

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK  
VÝŠKOVÝ SYSTÉM: Bpv

## ČÁST D.1

### PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ NA VODNÍM TOKU POLANČICE PRO ZÁSTAVBU POLANKY NAD ODROU, STAVBA Č. 5578

Objednatel:







**POVODÍ ODRY, STÁTNÍ PODNIK**

Varenská 49, 701 26 Ostrava

**SO 03**

MALÁ VODNÍ NÁDRŽ NA RAKOVCI

	Vypracoval	ING. JIŘÍ VANCL		Objednatel	Povodí Odry,s.p.
	Zodp. projektant	ING. DAVID LANDA		Zak. číslo	12-LI41-013
	Tech. kontrola	ING. KATEŘINA TUŠEROVÁ		Datum	04/2023
	Stavební objekt  SO 03.2 HRÁZ			Stupeň	DPS
				Měřítko	
Zhotovitel: Valbek, spol. s r.o. Vaňurova 505/17 460 01 Liberec 1	Příloha  TECHNICKÁ ZPRÁVA			Počet A4	
				Č. přílohy	Paré

## **D.1.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA STAVEBNÍCH A INŽENÝRSKÝCH OBJEKTŮ**

Obsah:

<b>1. ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ.....</b>	<b>2</b>
1.1 ARCHITEKTONICKÉ A VÝTVARNÉ ŘEŠENÍ .....	2
1.2 MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ.....	2
1.3 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ .....	3
1.4 PROVOZNÍ ŘEŠENÍ.....	4
1.5 BEZBARIÉROVÉ UŽÍVÁNÍ STAVBY .....	4
1.6 KONSTRUKČNÍ A STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ A TECHNICKÉ VLASTNOSTI STAVBY .....	4
1.7 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY .....	6
1.8 VÝPIS POUŽITÝCH NOREM .....	7
<b>2. STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ.....</b>	<b>8</b>
2.1 POPIS NAVRŽENÉHO KONSTRUKČNÍHO SYSTÉMU STAVBY .....	8
2.2 VÝSLEDEK PRŮZKUMU STÁVAJÍCÍHO STAVU NOSNÉHO SYSTÉMU STAVBY .....	8
2.3 NAVRŽENÉ MATERIÁLY A HLAVNÍ KONSTRUKČNÍ PRVKY .....	8
2.4 HODNOTY UŽITNÝCH, KLIMATICKÝCH A DALŠÍCH ZATÍŽENÍ UVAŽOVANÝCH PŘI NÁVRHU NOSNÉ KONSTRUKCE .....	8
2.5 NÁVRH ZVLÁŠTNÍCH, NEOBVYKLÝCH KONSTRUKCÍ NEBO TECHNOLOGICKÝCH POSTUPŮ.....	8
2.6 ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY .....	12
2.7 TECHNOLOGICKÉ PODMÍNKY POSTUPU PRACÍ, KTERÉ BY MOHLY OVLIVNIT STABILITU VLASTNÍ KONSTRUKCE, PŘÍPADNĚ SOUSEDNÍ STAVBY .....	13
2.8 ZÁSADY PRO PROVÁDĚNÍ BOURACÍCH A PODCHYCOVACÍCH PRACÍ A ZPEVŇOVACÍCH KONSTRUKCÍ ČI PROSTUPŮ .....	13
2.9 POŽADAVKY NA KONTROLU ZAKRÝVANÝCH KONSTRUKCÍ.....	14
2.10 SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ, NOREM, TECHNICKÝCH PŘEDPISŮ .....	14
2.11 SPECIFICKÉ POŽADAVKY NA ROZSAH A OBSAH DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY, PŘÍPADNĚ DOKUMENTACE ZAJIŠŤOVANÉ JEJÍM ZHOTOVITELEM .....	15
2.12 STATICKÉ POSOUZENÍ.....	16
<b>3. POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ.....</b>	<b>17</b>
<b>4. TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB .....</b>	<b>17</b>
<b>5. KUBATUROVÉ LISTY.....</b>	<b>18</b>
<b>6. VYTYČOVACÍ PRVKY .....</b>	<b>26</b>
<b>7. TABULKA ŠACHET.....</b>	<b>36</b>
<b>8. PŘÍLOHY .....</b>	<b>37</b>

## 1. ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ

### 1.1 ARCHITEKTONICKÉ A VÝTVARNÉ ŘEŠENÍ

Projektová dokumentace řeší výstavbu suché malé vodní nádrže na Rakovci. Parametry nádrže vyplývají z provedených hydrotechnických výpočtu funkčních objektů a provedené transformace povodňové vlny. Funkční objekty jsou typizované objekty bez požadavků na specifické architektonické řešení. Snahou je začlenit těleso hráze do okolního terénu s ohledem na významnou krajinotvornou funkci.

Obslužné komunikace jsou napojeny na stávající komunikace a v co největší míře kopírují stávající terén.

Úpravy koryta Rakovce v zátopě budou prováděny podle zásad uvedených v biologickém hodnocení. Během výstavby dojde k významnému kácení vzrostlého břehového porostu a porostu na lesních pozemcích. Kde je to z hlediska místních a majetkoprávních poměrů možné, budou provedeny kompenzační opatření. Mezi kompenzační opatření patří vybudování tůní a návrh náhradní výsadby, která bude navržena dle podmínek orgánu ochrany přírody a krajiny.

Základní koncepce řešení malé vodní nádrže je:

- průtočná suchá nádrž bez stálého nadržení
- zemní sypaná hráze
- řešení obslužné komunikace na korunu hráze s napojením na stávající komunikace

**Tato technická zpráva řeší objekt SO 03.02 Hráz.**

### 1.2 MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ

Výška homogenní hráze je projektována v nejvyšší části 8,0 m. U paty bude hráze široká až cca 45 m. Základová půda v oblasti homogenní hráze MVN na Rakovci je ve staničení 30m až 70m tvořena zeminami GT 3, které jsou málo únosné, stlačitelné a měkké konzistence a obsahují polohy organogenních zemin. V jejich podloží, v hloubce cca 2,5-7,0 m p.t. se nachází dostatečně únosné zeminy GT 6a nebo skalní horniny GT 6b. Objekt štoly bude založen v úrovni dostatečně únosné zeminy GT 4.

Při naplnění nádrže by mohlo dojít k hydraulickému prolomení měkkých zemin GT 3, proto je nutné pod hrází zbudovat těsnicí ostruhu. Vzhledem ke konzistenci zemin předpokládáme vytlačování měkkých až kašovitých zemin GT 3, nebo vznik jiných nestabilit při svahovaném výkopu. Proto navrhujeme provedení pouze menší těsnicí ostruhy při zhlaví těsnicí clony s výplní jílocementovou suspenzí a samotnou těsnicí clonu, která bude vetknuta min. 0,5m do svrchních partií GT 6a či GT 6b.

V celé ploše pod navrhovanou hrází bude odtěžena zemina v mocnosti min. 0,8m. Podloží tělesa hrází musí být dostatečně zhuťnuto. Protože však budou v podloží hráze částečně ponechány měkké a neúnosné zeminy GT 3, ve statickém výpočtu

bylo stanoveno dodatečné sedání hráze v důsledku jejich stlačení a o tuto hodnotu je nutno přesypat korunu hráze (viz kap. 2.5).

Levobřežní část hráze bude zavázána do skalních hornin GT 6b. Na výchozech uváděných v IGP je patrné šikmé až svislé uložení vrstevních ploch a velká hustota ploch diskontinuit (vrstevnatost, kliváž). Horninový masiv bude upraven do lavic, které zajistí provázání s tělesem hráze. Následně bude očištěn a bude provedena vyrovnávací vrstva vodostavebného betonu min. C25/30 v případě zastižení uvažovaných diskontinuit. Do skalních hornin bude dále proveden zářez pro obratiště obslužné komunikace. Svah bude očištěn od vegetace a profilován na požadovaný sklon svahu 1:1,5. Svah bude ošetřen protierozním geobuňkovým systémem s ukotvením.

V pravobřežní části bude hráz propojena se stávajícím mírným svahem. Základová spára bude ve svahu upravena do lavic výšky nejvýše dvojnásobku hutněné vrstvy násypu. Těleso hráze se bude zařezávat úskoky šířky min. 3 m do stávajícího svahu pro dosažení propojení nového tělesa s původním svahem. Musí být dodrženy požadavky článku 7.8 dle ČSN 75 2410 pro zakládání sypaných hrází.

Materiál pro stavbu hráze byl vytipován na základě IGP ze zemin F6 CL, který je k dispozici jak v místě hráze na pravobřežním zavázání, tak především v požadovaném množství cca 14. tis. m<sup>3</sup> ze skrývek dvou blízkých činných pískoven Pískovna v Polance nad Odrou, ul. Janovská – Písek Ostrava s.r.o. a Pískovna v Polance nad Odrou – Václavovicích – INGEA realizace s.r.o. Zeminy byly posouzeny z hlediska vhodnosti zemin pro homogenní hráze dle normy ČSN 75 2410 „Malé vodní nádrže“.

Sklony svahů jsou navrženy s ohledem na dané materiálové vlastnosti zemin F6 návodní 1:3,5 a vzdušní 1:2,5. Stabilita svahů byla posouzena na základě dostupných údajů z podrobného IGP. Výsledky jsou uvedeny v příloze této zprávy.

Zemina dovážená z vhodného zemníku/deponie bude do násypu navážena po vrstvách mocných nejvýše 0,2-0,3 m. Zemina musí splňovat parametry, které byly uvažovány v rámci stabilitní analýzy.

Práce na tělese hráze se nesmí provádět v době výrazných atmosférických srážek, z důvodu náchylnosti zemin F6 k rozbředění a jejich lepivosti. Výjimkou jsou krátkodobé neintenzivní přeháňky. Pro práce v mrazových dnech je zapotřebí konzultace s geotechnikem. Musí být dodrženy požadavky článku 7.13 dle ČSN 75 2410 během sypaní hráze.

### 1.3 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ

Hráz je navržena zemní sypaná homogenní se šířkou v koruně 4 m. Niveleta hráze je navržena na kótě 265,80 m n.m. Příčný sklon bude 3% směrem k návodními líci. Sklony svahů jsou navrženy s ohledem na dané materiálové vlastnosti zemin F6 návodní 1:3,5 a vzdušní 1:2,5. V koruně hráze bude zřízena obslužná komunikace viz SO 03.07 šířky 3m s krajnicemi 2 x 0,5m. Pod komunikací bude vytvořeno únosné podloží za použití nesoudržného materiálu a hutněného po vrstvách. Navržen je šterkový polštář frakce 0-63mm tl. min. 300 mm. Na korunu hráze bude omezen příjezd závorou.

Návodní a vzdušní líc bude ohumusován a oset v tl. min. 300 mm. Pod ohumusováním bude provedena ochranná vrstva z nenamrzavé zeminy tl. min. 200 mm.

Na vzdušném líci bude v patě vybudován patní drén ze štěrku frakce 0-32 mm s obrácenou filtrační vrstvou tl. 250 mm frakce 0-4 mm (geotextilie jako filtrační vrstva nebude na patní drén použita). Patní drén bude v příčném směru protažen směrem k ose hráze do vzdálenosti max. 8,9 m od osy drénu, což vychází z požadavků ČSN. Odvod vody bude zajištěn drenážním plastovým potrubím DN200 SN8 (perforace 2mm ve výšce 220°), které bude uloženo do lože a obsypáno filtrační vrstvou 4-8. Na drenážním potrubí budou umístěny revizní šachty. Drenážní potrubí bude zaústěno do odpadního koryta min. 200 mm nad dnem a s přesahem min. 200 mm pro možnost zajištění monitoringu množství a senzorických vlastností prosáklé vody. K tomu taktéž bude sloužit vždy poslední revizní šachta na větvi patního drénu. Na vyústění bude instalována žabí klapka.

#### 1.4 **PROVOZNÍ ŘEŠENÍ**

Jedná se o suchou nádrž, která bude provozována dle provozního řádu suché nádrže, který se zpracovává podle příslušného předpisu a TNV 75 2920. Provozní zařízení suché nádrže jsou navržena tak, aby byla zajištěna bezpečnost a aby tato zařízení bylo možno jednoduše udržovat v provozuschopném stavu.

#### 1.5 **BEZBARIÉROVÉ UŽÍVÁNÍ STAVBY**

Netýká se projektu.

#### 1.6 **KONSTRUKČNÍ A STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ A TECHNICKÉ VLASTNOSTI STAVBY**

Je navržen patní drén DN 200 SN8 (perforace 2 mm ve výšce 220°) o celkové délce 127,22 m. Návrh drénu včetně filtračních vrstev je doložen posouzením filtrační stability viz příloha této zprávy.

Větev A – zaústěno do SO 03.04 – VOA – dl. 106,58 m

Větev B – zaústěno do SO 03.04 – VOB – dl. 20,66 m

Na patním drénu jsou navrženy revizní šachty. Drenážní šachty budou prefabrikované betonové (S1; S6) a plastové (S2-5; S7).

- 1) Prefabrikované drenážní šachty – jsou tvořeny typizovanými prefabrikovanými skružemi DN 800, šachtovým dnem výšky 900 mm s kalovým prostorem hloubky min. 50 cm s přechodovým kónusem a nekovovým poklopem DN600 A15, přívodní potrubí bude vždy o min. 100 cm vytaženo do šachty pro možnost odběru vzorků a pro možnost objemového měření průtoku. Šachetní dno bude uloženo na ztuhlou základovou spáru a štěrkopískové lože tl. min. 100 mm. Zhlaví šachty bude min. 50 cm vytaženo nad terén a obrováno kamennou rovinou do 80 kg.
- 2) Drenážní šachty plastové – jsou navrženy v místech, kde není třeba provádět objemové měření. Budou tvořeny typizovanými plastovými šachtami DN300 v rámci uceleného výrobního programu tzn. kompatibilní s plastovým drenážním potrubím. Uloženy budou do filtrační vrstvy frakce 0-4 mm. Zhlaví šachty bude ochráněno betonovou skruží DN600 s vyplněním štěrkem frakce

8-32 mm a obrovnáno kamennou rovnaninou do 80 kg. Poklop šachty bude plastový A15.

Výustní objekty: jsou navrženy betonové monolitické z betonu C 30/37 XF3. Drenážní potrubí bude zaústěno 200 mm nad dnem a s přesahem min. 200 mm pro možnost zajištění monitoringu množství a senzorických vlastností prosáklé vody.

Na potrubí bude instalována integrovaná plastová žabí klapka (vnitřní otočná mřížka, nikoliv koncová klapka) k zamezení proniknutí vstupu drobných živočichů. Žabí klapka bude kompatibilní s plastovým programem dodavatele drenážního potrubí a plastových revizních šachet. Výustní objekt VOA a VOB do SO 03.4 bude obrovnán rovnaninou z LK v rámci přeložky koryta SO 03.04.

Sjezdy pro lesní techniku budou provedeny se stejnou únosností jako komunikace SO 03.07, ale s propustným povrchem. Konstrukce bude tvořena vrstvou vibrovaného štěrku (VŠ) na podkladní vrstvu štěrkodrtí frakce 0/32 mm (ŠD<sub>B</sub>). Sklon sjezdu bude max. 1:8 a bude ukončen na terénu jako zárodek komunikace. V případě budoucího využití při těžbě dřeva těžební mechanizací je nutné navazující terén mimo zábor stavby upravit do požadovaných parametrů pro možnost dalšího pohybu po lesních pozemcích.

K zajištění odvodnění prostoru obratště a přiléhajících svahů bude sloužit příčný spád obratiště směrem do zátopy, kde bude na svahu podél stávajícího terénu a násypu tělesa hráze vybudován příkop. Příkop bude opevnění dlažbou z LK tl. 200 mm do betonu C20/25nXF3 tl. 100 mm s vyspárováním MC 25 XF3 a bude zaústěn podél vtokového křídla sdruženého funkčního objektu do usazovacího prostoru. Příkop bude šířky 0,6m se sklony svahů 1:2 proměnné hloubky min. 200 mm. Svah nad obratištěm bude ošetřen protierozním opatřením, které je nutno aplikovat v co nejkratší době po vysvahování. V horní části na svahu bez úpravy sklonu je navržena biodegradibilní protierozní kokosová rohož min. 700 g/m<sup>2</sup> s kotvením kolíky dle doporučení dodavatele pro daný sklon svahu. Ve svahu 1:1,5 bude položen geobuňkový systém výšky min. 200 mm s ukotvením pomocí prutů pr. min. 10 mm z betonářské oceli tvaru J délky min. 0,8m. Geobuňky budou vyplněny jemnozrnnou zeminou a přesypány cca 50mm s hydroosevem.

Těsnící clona: bude vybudována metodou DSM (Deep soil mixing). „DSM svou efektivitou pracovního procesu i ekonomikou zcela nahrazuje použití tryskové injektáže. Jako metoda zlepšování podloží v případě, že není nutné vrtat přes betonové, zděné či jiné obtížně vrtatelné překážky nebo provádět zlepšení v hloubkách několika desítek metrů. Pokud lze míchacím – vrtným nářadím zhotovit pilíře v celé jeho délce, je výhodnější použití DSM, než tryskovou injektáž. Množství cementového pojiva bývá přibližně 80 až 450 kg na m<sup>3</sup>, dávkování je závislé na typu zeminy, proto je nutné provést laboratorní zkoušky a optimalizovat množství pojiva. Po vybudování clony jsou prováděny průkazné zkoušky na válcích získaných jádrovými vrty. Receptura by měla splňovat požadované vlastnosti jako propustnost, modul pružnosti, v agresivním prostředí i odolnost vůči působení chemikálií obsažených v zemině. Výsledné pevnosti v tlaku prováděných na tělesech dosahují přibližně od 1,0 MPa v organických zeminách a více než 10 MPa v pískách. Pro výpočty se však doporučuje snížit hodnoty mechanicko-deformačních charakteristik



cca 2 až 3krát“ (Těsnící podzemní stěny, Jan Kaderka, VUT Fast ústav geotechniky, 2013). V rámci stabilitních výpočtů byly jako vstupní parametry využity data ze zkoušek prováděných v rámci pracoviště zpracovatelů zprávy:  $E_{28}=20$  Mpa,  $k_x=k_y=1,8 \cdot 10^{-3}$  m/den (CEM 300 kg, Bentonit 32 kg, voda 887kg). Šířka clony bude min. 500 mm a bude vetknuta min. 0,5m do svrchních partií GT 6a či GT 6b. Pro provedení clony bude vybudována provizorní komunikace. Návrh komunikace bude upřesněn podle mechanizace zhotovitele co do požadované únosnosti a rozsahu dle zvolené soupravy pro výstavbu těsnící clony. Předpoklad je, že bude provedena ze silničních panelů  $3,00 \times 1,50 \times 0,215$  m na štěrkový podsyp min. tl. 300 mm frakce 0-32 mm na separační geotextilii min.  $500 \text{ g/m}^2$ . Po výstavbě clony v prostoru budoucí hráze bude rozebrána a ve výkopu nesmí zůstat štěrkový podklad. Musí být důkladně odstraněno a zkontrolováno geotechnickým dozorem.

**Hráz:** Sklony svahů jsou navrženy s ohledem na dané materiálové vlastnosti zemin F6 návodní 1:3,5 a vzdušní 1:2,5. Stabilita svahů byla posouzena na základě dostupných údajů z podrobného IGP viz příloha této zprávy. Parametry smykové pevnosti materiálu hráze byly odvozeny ze smykových krabicových zkoušek nezlepšených zemin realizovaných v rámci dodatečného IGP. Celkem byly provedeny 4 smykové krabicové zkoušky na třech potenciálních lokalitách:

- pravý břeh Rakovce – vzorek VJ-120 (0,4 – 1,0 m p.t.),
  - lokalita Pískovny v Polance nad Odrou, ul. Janovská – vzorky T-1 a T-2,
  - lokalita Pískovny v Polance nad Odrou, Václovce – vzorek T-3.
- Hodnoty parametrů smykové pevnosti byly ve výpočtech uvažovány variantně (Tab. 6-3):

- minimální efektivní úhel vnitřního tření  $\varphi'$  a odpovídající efektivní soudržnost  $c'$ ,
- minimální efektivní soudržnost  $c'$  a odpovídající efektivní úhel vnitřního tření  $\varphi'$ ,
- průměrné hodnoty parametrů smykové pevnosti.

Návrhové parametry dle stabilitního posouzení viz příloha:

**Tab. 6-3 Efektivní parametry smykové pevnosti pro materiál hráze (MH)**

	$\varphi'$ (°)	$c'$ (kPa)
minimální $\varphi'$ , odpovídající $c'$	27,5	9,9
minimální $c'$ , odpovídající $\varphi'$	31,0	8,1
průměrné hodnoty	30,1	11,5

Byly použity parametry stlačitelnosti  $E' = 10 \text{ Mpa}$  a  $\nu = 0,40$ .

Hodnoty koeficientů hydraulické vodivosti byly zvoleny na základě doporučení z dodatečného IGP: maximální hodnota  $k_x=k_y=8,64 \cdot 10^{-2}$  m/den, minimální hodnota  $k_x=k_y=4,32 \cdot 10^{-5}$  m/den a průměrná hodnota (z transformovaných hodnot  $\log_{10}(k)$ )  $k_x=k_y=4,38 \cdot 10^{-3}$  m/den.

## 1.7 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

Nakládání s vodami – vzdouvání povrchových vod:

Počet měsíců v roce, kdy se s vodami nakládá: 12

Průměrný průtok: 12 l/s (dlouhodobý průměrný průtok)

Maximální průtok: 11 700 l/s ( $Q_{1000}$ )

Max. měsíční: 123 000 m<sup>3</sup> ( $W_{1000}$ )

Max. roční: 373,248 tis. m<sup>3</sup> (při dlouhodobém průměrném průtoku)

Měření průtoku je navrženo přepočtem pomocí hydrostatické sondy a vodočetných latí.

Měření průsakových vod z patních drénů je navrženo objemovou metodou vždy v poslední šachtě před vyústěním do recipientu.

## **1.8 VÝPIS POUŽITÝCH NOREM**

ČSN 75 0120 – Vodní hospodářství - Terminologie hydrotechniky.

ČSN 75 2405 – Vodohospodářská řešení vodních nádrží;

ČSN 75 2410 – Malé vodní nádrže;

ČSN 75 2101 – Ekologizace úprav vodních toků

ČSN 75 2310 – Sypané hráze

TNV 75 2103 – Úpravy řek

TNV 75 2415 – Suché nádrže

TNV 75 2105 – Úpravy potoků

TNV 75 2910 – Manipulační řády vodních děl na vodních tocích;

TNV 75 2321 – Zprůchodňování migračních barrier rybími přechody

TNV 75 2303 – Jezy a stupně

TNV 75 2920 – Provozní řád hydrotechnických vodních děl;



## 2. STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

### 2.1 POPIS NAVRŽENÉHO KONSTRUKČNÍHO SYSTÉMU STAVBY

Hráz je navržena zemní sypaná homogenní se šířkou v koruně 4 m. Sklony svahů jsou navrženy s ohledem na dané materiálové vlastnosti zemin F6 návodní 1:3,5 a vzdušní 1:2,5.

### 2.2 VÝSLEDEK PRŮZKUMU STÁVAJÍCÍHO STAVU NOSNÉHO SYSTÉMU STAVBY

Netýká se projektu.

### 2.3 NAVRŽENÉ MATERIÁLY A HLAVNÍ KONSTRUKČNÍ PRVKY

Materiál pro stavbu hráze byl vytipován na základě IGP ze zemin F6 CL, který je k dispozici jak v místě hráze na pravobřežím zavázání, tak především v požadovaném množství cca 14. tis. m<sup>3</sup> ze skrývek dvou blízkých činných pískoven Pískovna v Polance nad Odrou, ul. Janovská – Písek Ostrava s.r.o. a Pískovna v Polance nad Odrou – Václavovicích – INGEA realizace s.r.o. Zeminy byly posouzeny z hlediska vhodnosti zemin pro homogenní hráze dle normy ČSN 75 2410 „Malé vodní nádrže“. Sklony svahů jsou navrženy s ohledem na dané materiálové vlastnosti zemin F6 návodní 1:3,5 a vzdušní 1:2,5. Stabilita svahů byla posouzena na základě dostupných údajů z podrobného IGP. S ohledem na závěry stabilitní analýzy sedání tělesa hráze je nutné provádět násyp hráze postupně za účelem požadované konsolidace v lhůtě delší než 30 dní. V případě zjištění odlišných skutečností (vlastnosti zemin do hráze, odlišné vlastnosti a průběh základové spáry) je nutno provést verifikaci stabilitních výpočtů hráze a sdruženého funkčního objektu s jejich odsouhlasením autorským dozorem.

