



Přírodě blízká protipovodňová opatření na řece Desné v úseku ř. km 12,088 – 14,231

Dokumentace pro provádění stavby

D.1.9 SO 12 Opatření na PB nad Krenišovským jezem

D.1.9.3 Statické posouzení konstrukcí SO12

Objednatel: Obec Rapotín

Partneři projektu: Obec Vikýřovice
Povodí Moravy, s.p.
Olomoucký kraj

122038A



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
Operační program Životní prostředí

Ministerstvo životního prostředí

Přírodě blízká protipovodňová opatření na řece Desné v úseku ř. km 12,088 - 14,231 (DPS)

D.1.9.3 Statické posouzení konstrukcí SO12

O B S A H

D.1.9.3.1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	2
D.1.9.3.1.1	Údaje o stavbě	2
D.1.9.3.1.2	Údaje o stavebníkovi	2
D.1.9.3.1.3	Údaje o zpracovateli dokumentace:	3
D.1.9.3.2	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	4
D.1.9.3.2.1	Použité normy	4
D.1.9.3.2.2	Použité programy	4
D.1.9.3.2.3	Posuzované konstrukce.....	4
D.1.9.3.2.4	Materiály.....	5
D.1.9.3.2.5	Geologické poměry v trase PPO	6
D.1.9.3.2.5.1	Morfologické poměry	6
D.1.9.3.2.5.2	Geologické poměry	6
D.1.9.3.2.5.3	Geotechnické vlastnosti zemin	7
D.1.9.3.2.5.3.1	Pliopleistocenní sedimenty	7
D.1.9.3.2.5.3.2	Fluviální štěrky.....	8
D.1.9.3.2.5.3.3	Hlíny fluvialní	11
D.1.9.3.2.5.3.4	Navážky.....	12
D.1.9.3.2.6	Výsledky výpočtů.....	13
D.1.9.3.2.6.1	Příčný řez PR 10.....	13
D.1.9.3.2.6.1.1	Schéma konstrukce	13
D.1.9.3.2.6.1.2	Posouzení pažící konstrukce.....	14
D.1.9.3.2.6.1.3	Výpočet stability svahu.....	20

D.1.9.3.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

D.1.9.3.1.1 Údaje o stavbě

Název stavby :	PŘÍRODĚ BLÍZKÁ PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ NA ŘECE DESNÉ V ÚSEKU Ř. KM 12,088- 14,231
Stupeň projektové dokumentace	Dokumentace pro provádění stavby
Charakter stavby :	Protipovodňová opatření – ochranné hráze a protipovodňové zdi, obtoková a odlehčovací ramena, revitalizační opatření
Místo stavby :	k.ú. Vikýřovice - 781827, k.ú. Rapotín – 739359
Vodní tok :	Desná ř.km 12,088-14,231 přítoky Holubí potok, Račí potok a bezejmenný vodní tok
Kraj :	Olomoucký kraj
Správce toku Desná a Holubího potoka :	Povodí Moravy, s.p. Dřevařská 11, 601 75 Brno ☎: 541 637 111
Správce toku Račí potok :	Lesy ČR, s.p. Přemyslova 1106/19, 500 08 Nový Hradec Králové ☎: 956 957 111
Správce bezejmenného vodního toku :	Obec Vikýřovice Petrovská 168, 788 13 Vikýřovice ☎: 583 213 146

D.1.9.3.1.2 Údaje o stavebníkovi

Investor :	Obec Rapotín
Se sídlem :	Šumperská 775, 788 14 Rapotín
Starosta obce :	Mgr. Bohuslav Hudec ☎: 588 884 414 e-mail : bohuslav.hudec@rapotin.cz
Zástupce investora stavby:	Mgr. Lenka Zindulková – referent ŽP ☎: 588 884 411 e-mail : lenka.zindulkova@rapotin.cz
Banka :	KB a.s., pobočka Šumperk, č.ú. 21521841/0100
IČO:	IČO : 00635901, DIČ : CZ00635901

D.1.9.3.1.3 Údaje o zpracovateli dokumentace:

Projektant:	AQUATIS a.s.
Se sídlem:	Botanická 834/56, 602 00 Brno
IČO:	☎: 541 554 111 IČ: 46347526
Hlavní inženýr projektu:	Ing. Tomáš Roth ČKAIT 1005182 Autorizovaný inženýr pro stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství
Pozemní a vodohospodářské stavby:	Ing. Oldřich Neumayer ČKAIT 1000055 Autorizovaný inženýr pro pozemní a vodohospodářské stavby
Projektanti:	Ing. Dominika Schubertová ČKAIT 1006212 Autorizovaný inženýr pro stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství Ing. Petr Husák ČKAIT 1005170 Autorizovaný inženýr pro stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství Ing. Zuzana Chládová Bc. Aneta Patková Ing. Karel Kosek Ing. Michal Dvořák Ing. Jan Vlach
Zpracovatel dopravní části stavby:	Dopravoprojekt s.r.o. Ing. Petr Gottwald ČKAIT 1004748 Autorizovaný inženýr pro mosty a inženýrské konstrukce dopravní stavby Ing. Libor Palán ČKAIT 1007329 Autorizovaný inženýr pro dopravní stavby
Zpracovatel objektu STL plynovodu:	GAsAG, spol. s.r.o. Ing. Jiří Kolář ČKAIT 1001206 Autorizovaný inženýr pro technologická zařízení staveb
Projektanti:	Ing. Petr Štrýncl

D.1.9.3.2 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

D.1.9.3.2.1 Použité normy

- [1] ČSN EN 1990 (73 0002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1992-1-1:2006(73 1201) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [3] ČSN EN 206-1 (74 2403) Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [4] ČSN EN 13670:2010(73 2400) Provádění betonových konstrukcí
- [5] ČSN EN 1992-3:2007(73 1212) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 3: Nádrže na kapaliny a zásobníky
- [6] ČSN EN 1997-1:2006(73 1000) Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
- [7] ČSN EN 10080(42 1039) Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel – Všeobecně
- [8] ČSN EN 1991-1-1:2004(73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [9] ČSN EN 1991-2:2005(73 6203) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
- [10] ČSN EN 1991-4:2006(73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 4: Zatížení zásobníků a nádrží
- [11] ČSN 73 1208: 2010 - Navrhování betonových konstrukcí vodohospodářských objektů
- [12] ČSN EN 1993-1-1 ed. 2 - Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

D.1.9.3.2.2 Použité programy

- [C1] Geotechnika GEO5 – Zemní tlaky; Verze 5.8.4.0; FINE, spol s r.o., Praha
- [C2] Geotechnika GEO5 – Pažení posudek; Verze 12.54; FINE, spol s r.o., Praha
- [C3] Geotechnika GEO5 – Úhlová zeď; Verze 12.59; FINE, spol s r.o., Praha

D.1.9.3.2.3 Posuzované konstrukce

Obsahem tohoto statického výpočtu je posouzení celkové stability navrhovaných objektů PPO. Předmětem projektové dokumentace je zajištění protipovodňové ochrany přilehlého území a zástavby před povodněmi na průtok padesátileté vody Q_{50} . Současně je řešeno zpřístupnění řeky Desné jak občanům pro relaxaci, tak umožnění snadnější údržby správci toku.

