

PROJEKTANT : PROJEKT IV s.r.o. PROJEKTOVÝ A INŽENÝRSKÝ ATELIER, JILEMNICKÁ 707, PRAHA 9-KBELY, 197 00 ATELIER: PRAHA 9, Bassova 98/8 190 00, TEL.: 222584265, 222591383				
ZODP. PROJEKTANT	VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU : ING.JAROSLAV KNOTEK	
ING. JAN CHUDÝ	ING. PETR HOLUŠA	ING.JAROSLAV KNOTEK		
MÍSTO STAVBY: Horky nad Jizerou				
INVESTOR: VaK Mladá Boleslav, a.s., Čechova 1151, 293 22 Mladá Boleslav				
STAVBA: HORKY NAD JIZEROU KANALIZACE ČSOV 1 A VÝTLAK SO 01.1 Čerpací stanice ČSOV 1 a výtlač D.1.2. Stavebně konstrukční řešení			STUPĚŇ PD	DSP
			ČÍSLO ZAKÁZKY	152/17
			DATUM DOKONČENÍ	01/2018
			MĚŘÍTKO	
VÝKRES : TECHNICKÁ ZPRÁVA A STATICKÝ VÝPOČET			ČÍSLO PŘÍLOHY	D1.2.1.

1. ZPRÁVA KE STATICKÉMU VÝPOČTU

1.1. ÚVOD

Předmětem tohoto statického výpočtu je posouzení konstrukce sklolaminátové kruhové čerpací stanice ČS1 na stabilitu proti nadzvednutí vzlakem a návrh pažení stavební jámy. Čerpací stanice je navržena na kanalizační síti v rámci akce „Horky nad Jizerou – splašková kanalizace“.

1.2. PODKLADY

Podkladem pro zpracování tohoto statického výpočtu byly následující dokumenty:

- a) Situace umístění objektu čerpací stanice ČS1,
- b) Vzorová čerpací stanice z DÚR s uvedením rozměrů ČS1 z ledna 2016,
- c) Stavební výkres čerpací stanice ČS1 z projektu DSP,
- d) Sklolaminátová jímka DN 2400 GFK, Systém ENKE
- e) Horky nad Jizerou, Splašková kanalizace – Inženýrsko-geologický průzkum, zpracovaný fy K + K průzkum, s.r.o. v říjnu 2017

1.3. GEOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území zahrnuje převažující část obce Horky nad Jizerou, kromě její severní části, která je zahrnuta do druhé etapy výstavby kanalizace. V místě čerpacích stanic byly provedeny dvě zarážené jádrové sondy J1 a J2 o hloubce 4,0 a 4,5 m.

Morfologicky je zájmové území velmi členité. Střední níže položená část obce, kterou protéká Bezenecký potok směrem k řece Jizeře, do které se vlévá na východním okraji obce, má mírný úklon směrem k východu. V jihozápadní části obce je situována morfologicky výrazná terénní elevace, která se svažuje směrem k severu až východu do údolí řeky Jizery a Bezeneckého potoka. Ve východní až severovýchodní části obce je situována další výrazná terénní elevace, která se svažuje směrem k jihu až západu do údolí Bezenenckého potoka.

Předkvartérní podklad zájmového území je tvořen sedimentárními horninami mezozoika svrchnokřídového stáří. Konkrétně se jedná o **jizerské souvrství** středního turonu, které je zde zastoupeno vápnitofilovitými, slinitými a vápnitými pískovci. Povrch předkvartérního podkladu byl nově provedenými a archivními průzkumnými sondami zastižen v hloubce 0,3 až 8,9 m pod povrchem terénu. Z hlediska stupně zvětrání lze rozdělit do dvou základních typů:

a) Velmi až zcela zvětralé pískovce – geotechnický typ GT7

Svrchní zvětralinovou zónu reprezentují velmi až zcela zvětralé (rozložené) žlutošedé, šedožluté, světle žluté až rezavě žluté, jemně zrnité vápnitofilovité pískovce. Pískovce jsou drobně úlomkovitě až úlomkovitě rozpadavé o velikosti 1 až 4 cm a více než průměr sondy 4 cm. Hustotu diskontinuit mají velmi velkou. Úlomky jsou měkké, lámatelné až snadno lámatelné v ruce. Na puklinách obsahují podíl písčitého jílu pevné konzistence. Jejich mocnost se pohybuje mezi 0,3 až 1,3 m. Zařazení dle ČSN P

73 1005 odpovídá rozhraní tříd **R6/R5**. Byly zastiženy i sondou ZS7, která se nachází cca 100 m severozápadně od ČS1.

b) Mírně zvětralé pískovce – geotechnický typ GT8

Spodní zvětralinovou zónu zastupují mírně zvětralé, žlutošedé, úlomkovitě až kusovitě rozpadavé (o velikosti 6 – 20 cm) jemně zrnité vápnitohlívkovité pískovce. Hustotu diskontinuit mají velkou. Jejich povrch v místě výchozu V1 a archivní sondy K 1 se nachází v hloubce 1,1 až 1,2 m pod povrchem terénu. V archivní sondě V-1 byly zastiženy v hloubce 9,0 m pod povrchem terénu. V archivních sondách č. 107 a HJ-1 jejich povrch nelze přesně definovat. Mocnost pískovců převyšuje 41,0 m. Směrem do hloubky pískovce přecházejí do slabě zvětralých a zdravých pískovců, které však nelze na základě archivní dokumentace stanovit. Zatřídění dle ČSN P 73 1005 odpovídá třídě R4. V blízkosti obou ČS se tento geotechnický typ nenachází.

Z pokryvných útvarů kvartérního stáří se v zájmovém území vyskytují kulturní vrstvy půdy, navážky, eolicko-deluviální až eolické, deluviální a fluviální sedimenty o celkové mocnosti až 8,9 m.

Svrchní patro kvartérních sedimentů (mimo antropogenně upravené plochy) představují kulturní vrstvy půdy (ornice), které jsou reprezentovány 0,05 až 0,40 m mocnou vrstvou světle hnědé, hnědé až šedohnědé, slabě humózní až humózní jílovito-písčité, písčité až silně písčité hlíny pevné až tuhé konzistence. Ojedinele obsahují příměs polozaoblených valounů křemene a poloostrohranné úlomky pískovce o velikosti 1 – 4 cm, max. 10 cm. Tyto humózní vrstvy nezařazujeme do žádného geotechnického typu.

