Štěrka písčité až špatně zrněná - G3 G-F		33,00	0,00	19,00	9,00	12,00
5	Zvětralé břidlice (šárecké)		25,00	22,00	22,50	12,50	13,00
6	Slabě navětralé až zdravé břidlice (šárecké)		37,00	50,00	26,00	16,00	19,00

### Parametry zemin pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\varphi_{ef}$ [°]	$v$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	Hlinitokamenitá navážka		soudržná	-	0,35	-	-
2	Sprašová hlína, tuhá - F6-CL		soudržná	-	0,14	-	-
3	Jemnozrnný písek, ulehlý - S3 S-F,		nesoudržná	31,00	-	-	-





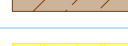






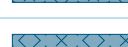



Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\varphi_{ef}$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
4	Šterk písčité až špatně zrněný - G3 G-F		nesoudržná	33,00	-	-	-
5	Zvětralé břidlice (šárecké)		soudržná	-	0,35	-	-
6	Slabě navětralé až zdravé břidlice (šárecké)		soudržná	-	0,30	-	-

### Geologický profil a přiřazení zemin

#### Informace o umístění

Kóta povrchu = 184,68 m

#### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,40	0,00 .. 0,40	184,68 .. 184,28	Hlinitokamenitá navázka	
2	0,80	0,40 .. 1,20	184,28 .. 183,48	Hlinitokamenitá navázka	
3	0,80	1,20 .. 2,00	183,48 .. 182,68	Sprašová hlína, tuhá - F6-CL	
4	0,80	2,00 .. 2,80	182,68 .. 181,88	Sprašová hlína, tuhá - F6-CL	
5	0,70	2,80 .. 3,50	181,88 .. 181,18	Jemnozrnný písek, ulehý - S3 S-F,	
6	0,70	3,50 .. 4,20	181,18 .. 180,48	Jemnozrnný písek, ulehý - S3 S-F,	
7	0,70	4,20 .. 4,90	180,48 .. 179,78	Šterk písčité až špatně zrněný - G3 G-F	
8	0,70	4,90 .. 5,60	179,78 .. 179,08	Šterk písčité až špatně zrněný - G3 G-F	
9	0,60	5,60 .. 6,20	179,08 .. 178,48	Zvětralé břidlice (šárecké)	
10	0,60	6,20 .. 6,80	178,48 .. 177,88	Slabě navětralé až zdravé břidlice (šárecké)	
11	0,60	6,80 .. 7,40	177,88 .. 177,28	Slabě navětralé až zdravé břidlice (šárecké)	
12	0,60	7,40 .. 8,00	177,28 .. 176,68	Slabě navětralé až zdravé břidlice (šárecké)	
13	0,50	8,00 .. 8,50	176,68 .. 176,18	Slabě navětralé až zdravé břidlice (šárecké)	
14	0,50	8,50 .. 9,00	176,18 .. 175,68	Slabě navětralé až zdravé břidlice (šárecké)	
15	0,30	9,00 .. 9,30	175,68 .. 175,38	Slabě navětralé až zdravé břidlice (šárecké)	

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
16	-	9,30 .. ∞	175,38 .. -	Slabě navětralé až zdravé břidlice (šárecké)	

### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

### Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

### Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení nové	Přítížení změna	Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
1	Ano		stálé	10,00				na terénu

Číslo	Název
1	Rovnoměrné zatížení












## Vstupní data (Fáze budování 2)

### Geologický profil a přiřazení zemin

#### Informace o umístění

Kóta povrchu = 184,68 m

### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,40	0,00 .. 0,40	184,68 .. 184,28	Hlinítokamenitá navázka	
2	0,80	0,40 .. 1,20	184,28 .. 183,48	Hlinítokamenitá navázka	
3	0,80	1,20 .. 2,00	183,48 .. 182,68	Sprašová hlína, tuhá - F6-CL	
4	0,80	2,00 .. 2,80	182,68 .. 181,88	Sprašová hlína, tuhá - F6-CL	
5	0,70	2,80 .. 3,50	181,88 .. 181,18	Jemnozrnný písek, ulehlý - S3 S-F,	
6	0,70	3,50 .. 4,20	181,18 .. 180,48	Jemnozrnný písek, ulehlý - S3 S-F,	
7	0,70	4,20 .. 4,90	180,48 .. 179,78	Štěrk písčité až špatně zrněný - G3 G-F	
8	0,70	4,90 .. 5,60	179,78 .. 179,08	Štěrk písčité až špatně zrněný - G3 G-F	
9	0,60	5,60 .. 6,20	179,08 .. 178,48	Štěrk písčité až špatně zrněný - G3 G-F	
10	0,60	6,20 .. 6,80	178,48 .. 177,88	Zvětralé břidlice (šárecké)	
11	0,60	6,80 .. 7,40	177,88 .. 177,28	Zvětralé břidlice (šárecké)	

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
12	0,60	7,40 .. 8,00	177,28 .. 176,68	Zvětralé břidlice (šárecké)	
13	0,50	8,00 .. 8,50	176,68 .. 176,18	Slabě navětralé až zdravé břidlice (šárecké)	
14	0,50	8,50 .. 9,00	176,18 .. 175,68	Slabě navětralé až zdravé břidlice (šárecké)	
15	0,30	9,00 .. 9,30	175,68 .. 175,38	Slabě navětralé až zdravé břidlice (šárecké)	
16	-	9,30 .. ∞	175,38 .. -	Slabě navětralé až zdravé břidlice (šárecké)	

### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

### Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

### Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení nové	Přítížení změna	Působ.	Vel.1 [kN/m²]	Vel.2 [kN/m²]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
1	Ne	Ne	stálé	10,00				na terénu

Číslo	Název
1	Rovnoměrné zatížení

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná

## Výpočet čís. 2 (Fáze budování 2)

### Výpočet aktivního tlaku za konstrukcí - mezivýsledky

Vrst. čís.	Mocnost [m]	$\alpha$ [°]	$\varphi_d$ [°]	$c_d$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m³]	$\delta_d$ [°]	$K_a$	Pozn.
1	0,40	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	
2	0,80	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	
3	0,80	0,00	22,00	18,00	20,00	11,00	0,413	
4	0,71	0,00	22,00	18,00	20,00	11,00	0,413	
5	0,09	0,00	22,00	18,00	20,00	11,00	0,413	
6	0,70	0,00	31,00	0,00	17,50	16,00	0,289	
7	0,70	0,00	31,00	0,00	17,50	16,00	0,289	
8	0,70	0,00	33,00	0,00	19,00	12,00	0,271	
9	0,70	0,00	33,00	0,00	19,00	12,00	0,271	
10	0,60	0,00	33,00	0,00	19,00	12,00	0,271	
11	0,60	0,00	25,00	22,00	22,50	13,00	0,366	
12	0,60	0,00	25,00	22,00	22,50	13,00	0,366	
13	0,60	0,00	25,00	22,00	22,50	13,00	0,366	



SO 01

Vrst. čís.	Mocnost [m]	$\alpha$ [°]	$\varphi_d$ [°]	$c_d$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta_d$ [°]	$K_a$	Pozn.
14	0,50	0,00	37,00	50,00	26,00	19,00	0,226	
15	0,50	0,00	37,00	50,00	26,00	19,00	0,226	
16	0,30	0,00	37,00	50,00	26,00	19,00	0,226	

**Průběh aktivního tlaku za konstrukcí (bez přitížení)**

Vrst. čís.	Poč. [m] Kon. [m]	$\sigma_z$ [kPa]	$\sigma_w$ [kPa]	Tlak [kPa]	Složka vod. [kPa]	Složka sv. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,40	7,40	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	7,40	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,20	22,20	0,00	0,00	0,00	0,00
3	1,20	22,20	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,00	38,20	0,00	0,00	0,00	0,00
4	2,00	38,20	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,71	52,30	0,00	0,00	0,00	0,00
5	2,71	52,30	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,80	54,20	0,00	0,78	0,77	0,15
6	2,80	54,20	0,00	15,67	15,06	4,32
	3,50	66,45	0,00	19,21	18,47	5,30
7	3,50	66,45	0,00	19,21	18,47	5,30
	4,20	78,70	0,00	22,75	21,87	6,27
8	4,20	78,70	0,00	21,37	20,90	4,44
	4,90	92,00	0,00	24,98	24,43	5,19
9	4,90	92,00	0,00	24,98	24,43	5,19
	5,60	105,30	0,00	28,59	27,96	5,94
10	5,60	105,30	0,00	28,59	27,96	5,94
	6,20	116,70	0,00	31,68	30,99	6,59
11	6,20	116,70	0,00	18,08	17,62	4,07
	6,80	130,20	0,00	23,03	22,44	5,18
12	6,80	130,20	0,00	23,03	22,44	5,18
	7,40	143,70	0,00	27,97	27,26	6,29
13	7,40	143,70	0,00	27,97	27,26	6,29
	8,00	157,20	0,00	32,92	32,08	7,41
14	8,00	157,20	0,00	0,00	0,00	0,00
	8,50	170,20	0,00	0,00	0,00	0,00
15	8,50	170,20	0,00	0,00	0,00	0,00
	9,00	183,20	0,00	0,00	0,00	0,00
16	9,00	183,20	0,00	0,00	0,00	0,00
	9,30	191,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Průběh tlaku od přitížení - Rovnoměrné zatížení**

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	5,17	0,73

SO 01

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
2	0,40	5,17	0,73
3	1,20	5,17	0,73
4	1,20	4,06	0,79
5	2,00	4,06	0,79
6	2,71	4,06	0,79
7	2,80	4,06	0,79
8	2,80	2,78	0,80
9	3,50	2,78	0,80
10	4,20	2,78	0,80
11	4,20	2,66	0,56
12	4,90	2,66	0,56
13	5,60	2,66	0,56
14	6,20	2,66	0,56
15	6,20	3,57	0,82
16	6,80	3,57	0,82
17	7,40	3,57	0,82
18	8,00	3,57	0,82
19	8,00	2,14	0,74
20	8,50	2,14	0,74
21	9,00	2,14	0,74
22	9,30	2,14	0,74

**Celkový tlak působící na konstrukci**

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	0,00	0,98
2	0,40	0,00	0,98
3	1,20	0,00	0,98
4	1,20	0,00	1,06
5	2,00	0,00	1,06
6	2,21	0,00	1,06
7	2,71	5,48	1,06
8	2,80	6,51	1,27
9	2,80	24,09	6,91
10	3,50	28,68	8,22
11	4,20	33,28	9,54
12	4,20	31,80	6,76
13	4,90	36,57	7,77
14	5,60	41,34	8,79
15	6,20	45,42	9,65
16	6,20	28,60	6,60
17	6,80	35,11	8,11
18	7,40	41,62	9,61

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
19	8,00	48,13	11,11
20	8,00	0,00	0,99
21	8,50	0,00	0,99
22	8,99	0,00	0,99
23	9,00	0,08	0,99
24	9,30	2,33	0,99

### Výsledné síly

Celkový vodorovný tlak působící na konstrukci = 188,73 kN/m

Působíště vodorovné složky je v hloubce = 5,57 m

Celkový svislý tlak působící na konstrukci = 48,05 kN/m

Vzdál. těžiště svislé složky od vršku konstr. = 0,00 m

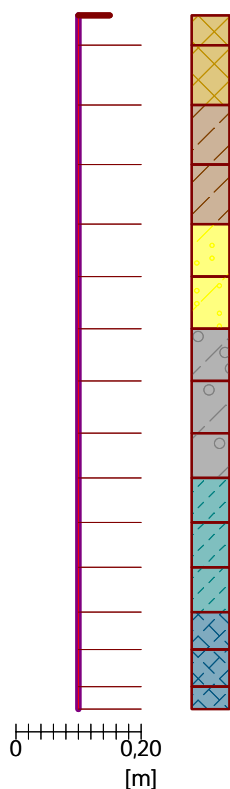
Název : Výpočet zemního tlaku na pažení

Fáze - výpočet : 2 - 2

Popis : Aktivní zemní tlak

Geometrie konstrukce

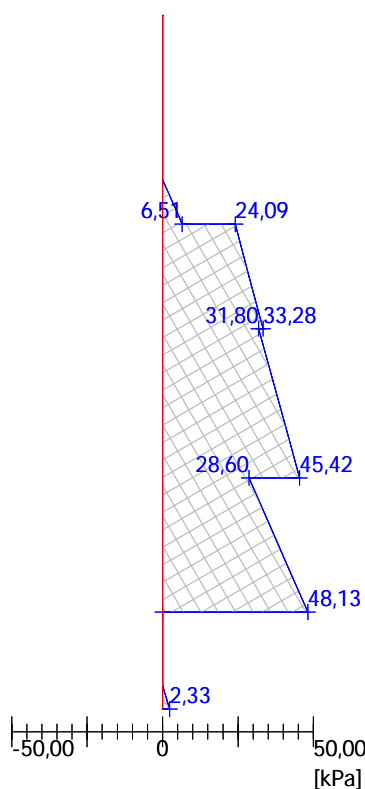
Délka konstrukce = 9,30 m



Vodorovná složka

Celková síla = 188,73 kN/m

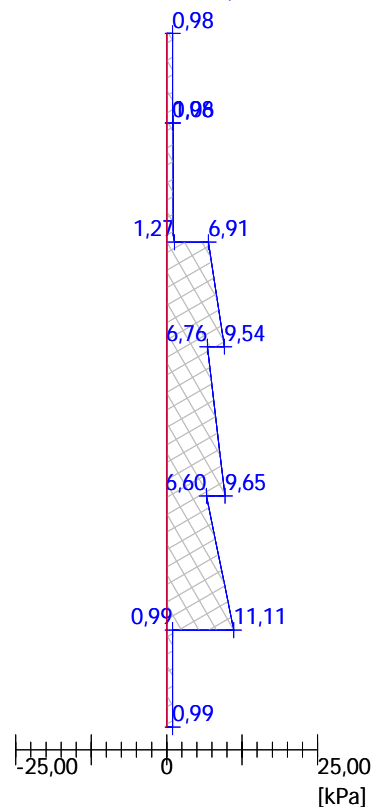
Hloubka těžiště = 5,57 m



Svislá složka

Celková síla = 48,05 kN/m

Posun. těžiště = 0,00 m



### 2.1.5.1 OCELOVÁ VÝZTUŽ ŠACHTY

Jedná se o ocelové vodorovné rámy z válcovaných profilů **IČ.300** osazených naležato.

#### Statické hodnoty :

- plocha :  $A = 69,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

- modul průřezu :  $W_x = 652,00 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

- moment setrvačnosti :  $I_x = 97,90 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Ocel : 11 500.0 Mez kluzu :  $\sigma_{KT} = 280 \text{ MPa}$

Výpočtová pevnost se stanoví podle ČSN 73 1401, čl.21, tab.5 vydělením meze kluzu součinitelem materiálu  $\gamma_m = 1,15$

$$R_d = \sigma_{KT} : 1,15 = 280 : 1,15 = 243,5 \text{ MPa}$$

Max.tlak zeminy :  $q_{1-2,8} = 24,09 \text{ kNm}^{-2}$ ,  $q_{2-5,6} = 41,34 \text{ kNm}^{-2}$ ,  $q_{3-8,0} = 48,13 \text{ kNm}^{-2}$ ,

Rozměry šachty :  $9,20 \times 6,50 \text{ m}$

Maximální rozpětí :  $l = 5,00 \text{ m}$

Ohybový moment :  $M_{1-2,8} = 1/12 \cdot 24,09 \cdot 5,00^2 = 50,19 \text{ kNm}$

$M_{2-5,3} = 1/12 \cdot 41,34 \cdot 5,00^2 = 86,13 \text{ kNm}$

$M_{3-8,5} = 1/12 \cdot 48,13 \cdot 5,00^2 = 100,27 \text{ kNm}$

Maximální vzdálenost ráků :  $l_{\max} = 800 \text{ mm}$

#### Posouzení :

Napětí :  $h = 2,80 \text{ m}$ , vzdálenost ráků **800 mm**

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{0,80 \cdot 50,19 \cdot 10^{-3}}{652,00 \cdot 10^{-6}} = 61,58 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa},$$

**VYHOVUJE**

Napětí :  $h = 5,60 \text{ m}$ , vzdálenost ráků **700 mm**

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{0,70 \cdot 86,13 \cdot 10^{-3}}{652,00 \cdot 10^{-6}} = 92,47 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa},$$

**VYHOVUJE**

Napětí :  $h = 8,00 \text{ m}$ , vzdálenost ráků **600 mm**

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{0,60 \cdot 100,27 \cdot 10^{-3}}{652,00 \cdot 10^{-6}} = 92,27 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa},$$

**VYHOVUJE**

Rámy šachty budou do hloubky 2,80 m osazený v osové vzdálenosti 0,80 m. Následně budou rámy zahuštěny nejprve na 700 mm a od hl. 5,60 m na 600 mm; u dna šachty v hloubce 8,0 m budou rámy v osové vzdálenosti 0,50 m.

## 2.1.5.2 POSOUZENÍ OCELOVÝCH PAŽNIC UNION

- modul průřezu :  $W_x = 29,88 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Max.tlak zeminy :  $q_{\max,1} = 48,13 \text{ kNm}^{-2}$

Ohybový moment :

$$M = 1/8 \cdot q \cdot l^2 = 1/8 \cdot 48,13 \cdot 1,0^2 = 6,02 \text{ kNm}$$

Napětí :

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{1,00 \cdot 6,02 \cdot 10^{-3}}{29,88 \cdot 10^{-6}} = 201,35 \text{ MPa} < R_d = 210,00 \text{ MPa},$$

**VYHOVUJE**

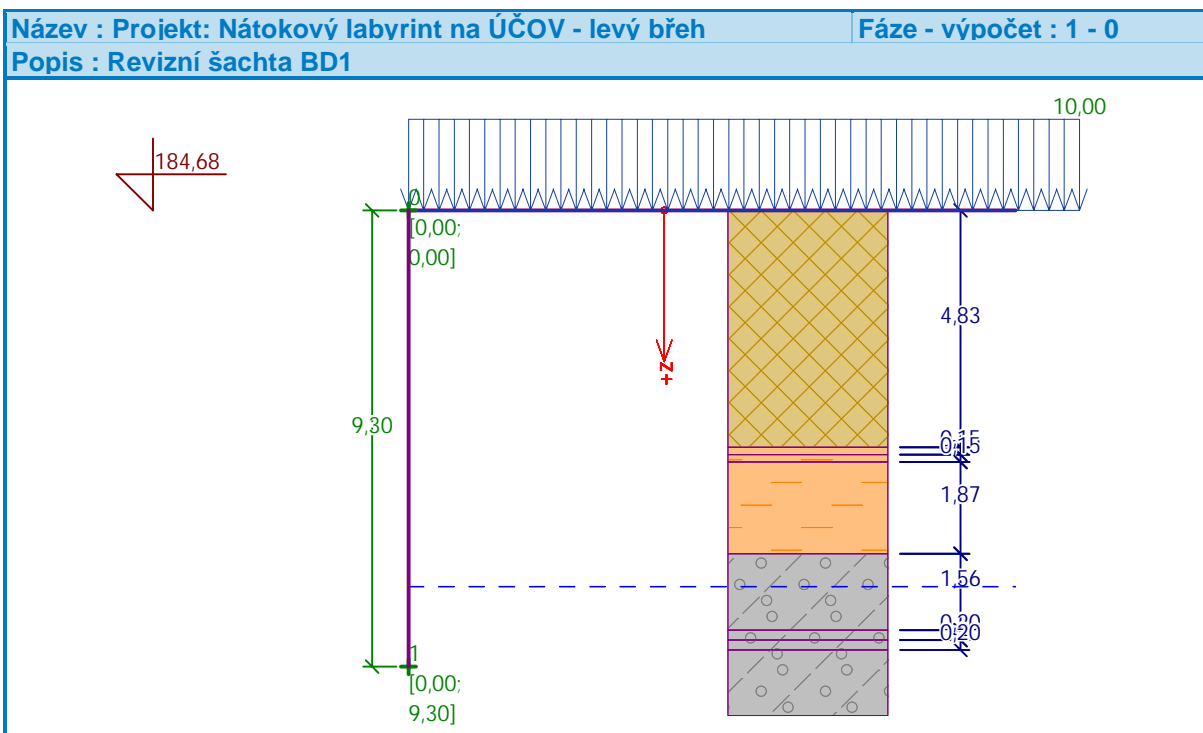
## 2.1.6 SO 01.5 - HLOUBENÉ TĚŽNÍ ŠACHTY TŠ BD.1/BD.2

Jedná se o dvě těžní šachty obdélníkového tvaru o půdorysných rozměrech **4,10 x 3,25 m**, hloubky cca **9,16 m**, resp. 8,96 m

### 2.1.6.1 VÝPOČET ZEMNÍCH TLAKŮ NA KONSTRUKCI

Část : SO 01.5 - NOVÁ STOKA BD

Popis : Revizní šachta BD1



### Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

## Výpočet tlaků

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)  
 Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)  
 Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe  
 Tvar zemního klínu : počítat šikmý  
 Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997  
 Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_W =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce zemního odporu :		$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :		$\psi_0 =$	0,70 [-]
Součinitel časté hodnoty :		$\psi_1 =$	0,50 [-]
Součinitel kvazistálé hodnoty :		$\psi_2 =$	0,30 [-]

Součinitele redukce zatížení (F)			
Dočasná návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_W =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Dočasná návrhová situace			
Součinitel redukce zemního odporu :		$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]

## Geometrie konstrukce



Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	9,30
3	0,00	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším bodu konstrukce.

### Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	$\Phi_{ef}$ [°]	$C_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Hlinitokamenitá navážka		16,00	20,00	18,50	8,50	8,00
2	Jíl se střední plasticitou - tuhý		22,00	12,00	21,00	11,00	11,00
3	Štěrka špatně zrněný, písčité - ulehý		32,00	5,00	19,00	9,00	16,00

### Parametry zemin pro výpočet tlaku v klidu


Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\Phi_{ef}$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	Hlinitokamenitá navážka		soudržná	-	0,35	-	-
2	Jíl se střední plasticitou - tuhý		soudržná	-	0,40	-	-
3	Štěrka špatně zrněný, písčité - ulehý		soudržná	-	0,30	-	-

### Geologický profil a přiřazení zemin

#### Informace o umístění

Kóta povrchu = 184,68 m

#### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	4,83	0,00 .. 4,83	184,68 .. 179,85	Hlinitokamenitá navážka	
2	0,15	4,83 .. 4,98	179,85 .. 179,70	Jíl se střední plasticitou - tuhý	
3	0,15	4,98 .. 5,13	179,70 .. 179,55	Jíl se střední plasticitou - tuhý	
4	1,87	5,13 .. 7,00	179,55 .. 177,68	Jíl se střední plasticitou - tuhý	
5	1,56	7,00 .. 8,56	177,68 .. 176,12	Štěrka špatně zrněný, písčité - ulehý	
6	0,20	8,56 .. 8,76	176,12 .. 175,92	Štěrka špatně zrněný, písčité - ulehý	
7	0,20	8,76 .. 8,96	175,92 .. 175,72	Štěrka špatně zrněný, písčité - ulehý	
8	-	8,96 .. ∞	175,72 .. -	Štěrka špatně zrněný, písčité - ulehý	

### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

## Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 7,67 m

## Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ano		stálé	10,00				na terénu

Číslo	Název
1	Rovnoměrné zatížení

## Nastavení výpočtu fáze








## Vstupní data (Fáze budování 2)

## Geologický profil a přiřazení zemin

### Informace o umístění

Kóta povrchu = 184,68 m

## Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	4,83	0,00 .. 4,83	184,68 .. 179,85	Hlinitokamenitá navážka	
2	0,15	4,83 .. 4,98	179,85 .. 179,70	Jíl se střední plasticitou - tuhý	
3	0,15	4,98 .. 5,13	179,70 .. 179,55	Jíl se střední plasticitou - tuhý	
4	1,87	5,13 .. 7,00	179,55 .. 177,68	Jíl se střední plasticitou - tuhý	
5	1,56	7,00 .. 8,56	177,68 .. 176,12	Štěrk špatně zrněný, písčitý - ulehlý	
6	0,20	8,56 .. 8,76	176,12 .. 175,92	Štěrk špatně zrněný, písčitý - ulehlý	
7	0,20	8,76 .. 8,96	175,92 .. 175,72	Štěrk špatně zrněný, písčitý - ulehlý	
8	-	8,96 .. ∞	175,72 .. -	Štěrk špatně zrněný, písčitý - ulehlý	

## Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

## Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 7,67 m

## Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ne	Ne	stálé	10,00				na terénu



Číslo	Název
1	Rovnoměrné zatížení

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná

## Výpočet čís. 2 (Fáze budování 2)

### Výpočet aktivního tlaku za konstrukcí - mezivýsledky

Vrst. čís.	Mocnost [m]	$\alpha$ [°]	$\varphi_d$ [°]	$c_d$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m³]	$\delta_d$ [°]	$K_a$	Pozn.
1	1,00	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	
2	1,83	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	
3	2,00	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	
4	0,15	0,00	22,00	12,00	21,00	11,00	0,413	
5	0,15	0,00	22,00	12,00	21,00	11,00	0,413	
6	1,87	0,00	22,00	12,00	21,00	11,00	0,413	
7	0,67	0,00	32,00	5,00	19,00	16,00	0,278	
8	0,89	0,00	32,00	5,00	9,00	16,00	0,278	
9	0,20	0,00	32,00	5,00	9,00	16,00	0,278	
10	0,20	0,00	32,00	5,00	9,00	16,00	0,278	
11	0,34	0,00	32,00	5,00	9,00	16,00	0,278	

### Průběh aktivního tlaku za konstrukcí (bez přitížení)

Vrst. čís.	Poč. [m] Kon. [m]	$\sigma_z$ [kPa]	$\sigma_w$ [kPa]	Tlak [kPa]	Složka vod. [kPa]	Složka sv. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	18,50	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,00	18,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,83	52,32	0,00	0,00	0,00	0,00
3	2,83	52,32	0,00	0,00	0,00	0,00
	4,83	89,36	0,00	19,35	19,16	2,69
4	4,83	89,36	0,00	22,51	22,10	4,30
	4,98	92,51	0,00	23,81	23,38	4,54
5	4,98	92,51	0,00	23,81	23,38	4,54
	5,13	95,66	0,00	25,11	24,65	4,79
6	5,13	95,66	0,00	25,11	24,65	4,79
	7,00	134,93	0,00	41,34	40,58	7,89
7	7,00	134,93	0,00	32,66	31,40	9,00
	7,67	147,66	0,00	36,21	34,80	9,98
8	7,67	147,66	0,00	36,21	34,80	9,98
	8,56	155,67	8,90	38,43	36,94	10,59
9	8,56	155,67	8,90	38,43	36,94	10,59
	8,76	157,47	10,90	38,93	37,43	10,73
10	8,76	157,47	10,90	38,93	37,43	10,73
	8,96	159,27	12,90	39,43	37,91	10,87

Vrst. čís.	Poč. [m] Kon. [m]	$\sigma_z$ [kPa]	$\sigma_w$ [kPa]	Tlak [kPa]	Složka vod. [kPa]	Složka sv. [kPa]
11	8,96	159,27	12,90	39,43	37,91	10,87
	9,30	162,33	16,30	40,29	38,73	11,10

### Průběh tlaku vody

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	0,00	0,00
2	1,00	0,00	0,00
3	2,83	0,00	0,00
4	4,83	0,00	0,00
5	4,98	0,00	0,00
6	5,13	0,00	0,00
7	7,00	0,00	0,00
8	7,67	0,00	0,00
9	8,56	8,90	0,00
10	8,76	10,90	0,00
11	8,96	12,90	0,00
12	9,30	16,30	0,00

### Celkový tlak působící na konstrukci

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	0,00	0,98
2	1,00	0,00	0,98
3	2,29	0,00	0,98
4	2,83	<b>6,98</b>	0,98
5	4,83	32,85	4,62
6	4,83	35,31	6,86
7	4,98	37,03	7,20
8	5,13	<b>38,76</b>	7,53
9	7,00	60,26	11,71
10	7,00	46,00	13,19
11	7,67	50,59	14,51
12	8,56	65,50	15,34
13	8,76	68,85	15,52
14	8,96	<b>72,20</b>	15,71
15	9,30	77,89	16,03

### Výsledné síly

Celkový vodorovný tlak působící na konstrukci = 282,52 kN/m

Působíště vodorovné složky je v hloubce = 6,80 m

Celkový svislý tlak působící na konstrukci = 62,70 kN/m

Vzdál. těžiště svislé složky od vršku konstr. = 0,00 m

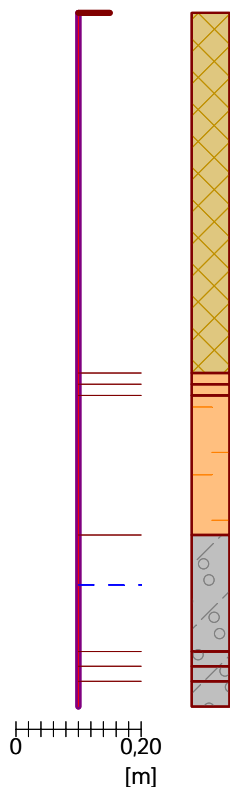
Název : Výpočet zemního tlaku na pažení

Fáze - výpočet : 2 - 2

Popis : Aktivní zemní tlak

Geometrie konstrukce

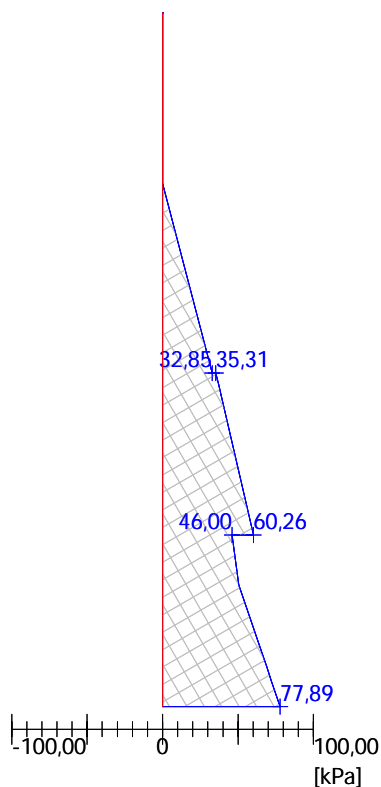
Délka konstrukce = 9,30 m



Vodorovná složka

Celková síla = 282,52 kN/m

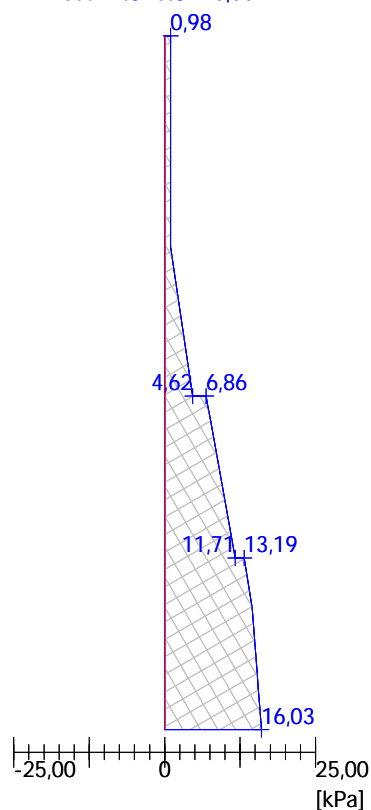
Hloubka těžiště = 6,80 m



Svislá složka

Celková síla = 62,70 kN/m

Posun. těžiště = 0,00 m



Revizní šachta BD2

Výpočet zemních tlaků na konstrukci

Část : SO 01.5 - NOVÁ STOKA BD

Popis : Revizní šachta BD2

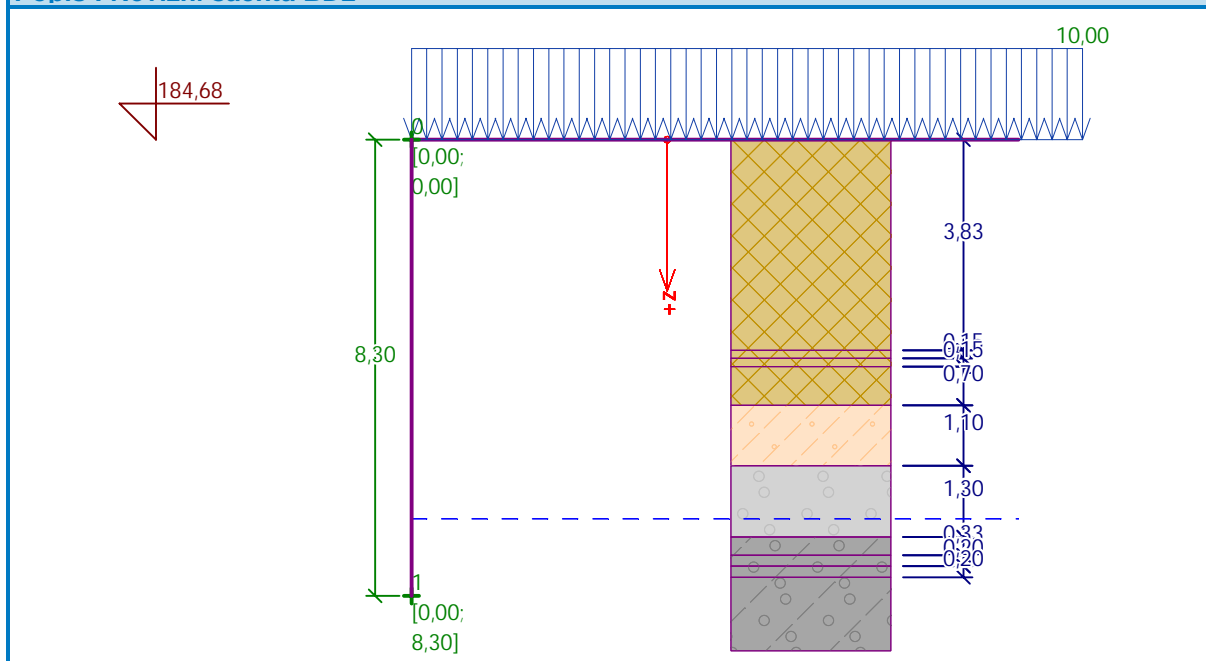
Vypracoval : Ing. Petr Holuša

Datum : 6.12.2019

Název : Projekt: Nátokový labyrint na ÚČOV - levý břeh

Fáze - výpočet : 1 - 0

Popis : Revizní šachta BD2



## Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

## Výpočet tlaků

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)  
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)  
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe  
Tvar zemního klínu : počítat šikmý  
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997  
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_W =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Součinitel časté hodnoty :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Součinitel kvazistálé hodnoty :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

Součinitele redukce zatížení (F)			
Dočasná návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)	
Dočasná návrhová situace	
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$ 1,40 [-]

### Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	8,30
3	0,00	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším bodu konstrukce.

### Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	$\Phi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Hlinitokamenitá navážka		16,00	20,00	18,50	8,50	8,00
2	Hlína slabě písčitá - pevná/tuhá		24,00	16,00	18,00	8,00	12,00
3	Štěrk písčitý - ulehlý		30,00	3,00	19,00	9,00	15,00
4	Štěrk hlinitý - ulehlý		32,00	4,00	19,00	9,00	16,00

### Parametry zemin pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\Phi_{ef}$ [°]	$v$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	Hlinitokamenitá navážka		soudržná	-	0,35	-	-
2	Hlína slabě písčitá - pevná/tuhá		soudržná	-	0,35	-	-
3	Štěrk písčitý - ulehlý		soudržná	-	0,30	-	-
4	Štěrk hlinitý - ulehlý		soudržná	-	0,30	-	-

### Geologický profil a přiřazení zemin

#### Informace o umístění

Kóta povrchu = 184,68 m

### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	3,83	0,00 .. 3,83	184,68 .. 180,85	Hlinitokamenitá navážka	
2	0,15	3,83 .. 3,98	180,85 .. 180,70	Hlinitokamenitá navážka	
3	0,15	3,98 .. 4,13	180,70 .. 180,55	Hlinitokamenitá navážka	
4	0,70	4,13 .. 4,83	180,55 .. 179,85	Hlinitokamenitá navážka	
5	1,10	4,83 .. 5,93	179,85 .. 178,75	Hlína slabě písčitá - pevná/tuhá	
6	1,30	5,93 .. 7,23	178,75 .. 177,45	Štěrka písčitý - ulehlý	
7	0,33	7,23 .. 7,56	177,45 .. 177,12	Štěrka hlinitý - ulehlý	
8	0,20	7,56 .. 7,76	177,12 .. 176,92	Štěrka hlinitý - ulehlý	
9	0,20	7,76 .. 7,96	176,92 .. 176,72	Štěrka hlinitý - ulehlý	
10	-	7,96 .. ∞	176,72 .. -	Štěrka hlinitý - ulehlý	

### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

### Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 6,90 m

### Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
1	Ano	změna	stálé	10,00				na terénu

Číslo	Název
1	Rovnoměrné zatížení

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

### Vstupní data (Fáze budování 2)

#### Geologický profil a přiřazení zemin

#### Informace o umístění

Kóta povrchu = 184,68 m

#### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	3,83	0,00 .. 3,83	184,68 .. 180,85	Hlinitokamenitá navážka	
2	0,15	3,83 .. 3,98	180,85 .. 180,70	Hlinitokamenitá navážka	
3	0,15	3,98 .. 4,13	180,70 .. 180,55	Hlinitokamenitá navážka	
4	0,70	4,13 .. 4,83	180,55 .. 179,85	Hlinitokamenitá navážka	
5	1,10	4,83 .. 5,93	179,85 .. 178,75	Hlína slabě písčité - pevná/tuhá	
6	1,30	5,93 .. 7,23	178,75 .. 177,45	Štěrka písčité - ulehlý	
7	0,33	7,23 .. 7,56	177,45 .. 177,12	Štěrka hlinitý - ulehlý	
8	0,20	7,56 .. 7,76	177,12 .. 176,92	Štěrka hlinitý - ulehlý	
9	0,20	7,76 .. 7,96	176,92 .. 176,72	Štěrka hlinitý - ulehlý	
10	-	7,96 .. ∞	176,72 .. -	Štěrka hlinitý - ulehlý	

### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

### Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 6,90 m

### Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
1	Ne	Ne	stálé	10,00				na terénu

Číslo	Název
1	Rovnoměrné zatížení

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná

### Výpočet čís. 2 (Fáze budování 2)

### Výpočet aktivního tlaku za konstrukcí - mezivýsledky

Vrst. čís.	Mocnost [m]	α [°]	φ <sub>d</sub> [°]	c <sub>d</sub> [kPa]	γ [kN/m <sup>3</sup> ]	δ <sub>d</sub> [°]	K <sub>a</sub>	Pozn.
1	1,00	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	
2	1,83	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	
3	1,00	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	
4	0,15	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	
5	0,15	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	

SO 01

Vrst. čís.	Mocnost [m]	$\alpha$ [°]	$\varphi_d$ [°]	$c_d$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta_d$ [°]	$K_a$	Pozn.
6	0,70	0,00	16,00	20,00	18,50	8,00	0,522	
7	1,10	0,00	24,00	16,00	18,00	12,00	0,382	
8	0,97	0,00	30,00	3,00	19,00	15,00	0,301	
9	0,33	0,00	30,00	3,00	9,00	15,00	0,301	
10	0,33	0,00	32,00	4,00	9,00	16,00	0,278	
11	0,20	0,00	32,00	4,00	9,00	16,00	0,278	
12	0,20	0,00	32,00	4,00	9,00	16,00	0,278	
13	0,34	0,00	32,00	4,00	9,00	16,00	0,278	