SO 12.5 Protipovodňová zeď

(délka 160 m; výška 0,40 – 0,60 m)

Na PB v úseku staničení ř.km 12,820 až 12,960 bylo nutné z důvodu nesouhlasu soukromých majitelů pozemků ležících v bezprostřední blízkosti břehové hrany umístit protipovodňové opatření na dostupný pozemek Povodí Moravy, s.p. Stávající břehová hrana musí být snížena, břehové porosty budou vykáceny a na hranici parcel bude umístěna betonová zeď založená na štetovnicové stěně. Oproti původnímu terénu bude převýšena 0,4 až 0,6 m. Snížení břehu na úroveň pojízdné bermy způsobí výškový rozdíl mezi korunou zdi a sníženou bermou 2,0 m, proto bude na koruně zdi osazeno demontovatelné oplocení. Cílem je vytvoření průjezdného pruhu šířky 3,0 m pro správce toku. A také zajištění přístupu do navazujícího přírodního areálu SO 12.9 výše po toku na snížené bermě.

V místě kde zeď lemuje parcelu č. 2118/5 v soukromém vlastnictví je oplocení umístěno až 2,5 m za hranicí pozemku, toto oplocení bude nutno před započatím stavby demontovat a následně bude nahrazeno novým oplocením na koruně zdi. Svislá betonová zeď bude vhodným reliéfem upravena pro lepší migraci živočichů v kombinaci s popínavými rostlinami.

D.1.9.3.2.4 Materiály

Železobetonové konstrukce jsou navrženy z betonů dle ČSN ENV 206-1.

Pro betonové konstrukce jsou navrhovány následující druhy betonů :

-železobeton C 30/37, XA1, XC4, XF3.

-podkladní beton C 12/15

Beton		C12/15	C25/30	C30/37	C35/45	
Charakteristická pevnost betonu v tlaku válcová	$f_{ck} =$	12	25	30	35	MPa
Charakteristická pevnost betonu v tlaku krychelná	$f_{ck, cube} =$	15	30	37	45	MPa
Součinitel spolehlivosti materiálu	$\gamma_C =$	1,5	1,5	1,5	1,5	
Návrhová pevnost v tlaku	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_C$	8	16,7	20	23,3	MPa
	$f_{cm} =$	20,00	33	38	43	MPa
Střední hodnota pevnosti v tahu	$f_{ctm} =$	1,6	2,6	2,9	3,2	MPa
Modul pružnosti	$E_{cm} =$	27	31	32	34	GPa

Betonářská výztuž	B500B		
Charakteristická hodnota meze kluzu betonářské výztuže	$f_{yk} =$	500	MPa
Parciální součinitel spolehlivosti pro vlastnosti betonářské výztuže	$\gamma_s =$	1,15	
Návrhová hodnota meze kluzu betonářské výztuže	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	435	MPa
Modul pružnosti	$E_s =$	200000,0	MPa

D.1.9.3.2.5 Geologické poměry v trase PPO

Podrobnosti viz:

Středisko Průzkum firmy AQUATIS a.s. provedlo podrobný inženýrskogeologický průzkum pro projekt protipovodňových opatření na řece Desné v k.ú. Víkřovic a Rapotín.

D.1.9.3.2.5.1 Morfologické poměry

Podle mapy Regionální členění reliéfu ČR (Czudek, 1976) náleží zájmové území provincii Česká vysočina, Sudetské soustavě, podsoustavě Východní Sudety, celku Hanušovická vrchovina, podcelku Šumperská kotlina IV-3C. Kotlina má protáhlý tvar severojižním směrem, je tvořena kotlinovitým údolím Desné, které je nejširší při zaústění Hraběšického potoka do Desné. Řeka Desná pramení na Kamzičnicku v nadmořské výšce 1310 mn.m. a ústí zleva do Moravy v 275 mn.m. Celková délka toku je 43,6 km. Díky nízkému sklonu kotliny se rozšiřuje niva kolem řeky, Desná v jižní části kotliny tvoří meandry a má výrazně akumulací charakter.

Projektovaná protipovodňová opatření jsou navržena na obou březích řeky Desné, která zde tvoří erozní bázi území a měla rozhodující vliv na tvarování okolního reliéfu. Koryto je zahloubeno asi 3m pod terén břehů, kde se střídá zástavba s volným terénem, břehy jsou souvisle porostlé vzrostlými stromy a náletovými dřevinami. Nadmořská výška povrchu terénu v zájmovém úseku je 314 až 334 mn.m.

D.1.9.3.2.5.2 Geologické poměry

Geologická stavba tohoto území, které je součástí Českého masívu, je komplikovaná. Vystupují zde horniny dvou geologických jednotek – keprnické a desenské, s obalovou vrbenskou skupinou devonského stáří. Hranice mezi jednotkami je vesměs tektonická. Šumperská kotlina je vyplněna kvartérními sedimenty jejichž mocnost dosahuje 40 až 100 m.

Geologická stavba území je určena převážně SSV–JJZ průběhem geologických jednotek i jednotlivých horninových pruhů. Jedná se o krystalinické série různě silně metamorfované a většinou intenzivně deformované. Horninové sekvence v rámci jednotlivých geologických jednotek mají často šupinovitou stavbu a jsou postiženy vrásnými i střížnými deformacemi. Stavba je rozbita řadou významných převážně SZ-JV orientovaných zlomů na kry různé výškové úrovně a různé velikosti horizontálních posunů. (7.) Ve smyslu blokového členění J. Weisse (1977) náleží zájmové území slezkému bloku. Nachází se na rozhraní dvou hlavních jednotek desenské a keprnické.

Keprnickou jednotku buduje komplex ortoruly (jádro) a dvojslídých rul, svorů s vložkami rul, erlámů a mramorů (předdevonský plášť). Desenskou jednotku tvoří předdevonské rulové jádro s ultrabazickými intruzivy, na které diskordantně nasedají horniny vrbenské skupiny – v našem prostoru především fylity a svory. Průzkumnými vrtů do hloubky 10m nebyly tyto horniny v trase PPO zastiženy.

Dno Šumperské kotliny vyplňují kvartérní a pliocenní sedimenty. Dřívější průzkumy prokázaly jejich značné mocnosti a vhodné zvodnění pro vodárenské využití. Vrtem HVR-2 (5.) na západním okraji kotliny v pravé části údolní nivy Desné byla ověřena mocnost štěrku a písku 42m, v jejich podloží rula – pravděpodobně západní okraj desenské klenby. Vrtem HVŠ 19 cca 300m JV od Víkřovic v levé části údolní nivy Desné byla mocnost štěrku písčitého 96m, v jejich podloží migmatitická rula (desenská klenba).