Navážky (antropogenní sedimenty, geotechnický typ GT1) byly zastiženy ve většině nově provedených sond (kromě sond ZS6 a ZS7). Jsou reprezentovány pestrobarevnými (okrově žlutými, světle žlutými, žlutošedými, žlutohnědými, šedohnědými, světle hnědými, hnědými a černohnědými) sprašovými hlínami, písčitými jíly, jílovitými písky a slabě hlinitými písky. Písčitá frakce je většinou jemně až středně zrnitá. Konzistence jemnozrnné výplně je pevná až tuhá. Navážky obsahují místy popel, valouny křemene a úlomky pískovce, cihel, škváry, keramiky, skla a černých uhlíků o velikosti do 4 cm.

Zastoupení štěrkovité frakce se pohybuje většinou mezi 0 až 10%, místy dosahuje 30%.

Jejich mocnost se pohybuje mezi 0,20 až 2,00 m. Podle ČSN P 73 1005 lze klasifikovat dané zavážkové zeminy převážně jako F6-Y (jíl se střední až nízkou plasticitou), F4-Y (jíl písčitý), S5-Y (písek jílovitý) a S3-Y (písek s příměsí jemnozrnné zeminy).

Fluviální sedimenty (náplavy) jsou výsledkem akumulací činnosti řeky Jizery a Bezeneckého potoka v holocénu. Fluviální sedimenty překrývají předkvartérní podklad v údolní části zájmového území. Celková mocnost fluviálních sedimentů v zájmovém území přesahuje 4,0 m. Zastiženy byly nově provedenými sondami J1, J2, DP1 a DP2.

Jejich báze nebyla provedenými sondami zastižena a archivní sondy byly provedeny mimo území výskytu fluviálních sedimentů. Ve studovaném profilu fluviálních sedimentů v místě zájmové lokality byly vyčleněny na základě zrnitostního složení tři základní geotypy:

a) jíl středně plastický – geotechnický typ GT2

Zahrnuje okrově žluté, tmavě okrově žluté a žlutohnědé středně plastické jíly tuhé až pevné konzistence. Zeminy obsahují ojedinelou příměs polozaoblených úlomků pískovce o velikosti do 3 cm a příměs organické hmoty černé barvy. Povrch této polohy byl v sondách J1 a J2 zastižen v hloubce 1,4 až 1,5 m pod terénem v podloží navážek GT1. Jejich mocnost se pohybuje mezi cca 1,0 až 2,4 m. Podle

ČSN P 731005 lze klasifikovat dané zeminy třídou F6 CI (jíl se střední plasticitou). Tento geotyp lze očekávat ve svrchní části náplavů řeky Jizery a Bezeneckého potoka.

b) jíl vysoce plastický – geotechnický typ GT3

Zahrnuje tmavě hnědé vysoce plastické jíly tuhé konzistence. Zeminy obsahují ojedinělou příměs organické hmoty černé barvy. Povrch této polohy byl v sondě J1 zastižen v hloubce 3,75 m pod terénem v podloží středně plastických jílu GT2. Jejich báze nebyla provedenou sondou zastižena do hloubky 4,0 m pod terénem. Podle ČSN P 731005 lze klasifikovat dané zeminy třídou F8 CH (jíl s vysokou plasticitou). Tento geotyp lze očekávat v bazální části náplavů Bezeneckého potoka.

c) slabě jílovitý písek – geotechnický typ GT4

Reprezentuje žlutošedé, hrubě zrnité, slabě jílovité písky s příměsí polozaoblených valounů křemene a hornin o velikosti do 3 cm. Zastoupení štěrkovité frakce se pohybuje mezi 10 až 20%. Písky jsou středně uhlé. Tato facie byla zastižena v sondě J2 v podloží středně plastických jílu GT2 v hloubce 2,55 m pod terénem. Jejich báze nebyla provedenou sondou zastižena do hloubky 4,5 m pod terénem. Jejich mocnost přesahuje 2,00 m. Podle ČSN P 73 1005 lze klasifikovat dané zeminy třídou S3 S-F (písek s příměsí jemnozrnné horniny). Tento geotyp lze očekávat pouze v blízkém okolí toku řeky Jizery.

Eolicko-deluviální a eolické sedimenty (geotechnický typ GT5) jsou reprezentovány okrově žlutými, šedohnědými až hnědými sprašemi a sprašovými hlínami. Jedná se většinou o vápnité, při povrchu i odvápněné, prachovité porézní sedimenty, jemnozrnně písčité, s typickým bílým vápnitým žilkováním. Vyznačují se nízkou až střední plasticitou a převážně pevnou konzistencí, při povrchu do hloubky 1,3 až 1,6 m pevnou/tuhou až tuhou konzistencí. Zeminy jsou dle Scheibleho diagramu nebezpečně namrzavé. Zastiženy byly v podloží navážek GT1. Očekávat je lze i přímo pod ornici v místech antropogenně neupravených. Zastiženy byly v nově provedených sondách ZS1, ZS4 a ZS5 a v archivních sondách č. 107, V-1 a HJ-1. Jejich mocnost se podle archivní dokumentace pohybuje mezi cca 4,0 až 7,6 m. V nově provedených sondách hloubených v zeminách GT5 nebyla jejich báze zastižena až do hloubky 3 m pod terénem. Podle ČSN P 73 1005 lze klasifikovat dané zeminy jako F6 CI - CL (jíl se střední až nízkou plasticitou). Vyskytují se v okolí fluviálních sedimentů řeky Jizery a potoka protékajícího Horkami nad Jizerou až k úpatí vyvýšených partií obce situovaných severně od potoka. Na svazích nebyl výskyt sedimentů GT5 zaznamenán.