**Průběh aktivního tlaku za konstrukcí (bez přitížení)**

Vrst. čís.	Poč. [m] Kon. [m]	$\sigma_z$ [kPa]	$\sigma_w$ [kPa]	Tlak [kPa]	Složka vod. [kPa]	Složka sv. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,00	18,50	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,00	18,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,83	52,32	0,00	0,00	0,00	0,00
3	2,83	52,32	0,00	0,00	0,00	0,00
	3,83	70,86	0,00	9,68	9,59	1,35
4	3,83	70,86	0,00	9,68	9,59	1,35
	3,98	73,63	0,00	11,13	11,02	1,55
5	3,98	73,63	0,00	11,13	11,02	1,55
	4,13	76,40	0,00	12,58	12,46	1,75
6	4,13	76,40	0,00	12,58	12,46	1,75
	4,83	89,35	0,00	19,35	19,16	2,69
7	4,83	89,35	0,00	15,73	15,38	3,27
	5,93	109,15	0,00	23,29	22,78	4,84
8	5,93	109,15	0,00	29,86	28,84	7,73
	6,90	127,58	0,00	35,41	34,21	9,17
9	6,90	127,58	0,00	35,41	34,21	9,17
	7,23	130,56	3,30	36,31	35,07	9,40
10	7,23	130,56	3,30	32,42	31,17	8,94
	7,56	133,53	6,60	33,25	31,96	9,16
11	7,56	133,53	6,60	33,25	31,96	9,16
	7,76	135,33	8,60	33,75	32,44	9,30
12	7,76	135,33	8,60	33,75	32,44	9,30
	7,96	137,13	10,60	34,25	32,92	9,44
13	7,96	137,13	10,60	34,25	32,92	9,44
	8,30	140,19	14,00	35,10	33,74	9,68

**Průběh tlaku vody**

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	0,00	0,00
2	1,00	0,00	0,00



SO 01

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
3	2,83	0,00	0,00
4	3,83	0,00	0,00
5	3,98	0,00	0,00
6	4,13	0,00	0,00
7	4,83	0,00	0,00
8	5,93	0,00	0,00
9	6,90	0,00	0,00
10	7,23	3,30	0,00
11	7,56	6,60	0,00
12	7,76	8,60	0,00
13	7,96	10,60	0,00
14	8,30	14,00	0,00

#### Průběh tlaku od přitížení - Rovnoměrné zatížení

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	5,17	0,73
2	1,00	5,17	0,73
3	2,83	5,17	0,73
4	3,83	5,17	0,73
5	3,98	5,17	0,73
6	4,13	5,17	0,73
7	4,83	5,17	0,73
8	4,83	3,74	0,79
9	5,93	3,74	0,79
10	5,93	2,91	0,78
11	6,90	2,91	0,78
12	7,23	2,91	0,78
13	7,23	2,67	0,77
14	7,56	2,67	0,77
15	7,76	2,67	0,77
16	7,96	2,67	0,77
17	8,30	2,67	0,77

#### Celkový tlak působící na konstrukci

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	0,00	0,98
2	1,00	0,00	0,98
3	2,29	0,00	0,98
4	2,83	6,98	0,98
5	3,83	19,93	2,80
6	3,98	21,87	3,07
7	4,13	23,80	3,35

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
8	4,83	32,85	4,62
9	4,83	25,81	5,49
10	5,93	35,80	7,61
11	5,93	42,86	11,49
12	6,90	50,11	13,43
13	7,23	55,73	13,74
14	7,23	50,14	13,10
15	7,56	55,67	13,41
16	7,76	59,02	13,59
17	7,96	62,37	13,78
18	8,30	68,06	14,10

Celkový vodorovný tlak působící na konstrukci = 201,44 kN/m

Působíště vodorovné složky je v hloubce = 6,23 m

Celkový svislý tlak působící na konstrukci = 46,70 kN/m

Vzdál. těžiště svislé složky od vršku konstr. = 0,00 m

Název : Výpočet zemního tlaku na pažení

Fáze - výpočet : 2 - 2

Popis : Aktivní zemní tlak

Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 8,30 m

Vodorovná složka

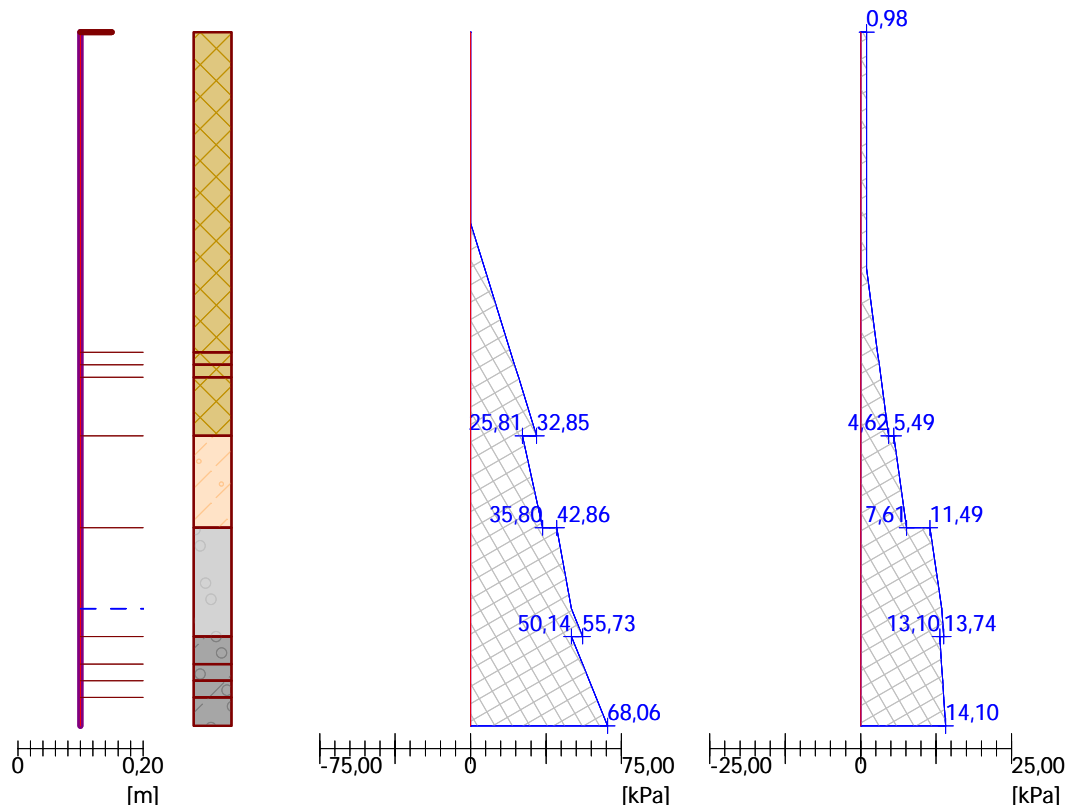
Celková síla = 201,44 kN/m

Hloubka těžiště = 6,23 m

Svislá složka

Celková síla = 46,70 kN/m

Posun. těžiště = 0,00 m



## 2.1.6.2 OCELOVÁ VÝZTUŽ ŠACHTY

Jedná se o ocelové vodorovné rámy z válcovaných profilů **IČ.240** osazených naležato.

### Statické hodnoty :

- plocha :  $A = 46,10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

- modul průřezu :  $W_x = 353,00 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

- moment setrvačnosti :  $I_x = 42,40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Ocel : 11 500.0 Mez kluzu :  $\sigma_{KT} = 280 \text{ MPa}$

Výpočtová pevnost se stanoví podle ČSN 73 1401, čl.21, tab.5 vydělením meze kluzu součinitelem materiálu  $\gamma_m = 1,15$

$$R_d = \sigma_{KT} : 1,15 = 280 : 1,15 = 243,5 \text{ MPa}$$

Max.tlak zeminy :  $q_{1-2,8} = 6,98 \text{ kNm}^{-2}$ ,  $q_{2-5,6} = 38,76 \text{ kNm}^{-2}$ ,  $q_{3-8,0} = 72,20 \text{ kNm}^{-2}$ ,

Rozměry šachty :  $4,10 \times 3,25 \text{ m}$

Maximální rozpětí :  $l = 3,70 \text{ m}$

Ohybový moment :  $M_{1-2,8} = 1/12 \cdot 6,98 \cdot 3,70^2 = 7,96 \text{ kNm}$

$$M_{2-5,6} = 1/12 \cdot 38,76 \cdot 3,70^2 = 44,22 \text{ kNm}$$

$$M_{3-8,0} = 1/12 \cdot 72,20 \cdot 3,70^2 = 82,37 \text{ kNm}$$

Maximální vzdálenost ráků :  $I_{\max} = 800 \text{ mm}$

### Posouzení :

Napětí :  $h = 2,80 \text{ m}$ , vzdálenost ráků **800 mm**

$$\sigma_{dov} = \frac{0,80 \cdot 7,96 \cdot 10^{-3}}{353,00 \cdot 10^{-6}} = 18,05 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa},$$

### VYHOVUJE

Napětí :  $h = 5,60 \text{ m}$ , vzdálenost ráků **700 mm**

$$\sigma_{dov} = \frac{0,70 \cdot 44,22 \cdot 10^{-3}}{353,00 \cdot 10^{-6}} = 87,69 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa},$$

### VYHOVUJE

Napětí :  $h = 6,20 \text{ m}$ , vzdálenost ráků **600 mm**

$$\sigma_{dov} = \frac{0,60 \cdot 82,37 \cdot 10^{-3}}{353,00 \cdot 10^{-6}} = 140,00 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa},$$

Rámy šachty budou do hloubky **2,80 m** osazeny v osové vzdálenosti **0,80 m**. Následně budou rámy zahuštěny nejprve na **700 mm** a od hl. **5,60 m** na **600 mm**.

### 2.1.6.3 POSOUZENÍ OCELOVÝCH PAŽNIC UNION

- modul průřezu :  $W_x = 29,88 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Max.tlak zeminy :  $q_{\max,1} = 62,37 \text{ kNm}^{-2}$

Ohybový moment :

$$M = 1/8 \cdot q \cdot l^2 = 1/8 \cdot 62,37 \cdot 1,0^2 = 7,80 \text{ kNm}$$

Ve skutečnosti bude rozpětí jednotlivých pažnic 800 mm, čemuž odpovídá napětí:

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{0,8 \cdot 7,80 \cdot 10^{-3}}{29,88 \cdot 10^{-6}} = 208,73 \text{ MPa} < R_d = 210,00 \text{ MPa},$$

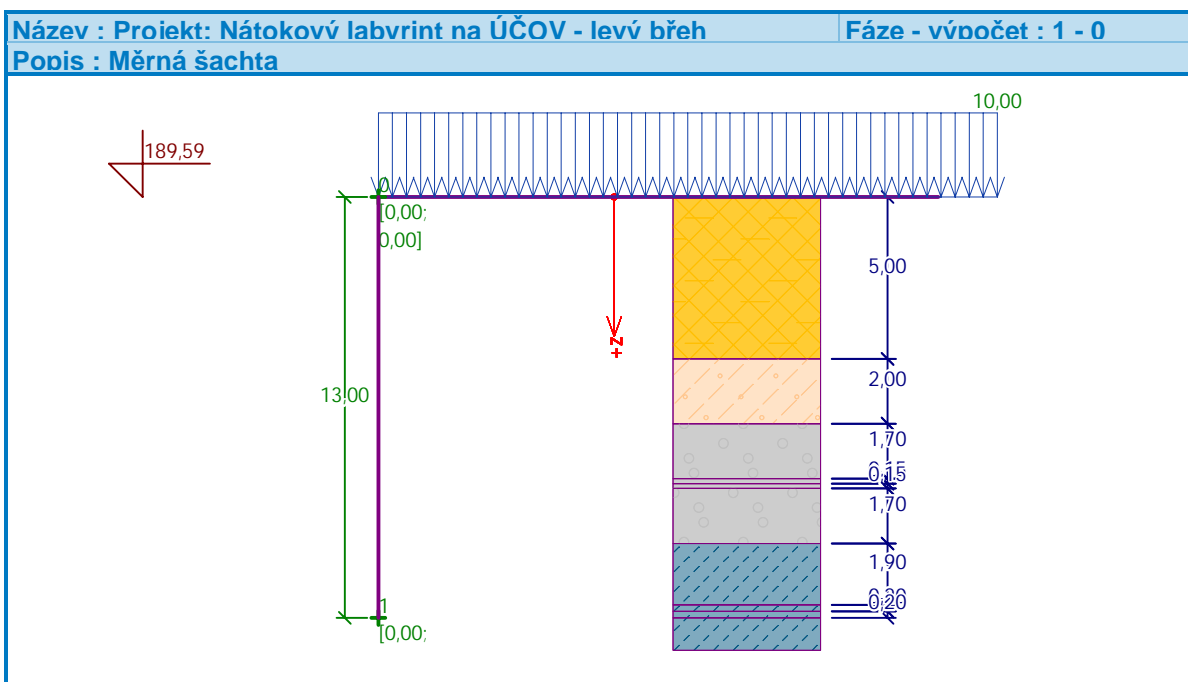
### 2.1.7 HLOUBENÁ TĚŽNÍ ŠACHTA TŠ PRO MŠ

Pro přístup na hlubinné pracoviště je navržena v předstihu vybudovaná těžní šachta obdélníkového profilu **3,75 x 2,95 m, hl. 13,28 m**.

#### 2.1.7.1 VÝPOČET ZEMNÍCH TLAKŮ NA KONSTRUKCI

#### Vstupní data

Akce : NÁTOKOVÝ LABYRINT NA ÚČOV - LEVÝ BŘEH  
Část : SO 01.3 - NOVÁ STOKA B  
Popis : Měrná šachta  
Vypracoval : Ing. Petr Holuša  
Datum : 8.1.2020



## Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

## Výpočet tlaků

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)  
 Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)  
 Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe  
 Tvar zemního klínu : počítat šikmý  
 Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997  
 Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_W =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Součinitel časté hodnoty :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Součinitel kvazistálé hodnoty :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

Součinitele redukce zatížení (F)			
Dočasná návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_W =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Dočasná návrhová situace			
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	

## Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	13,00
3	0,00	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším bodu konstrukce.

### Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Hlinitopísčítá navážka		18,00	12,00	18,50	8,50	9,00
2	Hlína písčítá, tuhá		24,00	16,00	18,00	8,00	12,00
3	Štěrka písčítý		32,00	5,00	19,00	9,00	16,00
4	Zvětralá břidlice (šárecká)		35,00	40,00	25,00	15,00	18,00

### Parametry zemin pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\varphi_{ef}$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	Hlinitopísčítá navážka		soudržná	-	0,35	-	-
2	Hlína písčítá, tuhá		soudržná	-	0,35	-	-
3	Štěrka písčítý		soudržná	-	0,30	-	-
4	Zvětralá břidlice (šárecká)		soudržná	-	0,30	-	-

### Vstupní data (Fáze budování 2)




#### Geologický profil a přiřazení zemin

##### Informace o umístění

Kóta povrchu = 189,59 m

#### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	5,00	0,00 .. 5,00	189,59 .. 184,59	Hlinitopísčítá navážka	
2	2,00	5,00 .. 7,00	184,59 .. 182,59	Hlína písčítá, tuhá	
3	1,70	7,00 .. 8,70	182,59 .. 180,89	Štěrka písčítý	
4	0,15	8,70 .. 8,85	180,89 .. 180,74	Štěrka písčítý	
5	0,15	8,85 .. 9,00	180,74 .. 180,59	Štěrka písčítý	
6	1,70	9,00 .. 10,70	180,59 .. 178,89	Štěrka písčítý	
7	1,90	10,70 .. 12,60	178,89 .. 176,99	Zvětralá břidlice (šárecká)	

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Nadm. výška [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
8	0,20	12,60 .. 12,80	176,99 .. 176,79	Zvětralá břidlice (šárecká)	
9	0,20	12,80 .. 13,00	176,79 .. 176,59	Zvětralá břidlice (šárecká)	
10	-	13,00 .. ∞	176,59 .. -	Zvětralá břidlice (šárecká)	

### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

### Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

### Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m²]	Vel.2 [kN/m²]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
1	Ne	Ne	stálé	10,00				na terénu

Číslo	Název
1	Rovnoměrné zatížení

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná

## Výpočet čís. 2 (Fáze budování 2)

### Výpočet aktivního tlaku za konstrukcí - mezivýsledky

Vrst. čís.	Mocnost [m]	$\alpha$ [°]	$\varphi_d$ [°]	$c_d$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m³]	$\delta_d$ [°]	$K_a$	Pozn.
1	1,76	0,00	18,00	12,00	18,50	9,00	0,483	
2	3,24	0,00	18,00	12,00	18,50	9,00	0,483	
3	2,00	0,00	24,00	16,00	18,00	12,00	0,382	
4	1,70	0,00	32,00	5,00	19,00	16,00	0,278	
5	0,15	0,00	32,00	5,00	19,00	16,00	0,278	
6	0,15	0,00	32,00	5,00	19,00	16,00	0,278	
7	1,70	0,00	32,00	5,00	19,00	16,00	0,278	
8	1,90	0,00	35,00	40,00	25,00	18,00	0,246	
9	0,20	0,00	35,00	40,00	25,00	18,00	0,246	
10	0,20	0,00	35,00	40,00	25,00	18,00	0,246	

### Průběh aktivního tlaku za konstrukcí (bez přitížení)

Vrst. čís.	Poč. [m] Kon. [m]	$\sigma_z$ [kPa]	$\sigma_w$ [kPa]	Tlak [kPa]	Složka vod. [kPa]	Složka sv. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,76	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00

SO 01

Vrst. čís.	Poč. [m] Kon. [m]	$\sigma_z$ [kPa]	$\sigma_w$ [kPa]	Tlak [kPa]	Složka vod. [kPa]	Složka sv. [kPa]
2	1,76	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	5,00	92,50	0,00	28,98	28,63	4,53
3	5,00	92,50	0,00	16,93	16,56	3,52
	7,00	128,50	0,00	30,68	30,01	6,38
4	7,00	128,50	0,00	30,88	29,68	8,51
	8,70	160,80	0,00	39,86	38,32	10,99
5	8,70	160,80	0,00	39,86	38,32	10,99
	8,85	163,65	0,00	40,65	39,08	11,21
6	8,85	163,65	0,00	40,65	39,08	11,21
	9,00	166,50	0,00	41,45	39,84	11,42
7	9,00	166,50	0,00	41,45	39,84	11,42
	10,70	198,80	0,00	50,43	48,48	13,90
8	10,70	198,80	0,00	12,44	11,83	3,85
	12,60	246,30	0,00	24,12	22,94	7,45
9	12,60	246,30	0,00	24,12	22,94	7,45
	12,80	251,30	0,00	25,35	24,11	7,83
10	12,80	251,30	0,00	25,35	24,11	7,83
	13,00	256,30	0,00	26,58	25,28	8,21

**Průběh tlaku od přitížení - Rovnoměrné zatížení**

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	4,77	0,76
2	1,76	4,77	0,76
3	5,00	4,77	0,76
4	5,00	3,74	0,79
5	7,00	3,74	0,79
6	7,00	2,67	0,77
7	8,70	2,67	0,77
8	8,85	2,67	0,77
9	9,00	2,67	0,77
10	10,70	2,67	0,77
11	10,70	2,34	0,76
12	12,60	2,34	0,76
13	12,80	2,34	0,76
14	13,00	2,34	0,76

**Celkový tlak působící na konstrukci**

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0,00	0,00	1,02
2	1,22	0,00	1,02
3	1,76	6,44	1,02
4	5,00	45,09	7,14



Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
5	5,00	27,40	5,82
6	7,00	45,56	9,68
7	7,00	43,68	12,52
8	8,70	55,34	15,87
9	8,85	56,37	16,16
10	9,00	57,40	16,46
11	10,70	69,05	19,80
12	10,70	19,13	6,22
13	12,60	34,13	11,09
14	12,80	35,70	11,60
15	13,00	37,28	12,11