Pliopleistocenní sedimenty – sem se řadí komplex sedimentů pestrého zrnitostního složení (od jílu až po hrubé štěrky) většinou v podloží kvartérních sedimentů. Podle výsledků dokumentace nových průzkumných vrtů podél řeky Desné ve Víkřovicích předpokládáme jejich výskyt i v trase projektovaných PPO. Jedná se o zeminy zelenošedé a šedohnědé barvy, s převahou písku, hlíny písčité, valounů štěrku (především křemen) s málo opracovanými úlomky metamorfovaných hornin. Tato vrstva je silně ulehlá, jádrovým vrtáním bez vodního výplachu obtížně vrtatelná. Jádrovými vrtů byl

její povrch ověřen v hloubkovém rozmezí 4,9 až 8,0m pod terénem. Zeminy jsou méně propustné, než nadložní fluvialní sedimenty.

Kvarterní sedimenty, ověřené novými průzkumnými vrtty – naprosto převažují štěrky údolní terasy, které tvoří souvislou vrstvu o mocnosti 3,5-6,0m, která byla ověřena novými průzkumnými vrtty. Jsou většinou hrubé, tvořené opracovanými valouny o průměru do 8cm, často s příměsí valounů o průměru 25-30cm. Výplň mezer jsou písky střední a hrubé, málo hlinité, jejichž obsah většinou nepřekračuje 20%. Převažují valouny krystalických hornin – ortorul a amfibolitů, podstatný je i obsah křemene.

Soudržné zeminy na povrchu štěrků – dosahují pouze malých mocností (1,0-1,5m), často bývají v zastavěných územích nahrazeny navážkou. Hlíny jsou prachovité, silně písčité – přecházejí až do písků hlinitých.

D.1.9.3.2.5.3 Geotechnické vlastnosti zemín

D.1.9.3.2.5.3.1 Plioleistocenní sedimenty

Jsou to zeminy zeleno-šedo-hnědé barvy, které byly průzkumnými vrtty zastiženy v hloubce převážně 5-8m pod terénem, nejčastěji od hloubky 6,5m. Jedná se o zeminy nesoudržné, které jsou pevně stmelené a ulehle, takže po vytěžení a vyjmutí z jádrovnice mají charakter celistvého jádra. Po rozdružení se rozpadají na písek, popř. štěrk hlinitý až hlínu písčitou pevnou, úlomky slabě opracovaných hornin frakce štěrk a valouny štěrku – převážně křemene:

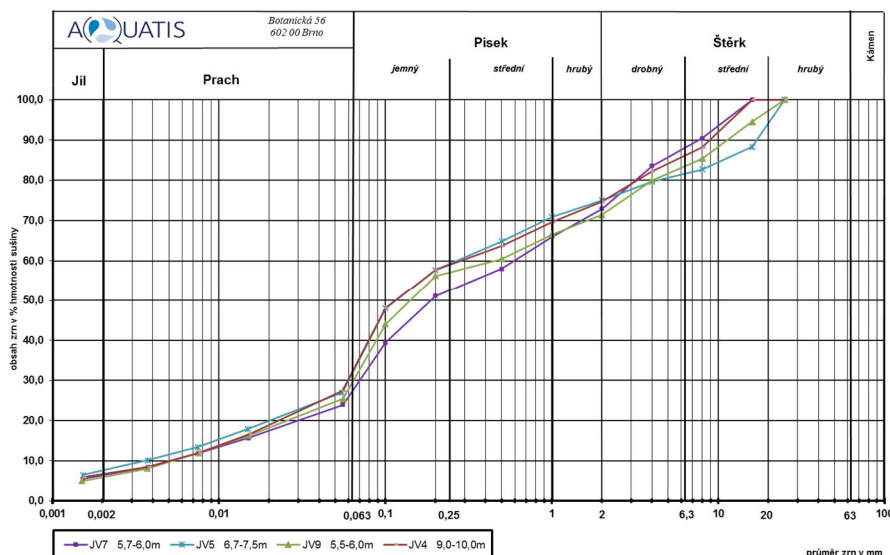
Obrázek č.10 Zemina z vrtu JV3, 7,0-7,5m



Zrnatostní složení – převažují zrna písku (jemná-20-30%, střední 10-15%, hrubá do 5%) – celkový podíl zrnitostní frakce písek je 40-50%. Štěrková frakce – 25-30%. Jemnozrnná výplň – především prachovité zeminy – je zastoupena 25-30%. Zeminy se vzhledem k proměnlivému zastoupení výše popsaných typů zrn řadí do tříd S4, G4, S5, G5. Z důvodu významné příměsi prachovitých hlín a jílu mají podstatně menší propustnost, než nadložní fluvialní štěrky – orientační hodnoty koeficientu filtrace byly spočteny v rozmezí $6,7 \cdot 10^{-8}$ až $9,0 \cdot 10^{-7}$ m/s.

Zrnitostní složení je znázorněno křivkami zrnitosti v následujícím grafu č.8:

Graf č.8



Zrnitostní charakteristika pomocí čísla nestejnosrnnosti C_u a čísla křivosti C_c :

$C_u = 80$ až 120

$C_c = 1,6$ až $3,4$

Geotechnické hodnoty:

Odvozeno z dynamické penetrace:

q_d 15-70 MPa

E_{def} 50-90 MPa

φ' 40-45°

Tabulkové hodnoty

c' 0-5 kPa

γ 18-19 kN/m³

těžitelnost 4. třída ČSN 73 3050

I. třída ČSN 73 6133

D.1.9.3.2.5.3.2 Fluviální štěrky

Byly průzkumnými vrty ověřeny v nadloží výše popsaných zemin. Jejich mocnost je tedy v místě průzkumných vrtů JV1-JV11 4-6m, archívními vrty v západní a severozápadní části Vikýřovic byla ověřena mocnost 20-40m, v jižním a jihovýchodním okraji obce až 100m (JÚ Luže).

Vrstvu fluviálních štěrků, ověřenou průzkumnými vrty na březích Desné, lze rozdělit na dvě části:

Copyright © AQUATIS a.s.

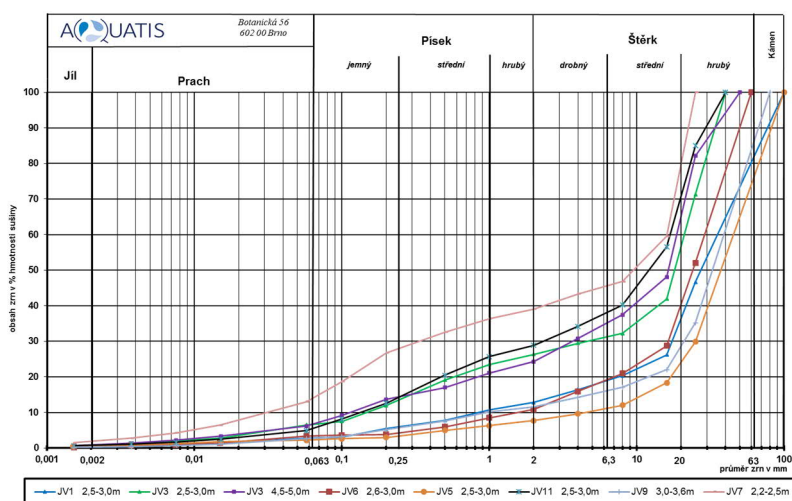
V horní části vrstvy o mocnosti cca 3m jsou šterky až balvanité – dobře opracované valouny mají průměr do 25-30cm. Výplň mezer je tvořena pískem málo hlinitým, jehož podíl představuje 10-25%. Tyto šterky se řadí převážně do třídy G2-GP. Jsou středně ulehlé a ulehlé. Orientační hodnota koeficientu filtrace spočtená podle průběhu křivek zrnitosti, se pohybuje v širokém intervalu $2,5 \cdot 10^{-5}$ až $1,8 \cdot 10^{-1}$ m/s.