Deluviální sedimenty (geotechnický typ GT6, tzv. svahové sedimenty) byly zastiženy v nových průzkumných sondách ZS6 a ZS7, na výchozu V1 a v archivní sondě K 1. Jedná se o žlutošedé až rezavě hnědé písčité jíly a písčité hlíny pevné až tuhé konzistence, s příměsí úlomků poloostrohranného vápnitojílovitého pískovce o velikosti 1 až 10 cm, max. 30 cm. Zastoupení štěrkovité frakce se pohybuje převážně mezi 0 až 10%, max. dosahuje až 30%. Jejich mocnost se pohybuje v rozmezí 0,4 až 1,5 m. Vyskytují se v hloubce 0,20 až 0,40 m pod povrchem terénu v podloží ornice. Podle ČSN P 73 1005 lze klasifikovat dané zeminy třídou F4 CS (jíl písčitý) a F3 MS (hlína písčitá). Tento geotyp se místy vyskytuje na svazích místních elevací situovaných v jihozápadní a severovýchodní části obce Horky nad Jizerou.

1.4. HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Hydrogeologické poměry zájmového území jsou podmíněny řadou faktorů, z nichž rozhodující jsou geologická stavba území a propustnost jednotlivých geologických prostředí, geomorfologie terénu, potenciální zdroje podzemních vod a antropogenní vlivy spojené s urbanizací širší oblasti.

Podzemní voda v prostředí potočních a říčních náplavů vytváří průlinové zvodnění se souvislou hladinou, vázanou zhruba na hladinu povrchové vodoteče Bezeneckého potoka protékajícího V-Z směrem přes obec Horky nad Jizerou a řeky Jizery protékající S-J směrem po východním okraji obce. Fluviální uloženiny jsou slabě průlinově propustné (středně a vysocepalstické jíly) až dobře průlinově propustné (slabě jílovité písky). Směr proudění podzemní vody se uskutečňuje směrem k místnímu potoku, tj. od severu k jihu v severní části území a od jihu k severu v jižní části území.

Hladina podzemní vody ve střední části zájmového území byla zastižena v nových průzkumných sondách J1, J2 a DP1 v hloubce 1,80 až 3,52 m pod terénem. Podzemní vody v této oblasti lze označit jako poříční, což znamená, že jsou úzce spjaté s povrchovými vodními toky. Rozkryv hladiny místního potoka a řeky Jizery způsobuje i oscilaci hladin podzemní vody v blízkém okolí. Z tohoto důvodu je třeba počítat, v době nadprůměrného stavu hladiny vody v místních vodotečích, až s jednometrovým rozkyvem hladiny podzemní vody následkem nadnormálního úhrnu dešťových srážek.

Z výsledků chemických rozborů vzorků vody odebraných ze sond J1, J2 a HJ-1 je patrné, že podzemní vody převážně nemají zvýšené obsahy agresivních složek podle ČSN EN 206. Výsledný stupeň agresivity místních podzemních vod ze sond J1 a HJ-1 je tedy **nižší než slabě agresivní** (nižší než klasifikační stupeň XA1). Pouze podzemní vody ze sondy J2 situované v blízkosti řeky Jizery mají nízké obsahy síranů (259 mg/l). Ty ovlivňují výsledný stupeň agresivity místních podzemních vod na **slabě agresivní** (klasifikační stupeň XA1) podle ČSN EN 206.

1.5. ZÁKLADOVÉ POMĚRY

Objekt čerpací stanice ČS1 na východním okraji řešeného území bude mít hloubku základové spáry 5,31 m pod terénem. V této úrovni bude základová půda objektu tvořena slabě jílovitým pískem, hrubě zrnitým, který podle původní, dnes již neplatné ČSN 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“ klasifikujeme pevnostně třídou S3 s tabulkovou výpočtovou únosností $R_{dt} = 200 \text{ kPa}$ (pro základ šířky 1 m při hloubce založení 1 m).

Výkop stavební jámy čerpací stanice bude podle profilu sondy J2 hlouben od povrchu terénu do hloubky cca 4,50 m v prostředí navážek, fluviálních středně plastických jílů a slabě jílovitých písků. Hladina podzemní vody se ustálila v hloubce 1,80 m pod terénem na kótě 194,45 m n.m. Ve výkopu vznikne potřeba snížit úroveň hladiny podzemní vody o cca 2,70 m tak, aby bylo možno konstrukci čerpací stanice provést dle projektu. S ohledem na výše popsané hydrogeologické poměry není možno uvažovat s běžným zajištěním výkopu stavební jámy a s čerpáním v jímce uvnitř výkopu. Vzhledem k tomu, že je horizont podzemní vody v přímé hydraulické spojitosti s vodou v okolních povrchových tocích, budou přítoky do otevřeného výkopu velmi vydatné. Při čerpání z jímky ve dně výkopu by docházelo k vyplavování jemnozrnné frakce spolu s čerpanou vodou stěnami výkopu, což by mělo za následek deformace stěn zajištěných běžnými svislými prvky. Realizace stavby pod hladinou podzemní vody ve vysoce propustném prostředí terasových písků představuje problém, který je možno řešit zajištěním výkopu stavební jámy štětovnicemi, které by byly zabírány až do pískovcového podloží. Povrch předkvartérního podkladu nebyl provedenou sondou J2 zastižena. V daném případě by bylo vhodné provést hlubší průzkumnou sondu, která by zastižila povrch předkvartérního podkladu.

Podzemní čerpací stanice bude založena ve stavební jámě čtvercového tvaru roubené štětovými stěnami z ocelových štětovnic VL604, po výšce rozepravených v jedné úrovni vodorovným ocelovým

rozpěrným rámem, který bude v rozích jámy vyztužen ocelovými vzpěrami. Štětovnice budou opřené do skalního podloží tvořeného zvětralými pískovci.

1.6. POPIS SOND

V blízkosti ČS1 byl proveden jádrový vrt **J 2**, s těmito výsledky :

Vrt J2 (kóta terénu 196,25 m n.m.)