### Výsledné síly

**Celkový vodorovný tlak působící na konstrukci = 431,70 kN/m**

**Působíště vodorovné složky je v hloubce = 7,91 m**

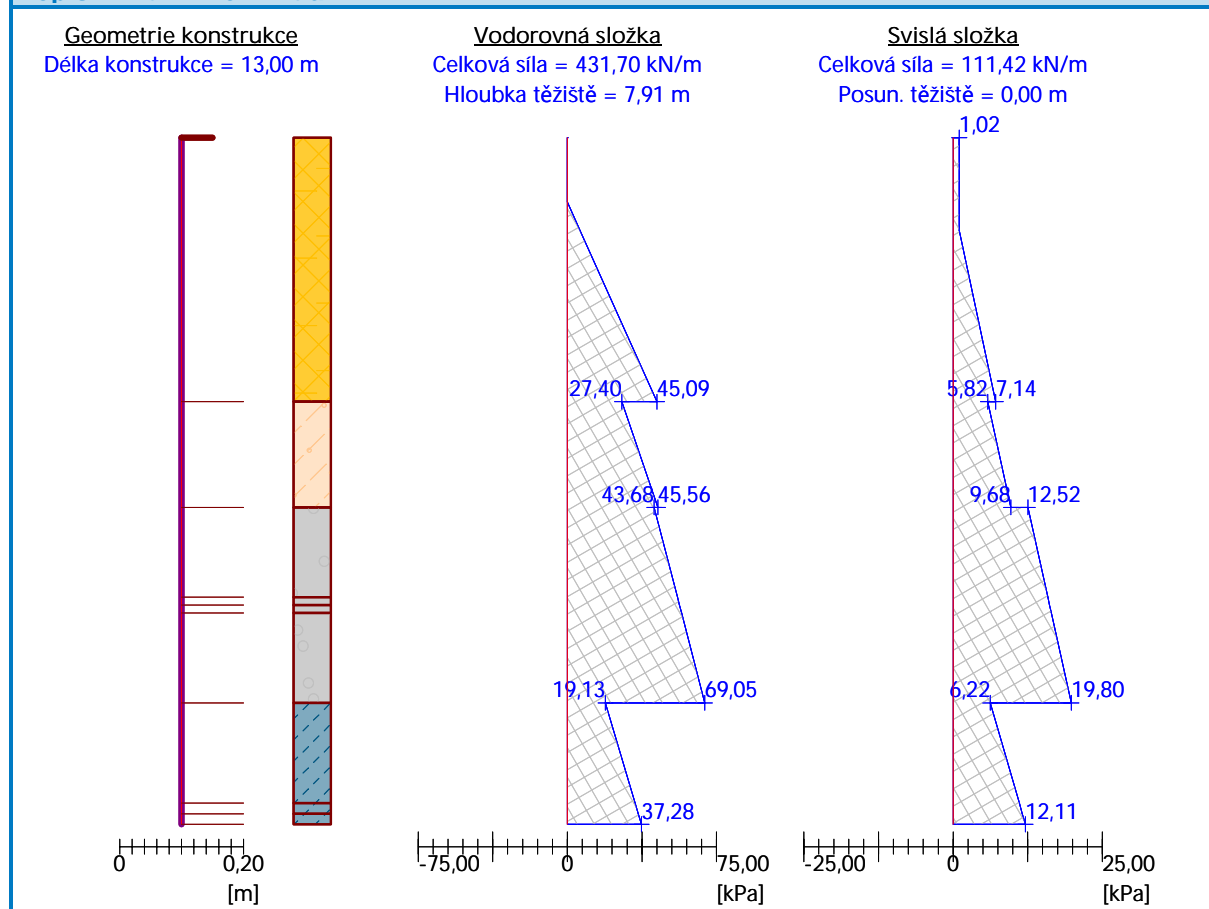
**Celkový svislý tlak působící na konstrukci = 111,42 kN/m**

**Vzdál. těžiště svislé složky od vršku konstr. = 0,00 m**

**Název : Výpočet zemního tlaku na pažení**

**Fáze - výpočet : 2 - 2**

**Popis : Aktivní zemní tlak**



### 2.1.7.2 OCELOVÁ VÝZTUŽ ŠACHTY

Stávající terén: 189,57 m n.m.

Dno šachty: 176,29 m n.m.

 Hloubka šachty:  $h = 13,28 \text{ m}$ 

Jedná se o rámy z ocelové důlní korýtkové výztuže váhového stupně K21

#### Statické hodnoty :

 - plocha :  $A = 26,42 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ 

 - modul průřezu :  $W_x = 61,24 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ 

 - moment setrvačnosti :  $I_x = 319,10 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$ 

 Ocel : 11 500.0 Mez kluzu :  $\sigma_{KT} = 280 \text{ MPa}$ 

 Výpočtová pevnost se stanoví podle ČSN 73 1401, čl.21, tab.5 vydělením meze kluzu součinitelem materiálu  $\gamma_m = 1,15$ 

$$R_d = \sigma_{KT} : 1,15 = 280 : 1,15 = \mathbf{243,5 \text{ MPa}}$$

V případě těžních šachet se jedná o dočasnou stavbu, kterou posoudíme podle kombinace K2. Posoudíme rámy, u kterých se mění osová vzdálenost z 800 mm na 700 mm, dále ze 700 mm na 600 mm a nakonec posoudíme rám v místě max. namáhání (osová vzdálenost 600 mm).

#### 2.1.7.2.1 Posouzení rámu se vzdáleností 800 mm

 Max.tlak zeminy :  $q_{48} = 27,40 \text{ kNm}^{-2}$ 

Rozměry těžní šachty : 3,75 x 2,95 m,

 Maximální rozpětí :  $l = 2,65 \text{ m}$ 

 Ohybový moment :  $M_1 = 1/12 \cdot 27,40 \cdot 2,65^2 = 16,03 \text{ kNm}$ 

 Maximální vzdálenost rámu :  $l_{\max} = 800 \text{ mm}$ 
**Posouzení :  $H_{43} = 4,36 \text{ m}$** 

Napětí :

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{0,80 \cdot 16,03 \cdot 10^{-3}}{61,24 \cdot 10^{-6}} = \mathbf{209,47 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa} - \text{VYHOVUJE}$$

#### 2.1.7.2.2 Posouzení rámu se vzdáleností 700 mm

 Max.tlak zeminy :  $q_{70} = 43,68 \text{ kNm}^{-2}$ 

Rozměry těžní šachty : 3,75 x 2,95 m,

 Maximální rozpětí :  $l = 2,65 \text{ m}$

SO 01

 Ohybový moment :  $M_1 = 1/12 \cdot 43,68 \cdot 2,65^2 = 25,44 \text{ kNm}$ 

 Maximální vzdálenost ráků :  $I_{\max} = 700 \text{ mm}$ 
**Posouzení :  $H_{70} = 7,96 \text{ m}$** 

Napětí :

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{0,70 \cdot 25,44 \cdot 10^{-3}}{61,24 \cdot 10^{-6}} = 290,85 \text{ MPa} \approx 243,50 \text{ MPa} - \text{VYHOVUJE}$$

### 2.1.7.2.3 Posouzení ráků se vzdáleností 500 mm

 Max.tlak zeminy :  $q_{105} = 69,05 \text{ kNm}^{-2}$ 

 Rozměry těžní šachty :  $3,75 \times 2,95 \text{ m}$ ,

 Maximální rozpětí :  $l = 2,65 \text{ m}$ 

 Ohybový moment :  $M_1 = 1/12 \cdot 69,05 \cdot 2,65^2 = 40,41 \text{ kNm}$ 

 Maximální vzdálenost ráků :  $I_{\max} = 500 \text{ mm}$ 
**Posouzení :  $H_{107} = 10,70 \text{ m}$** 

Napětí :

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{0,50 \cdot 40,41 \cdot 10^{-3}}{61,24 \cdot 10^{-6}} = 329,93 \text{ MPa} > 243,50 \text{ MPa} - \text{NEVYHOVUJE}$$

**V hloubce šachty od 8,5 m do 10,7 m se ráky důlní výztuže v místě rozhraní mezi těžním a lezním oddělením rozepřou příčnou vzpěrou z důlní výztuže (ev. I č.100).**

 Max.tlak zeminy :  $q_{12} = 69,05 \text{ kNm}^{-2}$ 

 Rozměry těžní šachty :  $3,75 \times 2,95 \text{ m}$ ,

 Maximální rozpětí :  $l = 1,72 \text{ m}$ 

 Ohybový moment :  $M_1 = 1/12 \cdot 69,05 \cdot 1,72^2 = 17,02 \text{ kNm}$ 

 Maximální vzdálenost ráků :  $I_{\max} = 500 \text{ mm}$ 
**Posouzení :  $H_{107} = 10,70 \text{ m}$** 

Napětí :

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{0,50 \cdot 17,02 \cdot 10^{-3}}{61,24 \cdot 10^{-6}} = 138,99 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa} - \text{VYHOVUJE}$$

 Max.tlak zeminy :  $q_{128} = 35,70 \text{ kNm}^{-2}$ 

 Rozměry těžní šachty :  $3,75 \times 2,95 \text{ m}$ ,

 Maximální rozpětí :  $l = 2,65 \text{ m}$ 

 Ohybový moment :  $M_1 = 1/12 \cdot 35,70 \cdot 2,65^2 = 20,89 \text{ kNm}$

Maximální vzdálenost ráků :  $I_{\max} = 500 \text{ mm}$

**Posouzení :  $H_{128} = 12,80 \text{ m}$**

Napětí :

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{0,50 \cdot 20,89 \cdot 10^{-3}}{61,24 \cdot 10^{-6}} = 170,56 \text{ MPa} < 243,50 \text{ MPa} - \text{VYHOVUJE}$$

#### 2.1.7.2.4 Posouzení ocelových pažnic UNION

- modul průřezu :  $W_x = 29,88 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Max.tlak zeminy :  $q_{\max,2} = 55,34 \text{ kNm}^{-2}$

Ohybový moment :

$$M = 1/8 \cdot q \cdot l^2 = 1/8 \cdot 55,34 \cdot 0,70^2 = 3,39 \text{ kNm}$$

Napětí :

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{3,39 \cdot 10^{-3}}{29,88 \cdot 10^{-6}} = 113,45 \text{ MPa} < R_d = 210,00 \text{ MPa},$$

**VYHOVUJE**

#### 2.1.7.3 OHLUBŇOVÝ RÁM TĚŽNÍ ŠACHTY

Vnější rozměry těžní šachty:  $3,75 \times 2,95 \text{ m}$

Světlost podélného ohlubňového rámu  $L_1 = 4,50 \text{ m}$

Světlost příčného ohlubňového rámu  $L_2 = 3,00 \text{ m}$

Hmotnost jednoho vodorovného rámu:  $m_{r1} = 458,20 \text{ kg} = 4,58 \text{ kN}$

Hmotnost ohlubňového rámu:  $m_{or} = 1756,00 \text{ kg} = 17,56 \text{ kN}$

$$m = 2 \times 46,2 \text{ kg} = 92,40 \text{ kg/m} = 0,924 \text{ kN/m}$$

$$- O_{or} = 2 \times (4,50 + 5,00) = 19,00 \text{ m}$$

$$- m_{or} = 19,00 \times 0,924 = 17,56 \text{ kN}$$

Počet závěsů na jeden rám:  $n = 14 \text{ ks}$

Počet závěsů na podélný rám:  $n_1 = 4 \text{ ks}$

Počet zavěšených ráků v TŠ:  $n_z = 13 \text{ ks}$

Návrh: **2xU č. 240**

#### 2.1.7.3.1 Průřezové charakteristiky

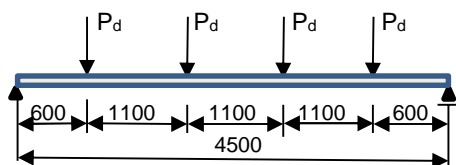
- plocha :  $A = 11760 \text{ mm}^2 = 117,60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

- **modul průřezu :**  $W_x = 1\,070\,000\text{ mm}^3 = 1070,00 \cdot 10^{-6}\text{ m}^3$
- **moment setrvačnosti :**  $I_x = 160\,600\,000\text{ mm}^4 = 160,60 \cdot 10^{-6}\text{ m}^4$
- **poloměr setrvačnosti :**  $i_x = 117,0\text{ mm} = 0,117\text{ m}$
- **modul pružnosti :**  $E = 210\,000\text{ MPa} = 210 \cdot 10^6\text{ kNm}^{-2}$

### 2.1.7.3.2 Zatížení svislé

- Vlastní tíha ohlubňového rámu  $g_k = 0,924\text{ kNm}^{-1}$   $\gamma_M = 1,35$   $g_d = 1,25\text{ kNm}^{-1}$
- Tíha na jeden závěs  
 $P_k = 13 \times 4,58 : 14 = 4,253\text{ kN/ks}$   $\gamma_P = 1,50$   $P_d = 6,38\text{ kN}$

Schéma:



### 2.1.7.3.3 Výpočet vnitřních sil

Vnitřní síly stanovíme na prostém nosníku zatíženém jednak spojitým rovnoměrným zatížením od vlastní tíhy ohlubňového rámu, jednak třemi osamělými břemeny (tíha jednotlivých zavěšených rámu).

Ohybový moment:

$$A = 2P; \quad L = 3b + 2a;$$

$$M_s = \frac{1}{2} AL - P(b + \frac{1}{2}b) - \frac{1}{2} Pb = \frac{1}{2} 2PL - Pb - \frac{1}{2} Pb - \frac{1}{2} Pb = PL - 2Pb = P(L - 2b)$$

- Charakteristická situace:  
 $M_k = \frac{1}{8} g_k L^2 + P_k(L - 2b) = \frac{1}{8} \cdot 0,924 \cdot 4,50^2 + 4,253(4,50 - 2 \times 1,10) = 12,12\text{ kNm}$
- Návrhová situace:  
 $M_d = \frac{1}{8} g_d L^2 + P_k(L - 2b) = \frac{1}{8} \cdot 1,250 \cdot 4,50^2 + 6,380(4,50 - 2 \times 1,10) = 17,84\text{ kNm}$

Reakce:

- Charakteristická situace:  
 $A_k = \frac{1}{2} g_k L + 2 P_k = \frac{1}{2} \cdot 0,924 \cdot 4,50 + 2 \cdot 4,253 = 10,59\text{ kN}$
- Návrhová situace:  
 $A_d = \frac{1}{2} g_d L + 2 P_d = \frac{1}{2} \cdot 1,250 \cdot 4,50 + 2 \cdot 6,380 = 15,57\text{ kN}$

### 2.1.7.3.4 Posouzení průřezu

#### Posouzení mezního stavu únosnosti :

Parciální součinitel spolehlivosti materiálu :  $\gamma_{MO} = 1,15$

Moment únosnosti se stanoví ze vztahu :

$$M_{plRd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{1070,0 \cdot 10^{-6} \cdot 235,0 \cdot 10^3}{1,15} = 218,65 \text{ kNm}$$

$$\underline{M_d = 17,84 \text{ kNm} < M_{plRd} = 218,65 \text{ kNm}} \quad - \text{ VYHOVUJE}$$

Největší smyková síla se stanoví ze vztahu :

$$V_{Sd} = \frac{1}{2} (\gamma_{fG} g_d + \gamma_{fV} v_d) \cdot A_d = 15,57 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost ve smyku se vypočte jako

$$V_{plRd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\gamma_{MO} \cdot \sqrt{3}} = \frac{117,60 \cdot 10^{-4} \cdot 235,0 \cdot 10^3}{1,15 \cdot \sqrt{3}} = 1387,45 \text{ kN}$$

$$\underline{V_{sd} = 15,57 \text{ kN} < V_{plRd} = 1387,45 \text{ kN}} \quad - \text{ VYHOVUJE}$$

#### Posouzení mezního stavu použitelnosti :

Zatížení od osamělých břemen převedeme na spojitě zatížení z podmínky rovnosti ohybových momentů na prostém nosníku:

$$\frac{1}{8} q_k L^2 = P_k(L - 2b) \Rightarrow q_k = \frac{8 P_k(L - 2b)}{L^2} = \frac{8 \cdot 4,253 \cdot 2,30}{4,50^2} = 3,86 \text{ kNm}^{-1}$$

Maximální charakteristická hodnota zatížení je  $f_s = 3,552 + 0,924 = 4,476 \text{ kNm}^{-1}$

$$\delta = \frac{5 f_s \cdot L^4}{384 \cdot E I_y} = \frac{5 \cdot 4,476 \cdot 10^{-3} \cdot 4,50^4}{384 \cdot 210000 \cdot 160,6 \cdot 10^{-6}} = 0,0007 \text{ m}$$

Maximální dovolený průhyb pro stropnici se vypočte ze vztahu

$$y_{dov} = \frac{L}{300} = \frac{4,50}{300} = 0,0150 \text{ m}$$

$$\underline{\delta = 0,0007 \text{ m} < y_{dov} = 0,0150 \text{ m}} \quad - \text{ vyhovuje}$$

**Ohlubňový rám navržený z dvojice válcovaných profilů Uč.300 pro těžní šachtu bezpečně vyhoví.**

### 2.1.7.3.5 Závěr těžních šachet

Posouzené průřezy vodorovných rámu dočasné výztuže těžní šachty vyhovují. Vzdálenosti jednotlivých rámu jsou patrné z výkresové dokumentace.

## 2.2 RAŽENÉ PODZEMNÍ OBJEKTY

### 2.2.1 SO 01.2 - RAŽENÁ ŠTOLA PRO VÝSTAVBU ZDĚNÉ JEDNOPASOVÉ STOKY "D.1"

Štola v oblouku  $R=6,05\text{m}$  bude sloužit k vybudování nové stoky D.1 pro napojení a převedení stávající stoky „D“ do budoucího objektu spojně a rozdělovací komory SK D. Dočasná výztuž raženého úseku pro zděnou stoku vejčitého profilu PN I. 600/1100 je navržena z důlní ocelové lichoběžníkové výztuže korýtkového profilu **LB 3/1200** váhového stupně **K21**.

#### 2.2.1.1 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

- plocha :	$A = 2642 \text{ mm}^2$	$= 26,42 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- modul průřezu :	$W_x = 61\,240 \text{ mm}^3$	$= 61,24 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
- moment setrvačnosti :	$I_x = 31\,910\,000 \text{ mm}^4$	$= 3,191 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
- poloměr setrvačnosti :	$i_x = 34,8 \text{ mm}$	$= 0,0348 \text{ m}$
- modul pružnosti :	$E = 210\,000 \text{ MPa}$	$= 210 \cdot 10^6 \text{ kNm}^{-2}$

#### 2.2.1.2 VÝPOČET ZATÍŽENÍ

##### A) Svislé zatížení :

Terén: 185,46 m n.m.

Počva: 178,29 m n.m.

uvažujeme maximální nadloží  $h_{z,\max} = 4,96 \text{ m}$

Zatížení svislé bylo s ohledem na velikost výrubu a nízké nadloží uvažováno podle Bierbaumerova řešení stanovení zatížení na tunelové ostění při malém nadloží s uvažováním tření.