Obrázek č.11



Zrnitostní složení je patrné z následujícího grafu č.9 s křivkami zrnitosti odebraných vzorků:

Graf č.9



Zrnitostní charakteristika pomocí čísla nestejnorodnosti C_u a čísla křivosti C_c :

$C_u = 10$ až 567

$C_c = 3,0$ až $3,4$

Geotechnické hodnoty:

Odvozeno z dynamické penetrace:

q_d	15-60 MPa
E_{def}	77 - 280 MPa
φ'	34-40°

Tabulkové hodnoty

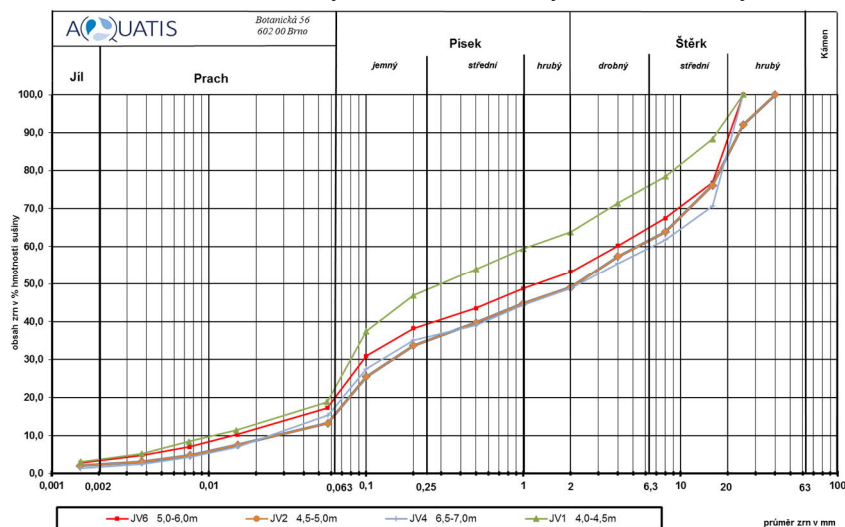
c'	0 kPa
γ	19 kN/m ³
těžitelnost	3. až 5. třída ČSN 73 3050
	I.a II. třída ČSN 73 6133

Směrem k podloží přibývá jemnozrnné výplně – valouny jsou menšího průměru – do 15-20cm, balvanité frakce se vyskytují méně často. Nedotýkají se navzájem - jsou obklopeny pískem a jílem, popř. hlínou. Tyto štěrky tvoří přechodnou vrstvu k plioleistocenním sedimentům, řadí se nejvíce do třídy G3, G4, G5. Byly zdokumentovány v hloubkové úrovni od 4,3 – 5,1m pod terénem. Štěrky jsou ulehle. Orientační hodnota koeficientu filtrace stanovená výpočtem podle zrnitostního složení: $8,5 \cdot 10^{-6}$ až $1,4 \cdot 10^{-5}$ m/s. Na následujícím obrázku č.12 je typický vzorek, odebraný z popisované vrstvy:

Obrázek č.12



Graf č. 10 Křivky zrnitosti zkoušených vzorků hlinitých štěrků



Zrnitostní charakteristika pomocí čísla nestejnosrnnosti C_u a čísla křivosti C_c :

$C_u = 110$ až 260

$C_c = 0,19$ až $0,58$

Geotechnické hodnoty:

Odvozeno z dynamické penetrace:

q_d 30-70 MPa

E_{def} 150 - 413 MPa

φ' 40 - 45°

Tabulkové hodnoty

c' 0-8 kPa

γ 18-19 kN/m³

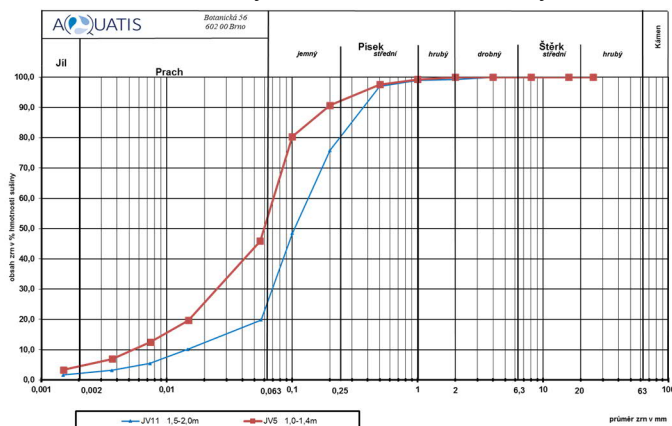
těžitelnost 3. a 4. třída ČSN 73 3050

I. třída ČSN 73 6133

D.1.9.3.2.5.3.3 Hlíny fluvialní

Je to svrchní vrstva geologického profilu, uložená na povrchu štěrků. Původně byla souvisle vyvinutá, mnohdy byla nahrazena zčásti navážkou, někde může i chybět. Průzkumnými vrty byla její mocnost ověřena v rozmezí 0,5 až 2,3m. Zemina je tvořena především zrní prachovitými (25-50%), její podstatnou částí je písek jemný až střední (45-75%). Plasticitu mají nízkou a střední, konzistenci tuhou a pevnou. Orientační hodnota koeficientu filtrace se v závislosti na množství písčitého podílu pohybuje v rozmezí $3,2 \cdot 10^{-7}$ a $1,5 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Graf č.11 Křivky zrnitosti dvou zkoušených vzorků



Geotechnické hodnoty:

Odvozeno z dynamické penetrace:

q_d 2-6 MPa
 E_{def} 3,8-7,9 MPa
 c_u 32-65 kPa

Tabulkové hodnoty

φ' 22-25°
 c' 5-16 kPa
 γ 18 kN/m³
 těžitelnost 2. a 3. třída ČSN 73 3050
 I. třída ČSN 73 6133

