


# Zainvestování zóny pro RD v lokalitě Babka Litomyšl Systém protierozních průlehů

<div></div> <div>KIP spol. s r.o. LITOMYŠL INŽENÝRSKÁ A PROJEKTOVÁ ČINNOST TOULOVCOVO NAM. 156, 570 01 LITOMYŠL</div>		VEDOUČÍ ZAKÁZKY Ing. Jiří Vacek, Ph.D.	
		ZODP. PROJEKTANT Ing. Jiří Vacek, Ph.D.	
VYPRACOVAL Ing. Jiří Vacek, Ph.D.	MÍSTO STAVBY Litomyšl		DATUM 10/2020
STUPEŇ Dokumentace pro provedení stavby			ZAK. Č. 3108-84
INVESTOR Místo Litomyšl, Bří Šastných 1000, 570 20 Litomyšl			Č.PARÉ
STAVBA <b>Zainvestování zóny pro RD v lokalitě Babka Litomyšl</b>			

<b>OBSAH</b>	<b>strana</b>
<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>3</b>
<b>2 METODIKA A POSTUP PRŮZKUMNÝCH PRACÍ .....</b>	<b>3</b>
<b>3 GEOLOGICKÉ A MORFOLOGICKÉ POMĚRY LOKALITY .....</b>	<b>5</b>
<b>4 NÁVRH A POSOUZENÍ STABILITY SVAHU .....</b>	<b>6</b>
4.1 Pevnostní materiálové charakteristiky .....	7
4.2 Výsledky numerického posouzení a komentář k výpočtům.....	8
<b>5 PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ V KRAJINĚ .....</b>	<b>10</b>
<b>6 DOPORUČENÍ HLAVNÍCH ZÁSAD HTÚ .....</b>	<b>14</b>
<b>7 KONTROLNÍ A PRŮKAZNÉ ZKOUŠKY A MONITORING .....</b>	<b>15</b>
<b>8 ZÁVĚR.....</b>	<b>16</b>

**PŘÍLOHY:**

1. Podrobná situace lokality
2. Řez A-A'
3. Řez B-B'
4. Řez C-C', D-D', E-E', F-F'
5. Řez G-G', H-H', I-I', J-J'
6. Podélný profil A1, B
7. Podélný profil A2, A5
8. Podélný profil A3, A4
9. Výstupy z numerického posouzení stability pro vybrané řezy
10. Plochy dílčích povodí dle BPEJ
11. Znázornění základního odtoku podle CN křivek
12. Výpočet retenčního objemu dle ČSN 75 9010
13. Výpočty kulminačního průtoku a přímého odtoku pomocí CN křivek

## 1 Úvod

Jedná se o návrh a posouzení stability svahu zemního tělesa na pozemcích parc. č. 217/39, 407/4, 228/1, 228/8 k. ú. Lány u Litomyšle [685682], okr. Svitavy, Pardubický kraj. Výchozím podkladem byla inženýrskogeologická, hydrogeologická, geotechnická a pedologická zpráva pro akci: Zainvestování území pro výstavbu RD v lokalitě Litomyšl Lány – „Babka“, (Havlice M., Vacek J.) 11/2019 GKIP Litomyšl s.r.o.

Intravilán města Litomyšl je příležitostně a nepravidelně ohrožován lokálními povodňovými situacemi způsobenými přívalovými srážkami nebo jarním táním sněhu v povodí drobných toků, případně v závěrech krátkých erozních údolí a sníženin, čemuž výrazně přispívá geomorfologie města a jeho okolí. Retenční schopnost okolí města je kromě obecně relativně málo propustného kvartérního pokryvu výrazně snížena intenzivním zemědělským využitím včetně osetí širokořádkovými plodinami.

## 2 Metodika a postup průzkumných prací

Pro zpracování zprávy byly využity zejména následující podklady od objednatele a zprávy z archivu zpracovatele:

- ČSN EN 1997-1 (731000). *EUROCODE 7 – Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla*. Praha: Český normalizační institut, 2006;
- ČSN 73 6133: *Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací*. Praha: Český normalizační institut, 2010.
- ČSN 72 1006: *Kontrola zhutnění zemin a sypanin*. Praha: Český normalizační institut, 1998.
- Havlice. M. Vacek. J. Litomyšl Lány - Babka Inženýrskogeologický, hydrogeologický, geotechnický a pedologický průzkum pozemků pro zainvestování území pro RD a retenční nádrže v lokalitě Litomyšl lány – „Babka“. Litomyšl: GKIP Litomyšl s.r.o. 2019.
- Vacek. J.: Posouzení stability svahů u protierozních průlehů. Litomyšl: GKIP Litomyšl s.r.o., 2020
- Janeček. M. a kol.: Ochrana zemědělské půdy před erozí Praha: ČZU Praha FŽP 2012