0,00 – 0,05 :	Hlína jílovito-písčitá, hnědá, tuhé konzistence, humózní – ornice	-
0,05 – 0,80 :	Jíl písčitý až silně písčitý, žlutohnědý, tuhé konzistence, s úlomky pískovce a cihel, valouny křemene a černými uhlíky o velikosti do 3 cm (do 10%) – navážka	F4-Y
0,80 – 1,20 :	Písek jílovitý, jemně zrnitý, světle žlutý, tuhé konzistence, s úlomky cihel o velikosti do 3 cm (do 20-30%) – navážka	S5-Y
1,20 – 1,50 :	Jíl písčitý, hnědý, tuhé konzistence, s ojedinělými valouny křemene a černými uhlíky a cihlami o velikosti do 2 cm – navážka	F4-Y
1,50 – 2,55 :	Jíl středně plastický, slabě písčitý, žlutohnědý, tuhé konzistence, s ojedinělou příměsí černé organické hmoty – fluvialní sediment	F6 O
2,55 – 4,50 :	Písek slabě jílovitý, hrubě zrnitý, žlutošedý, s polozaoblenými valouny křemene a hornin o velikosti do 3 cm (do 10-20%) – fluvialní sediment	S3

Hladina podzemní vody naražená v hl. 1,80 m,
ustálená v hl. 1,80 m

1.7. GEOTECHNICKÉ VLASTNOSTI ZEMIN A HORNIN

V následující tabulce jsou uvedeny vybrané normové a místní charakteristiky zemin zařízených v zájmovém území.

GEOLOGICKÉ PROSTŘEDÍ	ČSN 731001 třída- symbol		γ (kgm ⁻³)	ϕ_{ef} (°)	c_{ef} (kPa)	v	R_{dt} (kPa)	E_{def} (MPa)
Navážka jílovito-písčitá tuhé konzistence	F4	Y	1850	24	12	0,40	150	4 - 6
Jíl středně plastický tuhé až pevné konzistence	F6	CI	1850 – 1950	19 - 20	12 - 16	0,40	150	4 - 6
Písek slabě jílovitý, hrubě zrnitý	S3	S-F	1850 – 1900	30 - 32	0	0,30	200	16-20

1.8. POPIS OBJEKTU

Čerpací stanice ČS1 je navržena jako kruhová sklolaminátová podzemní jímka zakrytá kruhovou krycí železobetonovou deskou tl. 250 mm navrženou z betonu C25/30 – XC3, XF3, XA1 (CZ, F.1). Čerpací stanice má kruhový tvar vnitřního průměru 2,40 m, hluboká 4,49 m (světla výška). Je navržena

jako sklolaminátová kruhová jímka DN 2400 tl.37 mm. Tato část projektové dokumentace řeší osazení kruhové sklolaminátové jímky na podkladní beton tl. 100 mm do výkopu na potřebnou předem stanovenou výškovou úroveň.

Jímka čerpací stanice bude osazena na kruhovou základovou desku tl. 250 mm o vnějším průměru 3,00 m, vyztuženou při obou površích svařovanou sítí SZ Ø8/150 - Ø8/150, rozprostřenou na podkladní vrstvy složené ze štěrkopískového podsypu tl. 200 mm a podkladního betonu třídy C12/15 tl. 100 mm. Z podkladní základové desky budou po obvodu vytaženy trny na provázání dna jímky s přítěžovacím límcem. Po osazení sklolaminátové jímky se dno jímky přitíží výplňovým betonem tl. 220 mm. Před obsypáním jímky se po obvodě provede obetonování jímky do výšky 850 mm nad podkladní beton. Šířka přítěžovacího límce bude 460 mm.

Podzemní čerpací stanice bude založena ve stavební jámě čtvercového tvaru roubené štětovými stěnami z ocelových štětovnic VL 604, po výšce rozepřených v jedné výškové úrovni vodorovným ocelovým rozpěrným rámem. Vodorovný rozpěrný rám bude v rozích jámy vyztužen ocelovými vzpěrami. Štětovnice budou opřené do skalního podloží tvořeného zvětralými pískovci. Jejich poloha musí být ověřena zkouškou dynamickou penetrací před zahájením prací.

Ve dně stavební jámy se zřídí čerpací jímka DN 800 zahloubená cca 300 mm pod základovou spáru, ze které se bude snižovat úroveň hladiny podzemní vody.

1.9. ZÁSADY STATICKÉHO ŘEŠENÍ

Čerpací stanice bude provedena ze sklolaminátové jímky, která není součástí tohoto statického posouzení. Statický výpočet řeší posouzení tohoto objektu na stabilitu proti nadzvednutí vzlakem a návrh pažení stavební jámy.

Stěny stavební jámy jsou zatíženy vodorovným zemním tlakem s přitížením na povrchu uvažovaným jako zatížení od pohyblivého dopravního zařízení vně jámy, které se při výpočtu zemního tlaku nahrazuje účinkem náhradního rovnoměrného zatížení hodnotou $v_n = 10,00 \text{ kNm}^{-2}$. Součinitel zatížení je uvažován hodnotou $\gamma_t = 1,5$

Součinitel účelu γ_n se vztahuje ke společenskému významu konstrukce a přiřazuje se k součiniteli zatížení. Je stanoven hodnotou $\gamma_n = 1,0$.

Zemina byla pro potřeby výpočtu uvažována podle výsledků IGP. Zemní tlak byl uvažován jako aktivní zemní tlak a byl stanoven v souladu s ČSN 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy. Hladina podzemní vody se uvažuje nad úrovní základové spáry a při výpočtu zemního tlaku na konstrukci je plně zohledněna.

S ohledem na hladinu podzemní vody ustálenou nad základovou spárou objektu je konstrukce ČS1 posouzena na stabilitu proti nadzvednutí vzlakem („vyplavání“).

Přítěžovací betonový prstenec včetně základové desky je zatížen vzlakem uvažovaným na celou výšku šachty.

Momenty byly počítány za zjednodušených předpokladů.