D.1.9.3.2.5.3.4 Navážky

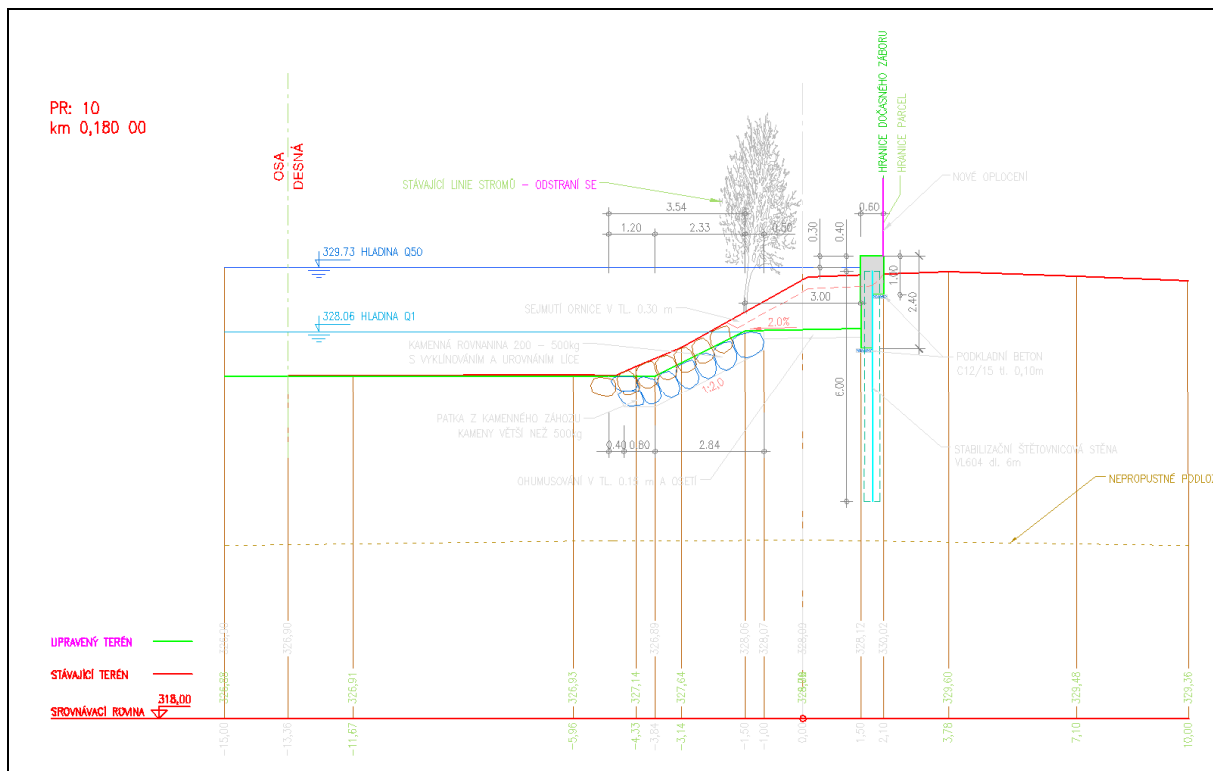
Jsou to zeminy značně nehomogenní, které částečně, nebo zcela nahradily vrstvu povodňových hlín v nejvyšší části geologického profilu. Jejich mocnost byla v místě průzkumných vrtů v rozmezí 0,5 až 2,6m. V místech mimo zástavbu (okraj polí, pastvin) se nevyskytovala, geologický profil zde měl přirozené složení.

Vrstva navážek je složena z úlomků stavebního odpadu, šterku, hlíny, úlomků kamene. Zastižen byl také domovní odpad (dráty, sklo, železo, plast) – v místě JV6. Navážky jsou málo zkonsolidované, většinou je lze považovat za propustnou vrstvu. Pro zakládání je nevhodná.

D.1.9.3.2.6 Výsledky výpočtů

D.1.9.3.2.6.1 Příčný řez PR 10

D.1.9.3.2.6.1.1 Schéma konstrukce



Pro posouzení stability zdi v příčném profilu PR 10 je uvažován geologický profil podle Sondy JV11. Výsledky výpočtu jsou uvedeny na následujících stranách.

JV11	560 059,7	1 077 657,9	z = 329,65		
metráž	popis	třída	těžitelnost		
			ČSN 73 6133	ČSN 73 3050	ČSN 73 6133
0,00 – 0,30	humózní hlína				
0,30 – 2,30	světlehnědá hlína silně písčitá, tuhá, - až písek hlinitý kyprý, fluviální	S5-SC		3	I
2,30 – 4,30	šedohnědý štěrk drobný-balvanitý, valouny průměru do 30cm, výplň písek střední-hrubý, čistý, středně uhlý, fluviální	G1-GW		4-5	I-II
4,30 – 6,90	hnědošedý štěrk drobný-hrubý, valouny se nedotýkají-jdou odděleny písčitou výplní silně hlinitou, uhlý, fluviální	G3		3-4	I
6,90 – 8,00	šedá, hnědě smouhovaná hlína písčitá, pevná – až písek silně hlinitý, uhlý, s valouny štěrku (plioleptocenní)	F2, S4		4	I

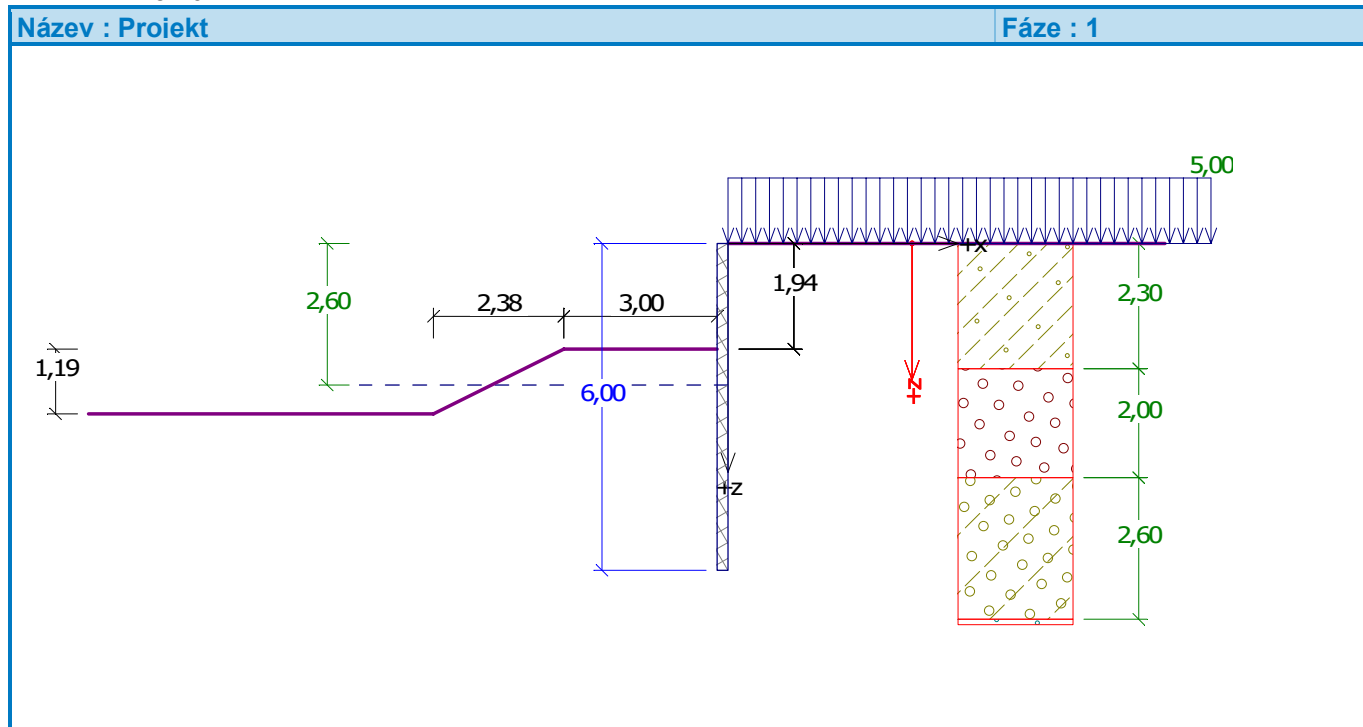
	Podzemní voda naražená – 2,60m ustálená – 2,60m (9.11.2018)			
--	--	--	--	--