### 2.4 HODNOTY UŽITNÝCH, KLIMATICKÝCH A DALŠÍCH ZATÍŽENÍ UVAŽOVANÝCH PŘI NÁVRHU NOSNÉ KONSTRUKCE

Návrhové parametry zatížení viz příloha této zprávy - Stabilitního posouzení.

### 2.5 NÁVRH ZVLÁŠTNÍCH, NEOBVYKLÝCH KONSTRUKCÍ NEBO TECHNOLOGICKÝCH POSTUPŮ

Těsnící clona:

Pro provedení clony bude vybudována provizorní komunikace podél osy těsnící clony pro umožnění pojezdu mechanizace pro její provedení. V místě zařízení staveniště bude vybudováno zázemí pro navrženou metodu DSM (síla pro výrobu jílocementové směsi apod.). Před provedením komunikace bude proveden výkop viz I. etapa – 1. fáze a provedena opatření k převádění vody během této fáze. Následně bude provedena těsnící clona dle Technologického předpisu zhotovitele, kde bude způsob

provádění upřesněn. Předpokládá se, že pro provádění clony je nutno nejdříve vytvořit rýhu výšky 0,5 m, která slouží jako vodící zídka. Následně bude nutno tuto část po výstavbě odbourat tak, aby došlo k provázání s tělesem hráze. Po výstavbě clony v prostoru budoucí hráze bude rozebrána a ve výkopu nesmí zůstat štěrkový podklad. Musí být vše důkladně odstraněno a zkontrolováno geotechnickým dozorem. Následně bude podél clony odtěžena zemina a proveden ozub z jílocementové suspenze k zajištění provázání clony s budoucím tělesem hráze.

#### Násyp hráze a patního drénu:

Bude probíhat v II. etapě po výstavbě těsnící clony a sdruženého funkčního objektu a převedení vody do nových koryt. Po provedení opatření v základové spáře viz. kap. 2.6 bude zahájeno provádění násypu.

Během sypání hráze je nutno dodržovat zásady uváděné ČSN 75 2410 kap. 8 a ČSN 75 2310 kap. 17.

Na základě zhutňovací zkoušky bude upřesněno kritérium pro její zhutnění. Při zhutňovací zkoušce se ověřují fyzikálně-mechanické vlastnosti zhutněné zeminy, podklady pro stanovení tloušťky zhutňovaných vrstev, druh zhutňovacích prostředků a jejich vhodnost (počet jízd, druh a váha stroje). Zhutňovací zkoušky lze provádět na pokusném poli mimo těleso hráze nebo v odůvodněných případech přímo v prostoru hráze, nebude-li tím zdržována výstavba a zhoršena kvalita práce.

Kontrolní zkoušky míry zhutnění se provádějí podle zásad uvedených v kapitole 5 ČSN 72 1006:2015. Sledovaný parametr míry zhutnění a četnost zkoušek jsou zahrnuty v Kontrolním a zkušebním plánu, vypracovaném na základě zhutňovacích zkoušek a podle ustanovení ČSN 7 2310 a ČSN 75 2410. Míra zhutnění těsnící části hráze musí být provedena na parametr  $C \geq 0,95$  dle ČSN 72 1006. Parametr C je poměr objemové hmotnosti vlhké zeminy zhutněné na stavbě a objemové hmotnosti téže zeminy zhutněné při téže vlhkosti laboratorním postupem dle ČSN 72 1015 (PS, MPS). Pro stabilizační část, resp. patní drén míra zhutnění musí být na  $D \geq 0,95$ , příp.  $Id \geq 0,75$  dle ČSN 72 1006. Parametr D je poměr hmotnosti suché zeminy stanovené podle ČSN 72 1010 a maximální objemové hmotnosti podle ČSN 72 1015 standardní, popř. modifikovanou Proctorovou zkouškou nebo indexem ulehlosti.

Sypání hráze bude prováděno po vrstvách max. 20 cm a tyto budou následně zhutněny. Další vrstva se smí navážet pouze na předchozí vrstvu zhutněnou podle technologického předpisu, jejíž povrch musí být urovnaný, bez kaluží vody, bez přeschlé nebo rozbředlé zeminy, bez nevhodných předmětů. Znehodnocená zemina vlivem mrazu deště apod. musí být odstraněna, stejně jako sníh nebo led. Je-li povrch vrstvy příliš vlhký, nechá se buď vyschnout nebo se zemina odstraní. Vlhkost navezené sypaniny se musí pohybovat v mezních hodnotách -2% až +3% optimální vlhkosti. Optimální vlhkost zeminy a objemová hmotnost po zhutnění bude určena standardní Proctorovou zkouškou pro jednotlivé zeminy před počátkem sypání. Kontrola míry zhutnění se provádí dle ČSN 72 1006 u těsnící zeminy min. 1 x na každých 500 m<sup>3</sup> sypaniny (2 vzorky), u filtračních a drenážních vrstev pak 1 x 150 m<sup>3</sup>.

U homogenní hráze se zemina sype souvisle po celé šířce hráze s tím, že je účelné zejména v deštivém období zajistit mírný sklon vrstev k obou lícům hráze pro zajištění odtoku srážkové vody. Pro zajištění dokonalého zhutnění tělesa hráze v plné šíři je účelné sypat sypaninu ve větší šíři než bude konečný tvar hráze a po dokončení sypání a hutnění hráze se přečnívající část hráze odřízne během svahování. Před zahájením

sypání bude vybudován patní drén. Před hutněním zeminy okolo sdruženého funkčního objektu je nutné povrch betonu natřít jílovým mlékem, které zajistí lepší spojení dvou různorodých materiálů. Obdobně se provede u vyrovnávací betonové vrstvy v levobřežním zavázání hráze. Pro hutnění zeminy podél betonových stěn je lépe využít ručních pneumatických pěchů.

Velikost ojedinělých zrn v sypanině se připouští u těsnících zemin max.  $\frac{1}{2}$  tloušťky vrstvy. Stavba hráze v zimních podmínkách se s ohledem na vlastnosti zemin důrazně nedoporučuje.

S ohledem na závěry stabilitní analýzy sedání tělesa hráze je nutné provádět násyp hráze postupně za účelem požadované konsolidace v lhůtě delší než 30 dní a uvažovat s nadnásypem zohledňujícím sedání hráze. Na základě podkladů ze stabilitního výpočtu je uvažováno v části hráze se sedáním až 30 cm (km 0,060-0,145) a v části hráze do 10 cm (km 0,005-0,060) v koruně hráze. Při patách pak 10 cm a 5 cm. K zajištění ochrany násypu před vysycháním a rozbrzdnutím bude položena ochranná vrstva z nenamrzavé zeminy včetně koruny hráze. Po vybudování násypu včetně přesypání bude probíhat kontrolní měření po předpokládanou dobu konsolidace za kontroly geotechnického dozoru. Po ukončení konsolidace a odsouhlasení geotechnickým dozorem bude ochranná vrstva na koruně hráze sejmuta a nahrazena podkladní vrstvou komunikace. Následně bude provedeno rozproštění ornice a poté bude až provedena komunikace SO 03.07 na koruně hráze včetně zpevněných krajnic.

### Geobuňkový systém a protierozní rohož

Svah nad obratištěm bude ošetřen protierozním opatřením, které je nutno aplikovat v co nejkratší době po vysvahování.

- 1) V horní části na svahu bez úpravy sklonu je navržena biodegradibilní protierozní kokosová rohož s kotvením kolíky dle doporučení dodavatele pro daný sklon svahu. Navrhuje se tedy:

- Ohumusování a osetí tl. 200 mm v rámci SO 03.01
- Protierozní geotextilie biodegradabilní z kokosových vláken min. 700g/m<sup>2</sup> s ukotvením na svahu v zemním zámku a skobami k tomu účelu dodávané (v rastru dle doporučení výrobce pro břehy trvalých vodních toků – např. max. 0,6m svisle a 0,5m vodorovně, přičemž po 1,2m svisle a 1,5m skoby zdvojit s roztečí 0,25m)

- 2) Ve svahu 1:1,5 bude položen geobuňkový systém výšky min. 200 mm s ukotvením pomocí prutů pr. min. 10 mm z betonářské oceli tvaru J délky min. 0,8m. Geobuňky budou vyplněny jemnozrnnou zeminou a přesypány cca 50mm s hydroosevem. Navrhuje se tedy:

#### Geobuňky s perforovanou stěnou

Materiál: HDPE

Tloušťka stěny geobuňky: 1,5 ( $\pm 0,2$ ) mm

Pevnost v tahu (podélný směr pásu): min. 27 (-2) kN/m, hodnota pevnosti deklarovaná prohlášením o vlastnostech (před perforací)

Prodloužení při max. zatížení: max. 30 %

Výška geobuňky: 20 cm

Počet buněk: 31-32 ks / m<sup>2</sup>

Životnost deklarovaná prohlášením o vlastnostech: min. 100 let

Zakrytí geobuněk při výstavbě: dle deklarovaných vlastností prohlášením o vlastnostech

Kotvení na svahu a spojování:

Materiál je dodáván v sekcích dle daného výrobku. Ke spojení sousedních sekcí se dodávají systémové spojovací pásy. Spojuje se jimi každá buňka!

K ukotvení geobuněk na svahu se standardně užívají kotvy připravené z prutů betonářské oceli žebříkové Ø 10 mm, tvaru J (zpětný ohyb 180°). Zpětný ohyb je na výšku buňky, tedy v tomto případě 20 cm a délka ukotvení do rostlého terénu závisí na charakteru zeminy, do které je třeba buňku fixovat – min. 60 cm – během realizace bude ověřeno, že se v hloubce do 60 cm nenachází skalní masiv. V případě zemin dle geotechnického doporučení z 04/2023 bude tedy délka kotvy min. 80 cm. Hustota kotvení dle sklonu a délky svahu – předpoklad horizontálně každá 5. buňka, po svahu dolů při sklonu 1:1,5 bude stačit každá 6. buňka. Odhad je tedy 1 kotva na cca 1,5 m<sup>2</sup>.

Na aplikaci bude zpracován Technologický předpis a Kontrolní a zkušební plán.

Vegetační úpravy:

Je navrženo rozprostření orníčních vrstev v tl. 0,30 m včetně osetí hydroosevem.

Nejvhodnější doba pro založení trávníku je na jaře v dubnu až v červnu a potom od poloviny srpna do konce září. Před nástřikem komponentů hydroosevu musí být terén urovnaný, bez odpadů, stavebních zbytků a bez kamenů. Povinné komponenty hydroosevu jsou: voda, osivo, hnojivo, stabilizátor povrchu půdy, mulčovací materiál. Stabilizátor povrchu půdy musí být registrován podle zákona č. 156/1998 Sb. (zákon o hnojivech) a musí zároveň sloužit jako pomocná půdní látka. Tyto komponenty je nutno, pro zakládání trávníku na extrémních stanovištích, doplnit o další pomocné půdní látky. Na svahy bude rozprostřena vrstva ornice urovnaná stejnoměrně po povrchu. Zhotovitel hydroosevu před zahájením prací provede vyhodnocení stanoviště a podle ČSN 83 9041 stanoví komponenty hydroosevu a jejich dávkování. Pak předloží technologický předpis pro provádění hydroosevu, jeho komponenty a dávky na m<sup>2</sup> k odsouhlasení objednateli nebo správci stavby, a to v dostatečném předstihu před zahájením prací.

Zakládání trávníku zahrnuje také první posekání, a to jak v rovině, tak na svahu. Pro danou lokalitu je navržena následující travní směs:

- 30 % kostřava červená trsnatá
- 20 % kostřava červená výběžkatá
- 10 % kostřava ovčí
- 20 % lipnice luční
- 10 % psineček tenký
- 10 % jílek vytrvalý

Doporučený výsevek 25-30 g/m<sup>2</sup>, pro klíčivost a čistotu osiva 80-100 %.

Návrh osevní směsi je rámcový. Zhotovitel před zahájením prací provede vyhodnocení stanoviště a na základě toho může provést změnu v jejím složení. Změna musí být odsouhlasena investorem.

V projektu je počítáno s průměrným chemickým odplevelením 1,5x. Zakládat trávník na plochách se vzrostlým hustým plevelem není přípustné. V zásadě je nutno technologický postup při zemních pracích a zakládání trávníku organizovat tak, aby

se použití chemických prostředků minimalizovalo a použilo hlavně opakovaně na odstranění ložisek vytrvalých plevelů. Odstranění vytrvalých plevelů je jedna ze základních podmínek převzetí trávníku.

V projektu je počítáno s ošetřením trávníku 4x. První posekání je v ceně zakládání trávníku, tj. trávník se seká celkem 5x. Zahrnuje kosení trávy se shrabáním a odvozem na skládku, případně dosev nevzešlých míst apod. tak, aby trávník při předání splňoval požadované parametry. Kosí se 2x za rok.

Zálivka trávníku založeného hydroosevem nebude prováděna.

## 2.6 ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY

Zakládání sypané hráze a ošetření základové spáry bude provedeno v souladu s ČSN 75 2410 a ČSN 75 2310:

V souladu s článkem 10.2.1 normy ČSN 75 2310 se před sypání hráze se odstraní ornice, zbytky vegetace s kořeny a v celé ploše pod navrhovanou hrází bude odtěžena zemina v mocnosti min. 0,8m (půda s vysokým obsahem organických látek a ostatní málo únosné a nevhodné zeminy). Zároveň bude vybourán stávající kamenný zděný stupeň viz situace 2.3. Při těžení neúnosných nebo jinak nevhodných zemin a materiálů z podloží hráze se nesmí původní ulehlost spodních ponechávaných vrstev porušit, zejména nacházejí-li se pod hladinou podzemní vody (10.2.3).

V souladu s čl. 10.4.1 hloubka založení je navržena podle výsledků IGP a přesný průběh základové spáry se v detailech určí na základě skutečných geologických poměrů zjištěných v průběhu výstavby hráze. Jedná se především o rozsah předpokládaného skalního podloží v levobřežním závázání hráze.

Po očištění základové spáry je nezbytně nutné, aby proběhlo převzetí dozorcím geotechnickým dozorem a autorským dozorem. Povrch základové spáry tvoří zeminy, které nejsou odolné vůči povětrnostním vlivům, proto je navrženo ponechat konečnou úpravu základové spáry těsně před navedením první vrstvy tělesa hráze (II. etapa).

Základová spára se očistí, urovná se a zhutní stejným způsobem jaký je stanoven pro výše ležící vrstvy hráze, tzn. na min. 95% PS. Místa, ve kterých by nebylo možno sypaninu dostatečně zhutnit (prohlubně, poruchy, dutiny atd.), se vyplní jiným vhodným materiálem, zpravidla betonem. Týká se to především levobřežního závázání hráze a ostruhy u zhlaví těsnící clony.

Základová spára pod homogenní hrází musí být před navážením vlhká (ne však rozbředlá) a bez stojící vody. Voda stojící v prohlubních základové spáry se musí před navážením první vrstvy sypaniny odstranit. Budou provedena opatření k převádění vody vodního toku Rakovce, provedení drenáže v rámci SO 03.01 a další potřebná opatření ke snížení úrovně HPV (čerpání vody z jímky v prostoru budoucího sdruženého funkčního objektu). Patní drény v základové spáře se musí provést před zahájením navážení první vrstvy sypaniny.

Dále budou provedena zazubení pro napojení násypového tělesa na obou závázáních hráze. Levobřežní část hráze bude závázána do skalních hornin GT 6b již v I. etapě. Na výchozech uváděných v IGP je patrné šikmé až svislé uložení vrstevních ploch a velká hustota ploch diskontinuit (vrstevnatost, kliváž). Horninový masiv bude upraven do lavic, které zajistí provázání s tělesem hráze. Sklon výlomu bude max 1:1, v případě nezastižení těchto hornin 1:1,5. Následně bude očištěn a



bude provedena vyrovnávací vrstva vodostavebného betonu C25/30 XC2 XA1 tl. min. 150 mm. Před prováděním výkopových prací na zavázání hráze bude svah nad obratištěm odtěžen a bude ošetřen protierozním opatřením, které je nutno aplikovat v co nejkratší době po vysvahování do sklonu 1:1,5, tak aby nedošlo během nepříznivých povětrnostních podmínek k nežádoucí erozi svahu až případnému sesuvu. Svah je nutno proto odtěžovat odshora za přítomnosti geotechnického dozoru.

V pravobřežní části bude hráz propojena se stávajícím mírným svahem. Základová spára bude ve svahu upravena do lavic výšky nejvýše dvojnásobku hutněné vrstvy násypu. Těleso hráze se bude zařezávat úskoky šířky min. 3 m do stávajícího svahu pro dosažení propojení nového tělesa s původním svahem.

## **2.7 TECHNOLOGICKÉ PODMÍNKY POSTUPU PRACÍ, KTERÉ BY MOHLY OVLIVNIT STABILITU VLASTNÍ KONSTRUKCE, PŘÍPADNĚ SOUSEDNÍ STAVBY**

Dosažené stupně stability na základě stabilitního posouzení jsou ve všech zatěžovacích stavech s výjimkou ZS 1 (ihned po výstavbě bez zahrnutí nutné doby výstavby) vyšší než požadované minimální hodnoty. Zahrnutím doby výstavby (30 dnů) v ZS 2 dojde k nárůstu stupně stability nad minimální požadovanou hodnotu. Doporučuje se proto na základě stabilitního výpočtu výstavbu zemního tělesa rovnoměrně rozvrhnout minimálně na dobu uvažovanou v ZS 2. Dále se doporučuje upřesnění stabilitního výpočtu (části týkající se výstavby), jakmile bude znám přesnější harmonogram výstavby.

Po výstavbě násypu hráze budou provedeny nivelační značky pro možnost měření deformací hráze. Nivelační značka bude provedena dle požadavku zadavatele podle vzorových schémata jím poskytnutých viz příloha této zprávy. Bude se jednat o nivelační značku, která bude zabetonována do předem připraveného vrtu s uzamykatelným poklopem. Značka pro pevný bod bude s uložením hloubky min. 0,8m do skalního podloží a kontrolní body hloubky 1,4m. Značky budou geodeticky zaměřeny. Bude zřízen 1 pevný - vztažný bod, stabilizovaný do skalního podloží v levobřežním zavázání hráze. Dále pak nivelační body na koruně hráze, přičemž jeden bod bude umístěn mezi sdruženým objektem a vztažným bodem a čtyři body na opačné straně hráze. Značky na sdruženém objektu budou umístěny tak, že jedna značka bude na horní ploše šachtice výpustného zařízení a druhá značka na výustním čele spodní výpusti.

Na všechny nivelační značky musí být vidět ze vztažného bodu.

## **2.8 ZÁSADY PRO PROVÁDĚNÍ BOURACÍCH A PODCHYCOVACÍCH PRACÍ A ZPEVNŮVACÍCH KONSTRUKCÍ ČI PROSTUPŮ**

Výstavba bude probíhat po jednotlivých stavebních objektech. Etapizace je uvažována u výstavby hráze dle navrženého harmonogramu a dále bude záviset na možnostech zhotovitele stavby a na klimatických podmínkách. Stavba bude zahájena vybudováním přístupové obslužné komunikace ze stávajícího sjezdu pod dálničním mostem. Dále proběhne výstavba těsnící clony (Etapa I. – 1. fáze), sdruženého funkčního objektu a odpadního koryta a přeložky Rakovce (I. Etapa – 2 fáze) tak, aby



následně mohla být voda převáděna odpadní štolou během výstavby tělesa hráze v II. Etapě.

Postup výstavby v bodech s uvedením rozhodujících termínů:

- 1) Zahájení výstavby – sejmutí ornice mimo v zátopě uvažovaný zemník, zřízení zařízení staveniště, kácení dřevin
- 2) I. etapa – 1. fáze - vybudování provizorní komunikace a výstavba těsnicí clony, výkopové práce v levobřežním zavázání hráze včetně protierozních opatření, které je nutno provést bezodkladně po provedeném svahování
  - Po dobu této fáze voda převáděna stávajícím korytem se zajímavkováním pro účely převádění běžných průtoků čerpáním po dobu výstavby těsnicí clony v místě stávajícího koryta Rakovce
- 3) I. etapa – 2. fáze – výstavba sdruženého funkčního objektu a přeložky Rakovce v zátopě a odpadního koryta
  - Po dobu této fáze voda převáděna stávajícím korytem se zajímavkováním pro účely převádění běžných průtoků čerpáním po dobu přepojování přeložek koryta na stávající koryto Rakovce
- 4) II. etapa – výstavba tělesa hráze
  - Po dobu této etapy voda převádění novým korytem Rakovce a sdruženým funkčním objektem, kde nebude prozatímně dobudováno škrcení potrubím DN400
- 5) Dokončení násypu hráze včetně nadnásypu pro předpokládané sedání včetně zakrytí ochrannou vrstvou zeminy na svazích i koruně, kde bude odstraněna před výstavbou podkladních vrstev pro obslužnou komunikaci
- 6) Dostavba nouzového přelivu, obslužných komunikací a vybavení sdruženého funkčního objektu
- 7) Finální terénní úpravy, rozprostření ornice, vegetační úpravy
- 8) Konec výstavby

Harmonogram výstavby a plán organizace výstavby je uveden v příloze č.1. V harmonogramu je vyznačena kritická cesta a rozhodující milníky výstavby.

## 2.9 POŽADAVKY NA KONTROLU ZAKRÝVANÝCH KONSTRUKCÍ

Během násypu hráze bude docházet zároveň k hutněnímu zásypu okolo sdruženého funkčního objektu zeminou shodnou s násypem hráze. Před hutněním zeminy je nutné provést kontrolu povrchu betonu a taktéž je nutné povrch betonu natřít jílovým mlékem, které zajistí lepší spojení dvou různorodých materiálů. Obdobně se provede u vyrovnávací betonové vrstvy v levobřežním zavázání hráze. Před provedením násypu je nutno provést kontrolu provedení patního drénu, který musí být vybudován před zahájením násypu hráze.

## 2.10 SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ, NOREM, TECHNICKÝCH PŘEDPISŮ

Viz. kap. 1.8 a doplňují se tyto:

ČSN 72 1006 Kontrola zhuštění zemin a sypanin

ČSN 72 1010 Stanovení objemové hmotnosti zemin. Laboratorní a polní metody

ČSN 72 1015 Laboratorní stanovení zhutnitelnosti zemin

ČSN EN 13251 (806151) Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím - Vlastnosti požadované pro použití při zemních pracích, v základových a opěrných konstrukcích

ČSN EN 13253 (806153) Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím - Vlastnosti požadované pro použití při stavbách na ochranu proti erozi (ochranu pobřeží, opevňování břehů)

ČSN EN 13254 (806154) Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím - Vlastnosti požadované pro použití při stavbě nádrží a hrází

ČSN EN 13255 (806155) Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím - Vlastnosti požadované pro použití při stavbě kanálů

## **2.11 SPECIFICKÉ POŽADAVKY NA ROZSAH A OBSAH DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY, PŘÍPADNĚ DOKUMENTACE ZAJIŠŤOVANÉ JEJÍM ZHOTOVITELEM**

V rámci dodavatelské dokumentace bude upřesněno provádění těsnící clony v rámci Technologického předpisu a návrhu Kontrolního a zkušebního plánu. Předpokládaná skladba Kontrolního a zkušebního plánu bude zahrnovat tyto činnosti, přičemž četnosti kontrol stanoví zhotovitel a budou odsouhlaseny objednatelem. Kontroly budou zaznamenány předáním protokolu a zápisem do stavebního deníku.

- 1) Předání a převzetí staveniště
- 2) Vytyčení stavby – základní a podrobné
- 3) Jílocementová těsnící směs
  - a) Kontrola dokladové části (certifikáty, prohlášení o shodě, atesty, apod.)
  - b) Kontrola výrobních parametrů podzemní těsnící clony pro každou jednu realizovanou lamelu
  - c) Kontrola, resp. měření objemové hmotnosti suspenze
  - d) Odběr vzorků suspenze pro laboratorní zkoušku tzv. kostkové tlakové pevnosti, která musí být provedena v certifikovaném zkušebním zařízení
  - e) Provedení laboratorní zkoušky nepropustnosti na odebraném vzorku samotvrdnoucí suspenze
- 4) Předání dokončené části stavby

V rámci dodavatelské dokumentace bude upřesněno provádění násypu hráze v rámci Technologického předpisu a návrhu Kontrolního a zkušebního plánu. Předpokládaná skladba Kontrolního a zkušebního plánu bude zahrnovat tyto činnosti, přičemž četnosti kontrol stanoví zhotovitel a budou odsouhlaseny objednatelem. Kontroly budou zaznamenány předáním protokolu a zápisem do stavebního deníku.