- Lašek. V. Litomyšl – Lány – budoucí zástavba -orientační hydrogeologický průzkum (ověření vsakovacích poměrů) a inženýrsko-geologický průzkum. Litomyšl: GGS Litomyšl s.r.o. 2013
- Vacková. P. Zainvestování území pro RD v lokalitě Babka Litomyšl. Litomyšl: KIP spol. s r.o. 2019
- ČVUT v Praze : FSv, Bodový výpočet náhradní maximální intenzity srážky 30.10.2020, dostupné na: <http://rain.fsv.cvut.cz>

**Postup prací zahrnoval v souladu s cílem této zprávy celkem čtyři etapy:**

- 1) návrh zemního tělesa
- 2) posouzení stability svahu
- 3) doporučení hlavních zásad HTÚ
- 4) stanovení kontrolních zkoušek a monitoringu tělesa

V rámci první etapy byla vytvořena na základě geodetického zaměření a dalších podkladů základní modifikovatelná geometrie modelu a zvoleny vstupní geotechnické parametry místních zemin. Výpočet byl proveden výhodně ve čtyřech řezech, pro různé varianty. Pro tyto účely byly vygenerovány projektové řezy zemním tělesem. Zpracovaná situace, geotechnické řezy, podélné profily a výsledky z výpočetních programů zpracované firmou GKIP Litomyšl s.r.o. jsou uvedeny v přílohách této zprávy.

Výpočet byl koncipován tak, aby byl zjištěn stupeň vnější stability. V daných místech byla provedena analýza krátkodobé stability odkopu tak, aby úspora zbytkového zemního materiálu byla co největší.

Pro účely matematické analýzy byl použit firmou GKIP Litomyšl s.r.o. program Stratigrafie® a Stabilita svahu®, které jsou součástí Geotechnického softwaru GEO5 2020 od firmy Fine spol. s r.o. Pro modely byla geometrie modelu odvozena ze zpracovaných inženýrskogeologických řezů, projektových podkladů a situačních výkresů.

Byly provedeny následující dílčí kroky:

- generování a optimalizace modelu terénu a vrstev podloží
- vnější stabilitní analýza

Parametry zemin byly zadány na základě kombinace odborného odhadu a informací z inženýrskogeologického průzkumu (laboratorní zkoušky) pro adekvátní bezpečnostní rezervu výpočtu. Podrobnosti zvoleného řešení a volba návrhových hodnot jsou uvedeny v další části této zprávy.

V rámci zpracování zprávy byly vyhotoveny vhodné schématické nákresy pro zpracování dalších stupňů projektové dokumentace.

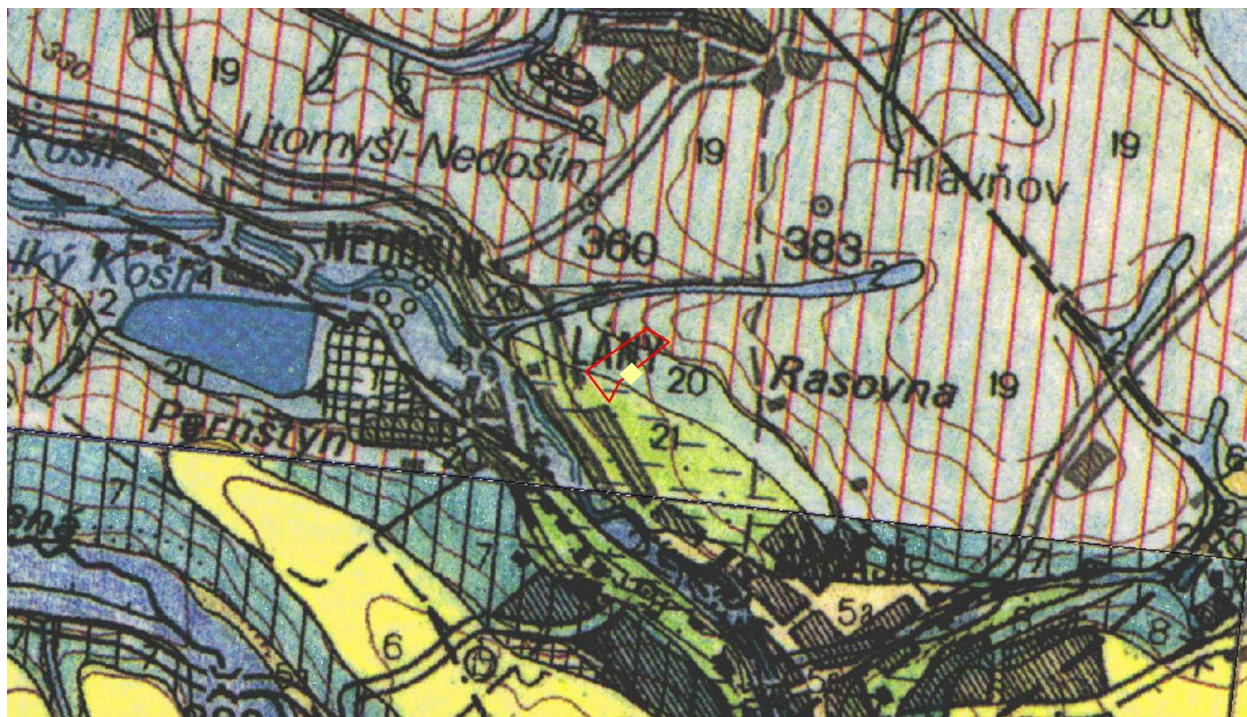
### 3 Geologické a morfologické poměry lokality