4,60 – 6,10 m - Šterk písčité až špatně zrněný (G3 G-F)  $\gamma = 19,0 \text{ kNm}^{-3}$ ;  $\varphi_{\text{ef}} = 33^\circ$ ;  $c_{\text{ef}} = 0$

6,10 – 7,10 m - Šárecké břidlice zvětřalé (R5);  $\gamma = 22,5 \text{ kNm}^{-3}$ ;  $\varphi_{\text{ef}} = 25^\circ$ ;  $c_{\text{ef}} = 22 \text{ kPa}$

Průměrné hodnoty:  $\gamma_d = \frac{1}{2} (19,0 + 22,5) = 20,75 \text{ kNm}^{-3}$ ;  $\varphi_{\text{ef}} = \frac{1}{2} (33 + 25) = 29^\circ$ ;

součinitel základové půdy :

$$\gamma_{m\phi} = \frac{29^\circ}{29^\circ - 4} = 1,16$$

výpočtová hodnota úhlu vnitřního tření :

$$\phi_d = \frac{\phi_{ef}}{\gamma_{m\phi}} = 25$$

součinitel aktivního zemního tlaku :

$$K_{a1} = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\phi_d}{2}\right) = \underline{\underline{0,40586}}$$

Vzorce pro stanovení svislého zatížení :

$$b_1 = b + h \cdot \operatorname{tg} (45^\circ - \phi_d/2) = 2,025 + 4,96 \cdot \operatorname{tg} 32,5^\circ = 5,18 \text{ m}$$

$$P_1 = 2 \gamma_d H b_1 \left[ 1 - \frac{H}{2 b_1} \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\phi_d}{2}\right) \operatorname{tg} \phi_d \right] =$$

$$= 2 \cdot 20,75 \cdot 1,35 \cdot 2,21 \cdot 5,18 \cdot \left[ 1 - \frac{2,21}{2 \cdot 5,18} \cdot \operatorname{tg}^2 32,5^\circ \cdot \operatorname{tg} 25^\circ \right] = 615,47 \text{ kN}$$

Zatížení svislé na 1 m<sup>2</sup> rámu :

$$p_1 = \frac{P_1}{2 b_1} = \frac{615,47}{2 \cdot 5,18} = \underline{\underline{59,41 \text{ kNm}^{-2}}}$$

### **B) Vodorovné zatížení**

$$e = \gamma_1 \cdot H \cdot \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right) = 22,50 \cdot 2,21 \cdot \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{25^\circ}{2}\right) = \underline{\underline{20,18 \text{ kNm}^{-2}}}$$

Přítížení na povrchu :

$$q_0 = 35,09 \cdot 1,5 \cdot 0,40586 = \underline{\underline{21,36 \text{ kNm}^{-2}}}$$

**Vodorovné zatížení celkem :** 20,18 + 21,36 = **41,54 kNm<sup>-2</sup>**

### **2.2.1.3 VÝPOČET STATICKÝCH VELIČIN**

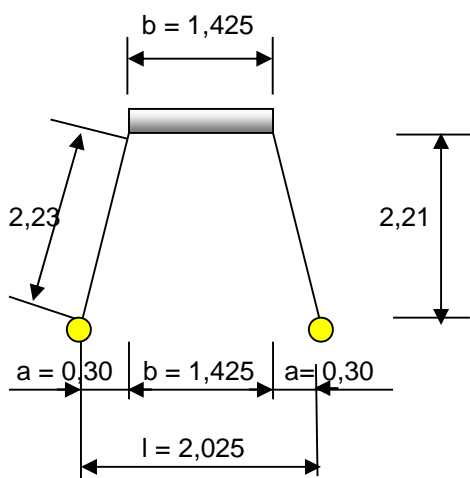
Vnitřní síly na konstrukci vypočteme ze statických tabulek pro lichoběžníkový portálový rám v patkách kloubově podepřený. Rozlišíme dva zatěžovací stavy. Výsledné hodnoty získáme superpozicí obou zatěžovacích stavů.

#### **I. ZS – působí svislé zatížení na příčel rámu**

Zatížení :  $q_d = 59,41 \text{ kNm}^{-2}$



Schéma :



$$J_1 = J_2 = J$$

$$k_1 = \frac{J_1}{2,23} \quad k_2 = \frac{J_2}{1,425}$$

$$k_1 = 1$$

$$k_2 = \frac{2,23}{1,425} \cdot k_1 = 1,565$$

$$N = 3 k_1 + 2 k_2 = 3 \cdot 1,0 + 2 \cdot 1,565 = 6,130$$

$$H = \frac{q_d}{4 h} \cdot \frac{6 a (a + b) k_1 + b^2 k_1 + a(5a + 4b) k_2}{N}$$

$$H = \frac{59,41}{4 \cdot 2,21} \cdot \frac{6 \cdot 0,30 (0,30 + 1,425) \cdot 1,0 + 1,425^2 \cdot 1,0 + 0,30 (5 \cdot 0,30 + 4 \cdot 1,425) \cdot 1,565}{6,130}$$

$$H = 9,337 \text{ kN}$$

$$M_c = M_d = 0,5 \cdot q_d \cdot a (a + b) - H h = 0,5 \cdot 59,41 \cdot 0,30 (0,30 + 1,425) - 9,337 \cdot 2,21 = 15,372 - 20,634 = -5,262 \text{ kNm}$$

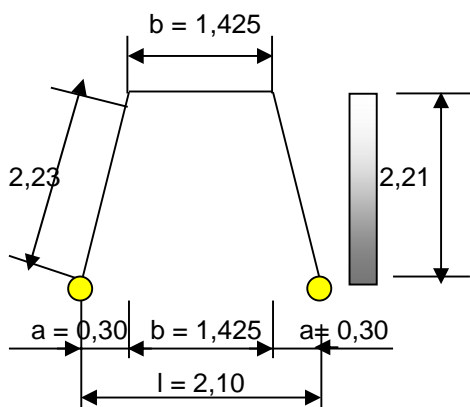
$$M_s = 1/8 \cdot q_d l^2 - H h = 1/8 \cdot 59,41 \cdot 2,10^2 - 9,337 \cdot 2,21 = 32,750 - 20,634 = 12,116 \text{ kNm}$$

$$A = 0,5 \cdot q_d l = 0,5 \cdot 59,41 \cdot 2,10 = 62,381 \text{ kN}$$

## II. ZS – působí boční tlak

Zatížení :  $p_d = 41,54 \text{ kNm}^{-2}$

Schéma :



$$J_1 = J_2 = J$$

$$k_1 = \frac{J_1}{2,23} \quad k_2 = \frac{J_2}{1,425}$$

$$k_1 = 1$$

$$k_2 = \frac{2,23}{1,425} \cdot k_1 = 1,565$$

$$N = 3 k_1 + 2 k_2 = 3 \cdot 1,0 + 2 \cdot 1,565 = 6,130$$

$$H = \frac{p_d h}{8 N} (6 k_1 + 5 k_2) = \frac{41,54 \cdot 2,21}{8 \cdot 6,130} \cdot (6 \cdot 1,0 + 5 \cdot 1,565) = \underline{\underline{25,881 \text{ kN}}}$$

$$A = - \frac{p_d h^2}{2 l} = - \frac{41,54 \cdot 2,21^2}{2 \cdot 2,10} = \underline{\underline{-48,306 \text{ kN}}}$$

$$B = - A = \underline{\underline{+48,306 \text{ kN}}}$$

$$M_c = B (l - a) - H h = 48,31 (2,10 - 0,30) - 25,88 \cdot 2,21 = \\ = 86,95 - 57,20 = \underline{\underline{29,75 \text{ kNm}}}$$

$$M_d = B a - H h = 48,31 \cdot 0,30 - 25,88 \cdot 2,21 = 14,49 - 57,20 = \underline{\underline{-42,70 \text{ kNm}}}$$

Výsledné hodnoty obdržíme superpozicí zatěžovacích stavů I a II a přičtením doplňkového momentu  $M_c$  (vodorovné zatížení působící z obou stran a momenty II. zatěžovacího stavu byly počítány pouze ze schématu jednostranného působení vodorovného tlaku).

Vodorovná síla : **H = 9,337 kN**

Svislé reakce : **A = B = 62,38 kN**

Ohybové momenty : **M<sub>s</sub> = 12,12 kNm**

$$M_c = M_d = - 5,262 + 29,75 - 42,70 = \underline{\underline{-18,21 \text{ kNm}}}$$

#### 2.2.1.4 DIMENZOVÁNÍ

Lichoběžníková dutá výztuž **LB3/1200** váhového stupně **K21**

Ocel : 11 500.0

Mez kluzu :  $\sigma_{KT} = 280 \text{ MPa}$

Výpočtová pevnost se stanoví podle ČSN 73 1401, čl.21, tab.5 vydělením meze kluzu součinitelem materiálu  $\gamma_m = 1,15$

$$R_d = \sigma_{KT} : 1,15 = 280 : 1,15 = \underline{\underline{243,5 \text{ MPa}}}$$

**Návrh :** vzdálenost ráků :  $l_1 = 0,80 \text{ m}$  (tj. 5 ráků na 4 bm)

**Posouzení :**

SO 01

$$\sigma = \frac{M_c}{W} = 0,80 \frac{- 18,21 \cdot 10^{-3}}{61,24 \cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{237,91 \text{ MPa} < R_d = 243,5 \text{ MPa}}}$$

**VYHOVUJE**

**Posouzení uprostřed příčle rámu :**

$$\sigma = \frac{M_s}{W} = 0,80 \frac{12,12 \cdot 10^{-3}}{61,24 \cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{158,33 \text{ MPa} < R_d = 243,5 \text{ MPa}}}$$

**VYHOVUJE**

#### 2.2.1.5 ZÁVĚR

Navržená poddajná lichoběžníková výztuž **LB3/1200** při splnění požadavků výpočtu a uvedených geologických podmínek vyhoví při osové vzdálenosti jednotlivých ráků **0,80 m**.

U těžní šachty budou v délce 1 m ráky zahuštěny na sraz.

#### 2.2.1.6 VÝPOČET OČEKÁVANÉHO POKLESU ÚROVNĚ POVRCHU ÚZEMÍ

Výpočet je proveden v příčném profilu trasy štoly podle charakteristického složení horninových vrstev dle inženýrsko geologického posouzení a dle hloubky vrcholu klenby výrubu pod povrchem terénu.

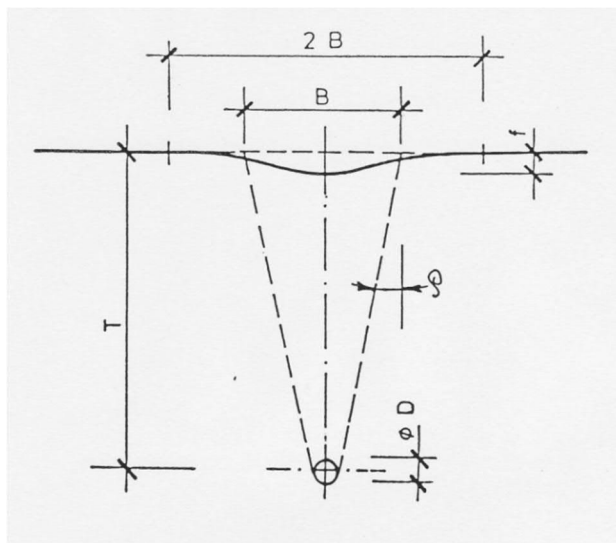
Výpočet je proveden podle metody Maxe Herzoga (Bautechnik 11/85) podle následujících vzorců :

$$f = \frac{3 \pi}{4} (p_o + \gamma T) \frac{D^2}{B \cdot E}, \text{ kde}$$

- $f$  - max. hodnota poklesu nad osou štoly,
- $p_o$  - zatížení povrchu území,
- $\gamma$  - objemová tíha horniny,
- $T$  - hloubka osy štoly pod povrchem území,
- $D$  - průměr štoly,
- $E$  - modul pružnosti horniny,
- $\varphi$  - úhel tření

$$B = \frac{D}{\cos \rho} + 2 T \cdot \operatorname{tg} \rho, \text{ kde } \rho = 90^\circ - \varphi$$

Uvedené parametry jsou zřejmé ze schematického řezu :



$p_0 = 35,09 \text{ kNm}^{-2}$  (zatěžovací třída „A“)

$\gamma = \frac{1}{2} (19,0 + 22,5) = 20,75 \text{ kNm}^{-3}$

$\varphi = 29^\circ$

Průměrná hloubka:  $T = 4,96 \text{ m}$

Po dosazení bude :

$$\rho = 90^\circ - \varphi = 90^\circ - 29^\circ = 61^\circ$$

Skutečný výrub nahradíme ekvivalentním :

$$\text{Skutečný výrub : } V_{sk} = 3,81 \text{ m}^3$$

$$\text{Ekvivalentní : } V_{ekv} = 3,81 = \pi r^2 \Rightarrow r = \sqrt{(3,81 : \pi)} = 1,10 \text{ m}$$

$$D = 2 \cdot 1,10 = 2,20 \text{ m,}$$

$$B = \frac{2,20}{\cos 61^\circ} + 2 \cdot 4,96 \cdot \tan 61^\circ = 22,43 \text{ m}$$

$$f = \frac{3 \pi}{4} (35,09 + 20,75 \cdot 4,96) \cdot \frac{2,20^2}{22,43 \cdot 20\,000} = 0,00351 \text{ m}$$

Vypočtené hodnoty :

očekávaný pokles :  $f = 3,5 \text{ mm}$

poklesová zóna :  $B = 22,43 \text{ m}$

Výpočet poklesů je třeba považovat za orientační, protože skutečné poklesy budou do značné míry ovlivňovány stavebním postupem a technologickou kázní.

## 2.2.2 SO 01.1 - RAŽENÁ ŠTOLA PRO VÝSTAVBU STOKY "D" DN 1400

### 2.2.2.1 PROVIZORNÍ VÝZTUŽ

#### 2.2.2.1.1 Základní údaje

Štolovací rámy obloukového tvaru **OO-0-02** jsou navrženy z ocelové důlní výztuže korýtkového profilu K21. V počtvě budou rámy stavěny na ocelové prazce z profilu [ č.160 osazených na ležato.

#### 2.2.2.1.2 Průřezové charakteristiky

Navržena je ocelová oblouková důlní výztuž **OO – 0 – 02** váhového stupně **K21**.  
Statické hodnoty rámu :

- modul průřezu :  $W = 60,98 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
- plocha výztuže :  $A = 26,41 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- moment setrvačnosti :  $J = 318,02 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$
- poloměr setrvačnosti :  $i = 3,47 \text{ cm} = 0,0347 \text{ m}$
- modul pružnosti :  $E = 210\,000 \text{ MPa}$

#### 2.2.2.1.3 Stanovení součinitele pružného odporu $k$

Pro štoly podkovovitého tvaru stanovíme součinitele pružného odporu  $k$  na základě uvolněné zóny podle řešení Protodjakonova. Pro stěnu výlomu o výšce  $v$  platí:

$$z = (v + z) \cdot \operatorname{tg} (45^\circ - \psi/2) ,$$

kde  $\psi$  - úhel pevnosti ve smyku související s Protodjakonovým součinitelem pevnosti  $f_P$  uvedeným v ČSN 73 0037 v tab. 6 na str. 31.

Z rovnice se vypočítá  $z$  :

$$z = \frac{v \cdot \operatorname{tg} (45^\circ - \psi/2)}{1 - \operatorname{tg} (45^\circ - \psi/2)}$$

a součinitel pružného odporu pak bude :

$$k = \frac{E}{z}$$

Hodnoty součinitele pružného odporu vypočtené uvedeným způsobem je třeba zmenšit podle míry narušení horniny (pukliny, navětrání apod.).

Výška stěny výrubu pro rám **OO – 0 – 02** :  $v = 2,575 \text{ m}$

**Štěrka špatně zrněný, hrubozrnější** tř. G3 G-F.  $E_o = 100 \text{ MPa}$

$$f_P = 0,8 \rightarrow \psi = 40^\circ$$

$$z_1 = \frac{2,575 \operatorname{tg}(45^\circ - 20^\circ)}{1 - \operatorname{tg}(45^\circ - 20^\circ)} = 2,250$$

$$\text{koeficient pružného odporu : } k = \frac{E_o}{z} = \frac{100 \cdot 10^3}{2,250} = 44\,444 \text{ kNm}^{-3}$$

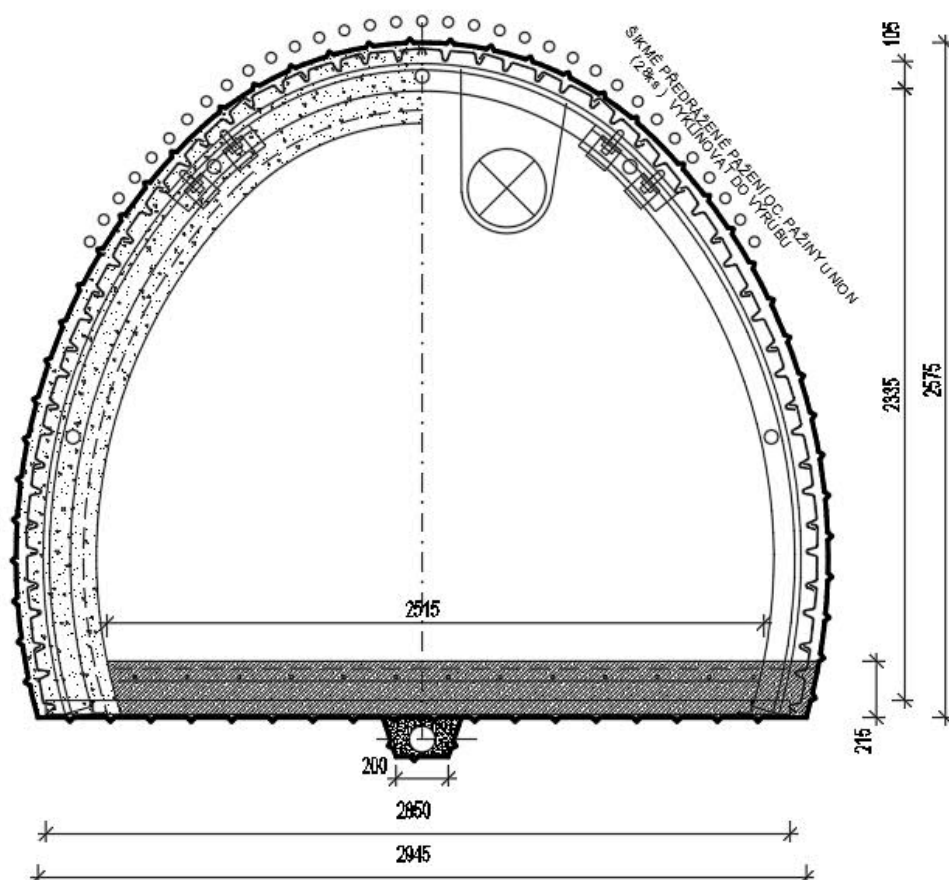
volíme součinitel

$$\underline{k_1 = 44\,400 \text{ kNm}^{-3}}$$

#### 2.2.2.1.4 Zatížení štol

Po celé délce štol se bude nadloží pohybovat v intervalu od 5,21 m u objektu spojně komory SK D až po 6,57 m u šachty D1

##### 2.2.2.1.4.1 Schéma příčného profilu :



### 2.2.2.1.4.2 Kriterium nízkého nadloží

$$H_{\max} = 1,5 (B + h_t), \text{ kde } h_t = \frac{B}{2} + \frac{B}{2} \cdot \sin \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{3,10}{2} + \frac{3,10}{2} \cdot \sin 32,5^\circ = 2,38 \text{ m}$$

$$H_{\max} = 1,5 (3,1 + 2,38) = 8,22 \text{ m}$$

### 2.2.2.1.4.3 Nízké nadloží

#### Stálé zatížení horninovým tlakem podle Terzaghiho

Max. šířka výrubu se uvažuje :  $B = 3,10 \text{ m}$

Max. výška výrubu se uvažuje :  $h_1 = 2,58 \text{ m}$

Max. výška nadloží :  $H = 6,57 \text{ m}$

Měrná hmotnost zeminy průměrně :  $\gamma_n = 19,00 \text{ kNm}^{-3}$

Modul přetvárnosti :  $E_o = 80 \text{ MPa}$

Efektivní úhel vnitřního tření :  $\varphi_{\text{ef}} = 25^\circ$

Efektivní soudržnost :  $c_{\text{ef}} = 0 \text{ kPa} = 0,0 \text{ MPa}$

Poissonovo číslo :  $\nu = 0,30$

$$\text{Součinitel tlaku v klidu : } K_o = \frac{\nu}{1 - \nu} = \frac{0,30}{1 - 0,30} = 0,429$$

Pro výpočet nahradíme tvar skutečného výrubu štoly kruhem o stejné ploše:

Plocha výrubu obloukového profilu OO-0\_02 :  $S_v = 6,63 \text{ m}^2$

$$S_v = \pi r^2 \Rightarrow r = \sqrt{(S_v : \pi)} = \sqrt{(6,63 : \pi)} = 1,45 \text{ m}$$

$$b_1 = r \left[ \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) + \frac{1}{\cos \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)} \right] \quad (\text{pro kruhový výrub})$$

$$b_1 = 1,45 \left[ \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{25^\circ}{2} \right) + \frac{1}{\cos \left( 45^\circ - \frac{25^\circ}{2} \right)} \right] = 2,65 \text{ m}$$