- 1) Předání a převzetí staveniště
- 2) Vytyčení stavby – základní a podrobné
- 3) Zemní práce
  - a) Těžba zemin – zrnitost, vlhkost, zhutnitelnost PS, mez plasticity, obsah organických látek – min. 1 x 500 m<sup>3</sup>, min. 1 x za směnu a při změně počasí, ovlivňující podstatně vlastnosti sypaniny nebo při zřejmé změně druhu sypaniny a jejich vlastností
  - b) Kontrola podloží – vlhkost, objemová hmotnost
  - c) Kontrola zemní pláně – statická zatěžovací zkouška
- 4) Zásypy a násypy
  - a) Předložení rozborů dle ČSN 72 1006 – parametr C

- b) Kontroly násypu – vlhkost, objemová hmotnost
- c) Zkoušky zhutnění dle ČSN 72 1006 – min. 1 x na každých 500 m<sup>3</sup> sypaniny (2 vzorky), min. 1 x za směnu, z každé zpracované vrstvy a při změně počasí ovlivňujících podstatně vlastnosti sypaniny
- 5) Betony
  - a) Kontrola základové spáry
  - b) Kontrola bednění před betonáží
  - c) Kontrola betonu po odbednění
  - d) Pevnostní zkoušky
- 6) Komunikace na hrázi (vozovka součástí SO 03.07)
  - a) Kontrola úpravy pláně se zhutněním – statická zkouška dle ČSN 72 1006
  - b) Kontrola podkladní vrstvy ze štěrkodrti – statická zkouška dle ČSN 72 1006
  - c) Kontrola krytu vozovky
- 7) Drenážní systém
  - a) Kontrola uložení potrubí
  - b) Zaměření polohy potrubí
  - c) Kontrola dokladové části (certifikáty, prohlášení o shodě, atesty atd.)
- 8) Geobuňkový systém a protierozní rohož
  - a) Kontrola uložení na svahu
  - b) Zaměření polohy
  - c) Kontrola dokladové části (certifikáty, prohlášení o shodě, atesty atd.)
- 9) Předání dokončené části stavby

## 2.12 STATICKÉ POSOUZENÍ

Dosažené stupně stability na základě stabilitního posouzení jsou ve všech zatěžovacích stavech s výjimkou ZS 1 (ihned po výstavbě bez zahrnutí nutné doby výstavby) vyšší než požadované minimální hodnoty. Zahrnutím doby výstavby (30 dnů) v ZS 2 dojde k nárůstu stupně stability nad minimální požadovanou hodnotu. Stabilitní posouzení tělesa hráze je doloženo samostatnou přílohou v rámci příloh této technické zprávy. V případě zjištění odlišných skutečností (vlastnosti zemin do hráze, odlišné vlastnosti a průběh základové spáry) je nutno provést verifikaci stabilitních výpočtů hráze a sdruženého funkčního objektu s jejich odsouhlasením autorským dozorem.

### 3. POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ

V případě navrhované stavby se jedná o stavbu bez požárního rizika. V průběhu prací je nutno zabezpečit příjezd k nemovitostem alespoň z jednoho směru tak, aby nedošlo k omezení podmínek pro účinnou ochranu životů a zdraví občanů a majetku před požáry. Případná dopravní omezení vyplývající z postupu výstavby budou HZS předem oznámeny.

### 4. TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB

Netýká se projektu.

V Liberci duben 2023

Ing. Jiří Vancí

## 5. KUBATUROVÉ LISTY

### SO 03.02 - Výkop v hrázi - I. etapa

řez	plocha (m2)	vzdálenost (m)	objem (m3)
5	0		
		10	419.15
15	83.83		
		5	317.8
20	43.29		
		10	262.95
30	9.3		
		10	91
40	8.9		
		10	64.85
50	4.07		
		10	43.5
60	4.63		
		30	153.45
90	5.6		
		10	65.25
100	7.45		
		20	170
120	9.55		
		20	180.9
140	8.54		
		20	170.8
160	8.54		

CELKEM

1939.65 m3

**SO 03.02 - Výkop v hrázi - II. etapa**

řez	plocha (m2)	vzdálenost (m)	objem (m3)
5	0		
		10	1.5
15	0.3		
		5	26.2
20	10.18		
		10	218.55
30	33.53		
		10	352.75
40	37.02		
		10	301.1
50	23.2		
		10	212.05
60	19.21		
		30	462.9
90	11.65		
		10	107.05
100	9.76		
		20	145.3
120	4.77		
		20	101.4
140	5.37		
		5	26.85
145	5.37		

CELKEM

1955.65 m3



**SO 03.02 - Násyp hráze**

řez	plocha (m2)	vzdálenost (m)	objem (m3)
5	0		
		10	535.1
15	107.02		
		5	543.65
20	110.44		
		10	1455.25
30	180.61		
		10	1905.95
40	200.58		
		10	2010.8
50	201.58		
		10	1784.35
60	155.29		
		30	3245.55
90	61.08		
		10	487.5
100	36.42		
		20	508.7
120	14.45		
		20	241
140	9.65		
		5	41.825
145	7.08		

CELKEM

12759.675 m3

**SO 03.02 - Nadnásyp zohledňující předpokládané sedání**

řez	plocha (m2)	vzdálenost (m)	objem (m3)
5	0		
		10	9.15
15	1.83		
		5	10.45
20	2.35		
		10	27.35
30	3.12		
		10	33.6
40	3.6		
		10	35.15
50	3.43		
		10	59.95
60	8.56		
		30	210.9
90	5.5		
		10	49.3
100	4.36		
		20	69.3
120	2.57		
		20	50.2
140	2.45		
		5	12.25
145	2.45		

CELKEM

567.6 m3

**SO 03.02 - Jíllocementový ozub**

řez	plocha (m2)	vzdálenost (m)	objem (m3)
15	6.95		
		5	22.875
20	2.2		
		10	22
30	2.2		
		10	22
40	2.2		
		10	22
50	2.2		
		10	22
60	2.2		
		30	66
90	2.2		
		10	22
100	2.2		
		20	44
120	2.2		
		20	44
140	2.2		
		5	11
160	2.2		

CELKEM

297.875 m3

**SO 03.02 - Ochranná vrstva**

řez	plocha (m2)	vzdálenost (m)	objem (m3)
5	0		
		10	15.25
15	3.05		
		5	18.775
20	4.46		
		10	65.95
30	8.73		
		10	85.95
40	8.46		
		10	82.05
50	7.95		
		10	75.8
60	7.21		
		30	169.5
90	4.09		
		10	33.5
100	2.61		
		20	38.7
120	1.26		
		20	21.9
140	0.93		
		5	4.65
145	0.93		

CELKEM

612.025 m3

**SO 03.02 - Filtrační vrstva 0-4 mm**

řez	plocha (m2)	vzdálenost (m)	objem (m3)
5	0		
		10	0
15	0		
		5	11.3
20	4.52		
		10	49.15
30	5.31		
		10	53.35
40	5.36		
		10	51.3
50	4.9		
		10	44.85
60	4.07		
		30	91.95
90	2.06		
		10	19.75
100	1.89		
		20	38.5
120	1.96		
		20	34.2
140	1.46		
		5	7.3
145	1.46		

CELKEM

401.65 m3

**SO 03.02 - Filtrační vrstva 0-32 mm**

řez	plocha (m2)	vzdálenost (m)	objem (m3)
5	0		
		10	0
15	0		
		5	13.65
20	5.46		
		10	51.85
30	4.91		
		10	55.6
40	6.21		
		10	54.1
50	4.61		
		10	44.85
60	4.36		
		30	103.35
90	2.53		
		10	24.15
100	2.3		
		20	48.3
120	2.53		
		20	38.7
140	1.34		
		5	6.7
145	1.34		

CELKEM

441.25 m3



## 6. VYTYČOVACÍ PRVKY

### 1) Vytyčovací prvky osy

#### Osa hráze:

**Osa:** PX2

Objekt	Staničení Délka	Poloměr	Parametry	Směr	Souř.Y	Souř.X
Přímka	0.0000 234.4467	0.0000	0.0000	258.212120	482250.1408	1104623.9366

#### Osa obratiště:

**Osa:** OBRATIST

Objekt	Staničení Délka	Poloměr	Parametry	Směr	Souř.Y	Souř.X
Přímka	0.0000 35.0000	0.0000	0.0000	58.212119	482258.0627	1104630.0393

#### Osa příkopu:

**Osa:** 0302P

Objekt	Staničení Délka	Poloměr	Parametry	Směr	Souř.Y	Souř.X
Přímka	0.0000 11.2174	0.0000	0.0000	134.418243	482290.2695	1104619.5222
Přímka	11.2174 6.3477	0.0000	0.0000	100.467554	482280.6519	1104625.2956
Přímka	17.5651 6.2650	0.0000	0.0000	99.381867	482274.3044	1104625.3422
Přímka	23.8301 5.3812	0.0000	0.0000	82.322859	482268.0396	1104625.2814
Přímka	29.2114 5.0001	0.0000	0.0000	58.218175	482262.8645	1104623.8063

2) Vytyčovací body – viz Situace – vytyčení

Po výstavbě:

Číslo bodu	Souř. Y	Souř. X
302000001	482237.56	1104614.25
302000002	482263.43	1104614.88
302000003	482258.90	1104620.76
302000004	482254.10	1104626.99
302000005	482265.99	1104636.14
302000006	482273.91	1104642.25
302000007	482281.83	1104648.35
302000008	482289.75	1104654.45
302000009	482297.67	1104660.55
302000010	482321.44	1104678.86
302000011	482329.36	1104684.96
302000012	482345.20	1104697.17
302000013	482361.05	1104709.38
302000014	482262.02	1104633.09
302000015	482270.33	1104622.31
302000016	482268.04	1104625.28
302000017	482263.89	1104630.67
302000018	482260.12	1104635.56
302000019	482254.40	1104642.99
302000020	482275.36	1104623.97
302000021	482274.30	1104625.34
302000022	482267.21	1104634.56
302000023	482264.77	1104637.73
302000024	482255.19	1104650.15
302000025	482290.21	1104621.08
302000026	482285.59	1104627.08
302000027	482275.13	1104640.66
302000028	482272.69	1104643.83
302000029	482264.24	1104654.79
302000030	482261.07	1104658.91
302000031	482298.17	1104627.14
302000032	482283.05	1104646.76
302000033	482280.61	1104649.93
302000034	482272.17	1104660.89
302000035	482268.58	1104665.55
302000036	482305.77	1104633.66
302000037	482290.97	1104652.87
302000038	482288.53	1104656.03
302000039	482277.86	1104669.89

302000040	482313.61	1104639.87
302000041	482298.89	1104658.97
302000042	482296.45	1104662.14
302000043	482287.78	1104673.40
302000044	482332.75	1104664.18
302000045	482322.66	1104677.28
302000046	482320.22	1104680.45
302000047	482315.99	1104685.94
302000048	482337.13	1104674.88
302000049	482330.58	1104683.38
302000050	482328.14	1104686.55
302000051	482324.89	1104690.77
302000052	482350.29	1104690.57
302000053	482349.60	1104691.46
302000054	482346.42	1104695.59
302000055	482343.98	1104698.75
302000056	482341.82	1104701.57
302000057	482363.94	1104705.62
302000058	482362.27	1104707.79
302000059	482359.83	1104710.96
302000060	482357.09	1104714.52
302000061	482249.14	1104633.43
302000062	482244.62	1104639.30
302000063	482288.76	1104620.90
302000064	482288.56	1104620.55
302000065	482288.25	1104620.04
302000066	482288.04	1104619.69
302000067	482285.34	1104622.96
302000068	482285.13	1104622.62
302000069	482284.82	1104622.10
302000070	482284.61	1104621.75
302000071	482284.46	1104621.51
302000072	482286.20	1104616.62
302000073	482285.46	1104614.45
302000074	482281.90	1104625.01
302000075	482281.70	1104624.67
302000076	482281.39	1104624.15
302000077	482281.18	1104623.81
302000078	482280.97	1104623.47
302000079	482279.87	1104625.70
302000080	482279.87	1104625.30
302000081	482279.87	1104624.70
302000082	482279.90	1104624.30
302000083	482279.86	1104623.93

302000084	482275.87	1104625.73
302000085	482275.87	1104625.33
302000086	482275.87	1104624.73
302000087	482275.86	1104624.33
302000088	482275.86	1104623.87
302000089	482271.87	1104625.73
302000090	482271.87	1104625.33
302000091	482271.88	1104624.72
302000092	482271.88	1104624.32
302000093	482271.89	1104623.68
302000094	482263.92	1104624.53
302000095	482264.03	1104624.15
302000096	482264.20	1104623.55
302000097	482264.31	1104623.17
302000098	482260.65	1104622.11
302000099	482261.02	1104621.63
302000100	482360.03	1104713.06
302000101	482343.04	1104699.98
302000102	482321.58	1104686.35
302000103	482293.54	1104673.26
302000104	482273.00	1104666.03
302000105	482267.51	1104661.73
302000106	482264.60	1104659.49
302000107	482257.24	1104649.65
302000108	482257.87	1104641.22
302000109	482353.13	1104703.27
302000110	482333.32	1104688.02
302000111	482313.52	1104672.76
302000112	482293.71	1104657.50
302000113	482269.95	1104639.19
302000345	482248.65	1104638.99

I. ETAPA:

Číslo bodu	Souř. Y	Souř. X
302000114	482259.09	1104624.61
302000115	482252.94	1104632.59
302000116	482260.00	1104625.31
302000117	482253.85	1104633.30
302000118	482260.51	1104629.24
302000119	482257.82	1104632.74
302000120	482262.10	1104630.46
302000121	482259.40	1104633.96
302000122	482263.78	1104622.61
302000123	482253.09	1104636.50
302000124	482271.72	1104621.30
302000125	482259.75	1104636.87
302000126	482264.94	1104630.10
302000127	482266.37	1104620.77
302000128	482263.63	1104631.80
302000129	482260.68	1104635.65
302000130	482257.98	1104639.14
302000131	482255.84	1104641.91
302000132	482254.77	1104643.30
302000133	482275.13	1104624.28
302000134	482272.47	1104627.72
302000135	482266.69	1104635.23
302000136	482266.08	1104636.02
302000137	482262.59	1104640.55
302000138	482261.26	1104642.28
302000139	482267.21	1104634.56
302000140	482267.72	1104633.88
302000141	482268.52	1104632.85
302000142	482269.54	1104631.53
302000143	482270.61	1104630.14
302000144	482267.03	1104627.38
302000145	482279.04	1104635.54
302000146	482278.51	1104636.23
302000147	482273.62	1104642.62
302000148	482277.46	1104637.63
302000149	482275.65	1104639.99
302000150	482275.13	1104640.66
302000151	482274.61	1104641.33
302000152	482281.54	1104648.72
302000153	482282.53	1104647.44

302000154	482283.05	1104646.76
302000155	482283.57	1104646.09
302000156	482284.36	1104645.06
302000157	482285.38	1104643.74
302000158	482286.45	1104642.35
302000159	482286.92	1104641.73
302000160	482293.30	1104649.84
302000161	482294.37	1104648.45
302000162	482294.61	1104648.14
302000163	482292.28	1104651.16
302000164	482291.49	1104652.19
302000165	482290.97	1104652.87
302000166	482290.45	1104653.54
302000167	482289.51	1104654.76
302000168	482302.30	1104654.55
302000169	482301.22	1104655.94
302000170	482300.21	1104657.27
302000171	482299.41	1104658.30
302000172	482298.89	1104658.97
302000173	482298.37	1104659.64
302000174	482297.48	1104660.81
302000175	482326.24	1104672.63
302000176	482326.06	1104672.86
302000177	482324.99	1104674.25
302000178	482323.97	1104675.57
302000179	482323.18	1104676.60
302000180	482322.66	1104677.28
302000181	482322.14	1104677.95
302000182	482321.05	1104679.37
302000183	482334.14	1104678.76
302000184	482333.98	1104678.96
302000185	482332.91	1104680.35
302000186	482331.89	1104681.68
302000187	482331.10	1104682.71
302000188	482330.58	1104683.38
302000189	482330.06	1104684.05
302000190	482328.96	1104685.49
302000191	482350.21	1104690.67
302000192	482349.83	1104691.17
302000193	482348.76	1104692.56
302000194	482347.74	1104693.88
302000195	482346.94	1104694.91
302000196	482346.42	1104695.59
302000197	482345.91	1104696.26



302000198	482344.74	1104697.77
302000199	482366.01	1104702.93
302000200	482365.67	1104703.37
302000201	482364.60	1104704.76
302000202	482363.58	1104706.09
302000203	482362.79	1104707.12
302000204	482362.27	1104707.79
302000205	482361.75	1104708.46
302000206	482360.68	1104709.86
302000207	482381.52	1104715.58
302000208	482380.44	1104716.97
302000209	482379.42	1104718.29
302000210	482378.63	1104719.32
302000211	482378.11	1104720.00
302000212	482377.59	1104720.67
302000213	482376.52	1104722.06
302000214	482257.95	1104619.94
302000215	482249.34	1104633.60
302000216	482384.79	1104720.32

## **II. ETAPA:**

Číslo bodu	Souř. Y	Souř. X
302000217	482274.24	1104625.42
302000218	482272.47	1104627.72
302000219	482267.21	1104634.56
302000220	482262.59	1104640.55
302000221	482261.06	1104642.53
302000222	482258.53	1104645.82
302000223	482257.97	1104646.54
302000224	482256.86	1104647.99
302000225	482255.38	1104649.91
302000226	482284.36	1104628.68
302000227	482284.16	1104628.93
302000228	482282.14	1104631.56
302000229	482282.33	1104631.31
302000230	482280.11	1104634.19
302000231	482280.31	1104633.94
302000232	482275.13	1104640.66
302000233	482273.31	1104643.02
302000234	482273.18	1104643.18
302000235	482271.35	1104645.56
302000236	482271.22	1104645.73

302000237	482269.27	1104648.27
302000238	482269.39	1104648.10
302000239	482267.83	1104650.14
302000240	482263.16	1104656.20
302000241	482262.96	1104656.46
302000242	482262.32	1104657.28
302000243	482261.44	1104658.43
302000244	482298.62	1104626.56
302000245	482294.82	1104631.49
302000246	482294.63	1104631.73
302000247	482292.80	1104634.10
302000248	482292.62	1104634.34
302000249	482288.05	1104640.27
302000250	482283.05	1104646.76
302000251	482281.97	1104648.17
302000252	482281.83	1104648.35
302000253	482278.00	1104653.32
302000254	482277.77	1104653.61
302000255	482275.59	1104656.44
302000256	482270.53	1104663.02
302000257	482270.33	1104663.27
302000258	482269.72	1104664.07
302000259	482276.58	1104671.55
302000260	482305.15	1104634.46
302000261	482300.21	1104640.87
302000262	482300.03	1104641.10
302000263	482298.20	1104643.48
302000264	482298.01	1104643.73
302000265	482296.18	1104646.10
302000266	482295.99	1104646.35
302000267	482290.97	1104652.87
302000268	482288.62	1104655.92
302000269	482288.44	1104656.15
302000270	482286.00	1104659.31
302000271	482285.76	1104659.63
302000272	482283.95	1104661.98
302000273	482279.66	1104667.55
302000274	482279.48	1104667.78
302000275	482278.85	1104668.61
302000276	482278.19	1104669.45
302000277	482313.06	1104640.57
302000278	482307.90	1104647.27
302000279	482307.72	1104647.51
302000280	482305.89	1104649.89

302000281	482305.70	1104650.14
302000282	482303.87	1104652.51
302000283	482303.67	1104652.77
302000284	482299.60	1104658.05
302000285	482299.81	1104657.78
302000286	482298.89	1104658.97
302000287	482295.92	1104662.83
302000288	482295.71	1104663.10
302000289	482293.88	1104665.47
302000290	482293.68	1104665.74
302000291	482292.76	1104666.93
302000292	482289.84	1104670.73
302000293	482289.41	1104671.28
302000294	482288.77	1104672.10
302000295	482287.97	1104673.15
302000296	482332.14	1104664.97
302000297	482330.31	1104667.35
302000298	482330.10	1104667.61
302000299	482328.27	1104669.99
302000300	482328.07	1104670.25
302000301	482326.24	1104672.63
302000302	482326.04	1104672.89
302000303	482326.04	1104672.89
302000304	482324.20	1104675.27
302000305	482324.01	1104675.53
302000306	482322.66	1104677.28
302000307	482320.36	1104680.26
302000308	482320.20	1104680.47
302000309	482318.37	1104682.85
302000310	482317.97	1104683.37
302000311	482317.54	1104683.92
302000312	482316.90	1104684.75
302000313	482316.01	1104685.90
302000314	482336.52	1104675.67
302000315	482334.69	1104678.05
302000316	482334.55	1104678.22
302000317	482332.72	1104680.60
302000318	482332.59	1104680.77
302000319	482330.58	1104683.38
302000320	482329.18	1104685.19
302000321	482328.97	1104685.47
302000322	482327.14	1104687.85
302000323	482326.79	1104688.31
302000324	482326.40	1104688.81

302000325	482325.77	1104689.63
302000326	482324.89	1104690.77
302000327	482349.83	1104691.17
302000328	482346.42	1104695.59
302000329	482345.30	1104697.05
302000330	482345.30	1104697.05
302000331	482345.09	1104697.31
302000332	482344.05	1104698.67
302000333	482343.95	1104698.79
302000334	482343.37	1104699.55
302000335	482342.73	1104700.38
302000336	482341.84	1104701.53
302000337	482363.40	1104706.33
302000338	482362.27	1104707.79
302000339	482359.71	1104711.12
302000340	482359.21	1104711.77
302000341	482358.57	1104712.60
302000342	482357.93	1104713.42
302000343	482364.60	1104704.76
302000344	482366.01	1104702.93

SO 03.2 - TABULKA ŠACHET															
Druh sádky	Šachta		Odtok			Hlbitnosť			Súťaž, dĺžka a systém			Materiál sádky	Počet sádky na 1 m <sup>2</sup>		
	počet	dĺžka (m)	hlbitnosť (m)	odtok (l/s)	odtok (m <sup>3</sup> /h)	hlbitnosť (m)	odtok (l/s)	odtok (m <sup>3</sup> /h)	súťaž (m)	dĺžka (m)	systém				
VETEV A	S1	259,28	257,20	2,18	2000 PLAST	0,4	100,8	100	199	2000 PLAST	S2	1,18	1	1	M15
	S2	281,77	258,60	2,27	2000 PLAST	0,5	65,0	0	174	2000 PLAST	S3	1,27			M15
	S3	284,44	262,14	2,30	2000 PLAST	0,5	37,0	0	173	2000 PLAST	S4	1,30			M15
	S4	285,30	263,10	2,20	2000 PLAST	0,6	27,5	0	175	2000 PLAST	S5	1,23			M15
	S5	285,38	263,88	1,87	2000 PLAST	0,5	0,0	0			S6	0,87			M15
	S6	285,38	263,88	1,87	2000 PLAST	0,5	346,7	100	139	2000 PLAST	S7	1,41	1	1	M15
	S7	280,35	250,24	2,41	2000 PLAST	0,5	346,7	100	139	2000 PLAST	S8	1,41	1	1	M15
	S8	280,35	250,24	2,41	2000 PLAST	0,5	346,7	100	139	2000 PLAST	S9	1,41	1	1	M15
B	280,30	261,26	2,09	2000 PLAST	0,6	0,0	0				1,08			M15	

POZNÁMKA: PREŠNÁ VÝŠKA POKLOPU VZDEJE S PREŠNÉ SKLADBE NÉ VÝŠKY SKRUŽÍ DLE DODAVATELE.

## **8. PŘÍLOHY**

Posouzení filtračních kritérií

Posouzení stability tělesa hráze, AdMaS, 02/2019

Vzorové schema nivelačních značek poskytnuté zadavatelem Povodí Odry, s.p.