Z regionálně geologického hlediska náleží širší zájmové území k mezozoickým horninám svrchní křídly východního okraje české křídové pánve. Jedná se o orlicko-žďárskou faciální křídovou oblast, resp. její strukturní jednotku „vysokomýtsko-litomyšlská synklinála“. Synklinální struktura je tvořen plným sledem souvrství svrchní křídly od cenomanu přes turon po coniak. Přehledně zobrazuje geologické poměry výřez geologické mapy 1:50 000 (viz Obrázek 1).

Předkvartérní podklad vlastní zájmové lokality je tvořen svrchnokřídovými horninami stáří střední turon až střední coniak, reprezentované vápnitými, jílovitými, místy glaukonitickými pískovci jizerského souvrství a vápnitými slínovci teplického souvrství v různém stupni zvětrání. Nadložní silicifikované slínovce rohateckých vrstev byly na lokalitě denudovány, případně zvětrány do písčitojílovitého eluvia. V širším okolí zůstaly ještě zachovány a tvoří plochá temena blízkých elevací.

Povrch předkvartérního podloží byl zastižen mělce pod terénem, v rozmezí 0,8 až 5,5 m pod terénem. V rovinaté spodní partii byly zastiženy pískovce v hloubce 1-3 m p. t., v ukloněné horní části lokality na severní straně byly zastiženy mírně zvětralé slínovce v hloubce 1 - 2,5 m p. t. (J3, KS3, KS4, DP8), na jižní pak opět pískovce v hloubce 4,5 - 5,5 m p. t.

Kvartérní pokryv tak tvoří přemístěné písčitohlinité zvětraliny denudovaných slínovců rohateckých vrstev, zcela zvětralé slínovce teplického souvrství v podobě písčitoprachovitých jílu, a zvětraliny pískovců v podobě jílovitého písku až písčitého jílu. Celková mocnost kvartérních uloženin dosahuje 1,0 - 5,5 m, největší mocnosti dosahuje v jihovýchodní části lokality (J4, KS2, DP1, DP2), průměrně na většině zkoumané plochy pak 1,5 - 2,5 m.



**Obrázek 1: Výřez geologické mapy 1:50000**

*Legenda ke geologické mapě (list 14-31 Vysoké Mýto). Křída: 19 – rohatecké vrstvy (coniak) – vápnité slínovce, slínovce, silicifikované, 20 – teplické souvrství (svrch. turon – stř. coniak) – vápnité jílovce, slínovce, prachovce, podružně vložky jílovitých vápenců, 21 – jizerské souvrství (střední až svrchní turon) – pískovce jemnozrné až středně zrnité, vápnito-jílovité, glaukonitické.*

Svah v prostoru nad navrženými protierozními průlehy splňuje podmínky k důvodným obavám možnosti vzniku povodňové situace. Nepřerušená délka spádnice, a tedy i dráha odtoku dosahuje od hranice povodí k navrženému protieroznímu průlehu 100 až 300 m, se sklonem cca 8°. Na lokalitě bylo provedeno několik vsakovacích zkoušek. Na základě jejich vyhodnocení lze stanovit koeficient vsaku v místě předpokládaného vsaku v řádu  $10^{-6}$  m/s ( $7,5 \cdot 10^{-6}$  m/s). Vzhledem k místním geologickým poměrům je vcelku oprávněná obava, že by se infiltrovaná srážková voda soustředěná z celého povodí poměrně rychle dostávala k stávajícím, nebo novým objektům ve směru sklonu svahu.