**Pro nadloží  $H_1 = 6,57 \text{ m}$  :**

svislý tlak :

$$p_1^n = \frac{\gamma \cdot b_1}{\operatorname{tg} \varphi} \left[ 1 - e^{-\frac{H}{b_1} \operatorname{tg} \varphi} \right] = \frac{19,0 \cdot 2,65}{\operatorname{tg} 25^\circ} \left[ 1 - e^{-\frac{6,57}{2,65} \cdot \operatorname{tg} 25^\circ} \right] =$$

$$= 107,98 \cdot (1 - e^{-1,156091}) = \underline{74,03 \text{ kNm}^{-2}}$$

vodorovný tlak :

$$p_2^n = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h_t \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left( 1 + \frac{2 \cdot p_1^n}{\gamma \cdot h_t} \right) = 0,5 \cdot 19,0 \cdot 2,38 \cdot \operatorname{tg}^2 32,5^\circ \left( 1 + \frac{2 \cdot 74,03}{19,0 \cdot 2,38} \right)$$

$$= \underline{39,22 \text{ kNm}^{-2}}$$

#### Stálé zatížení vnějším tlakem podzemní vody :

Předpokládaná hladina v úrovni vrcholu klenby

$$q = 2,12 \cdot 10,0 = 21,20 \text{ kNm}^{-2}$$

#### Stálé zatížení vlastní tíhou ostění :

$$\text{při tloušťce } 0,664 \text{ m je tíha } 1 \text{ m}^2 \quad x = (2,758 - 1,43) : 2 = 0,664 \text{ m}$$

$$g^n = 0,664 \cdot 20,0 = 13,28 \text{ kNm}^{-2}$$

#### Nahodilé zatížení :

$$\text{Silnice třídy „A“ dle ČSN 73 6203} \quad p_{1v}^n = 35,09 \text{ kNm}^{-2}$$

$$\text{dynamický součinitel } \delta = 1,0 \quad (h \geq 1,50 \text{ m} - \text{čl. 142 ČSN 73 0037})$$

Přírůstek vodorovného tlaku :

$$p_{2v}^n = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h_t \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left( 1 + \frac{2 \cdot p_{1v}^n}{\gamma \cdot h_t} \right) = 0,5 \cdot 19,0 \cdot 2,38 \cdot \operatorname{tg}^2 32,5^\circ \left( 1 + \frac{2 \cdot 35,09}{19,0 \cdot 2,38} \right) =$$

$$= \underline{23,42 \text{ kNm}^{-2}}$$

#### Pro nadloží $H_2 = 5,21 \text{ m}$

$$\text{Max. výška nadloží :} \quad H = 5,21 \text{ m}$$

$$\text{Měrná hmotnost zeminy průměrně :} \quad \gamma_n = 19,00 \text{ kNm}^{-3}$$

$$\text{Modul přetvárnosti :} \quad E_o = 80 \text{ MPa}$$



Efektivní úhel vnitřního tření :  $\varphi_{\text{ef}} = 25^\circ$ 

 Efektivní soudržnost :  $c_{\text{ef}} = 0 \text{ kPa} = 0,0 \text{ MPa}$ 

 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,30$ 

$$\text{Součinitel tlaku v klidu : } K_0 = \frac{\nu}{1 - \nu} = \frac{0,30}{1 - 0,30} = 0,429$$

$$h_t = \frac{B}{2} + \frac{B}{2} \cdot \sin \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{3,10}{2} + \frac{3,10}{2} \cdot \sin 32,5^\circ = 2,38 \text{ m}$$

$$b_1 = r \left[ \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) + \frac{1}{\cos \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)} \right] \quad (\text{pro kruhový výrub})$$

$$b_1 = 1,45 \left[ \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{25^\circ}{2} \right) + \frac{1}{\cos \left( 45^\circ - \frac{25^\circ}{2} \right)} \right] = 2,65 \text{ m}$$

svislý tlak :

$$p_1^n = \frac{\gamma \cdot b_1}{\operatorname{tg} \varphi} \left[ 1 - e^{-\frac{H}{b_1} \operatorname{tg} \varphi} \right] = \frac{19,0 \cdot 2,65}{\operatorname{tg} 25^\circ} \left[ 1 - e^{-\frac{5,21}{2,65} \operatorname{tg} 25^\circ} \right] =$$

$$= 107,98 \cdot (1 - e^{-0,91678}) = \underline{64,81 \text{ kNm}^{-2}}$$

vodorovný tlak :

$$p_2^n = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h_t \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left[ 1 + \frac{2 \cdot p_1^n}{\gamma \cdot h_t} \right] = 0,5 \cdot 19,0 \cdot 2,38 \cdot \operatorname{tg}^2 32,5^\circ \left[ 1 + \frac{2 \cdot 64,81}{19,0 \cdot 2,38} \right]$$

$$= \underline{35,48 \text{ kNm}^{-2}}$$

### Nahodilé zatížení :

 Silnice třídy „A“ dle ČSN 73 6203  $p_{1v}^n = 35,09 \text{ kNm}^{-2}$ 

 dynamický součinitel  $\delta = 1,0$  ( $h \geq 1,50 \text{ m}$  - čl. 142 ČSN 73 0037)

Přírustek vodorovného tlaku :

$$p_{2v}^n = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h_t \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left( 1 + \frac{2 p_{1v}^n}{\gamma \cdot h_t} \right) = 0,5 \cdot 19,0 \cdot 2,38 \cdot \operatorname{tg}^2 32,5^\circ \left( 1 + \frac{2 \cdot 35,09}{19,0 \cdot 2,38} \right) =$$

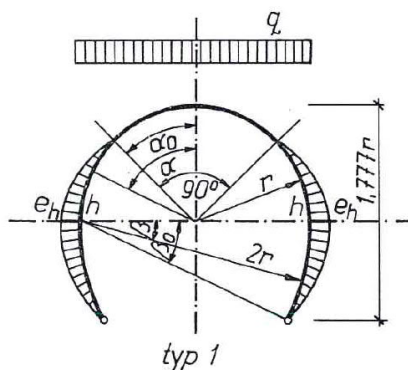
$$= \underline{23,42 \text{ kNm}^{-2}}$$

### 2.2.2.1.5 Výpočet vnitřních sil

Podkovovitý tvar – řešení podle Zurabova – Bugajevové

(Barták, Bucek – Podzemní stavby, ČVUT 1989)

Schéma :



Zatížení horninou, vodním tlakem (neuvažujeme) a nahodilým zatížením tř. „A“

$$q_v = \gamma_f \cdot p_1^n + \gamma_f \cdot p_{1v}^n + q_1 = 1,35 \cdot 74,03 + 1,5 \cdot 35,09$$

$$0,429 = 122,52 \text{ kNm}^{-2}$$

$$e_v = \gamma_f \cdot p_2^n + \gamma_f \cdot p_{2v}^n + q_2 = 1,35 \cdot 39,22 + 1,5 \cdot 23,42$$

$$= 93,96 \text{ kNm}^{-2}$$

Vlastní tíha ostění:

Ocelová důlní výztuž K21  $g_n = 100 \text{ kgm}^{-1}$

$$g_v = \gamma_f \cdot g_n = 1,35 \cdot 1,0 = 1,35 \text{ kNm}^{-1}$$

Výpočet vnitřních sil na 1 bm štolý : (dle tab. 4 – 8)

$$\text{koeficient } A = \frac{d}{r} = \frac{1,35 \cdot 104}{1080} = 0,13 \quad r = 1,080 \text{ m}$$

Průřez 1 :

$$M = + 0,2290 g_v \cdot r^2 + (0,1832 - 0,0097 A) q_v \cdot r^2 - (0,2121 - 0,0094 A) e_v \cdot r^2 =$$

$$= + 0,2290 \cdot 1,35 \cdot 1,08^2 + (0,1832 - 0,0097 \cdot 0,13) \cdot 122,52 \cdot 1,08^2 - (0,2121 -$$

$$- 0,0094 \cdot 0,13) \cdot 93,96 \cdot 1,08^2 = \underline{\underline{+ 3,250 \text{ kNm}}}$$

$$N = + 0,0131 g_v \cdot r + (0,0927 - 0,0624 A) q_v \cdot r + (0,9963 + 0,5035 A) e_v \cdot r =$$

$$= + 0,0131 \cdot 1,35 \cdot 1,08 + (0,0927 - 0,0624 \cdot 0,13) \cdot 122,52 \cdot 1,08 + (0,9963 +$$

$$+ 0,5035 \cdot 0,13) \cdot 93,96 \cdot 1,08 = \underline{\underline{+ 118,96 \text{ kN}}}$$

Průřez 2 :

SO 01

$$\begin{aligned}
 M &= -0,296 \, g_v \cdot r^2 - (0,0397 - 0,0040 \, A) \, q_v \cdot r^2 + (0,0361 - 0,0023 \, A) \, e_v \cdot r^2 = \\
 &= -0,296 \cdot 1,35 \cdot 1,08^2 - (0,0397 - 0,0040 \cdot 0,13) \cdot 122,52 \cdot 1,08^2 + (0,0361 - \\
 &\quad - 0,0023 \cdot 0,13) \cdot 93,96 \cdot 1,08^2 = \mathbf{-2,142 \, kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N &= +0,5647 \, g_v \cdot r + (0,5655 + 0,2059 \, A) \, q_v \cdot r + (0,4975 + 0,2525 \, A) \, e_v \cdot r = \\
 &= +0,5647 \cdot 1,35 \cdot 1,08 + (0,5655 + 0,2059 \cdot 0,13) \cdot 122,52 \cdot 1,08 + (0,4975 + \\
 &\quad + 0,2525 \cdot 0,13) \cdot 93,96 \cdot 1,08 = \mathbf{+133,01 \, kN}
 \end{aligned}$$

### Průřez 3 :

$$\begin{aligned}
 M &= -0,3287 \, g_v \cdot r^2 - (0,2242 + 0,0276 \, A) \, q_v \cdot r^2 + (0,2842 + 0,0128 \, A) \, e_v \cdot r^2 = \\
 &= -0,3287 \cdot 1,35 \cdot 1,08^2 - (0,2242 + 0,0276 \cdot 0,13) \cdot 122,52 \cdot 1,08^2 + (0,2842 + \\
 &\quad + 0,0128 \cdot 0,13) \cdot 93,96 \cdot 1,08^2 = \mathbf{-1,741 \, kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N &= -1,5708 \, g_v \cdot r + (1,00 + 0,50 \, A) \, q_v \cdot r = -1,5708 \cdot 1,35 \cdot 1,08 + (1,00 + 0,50 \cdot 0,13) \cdot \\
 &\quad \cdot 122,52 \cdot 1,08 = \mathbf{+138,63 \, kN}
 \end{aligned}$$

### Průřez 4 :

$$\begin{aligned}
 M &= -0,2533 \, g_v \cdot r^2 - (0,1491 + 0,0322 \, A) \, q_v \cdot r^2 + (0,2127 - 0,0255 \, A) \, e_v \cdot r^2 = \\
 &= -0,2533 \cdot 1,35 \cdot 1,08^2 - (0,1491 + 0,0322 \cdot 0,13) \cdot 122,52 \cdot 1,08^2 + (0,2127 - \\
 &\quad - 0,0255 \cdot 0,13) \cdot 93,96 \cdot 1,08^2 = \mathbf{+0,643 \, kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N &= +1,9284 \, g_v \cdot r + (0,9992 + 0,4780 \, A) \, q_v \cdot r + (0,4686 + 0,2164 \, A) \, e_v \cdot r = +1,9284 \cdot 1,35 \cdot 1,08 + \\
 &\quad + (0,9992 + 0,4780 \cdot 0,13) \cdot 122,52 \cdot 1,08 + (0,4686 + 0,2164 \cdot 0,13) \cdot 93,96 \cdot 1,08 = \mathbf{193,66 \, kN}
 \end{aligned}$$

### Průřez 5 :

$$\begin{aligned}
 N &= +2,1819 \, g_v \cdot r + (0,9599 + 0,4377 \, A) \, q_v \cdot r + (1,0626 + 0,4602 \, A) \, e_v \cdot r = +2,1819 \cdot 1,35 \cdot 1,08 + \\
 &\quad + (0,9599 + 0,4377 \cdot 0,13) \cdot 122,52 \cdot 1,08 + (1,0626 + 0,4602 \cdot 0,13) \cdot 93,96 \cdot 1,08 = \mathbf{+251,626 \, kN}
 \end{aligned}$$

### Nejnepříznivější je průřez 4:

$$\text{Průřez 4 :} \quad M_4 = +0,643 \, \text{kNm}$$

$$N_4 = +193,660 \, \text{kN}$$

**Návrh:** vzdálenost ráků **0,80 m**

### 2.2.2.1.6 Posouzení primárního vyztužení

Oblouková ocelová důlní výztuž **OO – 0 – 02** váhového stupně **K21**

Ocel : 11 500.0

Mez kluzu :  $\sigma_{KT} = 280 \, \text{MPa}$

Výpočtová pevnost se stanoví podle ČSN 73 1401, čl.21, tab.5 vydělením meze kluzu součinitelem materiálu  $\gamma_m = 1,15$

$$R_d = \sigma_{KT} : 1,15 = 280 : 1,15 = \mathbf{243,5 \, \text{MPa}}$$

### Posouzení :

**Průřez 4 :**  $M_4 = + 0,643 \text{ kNm}$   
 $N_4 = +193,660 \text{ kN}$

$$\sigma_4 = 0,8 \left( \frac{N}{A} + \frac{M}{W} \right) = 0,8 \left( \frac{193,66 \cdot 10^{-3}}{26,41 \cdot 10^{-4}} + \frac{+0,643 \cdot 10^{-3}}{60,98 \cdot 10^{-6}} \right) = 0,8 (73,33 + 10,54) =$$

$$= 67,10 \text{ MPa} < R_d = 243,5 \text{ MPa} - \text{VYHOVUJE}$$

**Průřez 1 :**  $M_1 = + 3,250 \text{ kNm}$   
 $N_1 = + 118,96 \text{ kN}$

$$\sigma_1 = 0,8 \left( \frac{N}{A} + \frac{M}{W} \right) = 0,8 \left( \frac{118,96 \cdot 10^{-3}}{26,41 \cdot 10^{-4}} + \frac{3,250 \cdot 10^{-3}}{60,98 \cdot 10^{-6}} \right) = 0,8 (45,04 + 53,30) =$$

$$= 78,67 \text{ MPa} < R_d = 243,5 \text{ MPa} - \text{VYHOVUJE}$$

**Byl posouzen průřez s nejvyšším nadložením v trase štol. Další průřezy mají nižší nadloží, takže je není nutno posuzovat – jsou příznivější.**

## **2.2.3 SO 01.5 - RAŽENÁ ŠTOLA PRO VÝSTAVBU STOKY "BD" PN IX. 1400/2200, 3,50X2,98 m, dl. cca 116,60 m'**

Dočasná výztuž raženého úseku pro stoku profilu PN IX. 1400/2200 je navržena z důlní ocelové obloukové výztuže korýtkového profilu **OO-O-04** váhového stupně K21. Její výrub bude posílen stříkaným betonem C16/20 tl. 150 mm na ocelovou svař. síť B 500A-Q 443-8-150/150. Rámy důlní výztuže budou stavěny na ocelový rozpěrný práh z U č.160 vč. navařených zarážek z L50/50 zabraňujících sevření bočnic rámu. V podélném směru budou rámy rozepřeny ocelovými rozpínkami z lešenářských trubek min. Ø53 x 5 mm. Rámy budou vzájemně spojeny třmenovými spojkami. Vzdálenost rámu byla stanovena na max. hodnotou **0,80 m** v ose štol. U těžní šachty a v případě geologických poruch mohou být rámy zahuštěny. Hornina bude rozpojována ručně sbíjením bez použití trhací práce, pažnice UNION na celém paženém obvodu se budou předrážet s postupem čelby.

Štola bude ražena ve dvou etapách.

V první etapě bude vyražena štola základních rozměrů. Po zajištění jejího výrubu stříkaným betonem C16/20 tl. 150 mm na ocelovou svař. síť B 500A-Q 443-8-150/150 bude v důsledku převýšeného konstrukce profilu budoucí stoky „BD“ přerušen rozpěrný práh z U č.160, počva štol bude prohloubena na odpovídající výškovou úroveň a do tohoto prohloubení bude vložen

staveništní betonový prefabrikát tvaru U tak, aby se zabránilo sevření boků štol v důsledku bočních tlaků.

Ve druhé etapě bude po této operaci možné přistoupit k vybudování vlastního tělesa stoky „BD“.

Pažiny za rámy jsou v obou ražených úsecích navrženy jako ocelové typu UNION. Pažnice musí být do horniny (zeminy) dokonale uklínovány, nadvýlomy se ihned vyplní zakládkou z rubaniny, která se utěsní pomocí dřevité vaty (HEBDÍ) popř. geotextilie nebo stavební montážní pěny. Jelikož veškeré razičské práce budou probíhat za plného nákladního automobilového provozu na povrchu, je nutné minimalizovat vznik nadvýlomů a kaveren v nadloží raženého díla, aby nedošlo k MU formou průvalu nadloží do díla.

### 2.2.3.1 PROVIZORNÍ VÝZTUŽ

#### 2.2.3.1.1 Základní údaje

Štolovací rámy obloukového tvaru **OO-0-04** jsou navrženy z ocelové důlní výztuže korýtkového profilu K21. V počtvě budou rámy stavěny na ocelové pražce z profilu [ č.160 osazených na ležato.

#### 2.2.3.1.2 Průřezové charakteristiky

Navržena je ocelová oblouková důlní výztuž **OO – 0 – 04 váhového stupně K21**.

Statické hodnoty rámu :

- modul průřezu :  $W = 60,98 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
- plocha výztuže :  $A = 26,41 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- moment setrvačnosti :  $J = 318,02 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$
- poloměr setrvačnosti :  $i = 3,47 \text{ cm} = 0,0347 \text{ m}$
- modul pružnosti :  $E = 210\,000 \text{ MPa}$

#### 2.2.3.1.3 Stanovení součinitele pružného odporu $k$

Pro štolu podkovovitého tvaru stanovíme součinitele pružného odporu  $k$  na základě uvolněné zóny podle řešení Protodjakonova. Pro stěnu výlomu o výšce  $v$  platí:

$$z = (v + z) \cdot \operatorname{tg}(45^\circ - \psi/2) ,$$

kde  $\psi$  - úhel pevnosti ve smyku související s Protodjakonovým součinitelem pevnosti  $f_p$  uvedeným v ČSN 73 0037 v tab. 6 na str. 31.

Z rovnice se vypočítá  $z$  :

$$z = \frac{v \cdot \operatorname{tg}(45^\circ - \psi/2)}{1 - \operatorname{tg}(45^\circ - \psi/2)}$$

a součinitel pružného odporu pak bude :

$$k = \frac{E}{z}$$

Hodnoty součinitele pružného odporu vypočtené uvedeným způsobem je třeba zmenšit podle míry narušení horniny (pukliny, navětrání apod.).