## POSOUZENÍ FILTRAČNÍCH KRITÉRIÍ

### POSOUZENÍ FILTRAČNÍCH KRITÉRIÍ

POSOBENÍ FRAKČNÍCH KLASIFIKACÍ									
chráněná zemina		frakce dle IGP		jemnozrná zemina		ANO		ds perz. / ANO	
filtr I	0	4	mm			(drcené kamenko do 5% frakce 0.063)			
filtr II	0	32	mm			(tříděné kamenko do 5% frakce 0.063)			
filtr III	4	8	mm			(tříděné kamenko)			
chráněná zemina	hodnota	filtr I	hodnota		filtr I	hodnota	filtr II	hodnota	
d <sub>15</sub>	0.025	D <sub>15</sub>	4		d <sub>15</sub>	4	D <sub>15</sub>	16	
d <sub>50</sub>	0.01	D <sub>15</sub>	0.2		d <sub>50</sub>	2	D <sub>15</sub>	1	
d <sub>80</sub>	0.007				d <sub>80</sub>	1			
d <sub>15</sub>	0.001				d <sub>15</sub>	0.2			
d <sub>50</sub>	0.001				d <sub>50</sub>	0.5			
d <sub>10</sub>	0.001				d <sub>10</sub>	0.125			
C <sub>u</sub> =d <sub>80</sub> /d <sub>10</sub>	10				C <sub>u</sub> =d <sub>80</sub> /d <sub>10</sub>	16			
C <sub>u</sub> <20	d <sub>50</sub>	0.025			C <sub>u</sub> <20	d <sub>50</sub>	4.00		
	D <sub>15</sub> /d <sub>50</sub> <4	8	NEVYHOVUJE	NEPLATÍ		D <sub>15</sub> /d <sub>50</sub> <4	0.25	VYHOVUJE	PLATÍ
C <sub>u</sub> >20	d <sub>50</sub>	0.001			C <sub>u</sub> >20	d <sub>50</sub>	0.20		
	D <sub>15</sub> /d <sub>50</sub> <4	200	NEVYHOVUJE	NEPLATÍ		D <sub>15</sub> /d <sub>50</sub> <4	5.00	NEVYHOVUJE	NEPLATÍ
C <sub>u</sub> >20	d <sub>50</sub>	0.001			C <sub>u</sub> >20	d <sub>50</sub>	0.50		
	D <sub>15</sub> /d <sub>50</sub> <4	200	NEVYHOVUJE	NEPLATÍ		D <sub>15</sub> /d <sub>50</sub> <4	2.00	VYHOVUJE	NEPLATÍ
D <sub>15</sub> /d <sub>10</sub> >4	200		VYHOVUJE	NEPLATÍ	D <sub>15</sub> /d <sub>10</sub> >4	5.0		<u>VYHOVUJE</u>	
jemnozrná zemina/									
D <sub>15</sub> <	0.4	mm	VYHOVUJE	NEPLATÍ					
D <sub>15</sub> <	0.2	mm	VYHOVUJE	PLATÍ					

filtr II	hodnota	filtr III	hodnota	drenážní obsyp	hodnota	drenážní potrubí	hodnota
d <sub>85</sub>	16	D <sub>85</sub>	7.5	D <sub>85</sub>	7.5	d <sub>15</sub>	2
d <sub>60</sub>	7	D <sub>15</sub>	4				
d <sub>50</sub>	6						
d <sub>15</sub>	1						
d <sub>20</sub>	1.5						
d <sub>10</sub>	0.8						
C <sub>u</sub> =d <sub>80</sub> /d <sub>10</sub>	8.75			D <sub>85</sub> >2d <sub>10</sub>	3.75	<u>VYHOVUJE</u>	
C <sub>u</sub> <20	d <sub>50</sub>	16.00					
	D <sub>15</sub> /d <sub>50</sub> <4	0.25	VYHOVUJE	PLATÍ			
C <sub>u</sub> >20	d <sub>50</sub>	1.00					
	D <sub>15</sub> /d <sub>50</sub> <4	4.01	NEVYHOVUJE	NEPLATÍ			
C <sub>u</sub> >20	d <sub>50</sub>	1.50					
	D <sub>15</sub> /d <sub>50</sub> <4	2.67	VYHOVUJE	NEPLATÍ			
D <sub>15</sub> /d <sub>15</sub> >4	4.0		<u>VYHOVUJE</u>				



Vysoké učení technické  
v Brně

Fakulta stavební,  
Centrum AdMas  
Ústav geotechniky  
Veveří 331/95, 602 00  
Brno

tel.: 541 147 234  
IČO 00216305, DIČ  
CZ00216305



**Protipovodňová opatření na vodním toku**

**Polančice pro zástavbu Polanky nad**

**Odrou, stavba č. 5578**

**SO 03 - Malá vodní nádrž na Rakovci**

BRNO, únor 2019



# **OBSAH**

<b>1.</b>	<b>IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE .....</b>	<b>3</b>
1.1	ÚDAJE O STAVBĚ .....	3
1.2	ÚDAJE O ŽADATELI .....	3
1.3	ÚDAJE O ZPRACOVATELI DOKUMENTACE .....	3
<b>2.</b>	<b>ÚVODNÍ ČÁST .....</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>ZÁKLADNÍ ÚDAJE O KONSTRUKCI A PODLOŽÍ .....</b>	<b>6</b>
4.1	LOKALITA STAVBY .....	6
4.2	GEOTECHNICKÉ ZHODNOCENÍ GEOLOGICKÝCH A HYDROGEOLOGICKÝCH POMĚRŮ .....	6
4.3	VODNÍ DÍLO .....	8
<b>5.</b>	<b>TEORERTICKÉ PRINCIPY.....</b>	<b>12</b>
5.1	MODEL PROUDĚNÍ .....	12
5.2	STABILITNÍ ANALÝZA .....	12
5.3	DEFORMAČNÍ ANALÝZA .....	13
<b>6.</b>	<b>VÝPOČETNÍ MODEL.....</b>	<b>14</b>
6.1	POPIS VYTVOŘENÉHO MATEMATICKÉHO MODEL .....	14
6.2	VÝPOČETNÍ FÁZE.....	14
6.3	POUŽITÉ MATERIÁLOVÉ MODEL Y A VSTUPNÍ PARAMETRY .....	16
	GT 2a .....	16
	GT 3 .....	17
	GT 5 .....	18
	GT 6a .....	19
	GT 6b .....	19
	Materiál hráze .....	20
	Těsnící clona .....	20
6.4	POSLOUPNOST PROVÁDĚNÝCH ANALÝZ.....	22
<b>7.</b>	<b>VÝSLEDKY VÝPOČTŮ A ZHODNOCENÍ .....</b>	<b>23</b>
7.1	STABILITNÍ ANALÝZA .....	23
7.2	DEFORMAČNÍ ANALÝZA .....	24
	PF A .....	24
	PF B .....	25
<b>8.</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>26</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>27</b>

## 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

### 1.1 *Údaje o stavbě*

Název stavby:	<b>Protipovodňová opatření na vodním toku Polančice pro zástavbu Polanky nad Odrou, stavba č. 5578</b>
Katastrální území:	SO 03 – Malá vodní nádrž na Rakovci Klimkovice
Kraj:	Moravskoslezský
Charakteristika stavby:	Protipovodňová úprava vodního toku
Odvětví:	Vodní hospodářství
Stupeň dokumentace:	DSP
Termín stavby:	2019 - 2020
Vodní tok:	Rakovec (2-01-01-1531)

### 1.2 *Údaje o žadateli*

Investor:	<b>Povodí Odry, státní podnik</b> Varenská 49 701 23 Ostrava IČ: 70890021
-----------	--

### 1.3 *Údaje o zpracovateli dokumentace*

Zpracovatel projektu:	<b>Valbek, spol. s r.o. Liberec</b> Vaňurova 505/17 460 01 Liberec IČ: 48266230
HIP:	Ing. David Landa, ČKAIT 0501086, IV00
Číslo zakázky:	12-LI41-013
Odpovědný řešitel:	doc. Ing. Lumír Miča, Ph.D., Ing. Juraj Chalmovský, Ph.D.
Termín zpracování:	únor 2019

## 2. ÚVODNÍ ČÁST

Předmětem této zprávy je posouzení vnější stability zemního tělesa navrhované suché nádrže (dále jen SN) a sedání podloží. Posouzení navrhovaného vodního díla je provedeno především na základě následujících podkladů: inženýrsko-geologické průzkumy [1], [2] a [3], projektová dokumentace poskytnutá zadavatelem [4], stabilitní posouzení provedené v roce 2013 [5] a návrh nestacionárních zatěžovacích stavů [6]. Posouzení bylo provedeno metodou stupně bezpečnosti. Vnější stabilita byla dle zadání objednatele posouzena v jednom řezu, sedání základové půdy pak ve dvou řezech. V textu zprávy je používána klasifikace zemin dle ČSN 73 6133 a ČSN EN ISO 14688-2.

Výpočty byly provedeny v programu Plaxis 2D jako rovině deformační úloha.

Ve zprávě je používán výškový systém Balt po vyrovnání (Bpv).

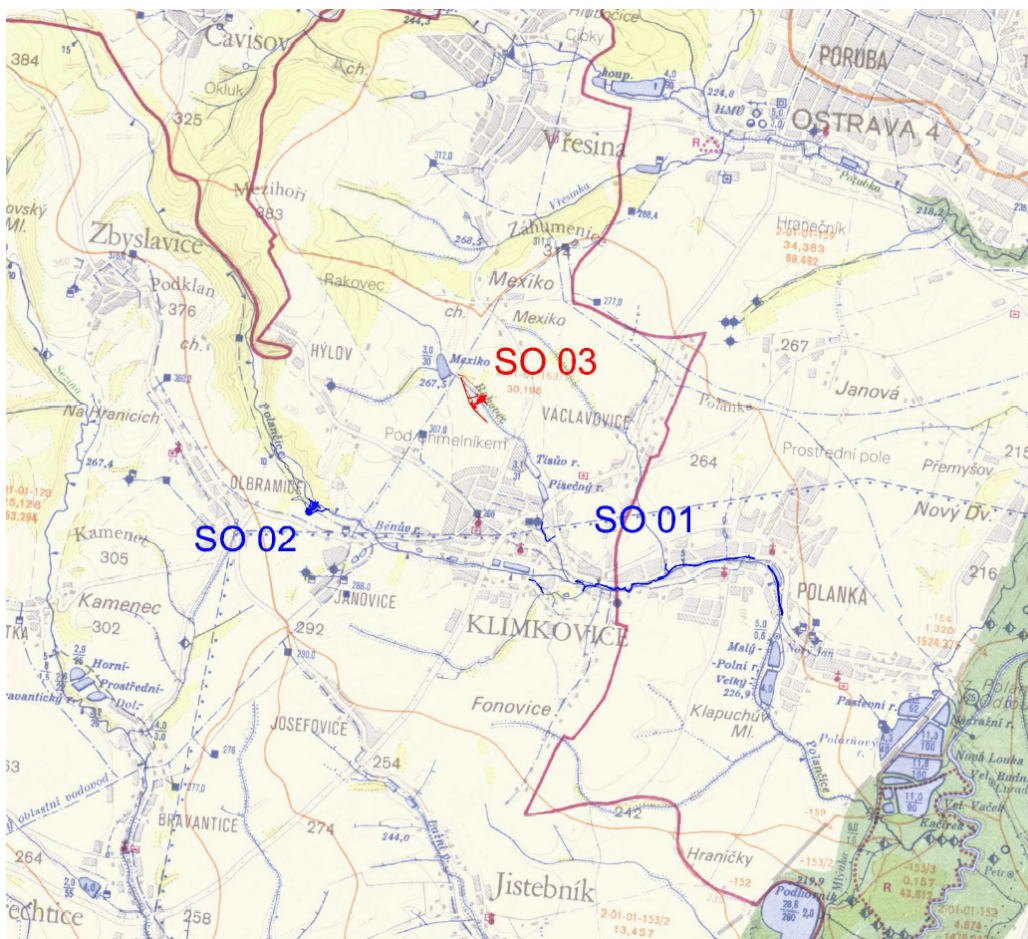
### 3. BIBLIOGRAFIE

1. **LUBOJACKÝ, O. a ŠTANCL, L.** *Polanka nad Odrou – protipovodňová opatření - IGP, Závěrečná zpráva.* Ostrava : AZGEO s. r. o., 2012.
2. **SCHOFFER, T., LUBOJACKÝ, O. a ŠTANCL, L.** *Protipovodňová opatření na vodním toku Polančice pro zástavbu Polanky nad Odrou – IGP, Závěrečná zpráva inženýrsko-geologického průzkumu.* Ostrava : AZGEO s. r. o., 2017.
3. **SOVJÁK, J., SCHOFFER, T. a ŠTANCL, L.** *POLANKA PPO - dodatečný průzkum zemin do hráze poldru.* Ostrava : AZGEO s. r. o., 2018.
4. **VANCL, J.** SO 03 Malá vodní nádrž na Rakovci, Projektová dokumentace – DUR. Liberec : Valbek s. r. o., 2017.
5. **PLECITÝ, M.** MVN Rakovec – posudek stability. Praha : Vodní díla – TBD a. s., 2013.
6. **HG Partner .** *Transformace povodňové vlny - PV 100, PV 1000.* [email - 19/09/2018] 2018.
7. **GALAVI, V.** *Groundwater flow, fully coupled flow deformation and undrained analysis in Plaxis 2D and 3D, Plaxis report.* 2010.
8. **REDDI, Lakshmi N.** *Seepage in soils: principles and applications.* John Wiley & Sons, 2003.
9. TNV 75 2415 Suché nádrže. Praha : Sweco Hydroprojekt a.s., 2013.
10. ČSN 75 2310 Sypané hráze . Praha : Český normalizační institut, 2006.
11. **LOOK, B.** *Handbook of geotechnical investigation and design tables.* Londýn : Taylor & Francis Group, 2007.
12. **POSPÍŠIL, K.** Předvídatelnost modulu přetvárnosti. *Geotechnika.* 2003.
13. ČSN 75 2410: *Malé vodní nádrže.* Praha : Český normalizační institut.
14. **DOLEŽAL, P. a kol.** *Malé vodní nádrže: TP 1.19: technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob.* Praha : ČKAIT, 2011.
15. **SCHANZ, T., VERMEER, P. A., BONNIER, P. G.** The hardening soil model: Formulation and verification. In *Proceedings Beyond 2000 in Computational Geotechnics – 10 years of Plaxis.* 1999, p. 281–296.

## 4. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O KONSTRUKCI A PODLOŽÍ

### 4.1 Lokalita stavby

Zájmové území budoucí stavby SN je situováno v extravilánu k. ú. obce Klimkovice cca 200 m severozápadně od dálničního mostu D47. SN bude vybudována na vodním toku Rakovec (IDVT 10216508), který v zájmovém území protéká ze severozápadu na jihovýchod.



Obr. 4-1 Lokalita stavby SO 03 Malá vodní nádrž na Rakovci [4]

### 4.2 Geotechnické zhodnocení geologických a hydrogeologických poměrů

Výřez z geologické mapy 1:50 000 zájmové oblasti je znázorněn na Obr. 4-2. Při sestavování inženýrsko – geologických modelů ve vybraných řezech byly zastiženy následující geotechnické typy:

#### Kvartér

- **Eolické sedimenty (GT 2a)** – prachovitý jíl (siCl) až jíl (Cl), dle ČSN 73 6133 odpovídá jílu s nízkou až střední plasticitou (F6 CL, F6 CI). Zeminy mají převážně tuhou až pevnou konzistenci. V důsledku kapilární třásně nad nepropustnými neogenními sedimenty mají sníženou konzistenci až na měkkou.

- **Fluviální jíly a písčité jíly (GT 3)** – fluviální a náplavové organogenní jíly klasifikované jako prachovitý jíl (siCl) až písčité jíl (saCl), dle ČSN 73 6133 odpovídá jílu (hlíně) písčité až jílu s nízkou až střední plasticitou (F4 CS, F6 CL, F6 CI). Konzistence zemin he tuhá až měkká.
- **Deluvio-fluviální hrubozrnné sedimenty (GT 4)** – písčito-prachovité štěrky (sasiGr) až písčité štěrky (saGr), dle ČSN 73 6133 odpovídá štěrku jílovitému (G5 GC) ojediněle štěrku s příměsí jemnozrnné zeminy (G3 G-F). Štěrky jsou středně ulehlé.

#### **Terciér (neogén)**

- **Vápnité jíly (GT 5)** – jíl (Cl), písčité prach (saSi) a písčité jíl (saCl), dle ČSN 73 6133 odpovídá jílu s vysokou plasticitou (F8 CH), hlíně s vysokou plasticitou (F7 MH), vločky jemnozrnného písku až písčitého jílu lze klasifikovat jako jíl písčité (F4 CS). Konzistence zemin je v nejsvrchnější části tuhá s hloubkou přechází do pevné.

#### **Paleozoikum (spodní karbon)**

- **Eluvia skalního podloží (GT 6a)** – zcela zvětralé eluvim skalního podloží – prachovce, pískovce, droby, které vytváří pokryvný útvar předkvartérního skalního podloží. Zastižené zeminy jsou klasifikovány jako jílovitý štěrk (clGr) až štěrkovitý pisek (grSa), dle ČSN 73 6133 jako štěrkovitý jíl (F2 CG), jílovitý štěrk (G5 GC), štěrkovitou hlínu s kameny (F1 MG-Cb) až písčité jíl (F4 CS). Konzistence je tuhá až pevná, obsahují úlomky hornin velikosti 2 až 10cm.
- **Jemnozrnné droby a prachovce (GT 6b)** – mírně zvětralé prachovce, pískovce a droby. Vrstevnatost hornin je silně laminovaná až tenká (0,5 až 15 cm), vzdálenost diskontinuit je velmi malá až střední (7 až 25 cm), sklon vrstev je (10° až 43°). Směr vrstev činil 10° až 32°, rozevření diskontinuit je otevřené až mírně rozevřené (do 5 mm). Doporučené hodnoty pevnosti v prostém tlaku pro droby jsou  $\sigma_c = 1,8$  až 2,4 MPa, zdravější horniny do 5 MPa, pro prachovce  $\sigma_c = 0,5 - 1,9$  MPa.

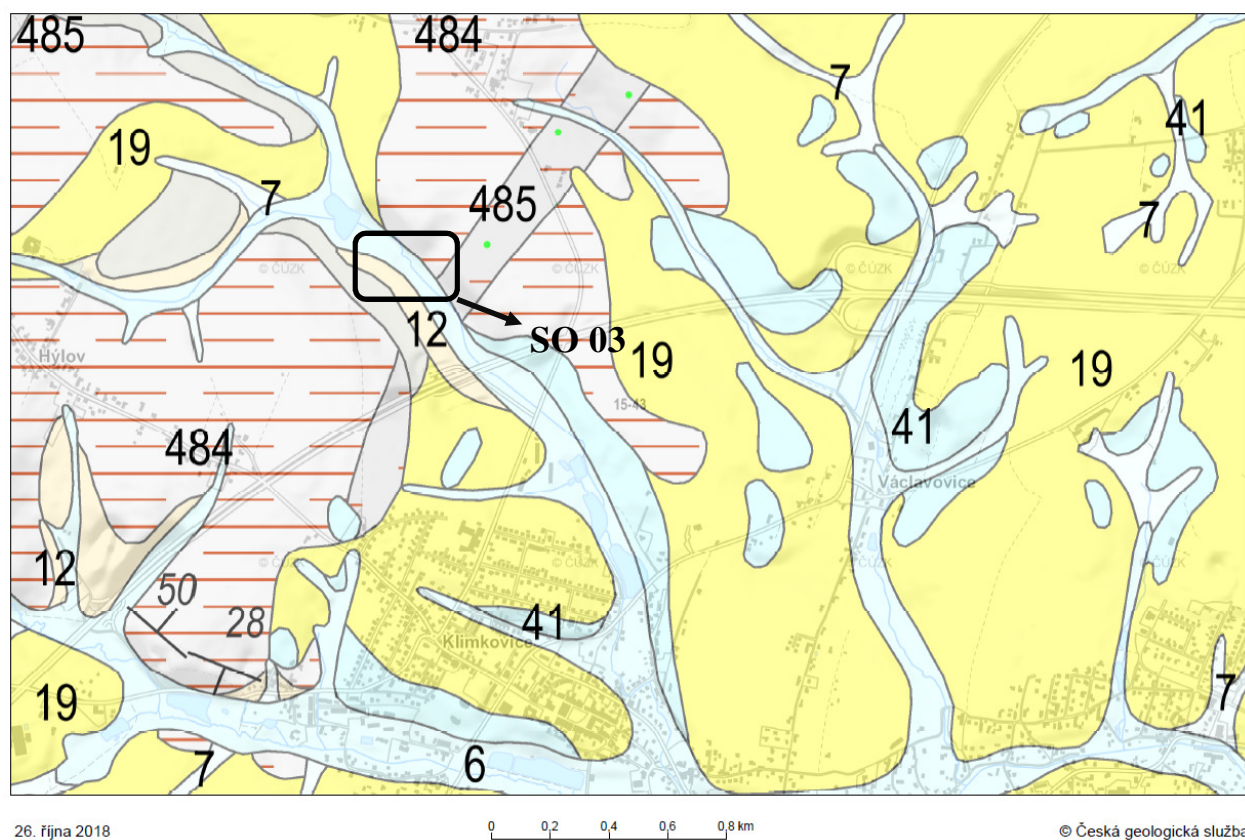
#### **Materiál pro stavbu zemního tělesa hrází**

V rámci IGP [2] byly odebrány technologické vzorky ze třech lokalit:

- **SO 03 MVN na Rakovci** – Vrt VJ 120, hloubkový interval 0,2 – 1,3 m p.t., zemina klasifikována jako F6 CL. Dle ČSN 75 2410 je zemina vhodná pro stavbu homogenní hráze
- **Pískovna v Polance nad Odrou, ul. Janovská** – vzorky skryvky T-1, T-2, zeminy klasifikovány jako F6 CI (T-1) resp. S5 SC (T-2). Dle ČSN 75 2410 jde o zeminy vhodné resp. velmi vhodné pro stavbu homogenní hráze.
- **Pískovna v Polance nad Odrou** – Václavovicích – vzorek skryvky T-3, zeminy klasifikovány jako F6 CL. Dle ČSN 75 2410 je zemina vhodná pro stavbu homogenní hráze

Z hydrogeologického hlediska se stavba SN nachází ve dvou odlišných prostředích. Oblast levobřežního profilu hráze je charakteristická hlubším průlinově-puklinovým kolektorem vázaným na zvětralé horniny skalního podloží. Střední část hráze v údolní nivě toku Rakovec je charakteristická průlinové propustným kolektorem tvořeným jílovitým štěrkem. Nadloží

zvodnělých vrstev tvoří méně propustné zeminy typu GT 2 a GT 3. Podzemní voda má napjatou hladinu.