2. STATICKÝ VÝPOČET

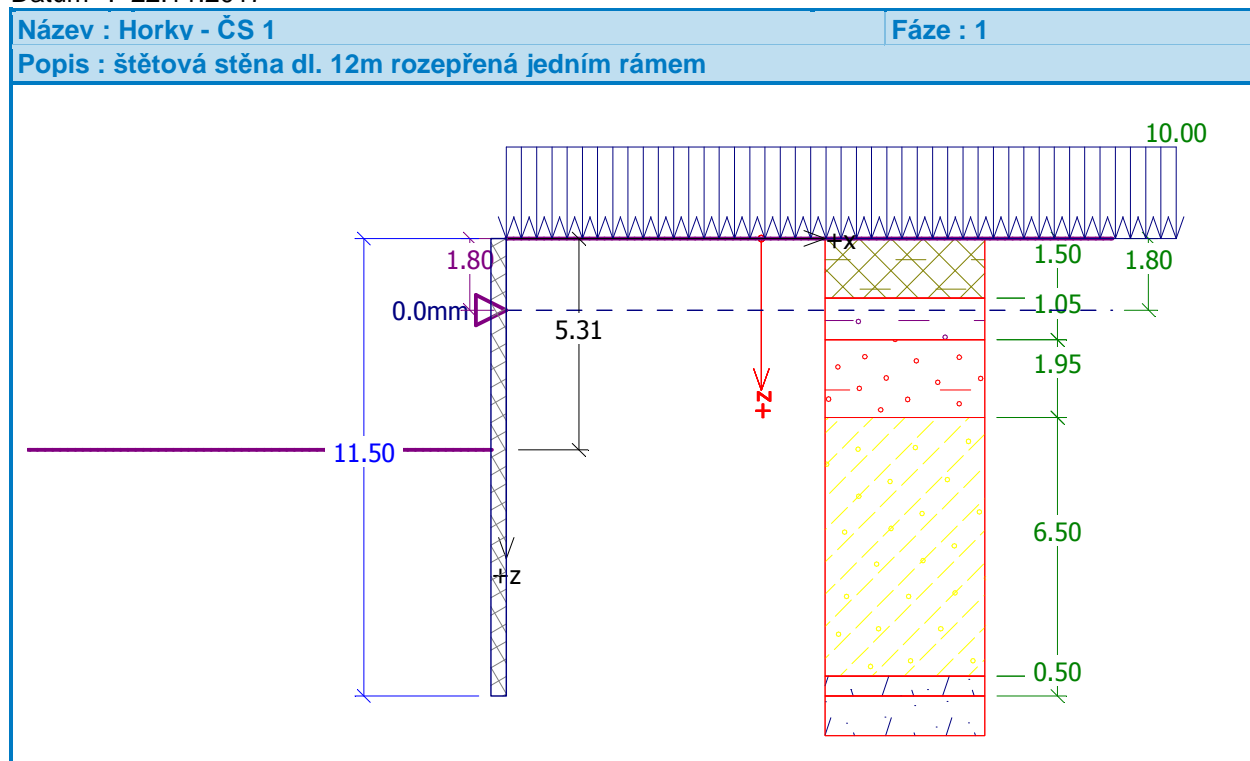
2.1. VÝPOČET ZEMNÍCH TLAKŮ NA KONSTRUKCI

Posouzení pažící konstrukce

Vstupní data

Projekt

Akce : HORKY NAD JIZEROU - SPLAŠKOVÁ KANALIZACE
Část : Čerpací stanice ČS1
Popis : Štětová stěna rozepřená - ČS1
Autor : Ing. Holuša Petr
Datum : 22.11.2017



Geometrie konstrukce


Délka konstrukce = 11.50 m

Typ konstrukce : Štětovnice VL 604 600 x 380 x 10.5 mm
Koef.redukce tlaku před stěnou = 1.00


Plocha průřezu $A = 1.573E-02 \text{ m}^2/\text{m}$
Moment setrvačnosti $I = 2.073E-04 \text{ m}^4/\text{m}$
Modul pružnosti $E = 210000.00 \text{ MPa}$
Modul pružnosti ve smyku $G = 81000.00 \text{ MPa}$
Modul reakce podloží počítán podle teorie Schmitt.

Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	Φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m³]	γ_{su} [kN/m³]	δ_a [°]	δ_p [°]
1	Navážka - jíl písčitý, tuhý		24.00	12.00	18.50	8.50	12.00	8.00

Číslo	Název	Vzorek	Φ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ_a [°]	δ_p [°]
2	Jíl středně plastický, slabě písčítý, tuhý		20.00	14.00	19.00	9.00	10.00	7.00
3	Písek slabě jílovitý		31.00	0.00	18.50	8.50	16.00	10.00
4	Písčítý jíl a písčítá hlína, pevná-tuhá		25.00	15.00	18.50	8.50	13.00	8.00
5	Pískovec zcela zvětralý		30.00	25.00	20.00	10.00	15.00	10.00



Parametry zemin pro výpočet tlaku v klidu

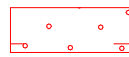



Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	ϕ [°]	ν [-]	OCR [-]	K_r [-]
1	Navážka - jíl písčítý, tuhý		soudržná	-	0.35	-	-
2	Jíl středně plastický, slabě písčítý, tuhý		soudržná	-	0.40	-	-
3	Písek slabě jílovitý		nesoudržná	31.00	-	-	-
4	Písčítý jíl a písčítá hlína, pevná-tuhá		soudržná	-	0.35	-	-
5	Pískovec zcela zvětralý		soudržná	-	0.35	-	-

Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží (Schmitt)

Číslo	Název	Vzorek	ν [-]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]
1	Navážka - jíl písčítý, tuhý		0.35	6.00	-
2	Jíl středně plastický, slabě písčítý, tuhý		0.40	6.00	-
3	Písek slabě jílovitý		0.25	20.00	-
4	Písčítý jíl a písčítá hlína, pevná-tuhá		0.35	8.00	-
5	Pískovec zcela zvětralý		0.35	25.00	-

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1.50	Navážka - jíl písčítý, tuhý	
2	1.05	Jíl středně plastický, slabě písčítý, tuhý	

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
3	1.95	Písek slabě jílovitý	
4	6.50	Písčitý jíl a písčité hlína, pevná-tuhá	
5	0.50	Pískovec zcela zvětralý	
6	-	Pískovec zcela zvětralý	

Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 5.31 m.

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 1.80 m

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Půs. ob.	Vel.1 [kN/m ²]	Vel.2 [kN/m ²]	Poř. x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
1	ANO	změna	stálé	10.00				na terénu

Zadané podpory

Číslo	Nová podpora	Hloubka z [m]	Vzdálenost b [m]
1	ANO	1.80	1.00

Číslo	Typ posunutí	Pružina [kN/m]	Vynuc. def. [mm]	Typ pružina	Pružina [kNm/rad]	Vynuc. def. [rad]
1	Pevné		0.00	Pevné		

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet aktivního tlaku - Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasivního tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Počet dělení stěny na konečné prvky = 20

Nastavení výpočtu fáze

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Zadání koeficientů : Standard

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Návrhová situace : dočasná

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Nepříznivé [-]	Příznivé [-]
Stálé zatížení	γ_G	1,35	1,00
Proměnné zatížení	γ_Q	1,50	0,00
Zatížení vodou	γ_w	1,00	
Součinitelé redukce odporu (R)		Souč.	[-]

Součinitel redukce zatížení (F)	Souč.	Nepříznivé [-]	Příznivé [-]
Součinitel redukce vnitřní stability		γ_{Ris}	1,10

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou $\sigma_{z,min} = 0.20\sigma_z$.