Výška stěny výrubu pro rám **00 – 0 – 04** :  $v = 2,975 \text{ m}$

**Štěrka špatně zrněná, hrubozrnější** tř. G3 G-F.  $E_o = 100 \text{ MPa}$

$$f_P = 0,8 \rightarrow \psi = 40^\circ$$

$$z_1 = \frac{2,975 \operatorname{tg}(45^\circ - 20^\circ)}{1 - \operatorname{tg}(45^\circ - 20^\circ)} = 2,600$$

$$\text{koeficient pružného odporu : } k = \frac{E_o}{z} = \frac{100 \cdot 10^3}{2,600} = 38\,462 \text{ kNm}^{-3}$$

volíme součinitel

$$\underline{k_1 = 38\,400 \text{ kNm}^{-3}}$$

#### 2.2.3.1.4 Zatížení štoly

Po celé délce štoly se bude nadloží pohybovat v intervalu od **4,28 m až po 6,19 m**

##### 2.2.3.1.4.1 Kriterium nízkého nadloží

$$H_{\max} = 1,5 (B + h_t), \text{ kde } h_t = \frac{B}{2} + \frac{B}{2} \cdot \sin \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{3,50}{2} + \frac{3,50}{2} \cdot \sin 32,5^\circ = 2,69 \text{ m}$$

$$H_{\max} = 1,5 (3,5 + 2,69) = 9,29 \text{ m}$$

Výška : h = 2975 mm

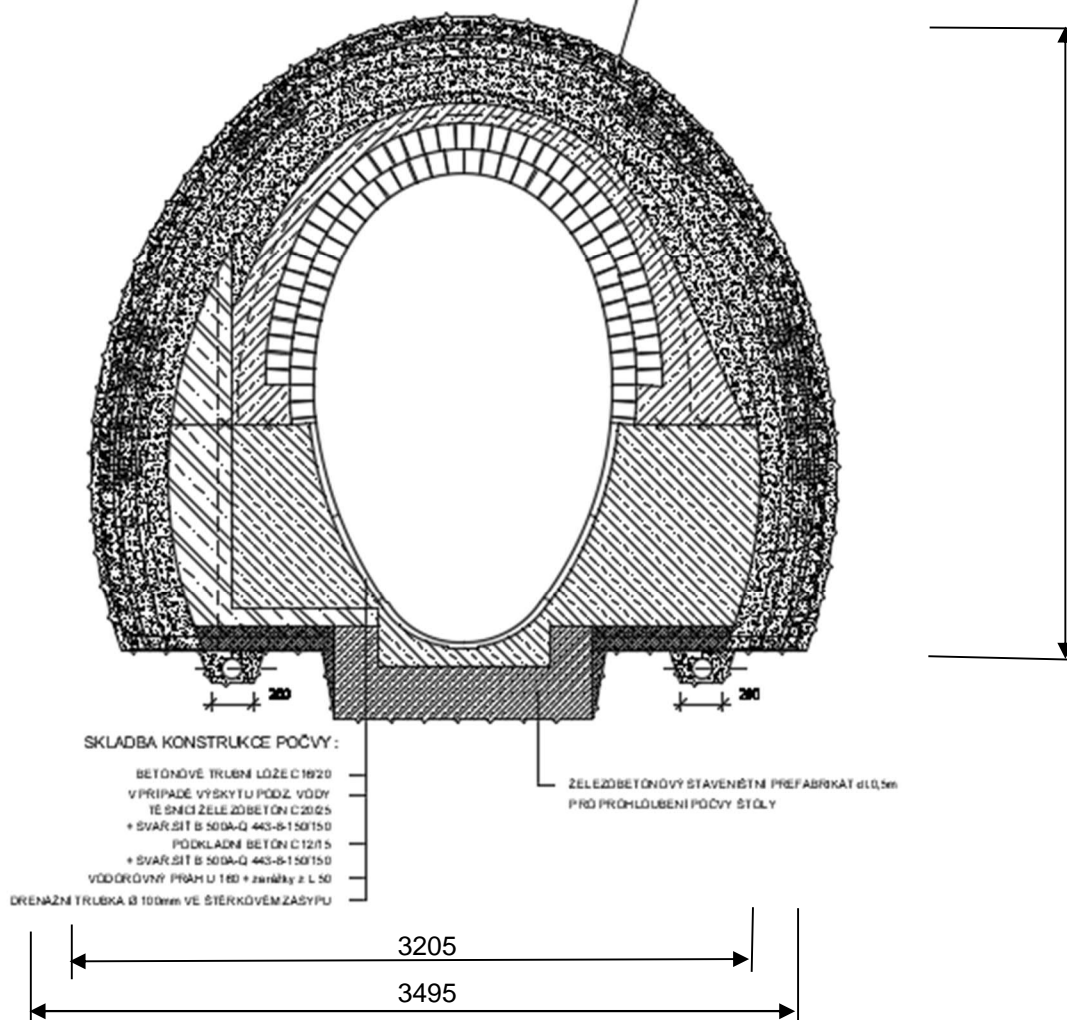
Trvalá výztuž - profil K21 OO-O-04

Příčný řez

měř. 1:25

SKLADBA TRVALÉ VÝZTUŽE :

- VÝRUB STOLY
- ŠIKMÉ ZATAHOVANÉ PAŽENÍ - PŘEDRAŽENÉ OC. PAŽENY UNIÓN
- VYKLINOVATÍ DO VÝRUBU
- UKLIDOVANÁ GEOTEXTILIE nadto HEBDI - UCPÁVKY MEZE R V O S T Ě
- DOLNÍ PODDAJNÁ OCELOVÁ VÝZTUŽ K21 OO-O-04 - & 0,8m
- OCELOVÉ RÓZPINKY Ø 55mm
- STRÁKANÝ BETÓN C16/20, IL150/250mm
- + SVAŘ.SÍT B 500A-Q 443-B-150/150
- ZBYLÝ PROSTOR VYPLNĚN STRÁKANÝM BETÓNEM
- APLIKOVANÝM PO DĚLNĚ VE SMĚRU PAŽBY
- OBETONOVÁNÍ C16/20 APLIKOVANÉ STRÁKANÍM +
- SVAŘ.SÍT B 500A-Q 443-B-150/150
- STOKA "SD" ZDĚNÁ KONSTRUKCE PN IX, 1400/2200
- CEDIČOVÉ RADIALKY + KYSELINOVZDORNÉ CÍHLY



### 2.2.3.1.4.2 Nízke nadloží

#### Stálé zatížení horninovým tlakem podle Terzaghiho

 Max. šířka výrubu se uvažuje :  $B = 3,50 \text{ m}$ 

 Max. výška výrubu se uvažuje :  $h_1 = 2,98 \text{ m}$ 

 Max. výška nadloží :  $H = 6,19 \text{ m}$ 

 Měrná hmotnost zeminy průměrně :  $\gamma_n = 19,00 \text{ kNm}^{-3}$ 

 Modul přetvárnosti :  $E_o = 80 \text{ MPa}$ 

 Efektivní úhel vnitřního tření :  $\varphi_{\text{ef}} = 25^\circ$ 

 Efektivní soudržnost :  $c_{\text{ef}} = 0 \text{ kPa} = 0,0 \text{ MPa}$ 

 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,30$ 

 Součinitel tlaku v klidu :  $K_o = \frac{\nu}{1 - \nu} = \frac{0,30}{1 - 0,30} = 0,429$ 

Pro výpočet nahradíme tvar skutečného výrubu štolou kruhem o stejné ploše:

 Plocha výrubu obloukového profilu OO-0\_04 :  $S_V = 9,08 \text{ m}^2$ 
 $S_V = \pi r^2 \Rightarrow r = \sqrt{(S_V : \pi)} = \sqrt{(9,08 : \pi)} = 2,89 \text{ m}$ 

$$b_1 = r \left[ \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) + \frac{1}{\cos \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)} \right] \quad (\text{pro kruhový výrub})$$

$$b_1 = 2,89 \left[ \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{25^\circ}{2} \right) + \frac{1}{\cos \left( 45^\circ - \frac{25^\circ}{2} \right)} \right] = 5,27 \text{ m}$$

#### Pro nadloží $H_1 = 6,19 \text{ m}$ :

svislý tlak :

$$p_1^n = \frac{\gamma b_1}{\operatorname{tg} \varphi} \left[ 1 - e^{-\frac{H}{b_1} \operatorname{tg} \varphi} \right] = \frac{19,0 \cdot 5,27}{\operatorname{tg} 25^\circ} \left[ 1 - e^{-\frac{6,19}{5,27} \cdot \operatorname{tg} 25^\circ} \right] =$$

$$= 214,73 \cdot (1 - e^{-0,547712}) = \underline{90,56 \text{ kNm}^{-2}}$$

vodorovný tlak :



$$p_2^n = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h_t \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left( 1 + \frac{2 p_1^n}{\gamma \cdot h_t} \right) = 0,5 \cdot 19,0 \cdot 2,69 \cdot \operatorname{tg}^2 32,5^\circ \left( 1 + \frac{2 \cdot 90,56}{19,0 \cdot 2,69} \right)$$

$$= 47,13 \text{ kNm}^{-2}$$

### **Stálé zatížení vnějším tlakem podzemní vody :**

Předpokládaná hladina v úrovni vrcholu klenby

$$q = 2,45 \cdot 10,0 = 24,50 \text{ kNm}^{-2}$$

### **Stálé zatížení vlastní tíhou ostění :**

při tloušťce 0,415 m je tíha 1 m<sup>2</sup>

$$g^n = 0,415 \cdot 23,0 = 9,55 \text{ kNm}^{-2}$$

### **Nahodilé zatížení :**

Silnice třídy „A“ dle ČSN 73 6203  $p_{1v}^n = 35,09 \text{ kNm}^{-2}$

dynamický součinitel  $\delta = 1,0$  ( $h \geq 1,50 \text{ m}$  - čl. 142 ČSN 73 0037)

Přírůstek vodorovného tlaku :

$$p_{2v}^n = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h_t \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left( 1 + \frac{2 p_{1v}^n}{\gamma \cdot h_t} \right) = 0,5 \cdot 19,0 \cdot 2,69 \cdot \operatorname{tg}^2 32,5^\circ \left( 1 + \frac{2 \cdot 35,09}{19,0 \cdot 2,69} \right) =$$

$$= 24,61 \text{ kNm}^{-2}$$

### **Pro nadloží H<sub>2</sub> = 4,28 m**

Max. výška nadloží :  $H = 4,28 \text{ m}$

Měrná hmotnost zeminy průměrně :  $\gamma_n = 19,00 \text{ kNm}^{-3}$

Modul přetvárnosti :  $E_o = 80 \text{ MPa}$

Efektivní úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 25^\circ$

Efektivní soudržnost :  $c_{ef} = 0 \text{ kPa} = 0,0 \text{ MPa}$

Poissonovo číslo :  $\nu = 0,30$

$$\text{Součinitel tlaku v klidu : } K_o = \frac{\nu}{1 - \nu} = \frac{0,30}{1 - 0,30} = 0,429$$

SO 01

$$h_t = \frac{B}{2} + \frac{B}{2} \cdot \sin \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{3,50}{2} + \frac{3,50}{2} \cdot \sin 32,5^\circ = 2,69 \text{ m}$$

$$b_1 = r \left[ \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) + \frac{1}{\cos \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)} \right] \quad (\text{pro kruhový výrub})$$

$$b_1 = 2,89 \left[ \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{25^\circ}{2} \right) + \frac{1}{\cos \left( 45^\circ - \frac{25^\circ}{2} \right)} \right] = 5,27 \text{ m}$$

svislý tlak :

$$p_1^n = \frac{\gamma \cdot b_1}{\operatorname{tg} \varphi} \left[ 1 - e^{-\frac{H}{b_1} \operatorname{tg} \varphi} \right] = \frac{19,0 \cdot 2,65}{\operatorname{tg} 25^\circ} \left[ 1 - e^{-\frac{4,28}{5,27} \operatorname{tg} 25^\circ} \right] =$$

$$= 107,98 \cdot (1 - e^{-0,37871}) = \underline{\underline{34,04 \text{ kNm}^{-2}}}$$

vodorovný tlak :

$$p_2^n = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h_t \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left( 1 + \frac{2 \cdot p_1^n}{\gamma \cdot h_t} \right) = 0,5 \cdot 19,0 \cdot 2,69 \cdot \operatorname{tg}^2 32,5^\circ \left( 1 + \frac{2 \cdot 34,04}{19,0 \cdot 2,69} \right) =$$

$$= \underline{\underline{24,19 \text{ kNm}^{-2}}}$$

### Nahodilé zatížení :

 Silnice třídy „A“ dle ČSN 73 6203  $p_{1v}^n = 35,09 \text{ kNm}^{-2}$ 

 dynamický součinitel  $\delta = 1,0$  ( $h \geq 1,50 \text{ m}$  - čl. 142 ČSN 73 0037)

Přírůstek vodorovného tlaku :

$$p_{2v}^n = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h_t \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left( 1 + \frac{2 \cdot p_{1v}^n}{\gamma \cdot h_t} \right) = 0,5 \cdot 19,0 \cdot 2,69 \cdot \operatorname{tg}^2 32,5^\circ \left( 1 + \frac{2 \cdot 35,09}{19,0 \cdot 2,69} \right) =$$

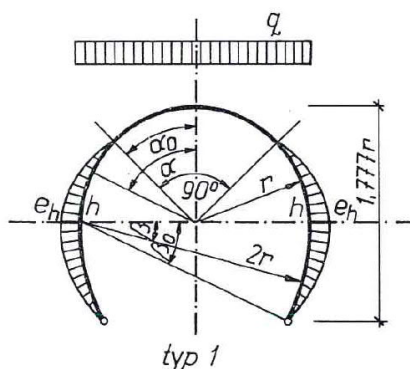
$$= \underline{\underline{24,61 \text{ kNm}^{-2}}}$$

### 2.2.3.1.5 Výpočet vnitřních sil

Podkovovitý tvar – řešení podle Zurabova – Bugajevové

(Barták, Bucek – Podzemní stavby, ČVUT 1989)

Schéma :



Zatížení horninou, vodním tlakem (neuvažujeme) a  
nahodilým zatížením tř. „A“

$$q_v = \gamma_f \cdot p_1^n + \gamma_f \cdot p_{1v}^n + q_1 = 1,35 \cdot 90,56 + 1,5 \cdot 35,09.$$

$$0,429 = 144,84 \text{ kNm}^{-2}$$

$$e_v = \gamma_f \cdot p_2^n + \gamma_f \cdot p_{2v}^n + q_2 = 1,35 \cdot 47,13 + 1,5 \cdot 24,61$$

$$= 100,54 \text{ kNm}^{-2}$$

Vlastní tíha ostění:

$$\text{Ocelová důlní výztuž K21 } g_n = 100 \text{ kgm}^{-1}$$

$$g_v = \gamma_f \cdot g_n = 1,35 \cdot 1,0 = 1,35 \text{ kNm}^{-1}$$

Výpočet vnitřních sil na 1 bm štoly : (dle tab. 4 – 8)

$$\text{koeficient } A = \frac{d}{r} = \frac{1,35 \cdot 104}{1280} = 0,11$$

$$r = 1,280 \text{ m}$$

**Průřez 1 :**

$$\begin{aligned} M &= + 0,2290 g_v \cdot r^2 + (0,1832 - 0,0097 A) q_v \cdot r^2 - (0,2121 - 0,0094 A) e_v \cdot r^2 = \\ &= + 0,2290 \cdot 1,35 \cdot 1,28^2 + (0,1832 - 0,0097 \cdot 0,11) \cdot 144,84 \cdot 1,28^2 - (0,2121 - \\ &\quad - 0,0094 \cdot 0,11) \cdot 100,54 \cdot 1,28^2 = \mathbf{+ 8,96 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N &= + 0,0131 g_v \cdot r + (0,0927 - 0,0624 A) q_v \cdot r + (0,9963 + 0,5035 A) e_v \cdot r = \\ &= + 0,0131 \cdot 1,35 \cdot 1,28 + (0,0927 - 0,0624 \cdot 0,11) \cdot 144,84 \cdot 1,28 + (0,9963 + \\ &\quad + 0,5035 \cdot 0,11) \cdot 100,54 \cdot 1,28 = \mathbf{+ 151,29 \text{ kN}} \end{aligned}$$

**Průřez 2 :**

$$\begin{aligned} M &= - 0,296 g_v \cdot r^2 - (0,0397 - 0,0040 A) q_v \cdot r^2 + (0,0361 - 0,0023 A) e_v \cdot r^2 = \\ &= - 0,296 \cdot 1,35 \cdot 1,28^2 - (0,0397 - 0,0040 \cdot 0,11) \cdot 144,84 \cdot 1,28^2 + (0,0361 - \\ &\quad - 0,0023 \cdot 0,11) \cdot 100,54 \cdot 1,28^2 = \mathbf{- 4,066 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N &= + 0,5647 g_v \cdot r + (0,5655 + 0,2059 A) q_v \cdot r + (0,4975 + 0,2525 A) e_v \cdot r = \\ &= + 0,5647 \cdot 1,35 \cdot 1,28 + (0,5655 + 0,2059 \cdot 0,11) \cdot 144,84 \cdot 1,28 + (0,4975 + \\ &\quad + 0,2525 \cdot 0,11) \cdot 100,54 \cdot 1,28 = \mathbf{+ 177,61 \text{ kN}} \end{aligned}$$

### Průřez 3 :

$$M = -0,3287 g_v \cdot r^2 - (0,2242 + 0,0276 A) q_v \cdot r^2 + (0,2842 + 0,0128 A) e_v \cdot r^2 =$$

$$= -0,3287 \cdot 1,35 \cdot 1,28^2 - (0,2242 + 0,0276 \cdot 0,11) \cdot 144,84 \cdot 1,28^2 + (0,2842 +$$

$$+ 0,0128 \cdot 0,11) \cdot 100,54 \cdot 1,28^2 = -6,151 \text{ kNm}$$

$$N = -1,5708 g_v \cdot r + (1,00 + 0,50 A) q_v \cdot r = -1,5708 \cdot 1,35 \cdot 1,28 + (1,00 + 0,50 \cdot 0,11) \cdot$$

$$\cdot 144,84 \cdot 1,28 = +192,88 \text{ kN}$$

### Průřez 4 :

$$M = -0,2533 g_v \cdot r^2 - (0,1491 + 0,0322 A) q_v \cdot r^2 + (0,2127 - 0,0255 A) e_v \cdot r^2 =$$

$$= -0,2533 \cdot 1,35 \cdot 1,28^2 - (0,1491 + 0,0322 \cdot 0,11) \cdot 144,84 \cdot 1,28^2 + (0,2127 -$$

$$- 0,0255 \cdot 0,11) \cdot 100,54 \cdot 1,28^2 = -2,208 \text{ kNm}$$

$$N = +1,9284 g_v \cdot r + (0,9992 + 0,4780 A) q_v \cdot r + (0,4686 + 0,2164 A) e_v \cdot r = +1,9284 \cdot 1,35 \cdot 1,28 +$$

$$+ (0,9992 + 0,4780 \cdot 0,11) \cdot 144,84 \cdot 1,28 + (0,4686 + 0,2164 \cdot 0,11) \cdot 100,54 \cdot 1,28 = 261,70 \text{ kN}$$

### Průřez 5 :

$$N = +2,1819 g_v \cdot r + (0,9599 + 0,4377 A) q_v \cdot r + (1,0626 + 0,4602 A) e_v \cdot r = +2,1819 \cdot 1,35 \cdot 1,28 +$$

$$(0,9599 + 0,4377 \cdot 0,11) \cdot 144,84 \cdot 1,28 + (1,0626 + 0,4602 \cdot 0,11) \cdot 100,54 \cdot 1,28 = +386,25 \text{ kN}$$

### Nejnepříznivější je průřez 1 a 4:

Průřez 1 :  $M_4 = +8,960 \text{ kNm}$   
 $N_4 = +151,29 \text{ kN}$

Průřez 4 :  $M_4 = -2,208 \text{ kNm}$   
 $N_4 = +261,70 \text{ kN}$

**Návrh:** vzdálenost rámu **0,80 m**

### 2.2.3.1.6 Posouzení primárního vyztužení

Oblouková ocelová důlní výztuž **OO – 0 – 04** váhového stupně **K21**

Ocel : 11 500.0

Mez kluzu :  $\sigma_{KT} = 280 \text{ MPa}$

Výpočtová pevnost se stanoví podle ČSN 73 1401, čl.21, tab.5 vydělením meze kluzu součinitelem materiálu  $\gamma_m = 1,15$

$$R_d = \sigma_{KT} : 1,15 = 280 : 1,15 = 243,5 \text{ MPa}$$

### Posouzení :

**Průřez 4 :**  $M_4 = -2,208 \text{ kNm}$   
 $N_4 = +261,70 \text{ kN}$

$$\sigma_4 = 0,8 \left( \frac{N}{A} + \frac{M}{W} \right) = 0,80 \left( \frac{261,70 \cdot 10^{-3}}{26,41 \cdot 10^{-4}} + \frac{-2,208 \cdot 10^{-3}}{60,98 \cdot 10^{-6}} \right) = 0,8 (99,09 - 36,21) =$$

$$= 50,31 \text{ MPa} < R_d = 243,5 \text{ MPa} - \text{VYHOVUJE}$$

**Průřez 1 :**  $M_1 = + 8,96 \text{ kNm}$

$$N_1 = + 151,29 \text{ kN}$$

$$\sigma_1 = 0,8 \left( \frac{N}{A} + \frac{M}{W} \right) = 0,8 \left( \frac{151,29 \cdot 10^{-3}}{26,41 \cdot 10^{-4}} + \frac{8,96 \cdot 10^{-3}}{60,98 \cdot 10^{-6}} \right) = 0,8 (57,29 + 146,93) =$$

$$= 163,37 \text{ MPa} < R_d = 243,5 \text{ MPa} - \text{VYHOVUJE}$$

**Průřez 3 :**  $M_1 = - 6,151 \text{ kNm}$

$$N_1 = + 192,88 \text{ kN}$$

$$\sigma_1 = 0,8 \left( \frac{N}{A} + \frac{M}{W} \right) = 0,8 \left( \frac{192,88 \cdot 10^{-3}}{26,41 \cdot 10^{-4}} + \frac{- 6,151 \cdot 10^{-3}}{60,98 \cdot 10^{-6}} \right) = 0,8 (73,03 - 100,87) =$$

$$= 22,27 \text{ MPa} < R_d = 243,5 \text{ MPa} - \text{VYHOVUJE}$$

Byl posouzen průřez s nejvyšším nadložím v trase štol. Další průřezy mají nižší nadloží, takže je není nutno posuzovat – jsou příznivější.