485 – droby; 484 – jílovité břidlice, prachovce, droby; 7 – smíšený sediment, 41 – písek až štěrky; 19 – sprašová hlína; 2244 – kamenitá písčito-hlinitá eluvia sedimentárních hornin spodního karbonu; 12 – písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment; 13 – kamenitý až hlinito-kamenitý sediment; 6 – nivný sediment

**Obr. 4-2 Výřez z geologické mapy 1: 50 000 (ČGS)**

### 4.3 Vodní dílo

SN Rakovec je navržena jako sypaná homogenní suchá nádrž. Vybrané charakteristiky nádrže [4] jsou uvedeny v následující tabulce:

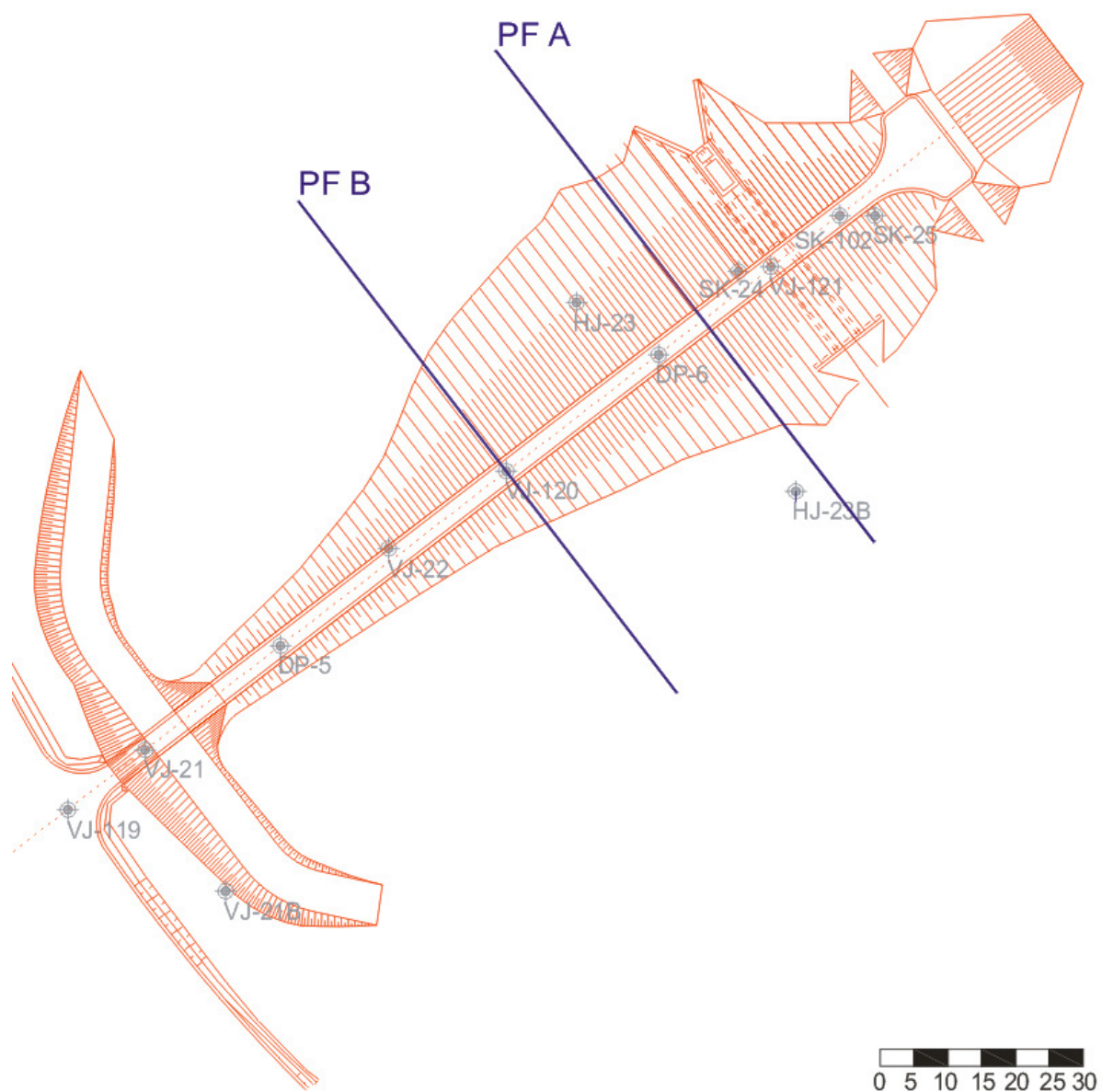
**Tab. 4-1 Vybrané parametry SO 03 Malá vodní nádrž na Rakovci**

Parametr	Hodnota
Výška hráze	8,5 m
Kóta koruny hráze	265,80 m n. m.
Délka hráze (nadzemní část)	133 m
Sklon návodního svahu	1:3,5
Sklon vzdušného svahu	1:2,5
Objem nádrže po korunu přelivu – retenční prostor	58,1 tis. m <sup>3</sup>
Objem nádrže po maximální hladinu při převádění PV 1000	68,7 tis. m <sup>3</sup>
Objem nádrže po korunu hráze	91,7 tis. m <sup>3</sup>
Kóta přelivné hrany bezpečnostního přelivu	264,5 m n. m.
Kóta přelivné hrany nouzového přelivu	265,0 m n. m.



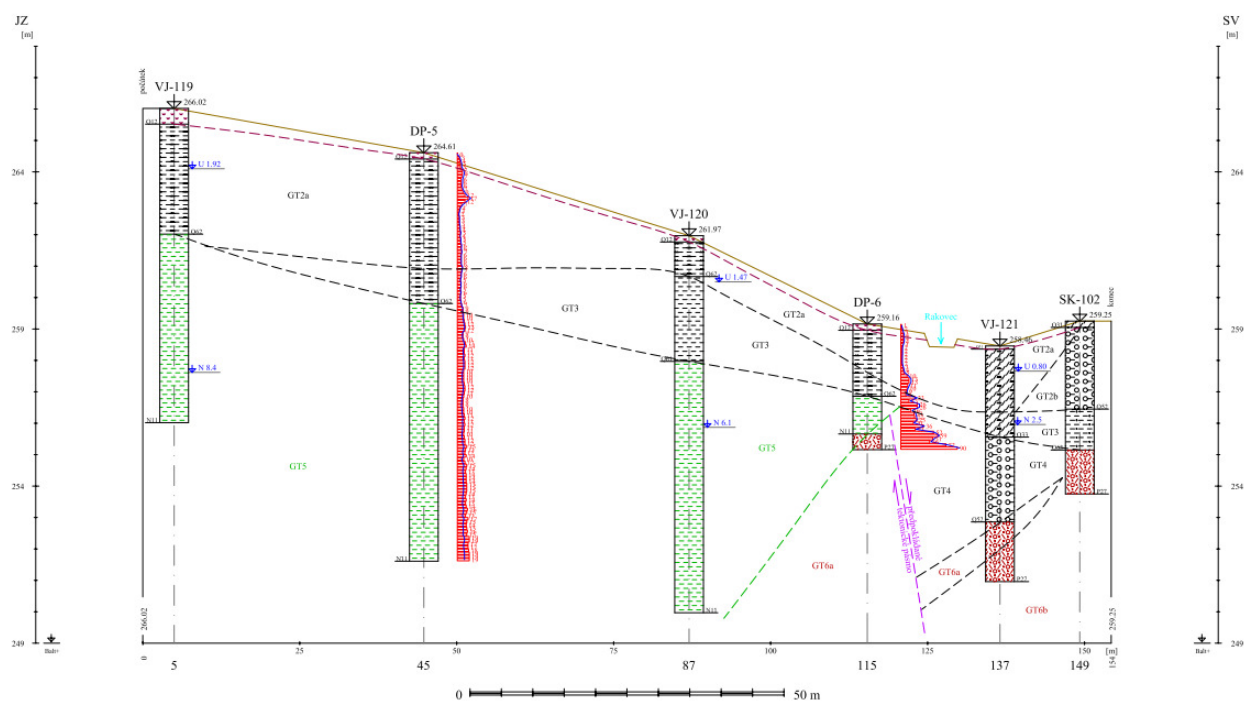
Posouzení bylo provedeno pro dva příčné profily znázorněné na Obr. 4-3. PF A (km 0,05) je v místě vzorového příčného řezu [4]. V tomto profilu byla provedena deformační i stabilitní analýza. Stabilitní posouzení bylo realizováno jak pro fáze výstavby, tak i pro různé úrovně hladin. Druhý profil PF B (km 0,03) je situován v místě vrtu VJ-120. Geologická skladba je zde výrazně odlišná od centrální části hráze. Dle IGP 2017 [2] je v prostoru mezi vrtu VJ-120 a VJ-121 tektonické pásmo (viz. podélný geologický profil - Obr. 4-4). Ve vrtu VJ-120 nebylo zastiženo skalní podloží (GT 6b) - pod kvarténními vrstvami GT 2a a GT 3 byly ověřeny spodnobadénské (miocenní) vápnité jíly (GT 5). Báze GT 5 nebyla v tomto vrtu zastižena, stejně tak v případě vrtu VJ-119 a dynamické penetrace DP-5. V příčném směru však průběh vrstev nebylo možné stanovit podle dalších vrtů, protože nebyly k dispozici. Průběh vrstev byl uvažován jako konformní s průběhem povrchu terénu. Výška hráze je zde 6 m. V tomto profilu byla provedena deformační analýza a stabilitní analýza pro fáze výstavby.





**Obr. 4-3** Poloha analyzovaných řezů

## GEOLOGICKÝ ŘEZ SO 03 D - D'



**Obr. 4-4 Podélný geologický řez v ose SN s předpokládaným tektonickým pásmem [2]**

## 5. TEORETICKÉ PRINCIPY

### 5.1 Model proudění

Analýza proudění vychází z parciální diferenciální rovnice (1), kde  $h$  je piezometrická výška,  $S_s$  je efektivní storativita (zásobnost) a  $k$  je koeficient hydraulické vodivosti (v uvedené formulaci se předpokládá, že z hlediska hydraulické vodivosti je materiál izotropní).

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = \frac{S_s}{k} \frac{\partial h}{\partial t} \quad (1)$$

V případě časově ustáleného proudění je časová změna piezometrické výšky nulová. Rovnice (1) přechází do Laplaceovy rovnice:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = \nabla^2 h = 0 \quad (2)$$

Detailní informace o průsakové a sdružené analýze lze nalézt např. v [7] a [8].

### 5.2 Stabilitní analýza

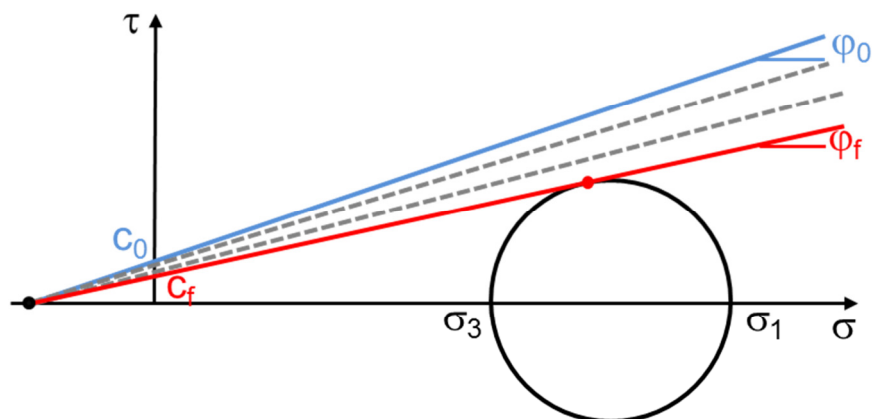
Posouzení bylo provedeno metodou stupně bezpečnosti v souladu s TNV 75 2415 [9] a ČSN 75 2310 [10]. Dle [9] je pro zatěžovací stavy neovladatelného rychlého plnění nádrže, stav setrvání nejvyšší hladiny v nádrži a stav neovladatelného rychlého prázdnění nádrže požadován minimální stupeň bezpečnosti  $FS_{min}=1,5$ . Pro zatěžovací stavy během výstavby je dle [10] požadován  $FS_{min}=1,2$  pro vypočtené pórové tlaky. Pro prázdnou nádrž (vypočtené pórové tlaky) po dokončení výstavby, pro částečně naplněnou a plnou nádrž po výstavbě za předpokladu ustáleného filtračního proudění je dle [10] požadován  $FS_{min}=1,5$ .

Pro vyčíslení stupně bezpečnosti  $FS$  byla použita výpočetní procedura využívající redukci parametrů smykové pevnosti (SRM). Podstatou metody SRM je řízené redukování vstupních hodnot smykové pevnosti ( $c_0$ ,  $\tan \varphi_0$ ) až do dosažení kolapsu analyzované konstrukce ( $c_f$ ,  $\tan \varphi_f$ ). Schematicky je tento princip znázorněn na Obr. 5-1. Výstupem procedury je stupeň bezpečnosti:

$$FS = \frac{c_0}{c_f} = \frac{\tan \varphi_0}{\tan \varphi_f} \quad (7)$$

Podmínka spolehlivosti pak má následující tvar:

$$FS \geq FS_{min}. \quad (8)$$



Obr. 5-1 Princip metody redukce parametrů smykové pevnosti

### 5.3 Deformační analýza

Řešení deformační analýzy je provedeno pomocí deformační varianty metody konečných prvků MKP. Základní rovnice MKP vychází z principu minima potenciální energie, kde  $[K_G]$  je globální matice tuhosti,  $\{\Delta d\}_{nG}$  je vektor obsahující neznámé složky uzlových posunutí a  $\{\Delta R_G\}$  je globální vektor pravé strany (zatěžovací vektor).

$$[K_G]\{\Delta d\}_{nG} = \{\Delta R_G\} \quad (8)$$

Matice tuhosti konečného prvku má tvar (9), kde, matice B obsahuje parciální derivace tvarových funkcí a D je konstitutivní matice (za předpokladu platnosti lineární elasticity je funkcí dvou pružnostních konstant)

$$[K_E] = \iint [B]^T [D] [B] dx dy \quad (9)$$

V praktických aplikacích je integrál matice tuhosti vyhodnocován numericky dle vztahu (10), kde  $W_i$  je váhový koeficient v daném integračním bode  $i$  a  $\det[J]_i$  je determinant Jacobyho matice (transformace z globální do lokální souřadnicové soustavy konečného prvku).

$$[K_E] \approx \sum_{i=1}^{n_i} W_i \det[J]_i ([B]^T [D] [B]) \quad (10)$$

## 6. VÝPOČETNÍ MODEL

### 6.1 *Popis vytvořeného matematického model*

Stabilitní posouzení SN bylo provedeno ve dvou řezech (PF A, PF B) s využitím programu Plaxis 2D za předpokladu platnosti rovinné deformace. Geometrie modelu (skladba podloží, tvar tělesa SN a jeho rozčlenění) byla převzata z předaných podkladů [2] a [4]. Poloha příčných řezů vzhledem na těleso SN je znázorněna na Obr. 4-3.

Vytvořená síť konečných prvků (celkový pohled a detail tělesa SN) je znázorněna v Příloze č. 1. Byly použity 15-uzlové trojúhelníkové prvky s dodatečným zahuštěním sítě tělesa SN a jeho okolí. Detailní informace o sestavených matematických modelech jsou uvedeny v Tab. 6-1.

**Tab. 6-1 Detailní informace o sestaveném matematickém modelu**

ID modelu			PF A	PF B
Maximální výška modelu	$h$	[m]	26,9	27,8
Maximální šířka modelu	$b$	[m]	246,0	200,0
Typ použitého prvku	-		15-uzlové	15-uzlové
Celkový počet prvků	$n_p$	[-]	10863	7812
Minimální délka prvku	$l_{p,min}$	[m]	0,007	0,03
Maximální délka prvku	$l_{p,max}$	[m]	10,13	12,79
Průměrná délka prvku	$l_{p,av}$	[m]	0,66	0,62
Celkový počet uzlů	$n_n$	[-]	87623	63229

### 6.2 *Výpočetní fáze*

Pro příčný řez PF A byly analyzovány následující zatěžovací stavy:

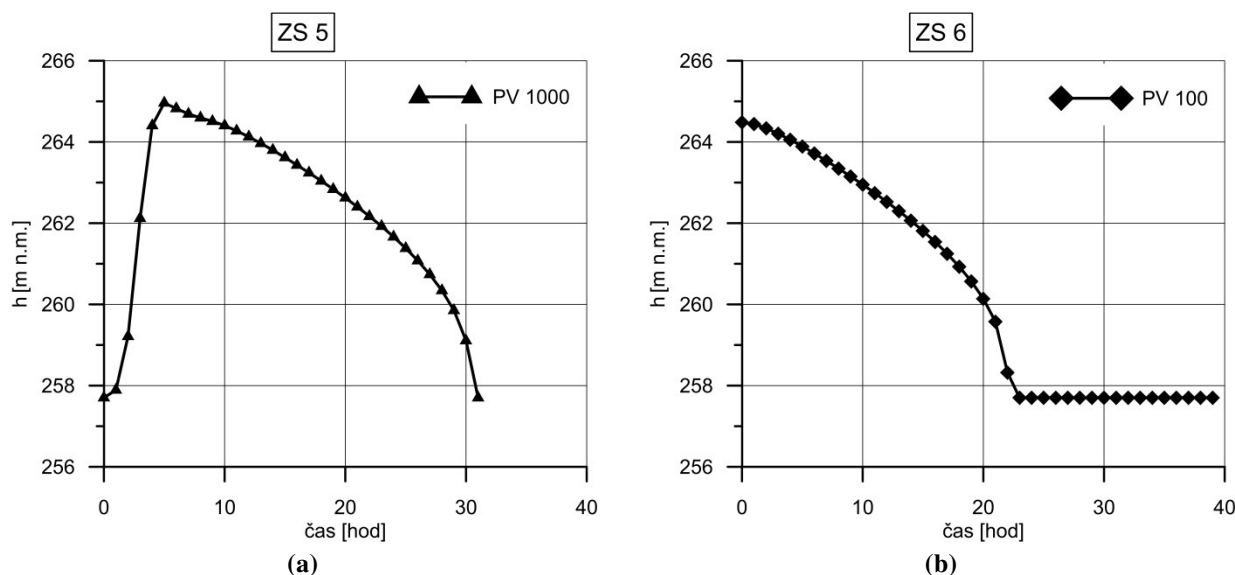
- ZS 0 Počáteční podmínky
- ZS 1 Výstavba nádrže – krátkodobé podmínky
  - ihned po výstavbě – neodvodněná analýza
  - výchozí stav HPV
  - hydrostatické podmínky
- ZS 2 Výstavba nádrže – 30 dnů
  - konsolidační analýza – 30 dnů
  - výchozí stav HPV
  - hydrostatické podmínky
- ZS 3 Nádrž po výstavbě – dlouhodobé podmínky
  - ukončená konsolidace – odvodněná analýza.
  - výchozí stav HPV
  - hydrostatické podmínky
- ZS 4 Nádrž částečně naplněná po omezenou dobu

- hladina v nádrži na kótě 264,5 m n.m. (úroveň hrany bezpečnostního přelivu)
  - hladina v nádrži je udržována na konstantní úrovni po dobu 30dnů
  - simulace zatížení v etapě ověřovacího provozu
  - časově proměnný stav filtračního proudění (nestacionární stav)
- ZS 5 KPV Q1000
    - nárůst hladiny na kontrolní maximální hladinu (KMH) na kótě 264,97 m n. m. s následným prázdněním na hladinu kritickou
    - časově proměnný stav filtračního proudění (nestacionární stav)

Nad rámec plánu byl zhodnocen další zatěžovací stav:

- ZS 6 Pokles hladiny z úrovně 264,5 m n. m. (úroveň hrany bezpečnostního přelivu) při průchodu PV 100
  - vychází se ze stavu ustáleného filtračního proudění s hladinou v nádrži na kótě 264,5 m n. m. (úroveň hrany bezpečnostního přelivu)
  - časově proměnný stav filtračního proudění (nestacionární stav)

ZS 0, 4 a 5 korespondují se stavy analyzovanými v posudku [5]. ZS 1 – 3 analyzují vliv výstavby na stabilitu zemního tělesa. V málo propustných podkladních vrstvách může docházet vlivem zhotovení zemního tělesa hráze k nárůstu pórových tlaků a tím k poklesu vnější stability. ZS 6 je hypotetický vzhledem k charakteru navrhovaného vodního díla (suchá nádrž). Tento stav je ale nejméně příznivý pro návodní svah hráze. Těleso SN je saturované vodou (ZS vychází ze stavu ustáleného filtračního proudění) a zároveň dojde k rychlému prázdnění nádrže. Průběh hladiny vody v nádrži při průchodu PV 1000 je znázorněn na Obr. 6-1a (ZS 5). Pokles hladiny při průchodu PV 100 je znázorněn na Obr. 6-1b (ZS 6).



**Obr. 6-1 Časové průběhy hladin v nestacionárních zatěžovacích stavech č. 5 a 6**

Predikce sedání v profilu PF B byla provedena pro ZS 3 Nádrž po výstavbě – dlouhodobé podmínky. Vzhledem ke skladbě podloží v tomto profilu (velká mocnost málo propustných soudržných zemin GT 2, 3 a 5) byla nad rámec zadání ověřena stabilita v ZS 1 až 3. V podloží

hráze bude docházet vlivem výstavby ke vzniku zvýšených pórových tlaků a jejich pomalé disipaci, co negativně ovlivní vnější stabilitu.

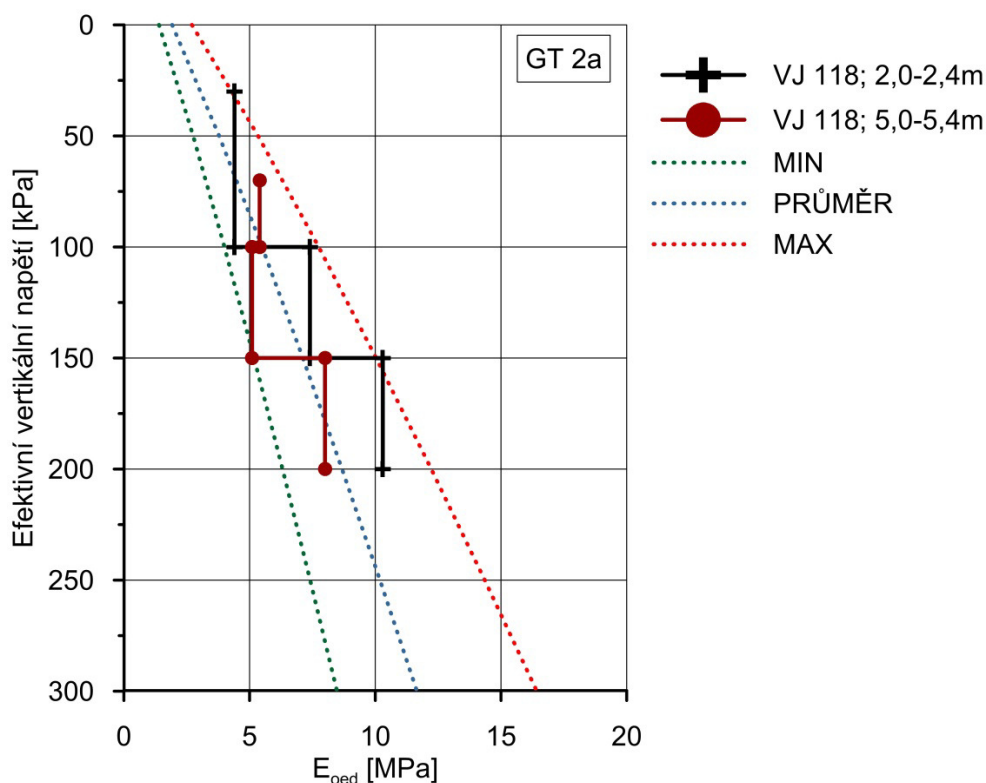
### 6.3 ***Použité materiálové modely a vstupní parametry***

Pro geotechnický typ *GT 2*, *GT 3* a *GT 5* nacházející se přímo pod zemním tělesem SN byl i s ohledem na rozsah provedených laboratorních zkoušek aplikován pokročilejší materiálový model s objemovým a smykovým zpevňováním Hardening soil model (HS) [15]. Pro materiály hráze, a *GT 6a* byl použit lineárně elastický – perfektně plastický materiálový model. Pro těsnící clonu a *GT 6b* (skalní podloží) byl aplikován lineárně elastický model. V následující části je popsán postup stanovení hodnot jednotlivých vstupních parametrů pro každý geotechnický typ.

#### **GT 2a**

Parametry smykové pevnosti ( $\varphi' = 25,2^\circ$ ,  $c' = 5 \text{ kPa}$ ) byly zvoleny s přihlédnutím k výsledkům z IGP 2017 [2]. Autoři zprávy upozorňují, že v tabulce zmiňované zprávy jsou hodnoty efektivní soudržnosti a úhlu vnitřního tření prohozeny oproti výsledkům uvedených v protokolech ze smykových krabicových zkoušek. V případě smykové krabicové zkoušky vzorku ZA-45717, sonda VJ-121, hloubka 1,20 až 1,60 m je dále proložení linie porušení nestandardní. Dle naměřených hodnot by měla být soudržnost nižší a úhel vnitřního tření vyšší.

Parametry stlačitelnosti byly odvozeny z oedometrických zkoušek na neporušených vzorcích z vrtu VJ 119 (hloubka odběru 3,0 až 3,5 m) a VJ 121 (hloubka odběru 1,2 až 1,6 m) [2]. Na Obr. 6-2 jsou znázorněny výsledky oedometrických zkoušek a kalibrační křivky reprezentující minimální, maximální průměrné hodnoty vstupních parametrů sumarizovaných v Tab. 6-2. Sečnový modul  $E_{50}^{ref}$  byl, vzhledem na absenci triaxiálních zkoušek, volen dle doporučení roven  $E_{oed}^{ref}$ . Vzhledem na typ úlohy je modul  $E_{oed}^{ref}$  rozhodujícím deformačním parametrem. Při stanovení modulu pružnosti při odtížení – opětovném přitížení  $E_{ur}^{ref}$  byla respektována empirická zásada  $E_{ur}^{ref} = 3E_{50}^{ref}$ .