D.1.9.3.2.6.1.2 Posouzení pažící konstrukce

D.1.9.3.2.6.1.2.1 Vstupní data

Projekt

Datum : 1.8.2022



Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 6,00 m

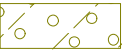











Typ konstrukce : Štětovnice VL 604 600 x 380 x 10.5 mm

Koef.redukce tlaku před stěnou = 1,00


Plocha průřezu $A = 1,57E-02 \text{ m}^2/\text{m}$
 Moment setrvačnosti $I = 2,07E-04 \text{ m}^4/\text{m}$
 Modul pružnosti $E = 210000,00 \text{ MPa}$
 Modul pružnosti ve smyku $G = 81000,00 \text{ MPa}$
 Modul reakce podloží vypočten z přetvárných charakteristik zemin.

Základní parametry zemin - (efektivní napjatost)

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ_a [°]	δ_p [°]
1	navážka		27,00	10,00	19,00	9,00	17,00	17,00
2	fluviální hlíny až písek_ F4,F6,S5		23,50	10,50	18,00	8,00	14,00	14,00

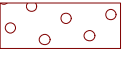








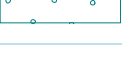


Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ_a [°]	δ_p [°]
3	fluviální štěrk G3,G4,G5		42,50	4,00	18,50	8,50	22,00	22,00
4	fluviální štěrky G1,G2		37,00	0,00	19,00	9,00	22,00	22,00
6	voda		0,01	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00
7	drobný až hrubý štěrk, písčité, G2		40,00	0,00	20,00	10,00	22,00	22,00
8	plioleistocenní sedimenty F2,S4		42,50	2,50	18,50	8,50	14,00	14,00
9	písek ulehý-S3		30,00	1,00	18,00	8,00	0,00	0,00
10	rašelina		13,00	5,00	14,00	4,00	0,00	10,00
11	štěrk - G3		38,00	0,00	19,50	9,50	0,00	10,00
12	hlinitopísčité zemina-F2		25,00	2,00	18,00	8,00	0,00	10,00
13	písek jemně až hrubě zrnitý - S2,S3		33,00	0,00	18,00	8,00	0,00	10,00
14	slínovec navětralý		42,00	400,00	21,00	11,00	0,00	10,00
15	slínovec zvětralý		31,80	9,00	21,00	11,00	0,00	10,00

Základní parametry zemín - (totální napjatost)






Číslo	Název	Vzorek	φ_u [°]	c_u [kPa]	a [kPa]	γ [kN/m ³]
5	neogenní jíly F8		5,00	40,00	20,00	18,90


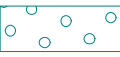



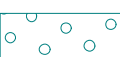




Parametry zemín pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	φ [°]	v [-]	OCR [-]	K_r [-]
1	navážka		nesoudržná	27,00	-	-	-
2	fluviální hlíny až písek_ F4,F6,S5		soudržná	-	0,35	-	-
3	fluviální štěrk G3,G4,G5		nesoudržná	42,50	-	-	-


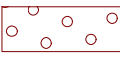
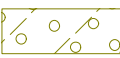

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	φ [°]	ν [-]	OCR [-]	K_r [-]
4	fluviální štěrky G1,G2		nesoudržná	37,00	-	-	-
5	neogenní jíly F8		soudržná	-	0,42	-	-
6	voda		nesoudržná	0,01	-	-	-
7	drobný až hrubý štěrk, písčité, G2		nesoudržná	40,00	-	-	-
8	plioleistocenní sedimenty F2,S4		soudržná	-	0,30	-	-
9	písek ulehý-S3		nesoudržná	30,00	-	-	-
10	rašelina		soudržná	-	0,35	-	-
11	štěrk - G3		nesoudržná	38,00	-	-	-
12	hlinitopísčité zemina-F2		soudržná	-	0,35	-	-
13	písek jemně až hrubě zrnitý - S2,S3		nesoudržná	33,00	-	-	-
14	slínovec navětralý		soudržná	-	0,25	-	-
15	slínovec zvětralý		soudržná	-	0,30	-	-

Parametry zemín pro výpočet modulu reakce podloží (iterovat)

Číslo	Název	Vzorek	ν [-]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	m [-]
1	navážka		0,36	-	10,00	0,20
2	fluviální hlíny až písek_ F4,F6,S5		0,35	-	6,00	0,20
3	fluviální štěrk G3,G4,G5		0,30	-	280,00	0,20
4	fluviální štěrky G1,G2		0,30	-	180,00	0,20
5	neogenní jíly F8		0,42	-	4,00	0,20

Číslo	Název	Vzorek	ν [-]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	m [-]
6	voda		0,30	-	0,10	0,20
7	drobný až hrubý štěr, písčité, G2		0,20	-	150,00	0,20
8	plioleistocenní sedimenty F2,S4		0,30	-	70,00	0,20
9	písek uhlý-S3		0,30	-	17,00	0,20
10	rašelina		0,35	-	100,00	0,20
11	štěr - G3		0,25	-	100,00	0,20
12	hlinitopísčité zemina-F2		0,35	-	100,00	0,20
13	písek jemně až hrubě zrnitý - S2,S3		0,28	-	45,00	0,20
14	slínovec navětralý		0,25	-	100,00	0,20
15	slínovec zvětralý		0,30	-	10,00	0,20

Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2,30	fluviální hlíny až písek_ F4,F6,S5	
2	2,00	fluviální štěrky G1,G2	
3	2,60	fluviální štěr G3,G4,G5	
4	-	plioleistocenní sedimenty F2,S4	

Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 1,94 m.

Tvar dna jámy

Číslo	Souřadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	-3,00	0,00

Číslo	Souřadnice X [m]	Hloubka Z [m]
3	-5,38	1,19
4	-6,38	1,19

Počátek [0,0] je umístěn na dně jámy.
Kladná souřadnice +z směřuje dolů.

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 0,00 m
Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 2,60 m
Podloží u paty konstrukce je nepropustné.

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m ²]	Vel.2 [kN/m ²]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	ANO		proměnné	5,00				na terénu
Číslo	Název							
1	nahodilé							

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet aktivního tlaku - Coulomb (ČSN 730037)
Výpočet pasivního tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
Počet dělení stěny na konečné prvky = 30

Nastavení výpočtu fáze

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Zadání koeficientů : Standard
Návrhový přístup : 3 - redukce zatížení GEO, STR a materiálu
Návrhová situace : dočasná

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Stav STR [-]		Stav GEO [-]	
		Nepříznivé	Příznivé	Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení	γ_G	1,35	1,00	1,00	1,00
Proměnné zatížení	γ_Q	1,50	0,00	1,30	0,00
Zatížení vodou	γ_w			1,00	
Součinitelé redukce materiálu (M)					
					Souč. [-]
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření					γ_ϕ 1,25
Součinitel redukce efektivní soudržnosti					γ_c 1,25
Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti					γ_{cu} 1,40
Součinitel redukce Poissonova čísla					γ_v 1,00

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou $\sigma_{z,min} = 0,20\sigma_z$.