Výsledky výpočtu

Průběhy tlaků na konstrukci (před a za stěnou)

Hloubka [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	5.38	70.79
1.41	0.00	0.00	0.00	5.23	19.46	148.32
1.50	-0.00	-0.00	-0.00	5.55	20.33	153.08
1.50	0.00	0.00	0.00	5.55	25.17	134.19
1.58	0.00	0.00	0.00	5.85	26.18	137.83
1.80	-0.00	-0.00	-0.00	6.69	28.97	147.91
2.45	0.00	0.00	0.00	12.40	39.30	168.37
2.55	-0.00	-0.00	-0.00	14.00	40.97	171.67
2.55	0.00	0.00	0.00	26.33	31.85	229.16
4.50	-0.00	-0.00	-0.00	52.05	59.38	321.84
4.50	0.00	0.00	0.00	37.05	62.96	284.04
5.31	-0.00	-0.00	-0.00	48.47	74.76	313.25
5.31	-0.00	-0.00	-52.28	48.47	74.76	313.25
7.79	-9.18	-24.73	-193.10	83.46	110.95	402.77
11.00	-28.60	-56.68	-375.06	128.68	157.71	518.45
11.00	-21.05	-56.68	-532.19	106.89	157.71	692.93
11.50	-23.05	-62.07	-573.21	113.85	165.40	718.44

Průběhy modulu reakce podloží a vnitřních sil po konstrukci

Hloubka [m]	kh,p [MN/m³]	kh,z [MN/m³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.00	0.00	1.84	13.19	29.69	0.00	0.00
0.57	0.00	1.84	9.07	27.82	-16.54	4.73
1.15	0.00	1.84	4.90	25.87	-31.98	18.65
1.73	0.00	1.84	0.58	29.09	-47.80	41.35
1.80	0.00	1.84	-0.00	29.16	-49.99	45.01
1.80	0.00	1.84	0.00	29.16	98.35	45.01
2.30	0.00	1.84	-3.99	29.62	83.64	-0.57
2.88	0.00	0.00	-8.57	30.62	67.54	-43.66
3.45	0.00	0.00	-12.83	38.20	47.75	-77.02
4.03	0.00	0.00	-16.51	45.79	23.61	-97.74
4.60	0.00	0.00	-19.46	38.46	-0.61	-104.15
5.18	0.00	0.00	-21.62	46.57	-25.06	-96.99
5.30	0.00	0.00	-21.99	48.33	-30.99	-93.49
5.32	0.00	0.00	-22.05	-4.23	-31.43	-92.87
5.75	2.70	0.00	-23.06	-12.06	-28.20	-81.29
6.33	2.70	0.00	-23.89	-11.91	-21.24	-67.11
6.90	2.70	0.00	-24.21	-10.41	-14.76	-56.83
7.48	2.70	0.00	-24.11	-7.77	-9.49	-49.96

Hloubka [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
8.05	2.70	0.00	-23.64	-4.12	-6.02	-45.64
8.63	2.70	0.00	-22.84	0.42	-4.92	-42.65
9.20	2.70	0.00	-21.73	5.81	-6.67	-39.50
9.78	2.70	0.00	-20.33	11.97	-11.75	-34.41
10.35	2.70	0.00	-18.69	18.79	-20.56	-25.34
10.93	2.70	0.00	-16.87	26.08	-33.45	-10.05
11.50	12.35	0.00	-14.99	-133.32	0.00	0.00

Maximální posouvající síla = 98.35 kN/m
Maximální moment = 104.15 kNm/m
Maximální deformace = 24.2 mm

Reakce v podporách

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Reakce [kN]
1	1.80	0.0	148.34