Obr. 6-2 Kalibrace parametrů  $E_{oed}^{ref}$  a  $m$  z výsledků oedometrických zkoušek pro GT 2a

Tab. 6-2 Efektivní parametry tuhosti pro GT 2a

	$E_{oed}^{ref}$ (kPa)	$E_{50}^{ref}$ (kPa)	$E_{ur}^{ref}$ (kPa)	$m$ (-)	$p_{ref}$ (kPa)
Minimální hodnoty	4000	4000	12000	0,85	100
Maximální hodnoty	7750	7750	23250	0,85	100
Průměrné hodnoty	5500	5500	16500	0,85	100

Koeficient hydraulické vodivosti byl zvolen na základě doporučení z IGP 2017 [2] jako  $k_x = k_y = 6,1e - 4 \text{ m/den}$ .

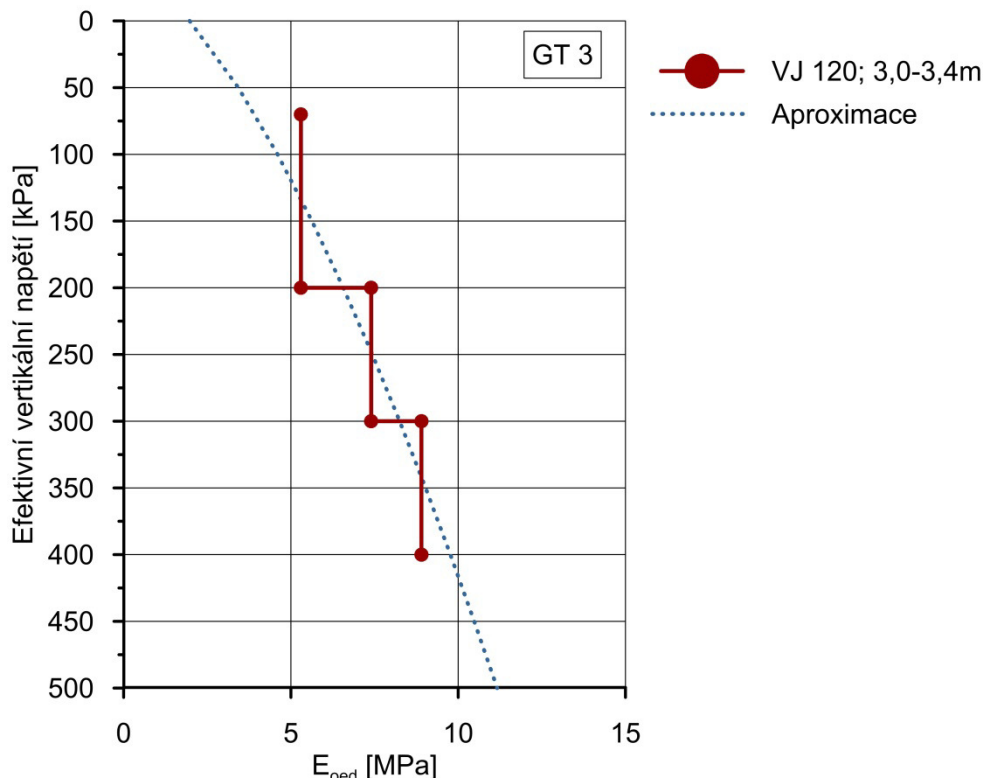
### GT 3

Parametry smykové pevnosti byly převzaty z IGP 2017 [2]:  $\varphi' = 21,1^\circ$ ,  $c' = 14,4 \text{ kPa}$ . Autoři zprávy upozorňují, že v tabulce zmiňované zprávy jsou hodnoty efektivní soudržnosti a úhlu vnitřního tření prohozeny oproti výsledkům uvedených v protokolech u smykových krabicových zkoušek.

Parametry stlačitelnosti byly odvozeny z oedometrické zkoušky na neporušeném vzorku z vrtu VJ 120 (hloubka odběru 3,0 až 3,4 m) [2]. Na Obr. 6-3 je znázorněn výsledek oedometrické zkoušky a kalibrační křivky reprezentující hodnoty vstupních parametrů  $E_{oed}^{ref} = 4,6 \text{ MPa}$ ,  $m = 0,65$ . Sečnový modul  $E_{50}^{ref}$  byl vzhledem na absenci triaxiálních zkoušek volen dle doporučení roven  $E_{oed}^{ref}$ . Vzhledem na typ úlohy je modul  $E_{oed}^{ref}$  rozhodujícím deformačním



parametrem. Při stanovení modulu pružnosti při odtížení – opětovném přitížení  $E_{ur}^{ref}$  byla respektována empirická zásada  $E_{ur}^{ref} = 3E_{50}^{ref} = 13,8 \text{ MPa}$ .



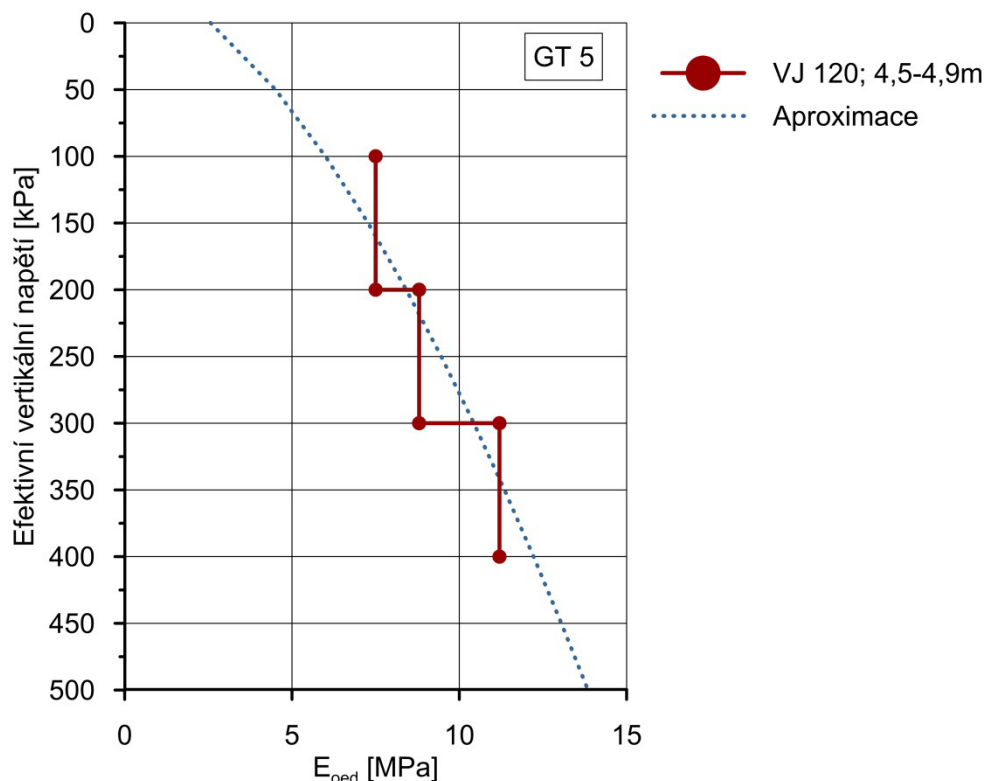
**Obr. 6-3 Kalibrace parametrů  $E_{oed}^{ref}$  a  $m$  z výsledku oedometrických zkoušek pro GT3**

Koeficient hydraulické vodivosti byl zvolen na základě doporučení z IGP 2017 [2] jako  $k_x = k_y = 0,035 \text{ m/den}$ .

## GT 5

Efektivní parametry smykové pevnosti  $\varphi' = 23^\circ$ ,  $c' = 11 \text{ kPa}$  byly převzaty z IGP 2012 [1]. Autoři zprávy upozorňují, že v tabulce zprávy IGP 2017 [2] jsou hodnoty efektivní soudržnosti a úhlu vnitřního tření prohozeny oproti výsledkům uvedených v protokolu smykové krabicové zkoušky vzorku ZA-45716, vrt VJ-120 (hloubka odběru 4,50 až 4,9 m).

Parametry stlačitelnosti byly odvozeny z oedometrické zkoušky na neporušeném vzorku z vrtu VJ 120, hloubka odběru 4,50 až 4,9 m [2]. Na Obr. 6-4 je znázorněn výsledek oedometrické zkoušky a kalibrační křivky reprezentující hodnoty vstupních parametrů  $E_{oed}^{ref} = 6,0 \text{ MPa}$ ,  $m = 0,60$ . Sečnový modul  $E_{50}^{ref}$  byl vzhledem na absenci triaxiálních zkoušek volen dle doporučení roven  $E_{oed}^{ref}$ . Vzhledem na typ úlohy je modul  $E_{oed}^{ref}$  rozhodujícím deformačním parametrem. Při stanovení modulu pružnosti při odtížení – opětovném přitížení  $E_{ur}^{ref}$  byla respektována empirická zásada  $E_{ur}^{ref} = 3E_{50}^{ref} = 18,0 \text{ MPa}$ .



Obr. 6-4 Kalibrace parametrů  $E_{oed}^{ref}$  a  $m$  z výsledku oedometrických zkoušek pro GT 5

Koeficient hydraulické vodivosti byl zvolen na základě doporučení z IGP 2017 [2] jako  $k_x = k_y = 1,21e - 3 \text{ m/den}$ .

#### GT 6a

Efektivní parametry smykové pevnosti  $\varphi' = 27,3^\circ$ ,  $c' = 12,5 \text{ kPa}$  byly převzaty z IGP 2017 [2]. Provedené dynamické penetrace vykazují v tomto geotechnickém typu vysoké počty úderů /10cm (průměrně 24,18 úderů /10cm).

Hodnoty deformačních modulů ( $E_{def}$ ) doporučené v IGP 2012 [1] a 2017 [2] jsou výrazně odlišné. V analýzách byly použity hodnota z IGP 2017 [2] ( $E_{oed} = 30,57 \text{ MPa}$ ;  $\nu = 0,33$ ).

Koeficient hydraulické vodivosti byl zvolen na základě doporučení z IGP 2017 [2] jako  $k_x = k_y = 5,36 \text{ m/den}$ .

#### GT 6b

Parametry stlačitelnosti  $E_{oed} = 166,67 \text{ MPa}$  a Poissonovo číslo  $\nu = 0,2$  byly převzaty z IGP 2012 [1] a 2017 [2].

Koeficient hydraulické vodivosti skalního podloží byl zvolen na základě doporučení [11] s přihlédnutím k zaznamenané velmi malé až malé vzdálenosti trhlin jako  $k_x = k_y = 0,86 \text{ m/den}$

## Materiál hráze

Parametry smykové pevnosti materiálu hráze byly odvozeny ze smykových krabicových zkoušek nezlepšených zemin realizovaných v rámci dodatečného IGP [3]. Celkem byly provedeny 4 smykové krabicové zkoušky na třech potenciálních lokalitách:

- pravý břeh Rakovce – vzorek VJ-120 (0,4 – 1,0 m p.t.),
- lokalita Pískovny v Polance nad Odrou, ul. Janovská – vzorky T-1 a T-2,
- lokalita Pískovny v Polance nad Odrou, Václovice – vzorek T-3.

Hodnoty parametrů smykové pevnosti byly ve výpočtech uvažovány variantně (Tab. 6-3):

- minimální efektivní úhel vnitřního tření  $\varphi'$  a odpovídající efektivní soudržnost  $c'$ ,
- minimální efektivní soudržnost  $c'$  a odpovídající efektivní úhel vnitřního tření  $\varphi'$ ,
- průměrné hodnoty parametrů smykové pevnosti.

**Tab. 6-3 Efektivní parametry smykové pevnosti pro materiál hráze (MH)**

	$\varphi'$ (°)	$c'$ (kPa)
minimální $\varphi'$ , odpovídající $c'$	27,5	9,9
minimální $c'$ , odpovídající $\varphi'$	31,0	8,1
průměrné hodnoty	30,1	11,5

Byly použity parametry stlačitelnosti  $E' = 10 \text{ MPa}$  a  $\nu = 0,40$ . S přihlédnutím k dosahovaným hodnotám CBR a ke korelačním vztahům publikovaným v [12] jde o konzervativní hodnotu,

Hodnoty koeficientů hydraulické vodivosti byly zvoleny na základě doporučení z dodatečného IGP [3]: maximální hodnota  $k_x = k_y = 8,64e - 2 \text{ m/den}$ , minimální hodnota  $k_x = k_y = 4,32e - 5 \text{ m/den}$  a průměrná hodnota (z transformovaných hodnot  $\log_{10} k$ )  $k_x = k_y = 4,38e - 3 \text{ m/den}$

## Těsnící clona

V předané projektové dokumentaci nejsou k dispozici žádné požadované vlastnosti jílocementové těsnící clony. Byly proto využity data ze zkoušek prováděných v rámci pracoviště zpracovatelů zprávy:  $E_{28} = 20 \text{ MPa}$ ,  $k_x = k_y = 1,8e - 3 \text{ m/den}$  (CEM 300kg, Bentonit 32kg, voda 887kg).

Vstupní parametry ostatních materiálů (filtr, patní drén, návodní opevnění) byly zvoleny na základě zkušeností autorů s analýzami srovnatelných konstrukcí.

Hodnoty vstupních parametrů jsou sumarizovány v Tab. 6-4 a Tab. 6-5. U materiálů, kde je uvažováno s variantními hodnotami parametrů, jsou uvedeny všechny alternativy.

**Tab. 6-4 Hodnoty vstupních parametrů: fyzikálně indexové, pevnost, propustnost**

Označení		Objemová tíha		Soudržnost/úhel vnitřního tření		koef. hydraulické vodivosti
		$\gamma_{\text{unsat}}$	$\gamma_{\text{sat}}$	$c'$	$\phi'$	$k_{x,y \text{ sat}}$
		[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[m/den]
GT 2a				5,0	25,2	6,1e-4
GT 3		15,6	19,3	14,4	21,1	0,035
GT 5				11,0	23,0	1,21e-3
GT 6a		16,3	17,3	12,5	27,3	5,36
GT 6b		23	23	-	-	0,86
MH	Materiál hráze	17,1	19,8	9,9 8,1	27,5 31,0	8,64e-2 4,38e-3 4,32e-5
F	Filtr	18,5	19,5	1,0	32,0	0,86
Pd	Patní drén	19,0	20,0	1,0	35,0	8,64
Op	Opevnění	22,0	23,0	1,0	42,0	8,64
TC	Těsnící clona	25,0	25,0	-	-	1,8e-3

**Tab. 6-5 Charakteristické hodnoty vstupních parametrů: stlačitelnost**

Označení		MC		HS			
		$E'$	$\nu'$	$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$	$E_{50}^{\text{ref}}$	$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$	m
		[MPa]	[-]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[-]
GT 2a		-		4,0 5,5 7,75	4,0 5,5 7,75	12,0 16,5 23,3	0,85 0,85 0,85
GT 3		-		4,6	4,6	13,8	0,65
GT 5				6,0	6,0	18,0	0,60
GT 6a		21,0	0,33	-			
GT 6b		150,0	0,20	-			
MH	Materiál hráze	10,0	0,4	-			
F	Filtr	40,0	0,28	-			
Pd	Patní drén	100,0	0,25	-			
Op	Opevnění	200,0	0,20	-			
TC	Těsnící clona	20,0	0,15	-			

## 6.4 Posloupnost prováděných analýz

Vzhledem na rozsah hodnot vstupních parametrů byly provedeny variantní výpočty. Posloupnost variantních výpočtů je uvedena v Tab. 6-6.

**Tab. 6-6 Posloupnost výpočetních variant**

Typ analýzy	ID	Pevnost	Tuhost	Propustnost
<b>Stabilitní analýzy</b>	St - 1	Min ( $\varphi'$ ) - MH*	Průměr	Průměr
	St - 2	Min ( $c'$ ) - MH <sup>#</sup>	Průměr	Průměr
	St - 3	Min - MH	Průměr	Min - MH
	St - 4	Min - MH	Průměr	Max - MH
<b>Deformační analýzy</b>	Def - 1	Min - MH	Min - GT <sub>2a</sub>	Průměr
	Def - 2	Min - MH	Max - GT <sub>2a</sub>	Průměr

\*Minimální  $\varphi'$  a odpovídající  $c'$ , <sup>#</sup>Minimální  $c'$  a odpovídající  $\varphi'$

V stabilní analýze jsou variantně uvažovány parametry smykové pevnosti pro materiál hráze *MH*. Ve výpočtu St - 1 je pro materiál hráze uvažován minimální úhel vnitřního tření a odpovídající soudržnost, ve výpočtu St - 2 pak minimální soudržnost a odpovídající úhel vnitřního tření. Ve zbývajících výpočtech je použita ta dvojice vstupů, při které je dosažen nižší stupeň stability.

Pro parametry smykové pevnosti ostatních materiálů jsou uvažovány průměrné hodnoty. Průměrné hodnoty deformačních charakteristik jsou použity pro všechny materiály. Pro materiál tělesa hráze (*MH*) jsou kromě průměrných hodnot koeficientů hydraulické vodivosti saturevané zeminy použity také minimální a maximální hodnoty (výpočty St-3 a St-4). Změna těchto parametrů bude mít vliv na vypočtenou polohu izoliny nulové piezometrické výšky v tělese hráze a tudíž na disponibilní efektivní střední napětí působící na smykové ploše.

Z hlediska sedání podloží hráze byly variantně uvažovány parametry geotechnického typu GT 2a, pro který bylo provedeno více zkoušek. Deformační analýzy jsou proto provedeny variantně pro minimální a maximální hodnoty tohoto geotechnického typu (Tab. 6-5).

Dle zadání objednatele je provedena v profilu PF A jak stabilní tak deformační analýza a v profilu PF B deformační analýza. Deformační analýzou je sledováno možné rozdílné sedání podloží hráze. Dále je v profilu PF B ověřena stabilita v průběhu výstavby (ZS 1 až ZS 3).

## 7. VÝSLEDKY VÝPOČTŮ A ZHODNOCENÍ

### 7.1 Stabilitní analýza

Výsledky stabilitních výpočtů jsou uvedeny v Tab. 7-1. Izolinie piezometrických výšek a tvary kritických smykových ploch (výpočet St-1) jsou znázorněny v Příloze č. 2 a 3 pro následující zatěžovací stavy:

- ZS 4 Nádrž naplněná po omezenou dobu (30 dní)
- ZS 5 Kontrolní povodeň Q 1000 – vzestup a sestup hladiny v nádrži, poslední výpočetní krok

Tab. 7-1 Výsledky stabilitních analýz

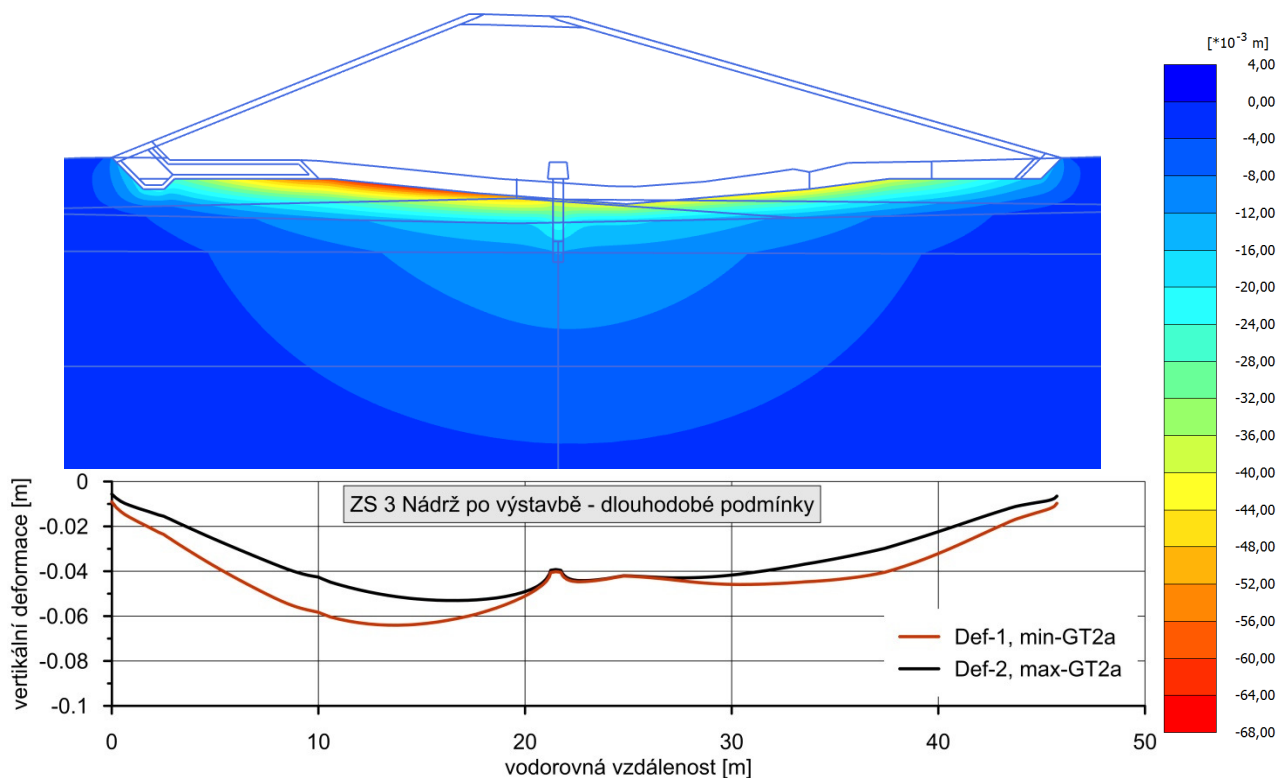
Výpočet	Parametry smykové pevnosti	Parametry saturované hydraulické vodivosti	SF/pozice kritické smykové plochy					
			ZS 1 Výstavba Krátkodobé podmínky	ZS 2 Výstavba Konsolidace - 30dnů	ZS 3 Nádrž po výstavbě Dlouhodobé podmínky	ZS 4 Nádrž naplněná po omezenou dobu	ZS 5 KPV Q1000	ZS 6 Proměnné prodění Sestup z PV 100
St-1 PF A	Min ( $\varphi'$ ) – MH*	Průměr	1,11 V	1,82 V	1,87 V	1,73 V	1,80 V	1,63 V
St-2 PF A	Min ( $c'$ ) – MH <sup>#</sup>	Průměr	1,11 V	1,87 V	1,90 V	1,77 V	1,84 V	1,67 V
St-3 PF A	Min ( $\varphi'$ ) – MH	Min - MH	1,11 V	1,77 V	1,87 V	1,73 V	1,79 V	1,66 V
St-4 PF A	Min ( $\varphi'$ ) – MH	Max - MH	1,11 V	1,82 V	1,87 V	1,63 V	1,80 V	1,67 V
Def-1 PF B	Min ( $\varphi'$ ) – MH*	Průměr	1,37	2,07	2,17	-	-	-
Požadovaný $FS_{min}$ dle TNV 75 2415 [9] a ČSN 75 2310 [10]			1,20	1,20	1,50	1,50	1,50	1,50

\*Minimální  $\varphi'$  a odpovídající  $c'$ , <sup>#</sup>Minimální  $c'$  a odpovídající  $\varphi'$ , V – vzdušní svah

## 7.2 Deformační analýza

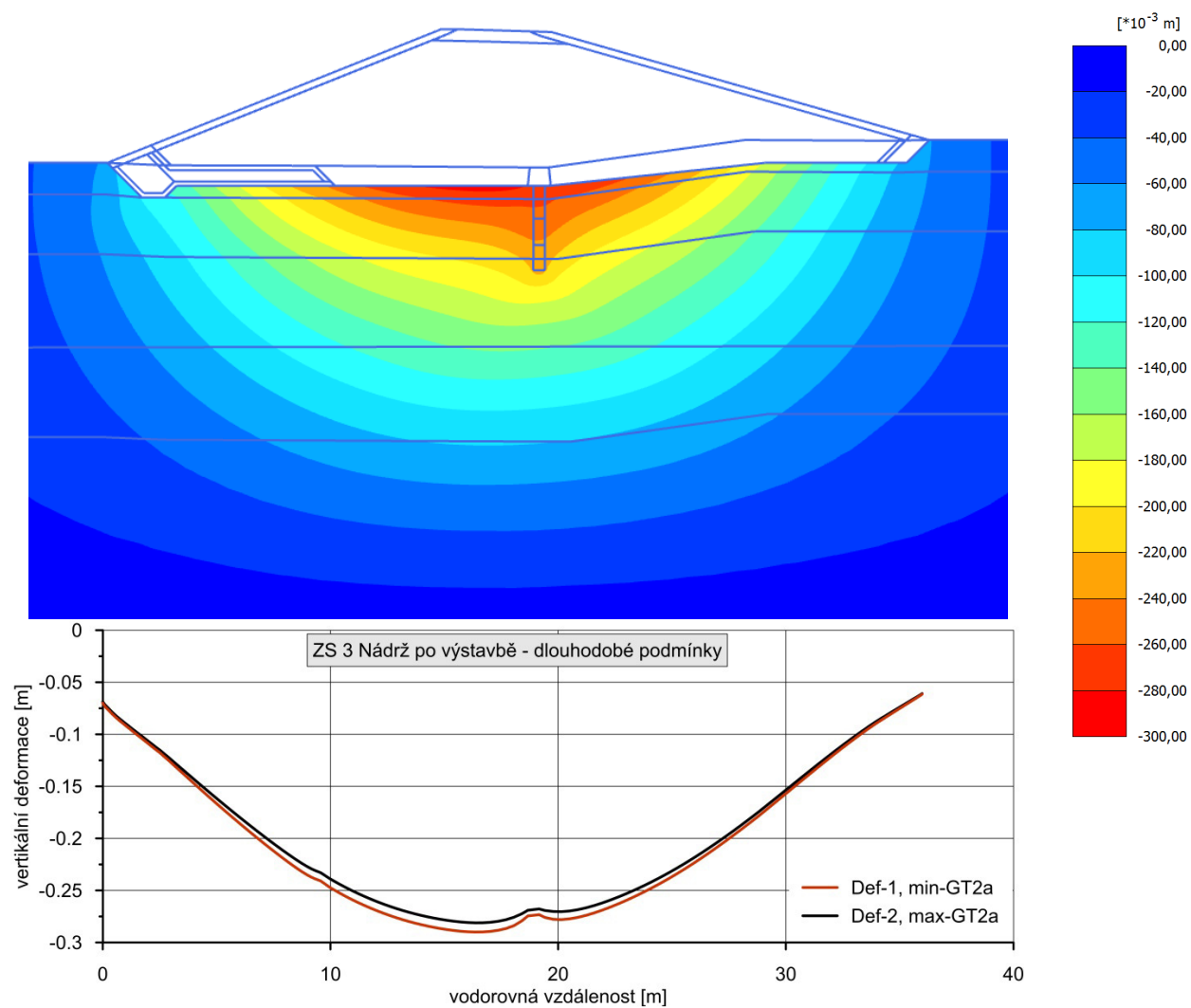
Průběhy svislých deformací v základové spáře zemního tělesa SN jsou znázorněny na Obr. 7-1 (PF A) Obr. 7-2 (PF B). Pro typ GT 2a byly z dostupných zkoušek stanoveny alternativně minimální a maximální hodnoty parametrů stlačitelnosti. Výsledky jsou v grafech znázorněny pro obě alternativy. Průběhy sedání podloží jsou stanoveny pro ZS 3 Nádrž po výstavbě - dlouhodobé podmínky.