D.1.9.3.2.6.1.2.2 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	2.69	26.56
1.19	-0.00	-0.00	-0.00	11.90	19.72	62.74
1.94	-0.00	-0.00	-0.00	19.40	30.45	85.54
1.94	-0.00	-0.00	-26.57	19.40	30.45	85.55
1.97	-0.00	-0.26	-27.80	19.67	30.83	86.36
1.97	-0.00	-0.27	-26.56	19.68	30.85	86.39
2.26	0.00	-3.09	-26.56	22.59	35.01	95.23
2.30	-0.00	-3.49	-26.56	23.19	35.60	96.49
2.30	-1.76	-3.13	-35.36	29.76	34.32	123.39
2.60	-3.31	-5.89	-66.46	33.49	38.62	141.12
3.00	-4.28	-7.63	-86.10	34.47	40.37	160.77
3.00	-4.29	-7.64	-86.15	34.47	40.37	160.82
3.28	-4.96	-8.84	-99.76	35.15	41.58	174.43
4.30	-7.46	-13.29	-120.02	37.65	46.03	224.60
4.30	-3.39	-11.23	-191.39	32.80	42.92	321.13
4.58	-3.91	-12.19	-199.14	33.32	43.88	339.03
4.58	-3.91	-12.19	-199.17	33.32	43.89	339.09
6.00	-6.58	-17.14	-239.15	35.99	48.83	431.46

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	0.00	-4.35	2.69	0.00	0.00
0.20	0.00	0.00	-4.07	2.00	-0.47	0.05
0.40	0.00	0.00	-3.79	4.00	-1.07	0.20
0.60	0.00	0.00	-3.52	6.00	-2.07	0.50
0.80	0.00	0.00	-3.24	8.00	-3.47	1.05
1.00	0.00	0.00	-2.96	10.00	-5.27	1.92
1.20	0.00	0.00	-2.69	12.00	-7.47	3.19
1.40	0.00	0.00	-2.42	14.00	-10.07	4.93
1.60	0.00	0.00	-2.15	16.00	-13.07	7.24
1.80	0.00	0.00	-1.90	18.00	-16.47	10.19
1.93	0.00	0.00	-1.73	19.30	-18.89	12.48
1.95	0.00	0.00	-1.71	-7.52	-19.01	12.86
2.00	0.00	0.00	-1.65	-6.56	-18.66	13.80
2.20	0.00	0.00	-1.41	-4.56	-17.55	17.42
2.40	0.00	0.00	-1.19	-14.72	-15.62	20.77
2.60	0.00	0.00	-0.99	-32.96	-10.85	23.48
2.80	83.94	0.00	-0.81	-39.48	-2.88	24.52
3.00	82.96	0.00	-0.65	-26.02	3.63	24.41
3.20	86.21	0.00	-0.51	-17.01	7.93	23.22

Hloubka [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
3.40	96.84	0.00	-0.40	-11.99	10.86	21.30
3.60	99.31	0.00	-0.30	-4.25	12.47	18.94
3.80	99.69	0.00	-0.23	2.79	12.59	16.41
4.00	103.06	0.00	-0.17	7.98	11.50	13.99
4.20	114.08	0.00	-0.12	11.35	9.57	11.86
4.40	140.58	0.00	-0.08	10.50	7.41	10.16
4.60	368.80	0.00	-0.05	3.41	6.29	8.77
4.80	766.48	0.00	-0.03	-0.66	6.33	7.48
5.00	1845.10	0.00	-0.02	-8.24	7.79	6.01
5.20	2505.07	0.00	-0.01	-0.08	8.71	4.31
5.40	2667.88	0.00	-0.00	8.07	7.81	2.62
5.60	2683.34	0.00	-0.00	11.22	5.81	1.25
5.80	2683.78	2642.46	-0.00	15.83	3.07	0.30
6.00	2519.93	2681.85	-0.00	14.71	-0.00	0.00

Celkový provedený počet iterací modulu reakce podloží - 11.

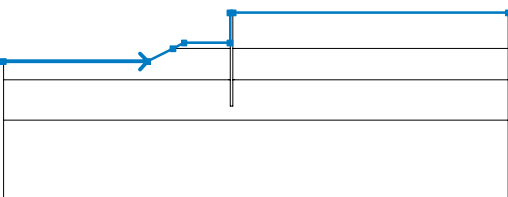
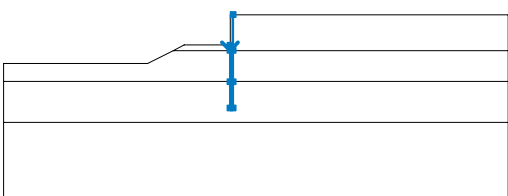
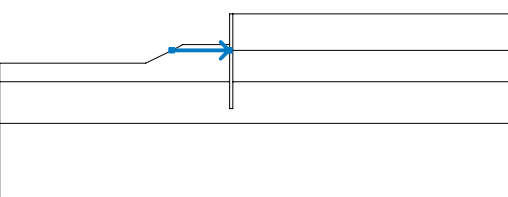
Maximální posouvající síla = 19,01 kN/m
Maximální moment = 24,52 kNm/m
Maximální deformace = 4,3 mm

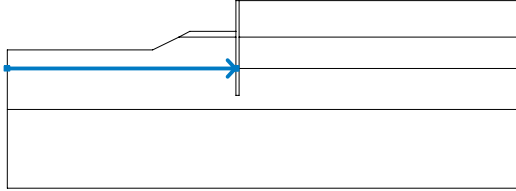
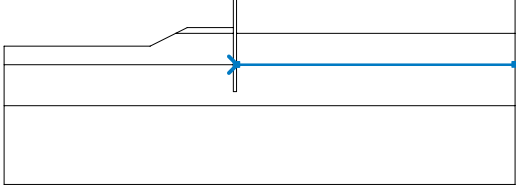
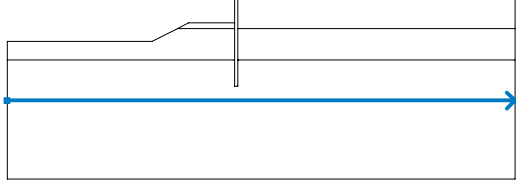
D.1.9.3.2.6.1.3 Výpočet stability svahu

Vstupní data

Projekt

Rozhraní

Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-15,00	326,52	-5,58	326,52	-3,92	327,35
		-3,20	327,71	-0,20	327,71	-0,20	329,65
		0,00	329,65	18,00	329,65		
2		-0,20	327,71	-0,20	327,35	-0,20	325,35
		-0,20	323,65	0,00	323,65	0,00	325,35
		0,00	327,35	0,00	329,65		
3		-3,92	327,35	-0,25	327,35	-0,20	327,35

Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
4		0,00	327,35	0,05	327,35	18,00	327,35
5		-15,00	325,35	-0,25	325,35	-0,20	325,35
6		0,00	325,35	0,05	325,35	18,00	325,35
7		-15,00	322,75	18,00	322,75		