### 3 ZÁVĚR

Navržená poddajná výztuž ražených úseků při splnění požadavků výpočtu a uvedených geologických podmínek vyhoví při osové vzdálenosti jednotlivých ráků **0,80 m**. V místech rozrážek těžních šachet budou první čtyři ráky zahuštěny na sraz.

Navržené vodorovné ráky jednotlivých těžních šachet se s ohledem na půdorysné rozměry vypaží ocelovými ráky z uvedených válcovaných profilů osazených po obvodě šachty na ležato. Osová vzdálenost ráků je navržena s ohledem na předpokládané geologické poměry v uvedených osových vzdálenostech stanovených statickým výpočtem.

Pažiny jsou navrženy ocelové systém UNION, typ 4. Pažení se navrhuje zátažné, v případě potřeby při výskytu přítoků podzemní vody nebo zhoršených geologických poměrů pažení hnané.

### 4 PODEPŘENÍ STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE STOKY B

Podepření stávající betonové konstrukce stoky „B“ je navrženo pomocí svislých ocelových ráků navržených z válcovaných profilů I č. 200.

$$\text{Stojka ráku :} \quad v = 3,015 \text{ m; } I \text{ č. } 200$$

$$\text{Příčel ráku :} \quad b = 3,180 \text{ m; } I \text{ č. } 200$$

SO 01

 Max. nadloží :  $h = 7,70 \text{ m}$ 

 Uvažujeme :  $\gamma = 20,0 \text{ kNm}^{-3}; \varphi = 30^\circ$ 

## 4.1 ZATÍŽENÍ

 Podle výše uvedených kritérií se jedná v tomto případě ( $h_{\max} = 7,70 \text{ m}$ ) o nízké nadloží

### 4.1.1 KRITÉRIUM NÍZKÉHO NADLOŽÍ

$$H_{\max} = 1,5 (B + h_t), \text{ kde } h_t = \frac{B}{2} + \frac{B}{2} \cdot \sin \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{3,18}{2} + \frac{3,18}{2} \cdot \sin 30^\circ = 2,39 \text{ m}$$

$$H_{\max} = 1,5 (3,18 + 2,39) = 8,35 \text{ m}$$

### 4.1.2 NÍZKÉ NADLOŽÍ

#### Stálé zatížení horninovým tlakem podle Terzaghiho

 Max. šířka výrubu se uvažuje :  $B = 3,18 \text{ m}$ 

 Max. výška výrubu se uvažuje :  $h_1 = 3,015 \text{ m}$ 

 Max. výška nadloží :  $H = 7,70 \text{ m}$ 

 Měrná hmotnost zeminy průměrně :  $\gamma_n = 20,00 \text{ kNm}^{-3}$ 

 Modul přetvárnosti :  $E_o = 80 \text{ MPa}$ 

 Efektivní úhel vnitřního tření :  $\varphi_{\text{ef}} = 30^\circ$ 

 Efektivní soudržnost :  $c_{\text{ef}} = 20 \text{ kPa} = 0,02 \text{ MPa}$ 

 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,25$ 

$$\text{Součinitel tlaku v klidu : } K_o = \frac{\nu}{1 - \nu} = \frac{0,25}{1 - 0,25} = 0,333$$

Pro výpočet nahradíme tvar skutečného výrubu štoly kruhem o stejné ploše:

$$\text{Plocha výrubu rámového výseku : } S_v = 3,18 \times 3,015 = 9,588 \text{ m}^2$$

$$S_v = \pi r^2 \Rightarrow r = \sqrt{(S_v : \pi)} = \sqrt{(9,588 : \pi)} = 1,75 \text{ m}$$

$$b_1 = r \left[ \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) + \frac{1}{\cos \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)} \right] \quad (\text{pro kruhový výrub})$$

$$b_1 = 1,75 \left[ \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{30^\circ}{2} \right) + \frac{1}{\cos \left( 45^\circ - \frac{30^\circ}{2} \right)} \right] = 3,03 \text{ m}$$

**Pro nadloží  $H_1 = 7,70 \text{ m}$  :**

svislý tlak :

$$p_1^n = \frac{\gamma \cdot b_1}{\operatorname{tg} \varphi} \left[ 1 - e^{-\frac{H}{b_1} \operatorname{tg} \varphi} \right] = \frac{20,0 \cdot 3,03}{\operatorname{tg} 30^\circ} \left[ 1 - e^{-\frac{7,70}{3,03} \cdot \operatorname{tg} 30^\circ} \right] =$$

$$= 104,96 \cdot (1 - e^{-1,467194}) = \underline{80,76 \text{ kNm}^{-2}}$$

vodorovný tlak :

$$p_2^n = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h_t \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left( 1 + \frac{2 \cdot p_1^n}{\gamma \cdot h_t} \right) = 0,5 \cdot 20,0 \cdot 2,39 \cdot \operatorname{tg}^2 30^\circ \left( 1 + \frac{2 \cdot 80,76}{20,0 \cdot 2,39} \right)$$

$$= \underline{34,89 \text{ kNm}^{-2}}$$

**Stálé zatížení vlastní tíhou ostění :**

 při tloušťce 0,100 m je tíha 1 m<sup>2</sup>

$$g^n = 0,100 \cdot 23,0 = 2,30 \text{ kNm}^{-2}$$

**Nahodilé zatížení :**

 Silnice třídy „A“ dle ČSN 73 6203  $p_{1v}^n = 35,09 \text{ kNm}^{-2}$ 

 dynamický součinitel  $\delta = 1,0$  ( $h \geq 1,50 \text{ m}$  - čl. 142 ČSN 73 0037)

Přírůstek vodorovného tlaku :

$$p_{2v}^n = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h_t \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left( 1 + \frac{2 \cdot p_{1v}^n}{\gamma \cdot h_t} \right) = 0,5 \cdot 20,0 \cdot 2,39 \cdot \operatorname{tg}^2 30^\circ \left( 1 + \frac{2 \cdot 35,09}{20,0 \cdot 2,39} \right) =$$

$$= \underline{19,66 \text{ kNm}^{-2}}$$

$$q_v = \gamma_f \cdot p_1^n + \gamma_f \cdot p_{1v}^n + q_1 = 1,35 \cdot 80,76 + 1,5 \cdot 35,09 \cdot 0,333 = 126,55 \text{ kNm}^{-2}$$

$$e_v = \gamma_f \cdot p_2^n + \gamma_f \cdot p_{2v}^n + q_2 = 1,35 \cdot 34,89 + 1,5 \cdot 19,66 = 76,59 \text{ kNm}^{-2}$$

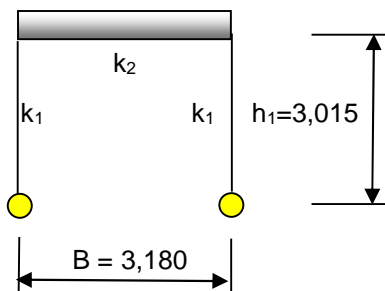
## 4.2 VÝPOČET STATICKÝCH VELIČIN

Vnitřní síly na konstrukci vypočteme ze statických tabulek pro jednoduchý obdélníkový rám v patkách kloubově podepřený. Rozlišíme dva zatěžovací stavy. Výsledné hodnoty získáme superpozicí obou zatěžovacích stavů.

### I. ZS – působí svislé zatížení na příčel rámu

Zatížení :  $q_d = 126,55 \text{ kNm}^{-2}$

Schéma :



$$J_1 = J_2 = J$$

$$k_1 = \frac{J}{3,015}$$

$$k_1 = 1$$

$$k_2 = \frac{J}{3,180}$$

$$k_2 = \frac{3,015}{3,180} k_1 = 0,948$$

$$N = 2(3 k_1 + 2 k_2) = 2(3 \cdot 1,0 + 2 \cdot 0,948) = 9,792$$

$$H = \frac{q_d B^2 k_1}{2 h N} = \frac{126,55 \cdot 3,18^2 \cdot 1,0}{2 \cdot 3,015 \cdot 9,792} = \mathbf{21,67 \text{ kN}}$$

$$M_c = M_d = - \frac{q_d B^2 k_1}{2 N} = - \frac{126,55 \cdot 3,18^2 \cdot 1,0}{2 \cdot 9,792} = \mathbf{-65,35 \text{ kNm}}$$

$$M_s = 1/8 \cdot q_d B^2 - H h = 1/8 \cdot 126,55 \cdot 3,18^2 - 21,67 \cdot 3,015 = 159,97 - 65,36 = \mathbf{94,62 \text{ kNm}}$$

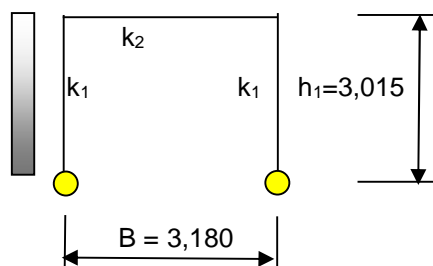
$$A = 0,5 \cdot q_d l = 0,5 \cdot 126,55 \cdot 3,18 = \mathbf{201,22 \text{ kN}}$$

### II. ZS – působí boční tlak

Zatížení :  $e_v = 76,59 \text{ kNm}^{-2}$

Schéma :





$$J_1 = J_2 = J$$

$$k_1 = \frac{J}{3,015}$$

$$k_1 = 1$$

$$k_2 = \frac{J}{3,180}$$

$$k_2 = \frac{3,015}{3,180} k_1 = 0,948$$

$$N = 2(3 k_1 + 2 k_2) = 2(3 \cdot 1,0 + 2 \cdot 0,948) = 9,792$$

$$H = \frac{e_v h}{4} \cdot \frac{6 k_1 + 5 k_2}{N} = \frac{76,59 \cdot 3,015 (6 + 5 \cdot 0,948)}{4 \cdot 9,792} = 63,32 \text{ kN}$$

$$M_c = \frac{3 e_v h^2}{4} \cdot \frac{2 k_1 + k_2}{N} = \frac{3 \cdot 76,59 \cdot 3,015^2 (2 + 0,948)}{4 \cdot 9,792} = \underline{\underline{157,21 \text{ kNm}}}$$

$$M_d = - \frac{e_v h^2}{4} \cdot \frac{6 k_1 + 5 k_2}{N} = - \frac{76,59 \cdot 3,015^2 (6 + 5 \cdot 0,948)}{4 \cdot 9,792} = - \underline{\underline{190,91 \text{ kNm}}}$$

$$A = \frac{e_v h^2}{2 B} = \frac{76,59 \cdot 3,015^2}{2 \cdot 3,18} = \underline{\underline{109,47 \text{ kN}}}$$

Výsledné hodnoty obdržíme superpozicí zatěžovacích stavů I a II a přičtením doplňkového momentu  $M_c$  (vodorovné zatížení působící z obou stran a momenty II. zatěžovacího stavu byly počítány pouze ze schématu jednostranného působení vodorovného tlaku).

Vodorovná síla : **H = 21,67 kN**

Svislé reakce : **A = B = 201,22 kN**

Ohybové momenty : **M<sub>s</sub> = 94,62 kNm**

$$M_c = M_d = - 65,35 + 157,21 - 190,91 = - \underline{\underline{99,05 \text{ kNm}}}$$

#### 4.2.1 DIMENZOVÁNÍ

Jsou navrženy ocelové rámy z válcovaných profilů **IČ.200**.

**Statické hodnoty :**

- plocha :  $A = 33,40 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

- modul průřezu :  $W_x = 214,00 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

- moment setrvačnosti :  $I_x = 21,40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Ocel : 11 500.0 Mez kluzu :  $\sigma_{KT} = 280 \text{ MPa}$

Výpočtová pevnost se stanoví podle ČSN 73 1401, čl.21, tab.5 vydělením meze kluzu součinitelem materiálu  $\gamma_m = 1,15$

$$R_d = \sigma_{KT} : 1,15 = 280 : 1,15 = 243,5 \text{ MPa}$$

### Posouzení mezního stavu únosnosti :

Parciální součinitel spolehlivosti materiálu :  $\gamma_{MO} = 1,15$

**Rámy budou osazeny v osově vzdálenosti 0,50 m (tedy 2ks/1bm)**

Průřezový modul pak bude :  $W_{pl} = 2 \cdot W_x = 2 \cdot 214,00 \cdot 10^{-6} = 428,0 \cdot 10^{-6}$

Moment únosnosti se stanoví ze vztahu :

$$M_{plRd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{428,0 \cdot 10^{-6} \cdot 235,0 \cdot 10^3}{1,15} = 87,46 \text{ kNm}$$

$$\underline{M_d = 99,05 \text{ kNm} > M_{plRd} = 87,46 \text{ kNm}} \quad - \text{ NEVYHOVUJE}$$

### **RÁMY SE BUDOU MUSET ZESÍLIT NA IČ. 220**

**Statické hodnoty :**

- plocha :  $A = 39,60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

- modul průřezu :  $W_x = 278,00 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

- moment setrvačnosti :  $I_x = 30,60 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

**Rámy budou osazeny v osově vzdálenosti 0,50 m (tedy 2ks/1bm)**

Průřezový modul pak bude :  $W_{pl} = 2 \cdot W_x = 2 \cdot 278,00 \cdot 10^{-6} = 556,0 \cdot 10^{-6}$

Moment únosnosti se stanoví ze vztahu :

$$M_{plRd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{556,0 \cdot 10^{-6} \cdot 235,0 \cdot 10^3}{1,15} = 113,62 \text{ kNm}$$

$$\underline{M_d = 99,05 \text{ kNm} < M_{plRd} = 113,62 \text{ kNm}} \quad - \text{ VYHOVUJE}$$

Největší smyková síla se stanoví ze vztahu :

$$V_{sd} = \frac{1}{2} (\gamma_{fG} g_d + \gamma_{fV} v_d) \cdot A_d = 201,22 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost ve smyku se vypočte jako

$$V_{plRd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\gamma_{MO} \cdot \sqrt{3}} = \frac{79,20 \cdot 10^{-4} \cdot 235,0 \cdot 10^3}{1,15 \cdot \sqrt{3}} = 934,40 \text{ kN}$$

$$\underline{V_{sd} = 201,22 \text{ kN} < V_{plRd} = 934,40 \text{ kN}} \quad - \text{ VYHOVUJE}$$

### **Posouzení mezního stavu použitelnosti :**

Maximální charakteristická hodnota zatížení je

$$f_s = q_s = p_1^n + p_{1v}^n + q_1 = 80,76 \text{ kNm}^{-2}; \text{ zatížení snížíme } - 2 \text{ rámy/1bm}$$

$$\delta = \frac{5 f_s \cdot B^4}{384 \cdot E I_y} = \frac{0,5 \cdot 5 \cdot 80,76 \cdot 10^{-3} \cdot 3,18^4}{384 \cdot 210000 \cdot 30,6 \cdot 10^{-6}} = \mathbf{0,0084 \text{ m}}$$

Maximální dovolený průhyb pro příčel rámu se vypočte ze vztahu

$$y_{dov} = \frac{B}{300} = \frac{3,18}{300} = \mathbf{0,0106 \text{ m}}$$

$$\delta = \mathbf{0,0084 \text{ m}} < \mathbf{y_{dov} = 0,0147 \text{ m}} - \text{vyhovuje}$$

**Příčel rámu navržená na podchycení stávajících kmenových stok A a B vyhoví z válcovaného profilu Ič.220.**

## **4.3 OCELOVÁ VEŘEJ**

Veřej bude tvořit ocelový rám z válcovaných profilů **Ič.200**. Vzdálenost jednotlivých veřejí bude **2ks / 1 bm**.

### **Rozměry:**

Stojka rámu :  $h_1 = 2,25 \text{ m}$

Příčel rámu :  $B = 2,16 \text{ m}$

### **Statické hodnoty :**

- plocha :  $A = 33,40 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

- modul průřezu :  $W_x = 214,00 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

- moment setrvačnosti :  $I_x = 21,40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Ocel : 11 500.0 Mez kluzu :  $\sigma_{KT} = 280 \text{ MPa}$

Výpočtová pevnost se stanoví podle ČSN 73 1401, čl.21, tab.5 vydělením meze kluzu součinitelem materiálu  $\gamma_m = 1,15$

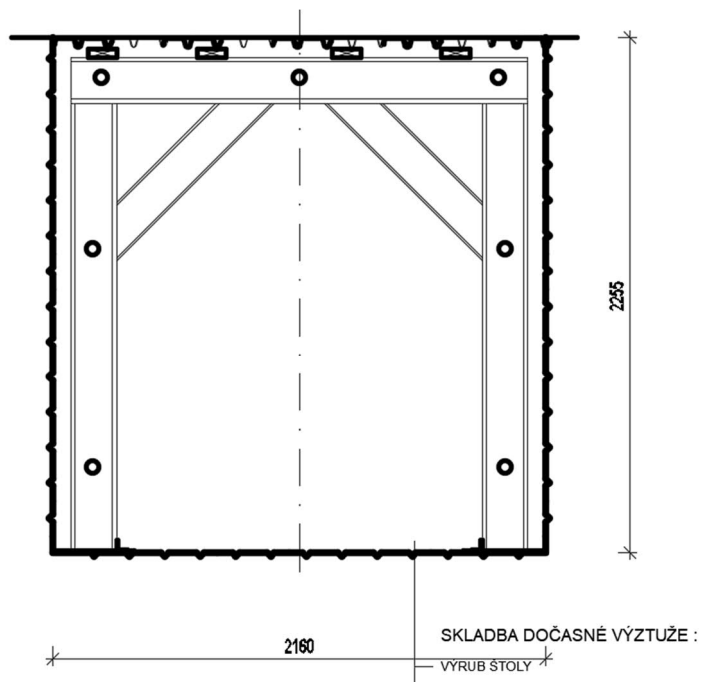
$$R_d = \sigma_{KT} : 1,15 = 280 : 1,15 = 243,5 \text{ MPa}$$

### **Statické posouzení :**

S ohledem na rozměry předcházejícího posuzovaného rámu jsou rozměry navržených veřejí menší o cca 32% v případě rámové příčle a o 25% v případě rámové stojky.

Budeme-li uvažovat stejné zatížení, sníží se vnitřní síly s ohledem na rozměry posuzovaného rámu zhruba v poměru délek. Posuzovaná únosnost pro válcované profily Ič.200 byla překročena o cca 13%. Z uvedeného lze vydedukovat, že v případě navržených veřejí, kde rozměry budou zhruba o  $\frac{1}{4}$  kratší než u posuzovaného rámu, navržené profily **Ič.200** vyhoví.

Svislý řez veřejí:



V Praze, prosinec 2022

Ing. Petr Holuša

Osvědčení o odborné způsobilosti  
projektanta č.j. 06757/06