### PF A



Obr. 7-1 Průběhy vertikálních deformací v základové spáře – PF A, ZS 3 Nádrž po výstavbě – dlouhodobé podmínky

**PF B**



**Obr. 7-2 Průběhy vertikálních deformací v základové spáře – PF B, ZS 3 Nádrž po výstavbě – dlouhodobé podmínky**



## 8. ZÁVĚR

V souladu se zadáním bylo provedeno posouzení vnější stability zemního tělesa VD v průběhu výstavby a životnosti konstrukce a odhad sedání podloží.

Nejvyšší stupeň stability je dosažen pro prázdnou nádrž v dlouhodobých podmínkách (ZS 3), kdy je hydrostatický tlak  $p_w$  a zvýšený pórový tlak vznikající v důsledku neodvodněného zatěžování  $p_{epp}$  nulový. V krátkodobých podmínkách – ihned po výstavbě (ZS 1) dochází k významnému poklesu stupně stability, který je způsoben vývinem zvýšených pórových tlaků  $p_{epp}$  ve vrstvě fluviálních jílu (GT 3) a tím poklesem efektivního napětí. Zahrnutí nárůstu  $p_{epp}$  do výpočtu bylo umožněno použitím pokročilého materiálového modelu pro GT 3. Simulací postupné výstavby (ZS 2) dochází k průběžné disipaci těchto tlaků, co vysvětluje opětovný nárůst stupně stability. V ZS 4, kdy je simulován stav plné nádrže po omezenou dobu, dochází ve srovnání se ZS 1 k poklesu stupně stability v důsledku vývinu hydrostatického pórového tlaku pod predikovanou hladinou podzemní vody v tělese nádrže. Stejný efekt je zaznamenán v ZS 5. Pokles stupně stability je ale v tomto případě malý. Doba průchodu povodňové vlny je s přihlédnutím k propustnosti materiálu hráze krátká a tudíž nedochází k významnějším nasycení tělesa VD a nárůstu HPV. Autoři zprávy zdůrazňují, že ZS 6 je nereálný a pro vodní dílo charakteru suché nádrže nemůže nastat. Zahrnutí tohoto stavu do výpočtů bylo provedeno z důvodu verifikace odezvy vytvořeného matematického modelu. Tento stav představuje nejmenší příznivou situaci z hlediska návodního svahu, kdy k poklesu hladiny dochází z režimu ustáleného proudění v zemním tělese SN. I v tomto ZS ale zůstává kritická smyková plocha lokalizovaná na vzdušné straně. Pokles hladiny v nádrži se projeví poklesem HPV v této oblasti a odpovídajícím nárůstem stupně stability,

Ve výpočtech St-3 a St-4 jsou parametry smykové pevnosti materiálu hráze převzaty z výpočtu St-1, jelikož zde byly dosaženy menší hodnoty stupňů stability oproti analýze St-2.

Dosažené stupně stability jsou ve všech zatěžovacích stavech s výjimkou ZS 1 vyšší než požadované minimální hodnoty (Tab. 7-1). Zahrnutím doby výstavby (30 dnů) v ZS 2 dojde k nárůstu stupně stability nad minimální požadovanou hodnotu. Doporučujeme proto výstavbu zemního tělesa rovnoměrně rozvrhnout minimálně na dobu uvažovanou v ZS 2. Dále doporučujeme upřesnění stabilitního výpočtu (části týkající se výstavby), jakmile bude znám přesnější harmonogram výstavby.

Nejvyšších predikovaných hodnot sedání podloží v důsledku výstavby hráze bylo dosaženo v profilu PF B, kde se pod kvarterním pokryvem nenachází skalní podloží (Paleozoikum (spodní karbon)), ale vápnité jíly (Terciér (neogén)). Maximální vypočtená hodnota sedání báze hráze v tomto řezu byla 0,29 m. V řezu PF A bylo vypočteno sedání v bázi hráze 0,064 m. Nerovnoměrné sednutí mezi analyzovanými řezy dosahuje hodnoty 0,008.

Příčinou v rozdílnosti sedání mezi profily je dáno tektonickým pásmem předpokládaným v IGP 2017 [2]. To rozděluje zájmovou oblast na dvě části s odlišnou skladbou podloží hráze.

Autoři zprávy si vymezují právo na úpravu všech výsledků uvedených v této zprávě v případě změny/získání nových vstupů.

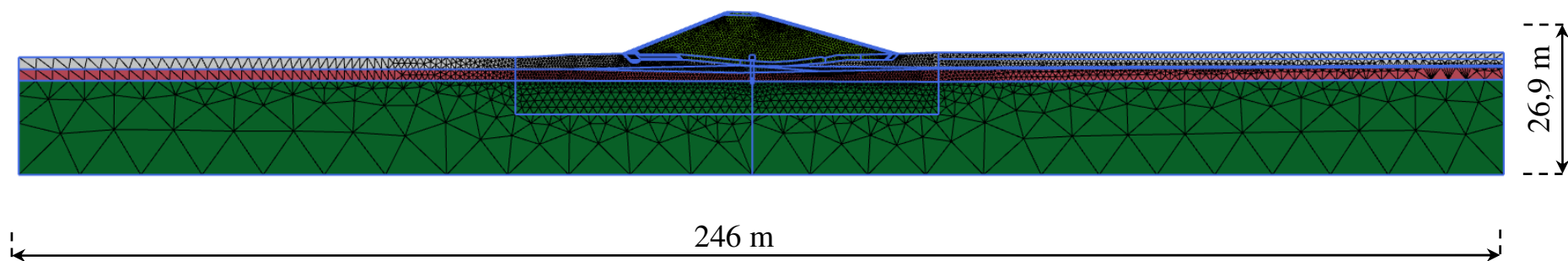
## SEZNAM PŘÍLOH

1. A) Vytvořený matematický model – PF A  
B) Vytvořený matematický model – PF B
2. Izolinie piezometrických výšek – PF A:
  - ZS 4 Nádrž naplněná po omezenou dobu (30 dnů)
  - ZS 5 Kontrolní povodeň Q 1000, vzestup a sestup hladiny
3. Tvary kritických smykových ploch – PF A:
  - ZS 4 Nádrž naplněná po omezenou dobu (30 dnů)
  - ZS 5 Kontrolní povodeň Q 1000, vzestup a sestup hladiny

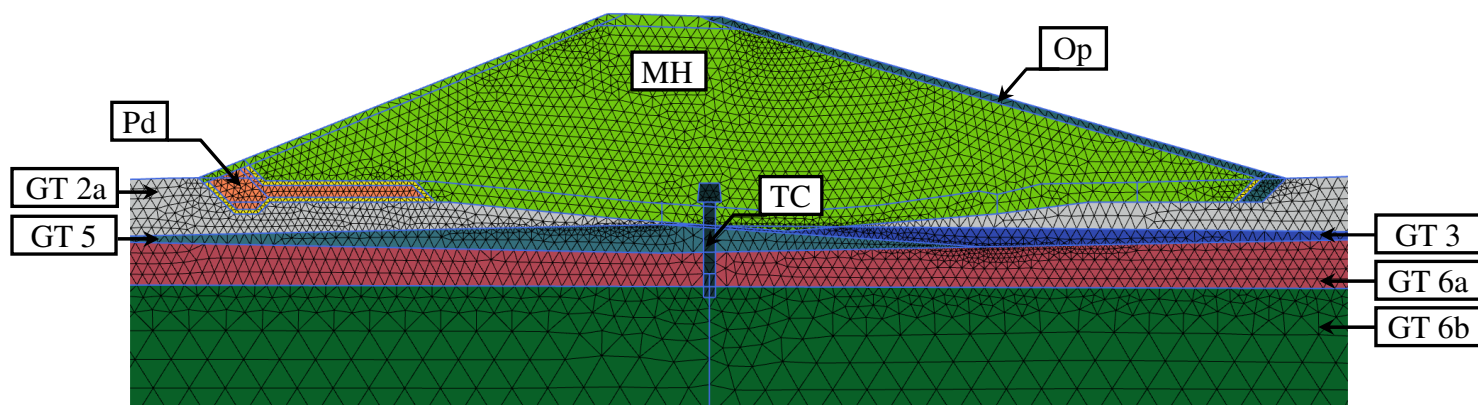
V Brně, únor 2019

Vypracoval:  
Kontroloval:

Ing. Juraj Chalmovský, Ph.D.  
doc. Ing. Lumír Miča, Ph.D.



**Celkový pohled na sestavený matematický model**

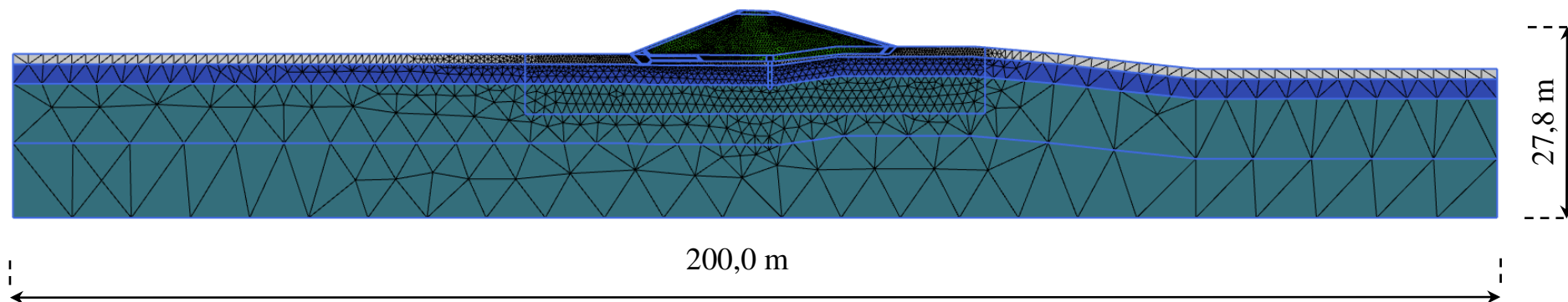


**Detail tělesa VD**

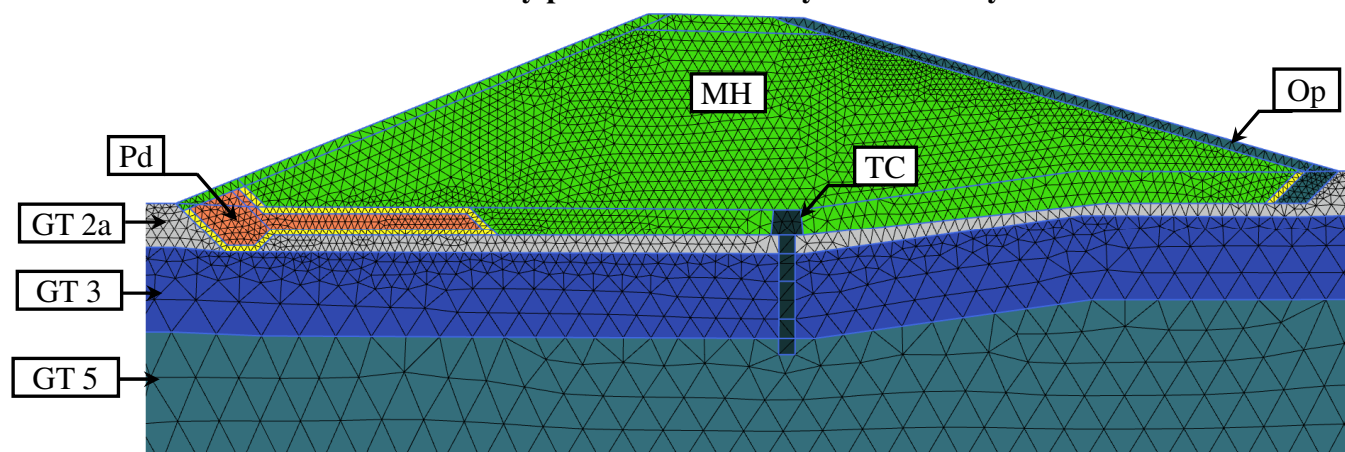
Maximální výška modelu	h	[m]	26,9
Maximální šířka modelu	b	[m]	246,0
Typ použitého prvku	-	Trojúhelníkový, 15 uzlů, 12 integračních bodů	
Celkový počet prvků	$n_p$	[-]	10863
Průměrná délka prvku	$l_p$	[m]	0,66
Celkový počet uzlů	$n_n$	[-]	87623

**Příloha 1A**

**Vytvořený matematický model – PF A**



**Celkový pohled na sestavený matematický model**

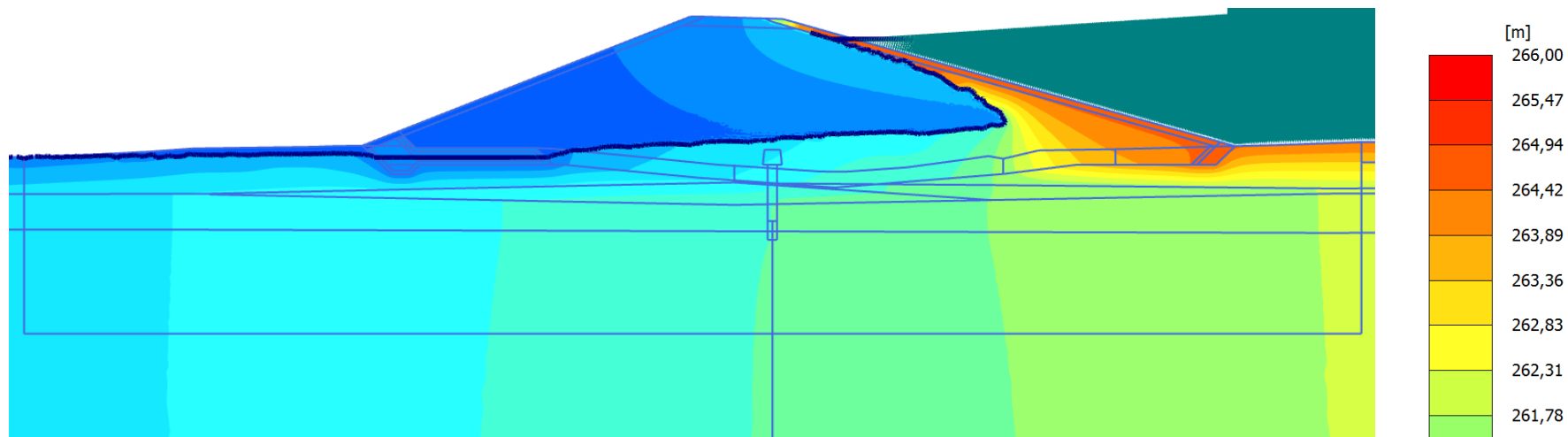


**Detail tělesa VD**

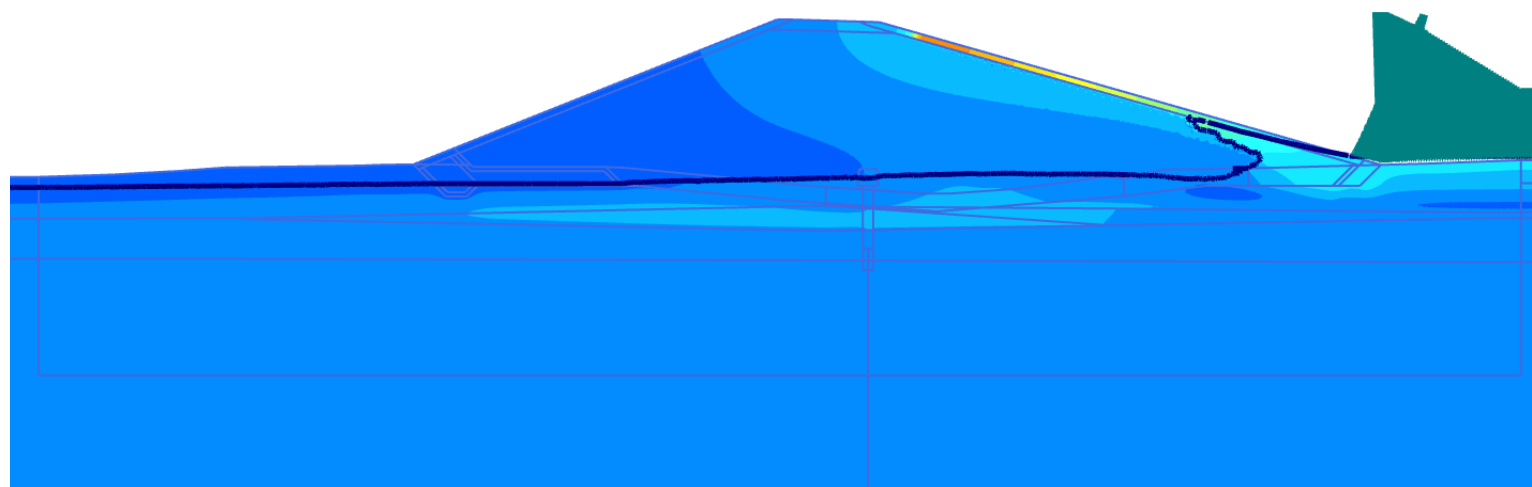
Maximální výška modelu	h	[m]	27,8
Maximální šířka modelu	b	[m]	200,0
Typ použitého prvku	-	Trojúhelníkový, 15 uzlů, 12 integračních bodů	
Celkový počet prvků	$n_p$	[-]	7812
Průměrná délka prvku	$l_p$	[m]	0,62
Celkový počet uzlů	$n_n$	[-]	63229

**Příloha 1B**

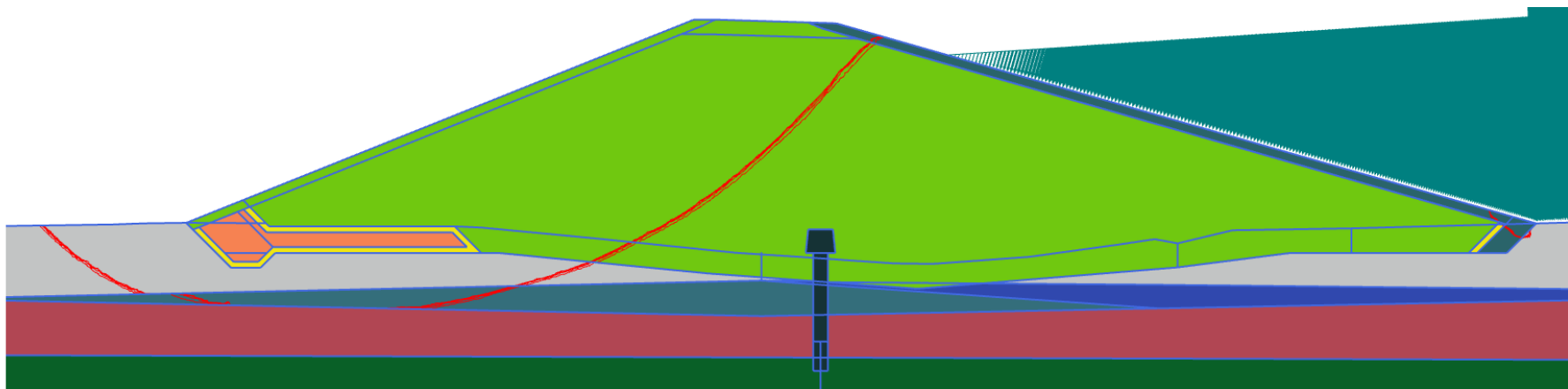
**Vytvořený matematický model – PF B**



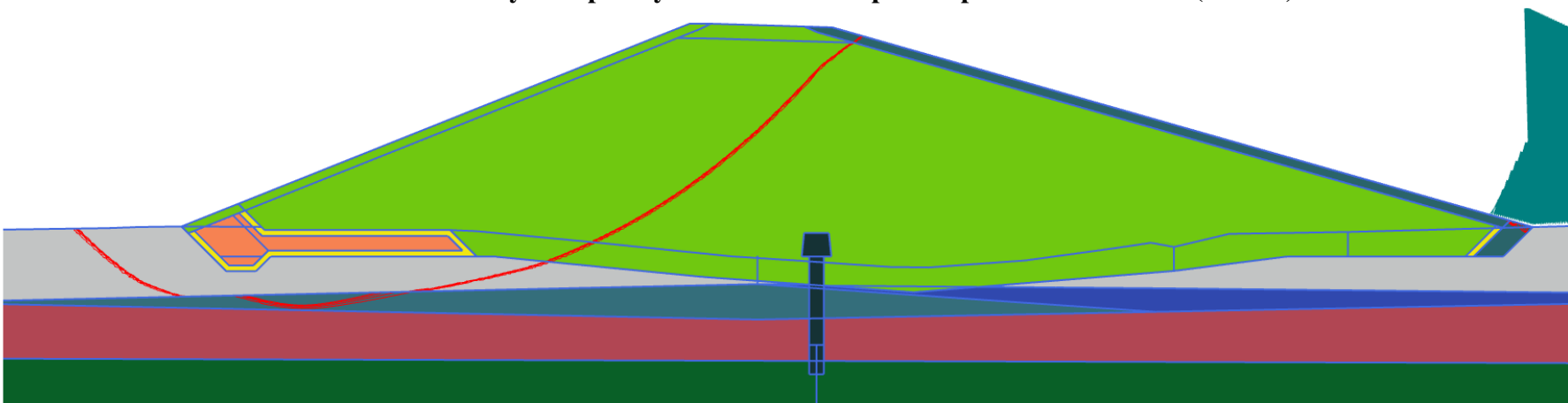
**Izolinie piezometrické výšky – ZS 4 Nádrž naplněná po omezenou dobu (30 dnů)**