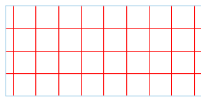
Parametry zemin - efektivní napjatost

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	fluviální hlíny až písek_ F4,F6,S5		23,50	10,50	18,00
2	fluviální štěrk G3,G4,G5		42,50	4,00	18,50
3	fluviální štěrky G1,G2		37,00	0,00	19,00
4	plioleistocenní sedimenty F2,S4		42,50	2,50	18,50

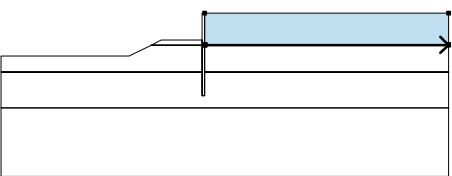
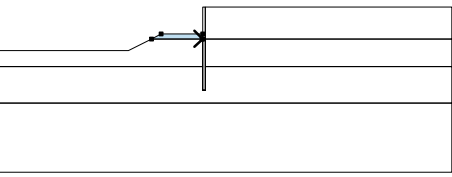
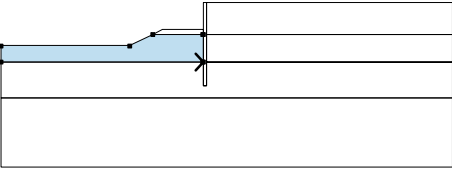
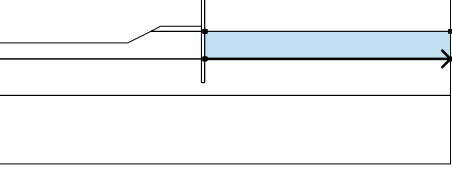
Parametry zemin - vztlak

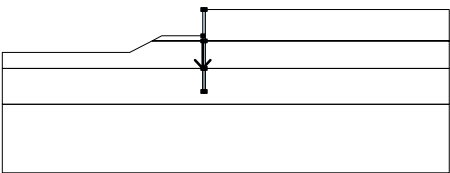
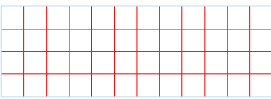
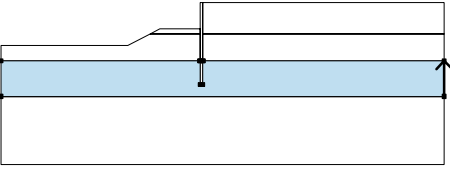
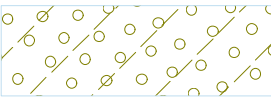
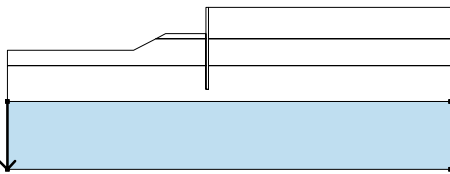
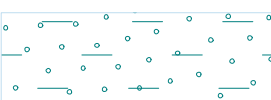
Číslo	Název	Vzorek	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	fluviální hlíny až písek_ F4,F6,S5		18,00		
2	fluviální štěrk G3,G4,G5		18,50		
3	fluviální štěrky G1,G2		19,00		
4	plioleistocenní sedimenty F2,S4		18,50		

Tuhá tělesa

Číslo	Název	Vzorek	γ [kN/m ³]
1	Tuhé těleso		23,00

Přiřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		0,05	327,35	18,00	327,35	fluviální hlíny až písek_ F4,F6,S5
		18,00	329,65	0,00	329,65	
		0,00	327,35			
2		-0,25	327,35	-0,20	327,35	fluviální hlíny až písek_ F4,F6,S5
		-0,20	327,71	-3,20	327,71	
		-3,92	327,35			
3		-0,25	325,35	-0,20	325,35	fluviální štěrky G1,G2
		-0,20	327,35	-0,25	327,35	
		-3,92	327,35	-5,58	326,52	
		-15,00	326,52	-15,00	325,35	
4		0,05	325,35	18,00	325,35	fluviální štěrky G1,G2
		18,00	327,35	0,05	327,35	
		0,00	327,35	0,00	325,35	

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
5		-0,20	327,35	-0,20	325,35	Tuhé těleso 
		-0,20	323,65	0,00	323,65	
		0,00	325,35	0,00	327,35	
		0,00	329,65	-0,20	329,65	
		-0,20	327,71			
6		18,00	322,75	18,00	325,35	fluviální štěrk G3,G4,G5 
		0,05	325,35	0,00	325,35	
		0,00	323,65	-0,20	323,65	
		-0,20	325,35	-0,25	325,35	
		-15,00	325,35	-15,00	322,75	
7		-15,00	322,75	-15,00	317,75	plioleistocenní sedimenty F2,S4 
		18,00	317,75	18,00	322,75	

Přetížení

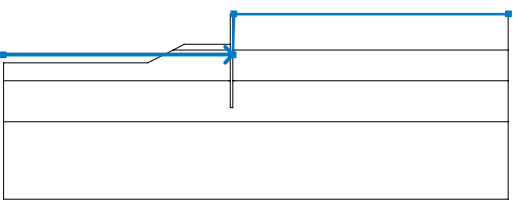
Číslo	Typ	Působení	Umístění z [m]	Počátek x [m]	Délka l [m]	Šířka b [m]	Sklon α [°]	Velikost		
1	pásové	stálé	na povrchu	x = 0,00	l = 18,00		0,00	q, q ₁ , f, F	q ₂	jednotka
								5,00		kN/m ²

Názvy přetížení

Číslo	Název
1	nahodilé

Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-15,00	327,05	0,00	327,05	0,05	329,65
		18,00	329,65				

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : v efektivních parametrech

Nastavení výpočtu fáze

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Zadání koeficientů : Standard

Návrhový přístup : 3 - redukce zatížení GEO, STR a materiálu

Návrhová situace : trvalá

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Stav STR [-]		Stav GEO [-]	
		Nepříznivé	Příznivé	Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení	γ_G	1,35	1,00	1,00	1,00
Proměnné zatížení	γ_Q	1,50	0,00	1,30	0,00
Zatížení vodou	γ_w			1,00	
Součinitelé redukce materiálu (M)				Souč.	[-]
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření				γ_ϕ	1,25
Součinitel redukce efektivní soudržnosti				γ_c	1,25
Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti				γ_{cu}	1,40

Výsledky (Fáze budování 1)

Výpočet 1

Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy					
Střed :	x =	-3,38 [m]	Úhly :	$\alpha_1 =$	-46,17 [°]
	z =	334,20 [m]		$\alpha_2 =$	65,79 [°]
Poloměr :	R =	11,08 [m]			
Výpočet bez optimalizace smykové plochy.					

Posouzení stability svahu (všechny metody)

Bishop :	Využití = 43,0 %	VYHOVUJE
Fellenius / Petterson :	Využití = 51,5 %	VYHOVUJE
Spencer :	Využití = 42,4 %	VYHOVUJE
Janbu :	Využití = 42,5 %	VYHOVUJE
Morgenstern-Price :	Využití = 42,5 %	VYHOVUJE

V Brně, leden 2023

Ing. Vladimír Hradský