Název : Výpočet - deformace a tlak na konstrukci

Fáze : 1

Popis : Štětová stěna rozepřená

Geometrie konstrukce

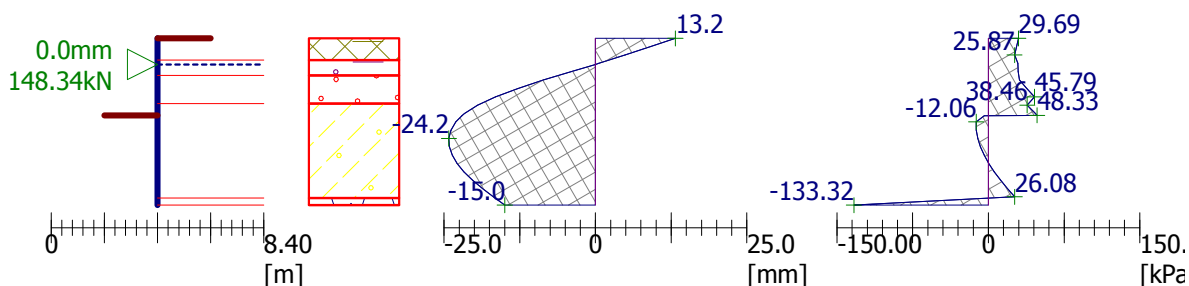
Délka konstrukce = 11.50m

Deformace konstrukce

Max. def. = 24.2mm

Tlak na konstrukci

Max. tlak = 133.32kPa



Název : Výpočet - modul reakce podloží

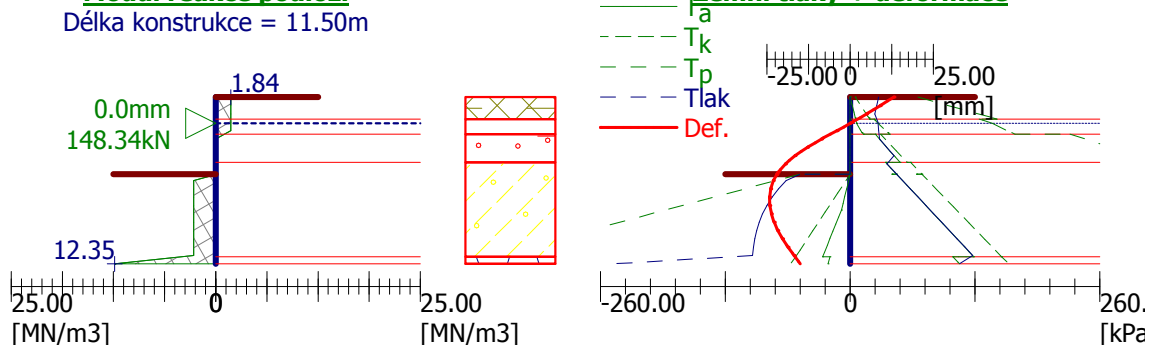
Fáze : 1

Popis : Štětová stěna - rozepřená

Modul reakce podloží

Délka konstrukce = 11.50m

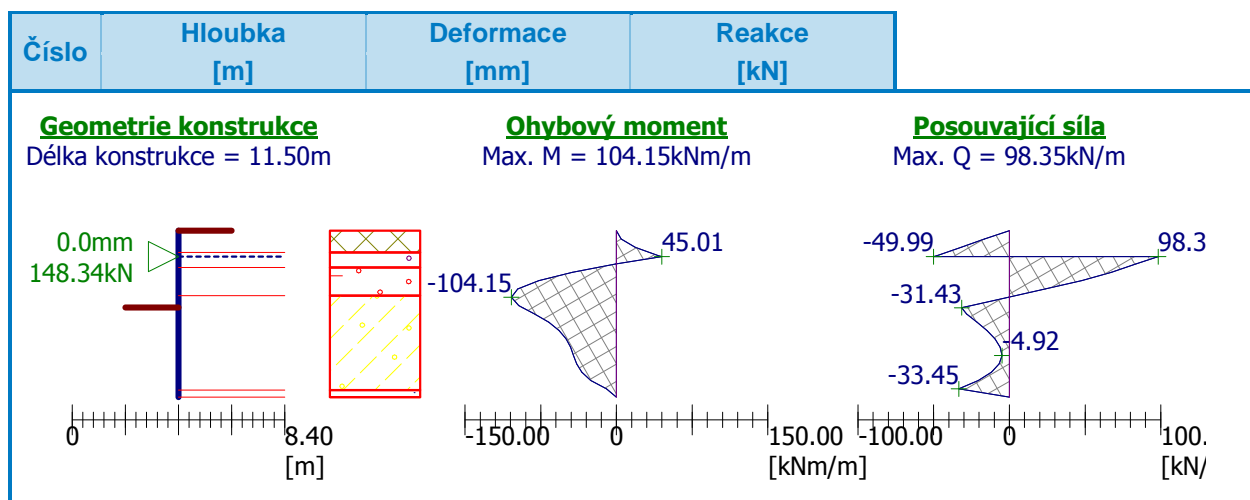
Zemní tlaky + deformace



Název : Výpočet - ohybové momenty a posouvající síly

Fáze : 1

Popis : Štětová stěna rozepřená



2.2. POSOUZENÍ ŠTĚTOVNIC

Navržena pažená jáma těsněná po obvodě štětovými stěnami **VL 604**

- průřezový modul : $1618,00 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
- moment setrvačnosti : $315,48 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
- plocha průřezu : $155,20 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- modul pružnosti : $210\,000\,000 \text{ kPa} = 210\,000 \text{ MPa}$

$$E J = 210\,000\,000 \cdot 315,48 \cdot 10^{-6} = \underline{\underline{66250,8}}$$

Srovnávací moment pažící stěny :

$$M_{rs} = W \cdot R_d = 1618,00 \cdot 10^{-6} \cdot 235000/1,15 = \underline{\underline{330,64 \text{ kNm}}}$$

Maximální moment ve stěně :

$$M_{\max} = 104,15 \text{ kNm/m}$$

Napětí ve stěně

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{104,15 \cdot 10^{-3}}{1618,00 \cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{64,37 \text{ MPa} < f_y / \gamma_R = 235/1,15 = 204 \text{ MPa}}}$$

Štětová stěna VYHOVUJE

2.3. NÁVRH A POSOUZENÍ ROZPĚRNÉHO RÁMU

- Návrh : **IPEč. 270**
- Modul průřezu : $W_y = 429,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
- Zatížení rozpěrného rámu : $f_d = 148,34 \text{ kN/m'}$

Maximální ohybový moment v rámu stanovíme jako moment na vetknutém nosníku :

Rozpětí pole uvažujeme jako vzdálenost mezi rozpěrami : $L_1 = 1,80 \text{ m}$

$$M_1 = 1/8 \cdot 148,34 \cdot 1,80^2 = 60,08 \text{ kNm}$$

$$\text{Napětí : } \sigma = \frac{M_{y1}}{W_y} = \frac{60,08 \cdot 10^{-3}}{429,0 \cdot 10^{-6}} = 140,05 \text{ MPa} < \frac{f_y}{\gamma_R} = \frac{235}{1,15} = 204 \text{ MPa}$$

2.4. STABILITA PROTI NADZVEDNUTÍ VZTLAKEM

2.4.1. MATERIÁL

Objemová tíha železobetonu	$\gamma_B = 25,0 \text{ kNm}^{-3}$
Objemová tíha prostého betonu (výplňový)	$\gamma_B = 23,0 \text{ kNm}^{-3}$
Objemová tíha vody	$\gamma_w = 10,0 \text{ kNm}^{-3}$
Objemová tíha sklolaminátu	$\gamma_{skl} = 12,0 \text{ kNm}^{-3}$
Objemová tíha zásypové zeminy	$\gamma_z = 18,0 \text{ kNm}^{-3}$
Objemová tíha zeminy pod vodou	$\gamma_{zw} = 8,0 \text{ kNm}^{-3}$

2.4.2. ROZMĚRY ČSOV1 (DLE VÝKRESU) :

vnější půdorysné rozměry dna:	Ø 3,00 m
vnější půdorysné rozměry pláště jímky:	Ø 2,474 m
vnější půdorysné rozměry krycí desky:	Ø 2,83 m
vnitřní průměr jímky:	2,40 m
světlá výška:	4,49 m
rozměry konstrukcí	- dno ŽLB : 250 mm
	- stěny: 37 mm
	- strop ŽLB : 250 mm
kóta vrchu konstrukce :	196,45 m n.m.
kóta dna konstrukce	- spodní líc : 191,24 m n.m.
	- horní líc : 191,71 m n.m.
kóta upraveného terénu :	196,45 m n.m.
kóta rostlého terénu :	196,45 m n.m.
kóta hladiny podzemní vody :	- naražená : 194,45 m n.m.
	- ustálená : 194,45 m n.m.
Kóta hladiny Q _{100-Jizery} :	195,50 m n.m.