**Izolinie piezometrické výšky – ZS 5 Kontrolní povodeň Q 1000, vzestup a sestup hladiny**



**Tvar kritické smykové plochy – ZS 4 Nádrž naplněná po omezenou dobu (30 dnů)**

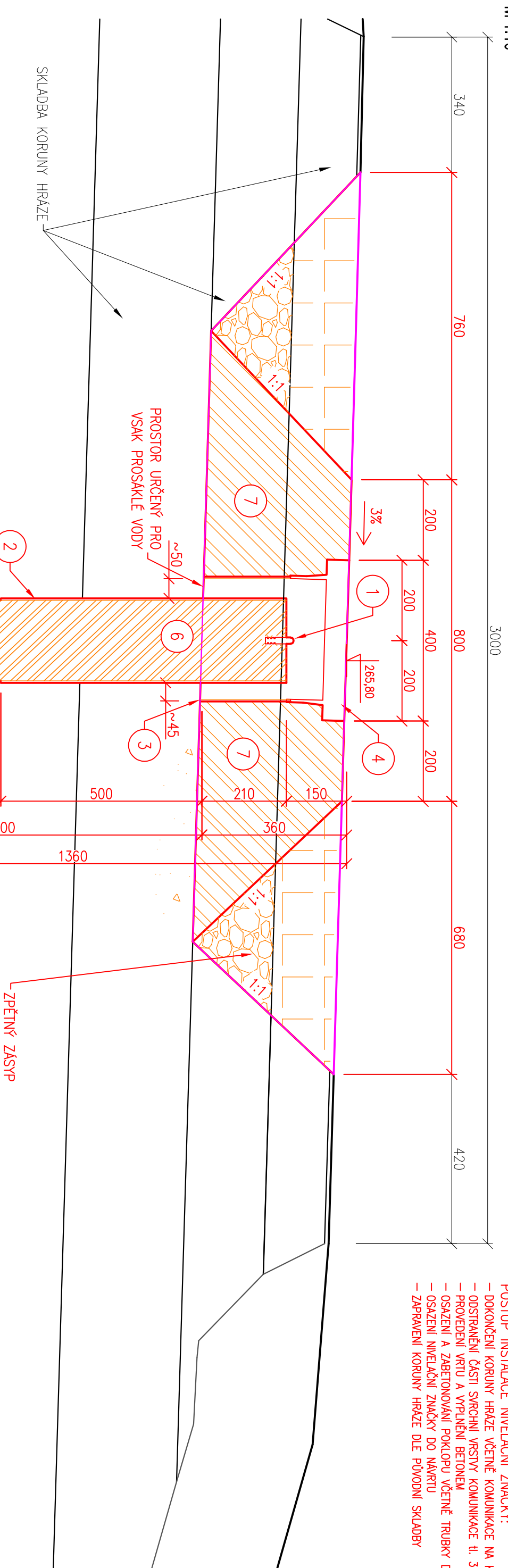


**Tvar kritické smykové plochy – ZS 5 Kontrolní povodeň Q 1000, vzestup a sestup hladiny**

## **Příloha 3**

### **Tvary kritických smykových ploch – PF A**

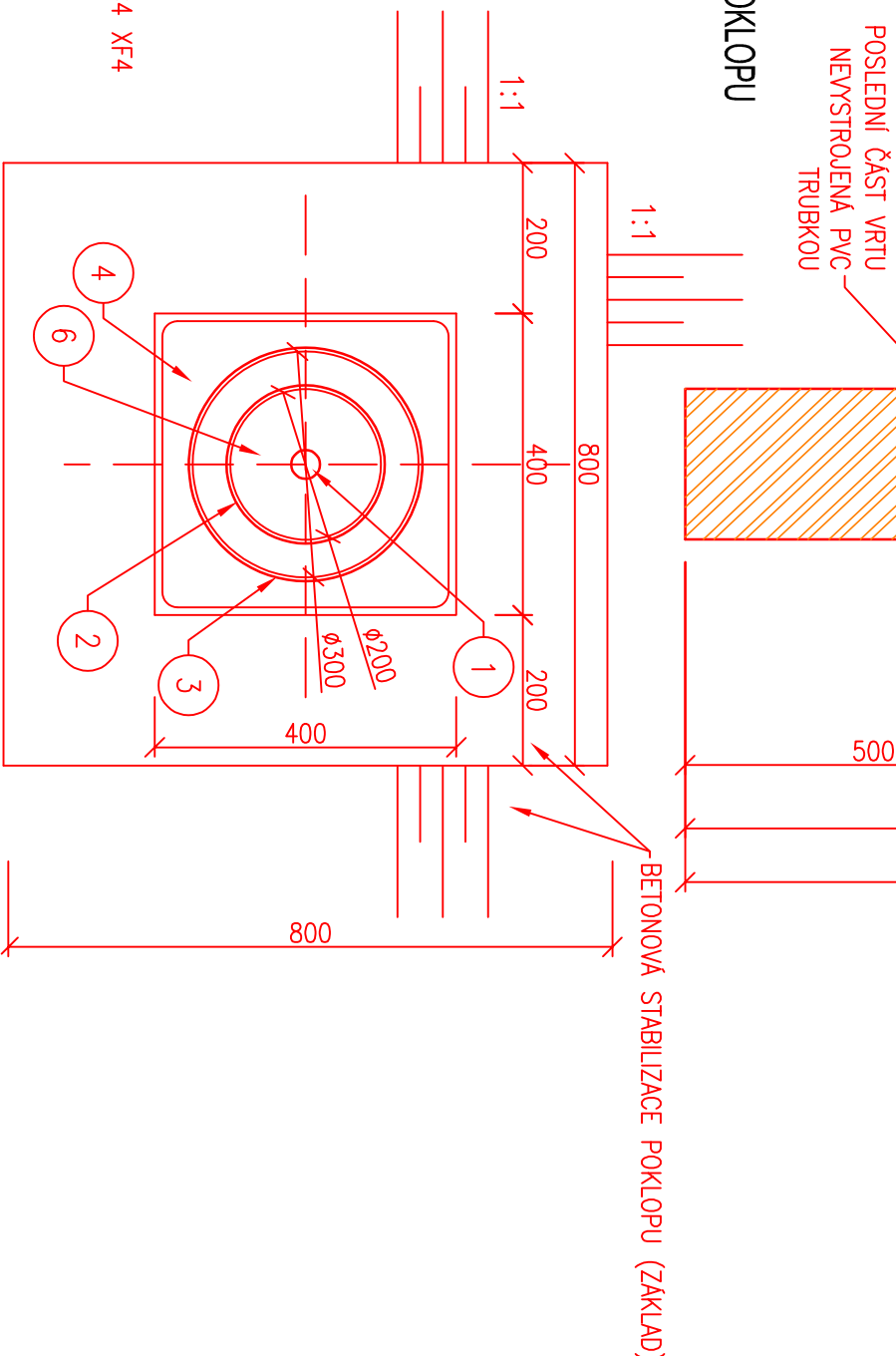
VZOROVÝ ŘEZ KORUNOU HRÁZE V MÍSTĚ NIVELAČNÍ ZNAČKY  
M 1:10



POSTUP INSTALACE NIVELAČNÍ ZNAČKY:

- DOKONČENÍ KORUNY HRÁZE VČETNĚ KOMUNIKACE NA KORUNĚ HRÁZE
- ODSTRANĚNÍ ČÁSTI SVRCHNÍ VRSTVY KOMUNIKACE tl. 360 mm
- PROVEDENÍ VRTU A VYPLNĚNÍ BETONEM
- OSAZENÍ A ZABETONOVÁNÍ POKLOPU VČETNĚ TRUBKY DN 300
- OSAZENÍ NIVELAČNÍ ZNAČKY DLE NÁVRTU
- ZAPRAVENÍ KORUNY HRÁZE DLE PUVODNÍ SKLADBY

PŮDORYS ULOŽENÍM POKLOPU  
M 1:10



LEGENDA:

1. NIVELAČNÍ ZNAČKA GPN 5,  $\phi 16$  mm
2. PVC TRUBKA DN 200
3. PVC TRUBKA DN 300
4. ČTVERCOVÝ POKLOP 400x400mm S LÍMCEM DN 300
5. VRT DN 200
6. VYPLNĚNÍ VRTU VODOSTAVEBNÍM BETONEM C 25/30 XC4 XF4
7. ZÁKLAD POKLOPU Z BETONU C 25/30 XC4 XF4

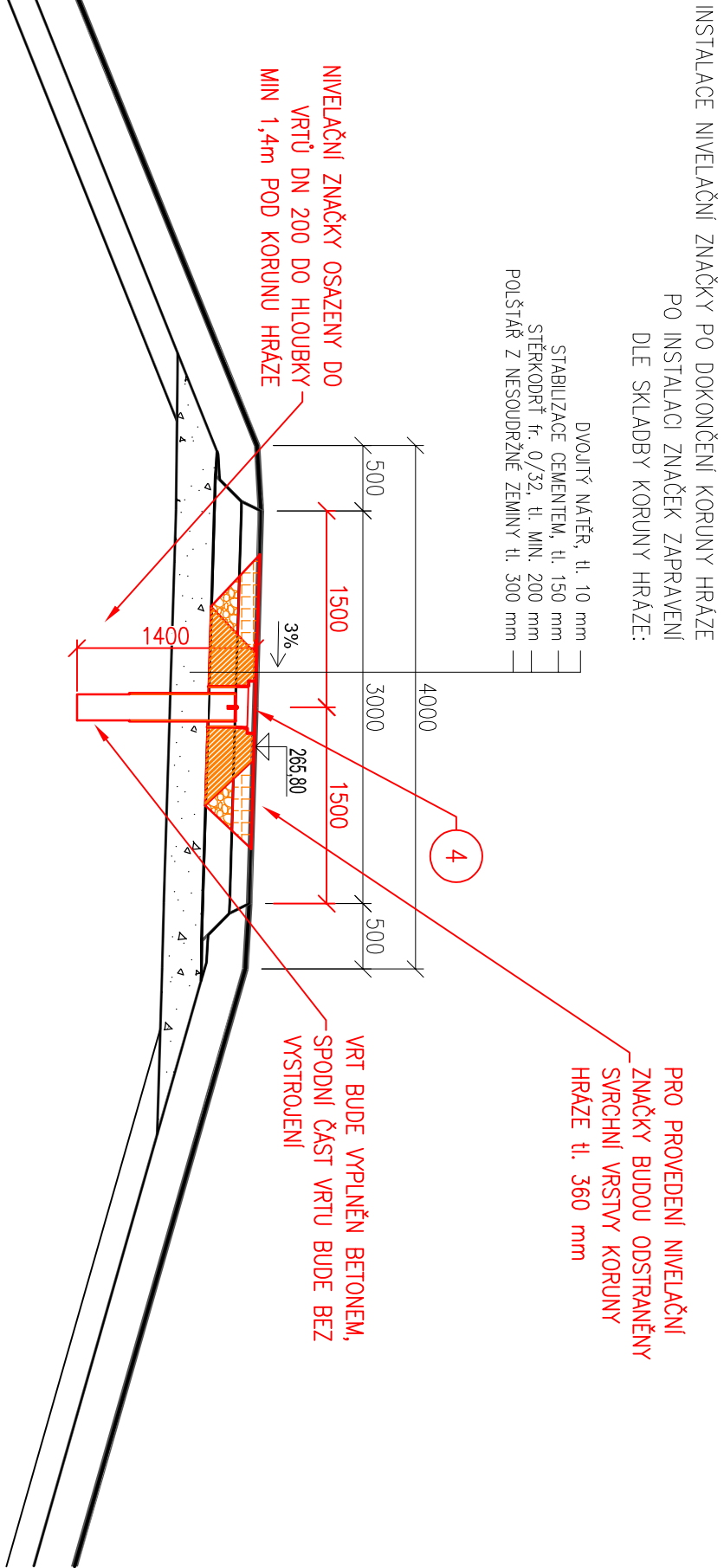
POZNÁMKY:

BETON C30/37 XC4 XF3

VÝŠKOVÝ SYSTÉM: BALŤ PO VYROVNÁNÍ KÓTOVÁNO V mm



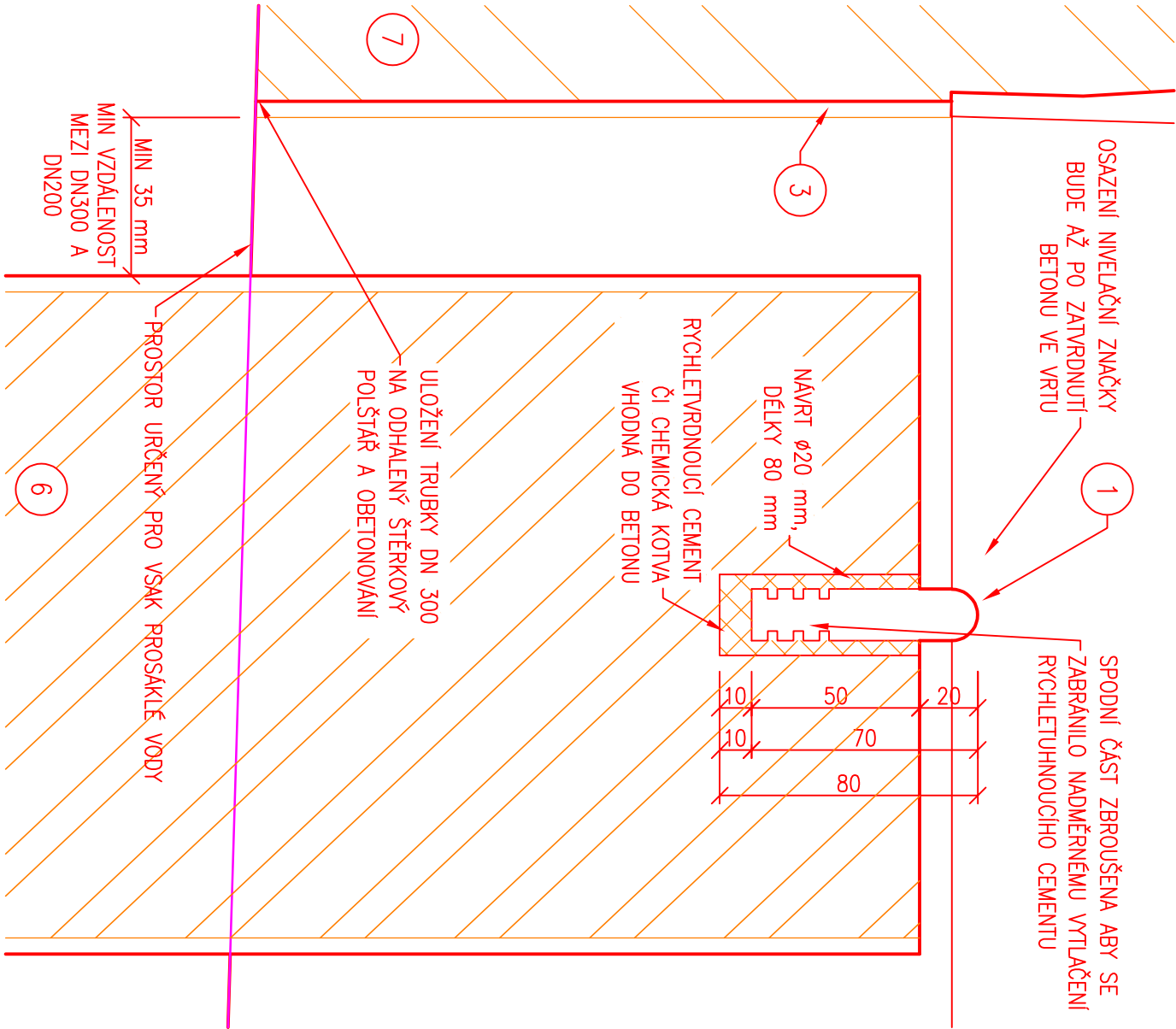
NIVELAČNÍ ZNAČKA NA KORUNĚ HRÁZE  
M 1:50



LEGENDA:

1. NIVELAČNÍ ZNAČKA GPN 5, ø16 mm
2. PVC TRUBKA DN 200
3. PVC TRUBKA DN 300
4. ČTVERCOVÝ POKLOP 400x400mm S LIMCEM DN 300
5. VRT DN 200
6. VYPLNĚNÍ VRTU VODOSTAVEBNÍM BETONEM C 25/30 XC4 XF4
7. ZAKLAD POKLOPU Z BETONU C 25/30 XC4 XF4

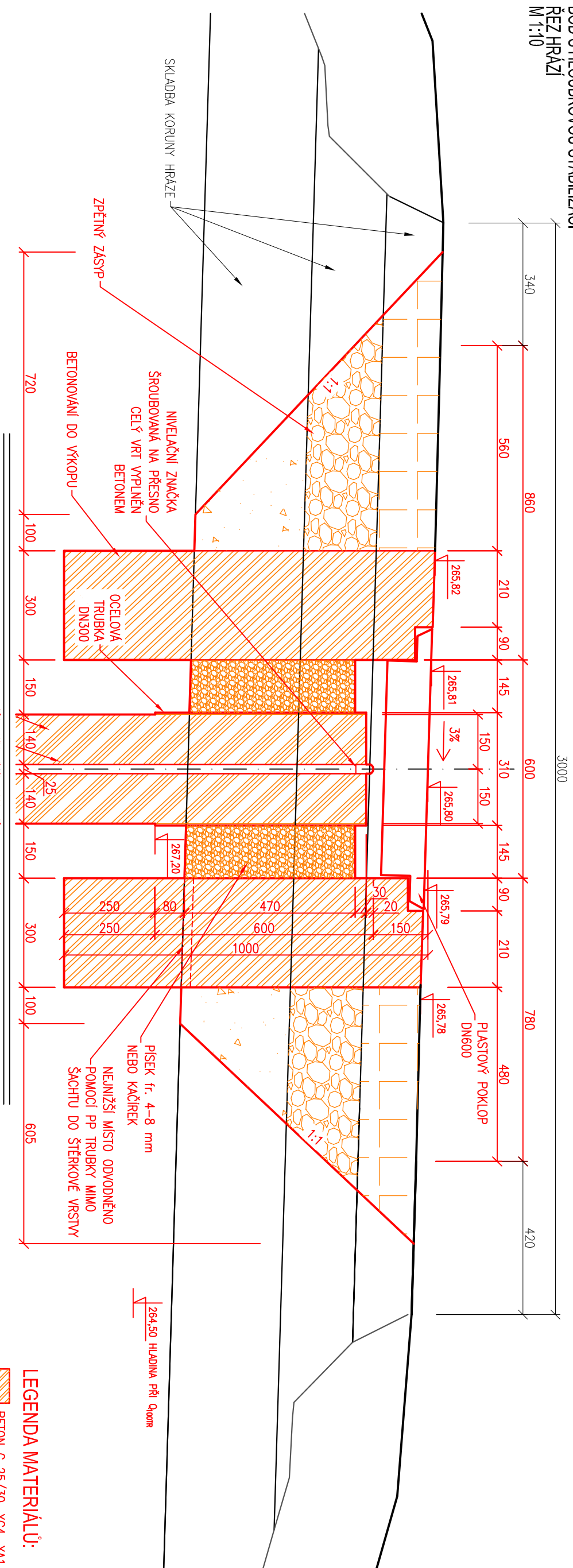
DETAIL NIVELAČNÍ ZNAČKY NA KORUNĚ HRÁZE  
M 1:2



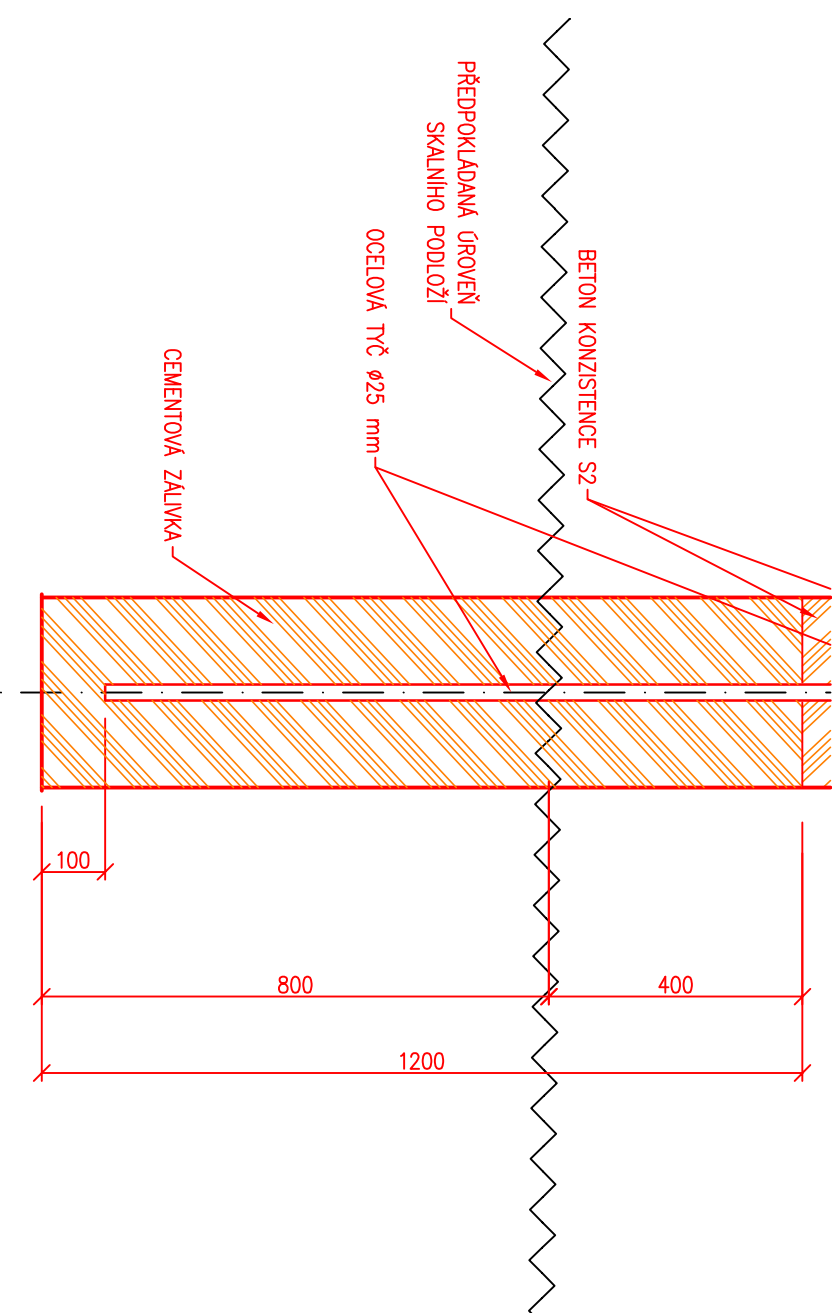
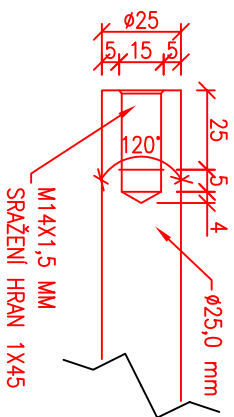
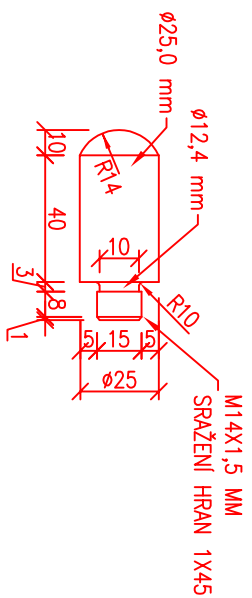
VÝŠKOVÝ SYSTÉM: BALÍ PO VÝROVNÁNÍ  
KÓTOVÁNO V: mm







**BOD S HLUBKOVOU STABILIZACÍ  
ŘEZ HRÁZÍ  
M 1:10**



## DETAIL NAPOJENÍ ZNAČKY ZÁVITEM M 1.2



## LEGENDA MATERIÁLŮ:

- |   |   |
|---|---|
|  | BETON C 25/30, XC4, XA1, XF3, DMAX 22, S3 |
|  | BETON C 25/30, XC4, XA1, XF3, DMAX 8, S2  |
|  | CEMENTOVÁ ZÁLIVKA                         |
|  | PISEK FRAKCE 4-8mm ČI DROBNÝ KAČIREK      |

VÝŠKOVÝ SYSTÉM: BALT PO VYROVNÁNÍ  
KÓTOVÁNO V: mm