2.4.3. TÍHA KONSTRUKCE :

■ Dno :	$G_{d1} = \pi \times 1,50^2 \times 0,25 \times 25,0$	44,18 kN
■ Stěny sklolam. jímky :	$G_{s1} = 2\pi \times 1,20 \times 4,49 \times 0,037 \times 12,0 =$	15,03 kN
■ Víko jímky	$G_{v1} = (\pi \times 1,415^2 - 0,8 \times 0,8) \times 0,25 \times 25,0 =$	35,31 kN
■ Výplň :	$G_{d2} = (\pi \times 1,20^2 - \pi \times 0,20^2) \times 0,22 \times 23,0 =$	22,26 kN
■ Obetonování :	$G_{o1} = \pi (1,70^2 - 1,237^2) \times 0,85 \times 23,0 =$	83,52 kN
Celkem :		$\Sigma G_i = 200,30$ kN
■ Přetížení zeminou :	$G_{z1} = \pi (1,70^2 - 1,237^2) \times 4,11 \times 18,0 =$	316,05 kN
když výška sloupce zeminy: 196,20 – 192,09 = 4,11 m		

Výpočtový odpor proti nadzvednutí vztlakem :

$$U_v = \Sigma(G_{si} \times \gamma) = (200,30 + 316,05) \times 0,9 = \underline{\underline{464,71 \text{ kN}}}$$

Výslednice sil od extrémního zatížení vztlakem :

Výška vodního sloupce :

$$h_v = 194,45 - 191,24 = 3,21 \text{ m}$$

Zatížení vztlakem :

$$g_{vzt,s} = 10,0 \times 3,21 = 32,10 \text{ kNm}^{-2}$$

Plocha dna nádrže :

$$A = \pi \times 1,70^2 = 9,079 \text{ m}^2$$

Výslednice :

$$F_{vd} = g_{vzt,s} \cdot A = 32,10 \times 9,079 = \underline{\underline{291,44 \text{ kN}}}$$

2.4.4. POSOUZENÍ STABILITY

$$\gamma_u \cdot F_{vd} = 1,1 \times 1,1 \times 291,44 = 352,65 \text{ kN} < \gamma_{stp} \cdot U_v = 1,00 \times 464,71 = 464,71 \text{ kN}$$

STABILITNÍ PODMÍNKY JE SPLNĚNA.

2.4.5. POSOUZENÍ STABILITY PŘI ZVÝŠENÉ HLADINĚ VODY NA $Q_{100-JIZERA} = 195,50$

Výslednice sil od extrémního zatížení vztlakem při uvažování zvýšené hladiny :

Výška vodního sloupce :

$$h_v = 195,50 - 191,24 = 4,26 \text{ m}$$

Zatížení vztlakem :

$$g_{vzt,s} = 10,0 \times 4,26 = 42,60 \text{ kNm}^{-2}$$

Výslednice :

$$F_{vd} = g_{vzt,s} \cdot A = 42,60 \times 9,079 = \underline{\underline{386,77 \text{ kN}}}$$

Posouzení stability :

$$\gamma_u \cdot F_{vd} = 1,1 \times 1,0 \times 386,77 = 425,45 \text{ kN} < \gamma_{stp} \cdot U_v = 1,00 \times 464,71 = 464,71 \text{ kN}$$

STABILITNÍ PODMÍNKA JE SPLNĚNA.

2.4.6. POSOUZENÍ STABILITY V PŘÍPADĚ VYSTOUPÁNÍ HLADINY NA POVRCH TERÉNU

Výpočtový odpor proti nadzvednutí vztlakem :

■ Technologie a poklop – odhad : 10,00 kN

$$U_v = \Sigma(G_{si} \times \gamma_i) = (200,30 + 316,05 + 10,00) \times 0,9 = \underline{\underline{473,72 \text{ kN}}}$$

Výslednice sil od mimořádného zatížení vztlakem při uvažování maximální hladiny :

Výška vodního sloupce :

$$h_v = 196,45 - 191,24 = 5,21 \text{ m}$$

Zatížení vztlakem :

$$g_{vzt,s} = 10,0 \times 5,21 = 52,10 \text{ kNm}^{-2}$$

Plocha dna nádrže :

$$A = \pi \times 1,70^2 = 9,079 \text{ m}^2$$

Výslednice :

$$F_{vd} = g_{vzt,s} \cdot A = 52,10 \times 9,079 = \underline{\underline{473,02 \text{ kN}}}$$

Posouzení stability (při mimořádné situaci $\gamma_u = 1,0$):

$$\gamma_u \cdot F_{vd} = 1,0 \times 473,02 = 473,02 \text{ kN} < \gamma_{stp} \cdot U_v = 1,00 \times 473,72 = 473,72 \text{ kN}$$

STABILITNÍ PODMÍNKA JE SPLNĚNA

2.4.7. ZÁVĚR

Stabilitní podmínka je splněna za předpokladu, že dno konstrukce čerpací stanice ČSOV1 bude provedeno s protivztlakovou pojistkou a stěny budou po celém obvodu obetonovány límcem šířky 463 mm, vysokým 850 mm, betonem třídy C25/30. Zbývající část výkopu se vyplní zhutněnou zeminou. Hladina podzemní vody může vystoupat až na úroveň kóty $Q_{100-Jizera} = 195,50 \text{ m n.m.}$

Stabilitní podmínka bude za výše uvedených předpokladů splněna i při mimořádné situaci, kdy hladina podzemní vody vystoupá až na úroveň terénu.

V Praze, duben 2018

Ing. Petr Holuša
projektant – statik

H
PS **ING. PETR HOLUŠA**
PROJEKTANT - STATIK
IČO 13 103 172
Morseova 244, 109 00 Praha 10
☎ 02 / 786 85 58