#### 4 Návrh a posouzení stability svahu

Tvar geotechnického modelu byl navržen a posouzen na základě morfologie terénu uvedených v dokumentaci Litomyšl Lány – Babka Inženýrskogeologický, Hydrogeologický, geotechnický a pedologický průzkum pozemků pro zainvestování území pro výstavbu RD a retenční nádrže v lokalitě Litomyšl lány – „Babka“ zpracované Mgr. Ing. Martinem Havlicí, Ph.D. a Ing. Jiřím Vackem, Ph.D. GKIP Litomyšl s.r.o. v listopadu 2019.

Výpočtově byla posouzena vnější stabilita, a to v kritických řezech svahech ve 2D modelu. Byla zvolena nejméně příznivá kombinace geologických faktorů. Parametry zemin byly zadány na základě kombinace odborného odhadu a informací z provedeného inženýrskogeologického průzkumu pro adekvátní bezpečnostní rezervu výpočtu.

Zemní těleso na hranici kolapsu vykáže na smykové ploše stupeň stability (tj. poměr sil stabilizujících ku sesuvným)  $FS = 1,00$ . Stav z hlediska vnější (globální) stability zemního tělesa bezprostředně po výstavbě posuzují kritériem minimální hodnoty

$$FS = 1,00$$

toto kritérium bylo rovněž platné pro posouzení varianty krátkodobé stability odkopu.

Vnější stabilita byla posuzována kritériem

$$FS = 1,50$$

z důvodu bezpečnostní rezervy výpočtu mimo jiné ve smyslu míry interakce v době výpočtu neznámého typu dané zeminy.

#### 4.1 Pevnostní materiálové charakteristiky

Pro zeminy v podloží násypu byly na základě klasifikačních laboratorních zkoušek vzorků zemin použity průměrné hodnoty směrných normových materiálových charakteristik viz. Tab. 1.

**Tabulka 1: Použité hodnoty směrných normových materiálových charakteristik vstupujících do výpočtu**

Zemina	Poissonovo číslo [-]	$\phi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN.m <sup>-3</sup> ]
F6 - Jíl s nízkou či střední plasticitou	0,40	19,0	16,0	21,0
Vápenocementová stabilizace Třída F6	0,40	21,0	20,0	21,0
S5 – Písek jílovitý	0,35	27,0	8,0	18,5
G4 – Štěrka hlinitý	0,30	32,5	4,0	19,0
S4 – Písek hlinitý	0,30	29,0	5,0	18,0
G5 – štěrka jílovitý	0,30	30,0	6,0	19,5
G1 – Štěrka dobře zrněný	0,20	38,5	0,0	21,0
G2 – Štěrka špatně zrněný	0,20	38,5	0,0	20,0



## 4.2 Výsledky numerického posouzení a komentář k výpočtům

Na základě projektové dokumentace byla posouzena krátkodobá stabilita výkopu a stabilita při zvýšené hladině podzemní vody, u protierozních násypů pro situace, krátkodobá stabilita výkopu, stabilita prázdné nádrže a stabilita nádrže při hladině vody na úrovni bezpečnostního přelivu u zasakovacího objektu.

Výsledné hodnoty jsou uvedené v Tab. 2 a komentovány v předchozích kapitolách.

**Tabulka 2: Výsledné hodnoty ze sdružené analýzy.**

Varianta	Název varianta	Stupeň globální stability (Bishop)	Stupeň globální stability (Sarma)	2D posouzení stability u polygonální smykové plochy (Spencer)
1	Protierozní násyp s korunou tl. 0,5 m - Krátkodobá stabilita výkopu	2,62	3,01	vyhovuje FS=2,62 < 1,0
2	Protierozní násyp s korunou tl. 0,5 m - Prudké zvýšení hladiny podzemní vody	4,84	4,80	vyhovuje FS=4,8 < 1,5
3	Protierozní násyp s korunou tl. 1,0 m - Krátkodobá stabilita výkopu	2,98	3,37	vyhovuje FS=2,98 > 1,0
4	Protierozní násyp s korunou tl. 1,0 m - Prudké zvýšení hladiny podzemní vody	4,51	4,56	vyhovuje FS=4,51 > 1,5
5	Protierozní násyp s korunou tl. 0,5 m v blízkosti komunikace - Krátkodobá stabilita výkopu	2,57	2,61	vyhovuje FS=2,57 > 1,0
6	Protierozní násyp s korunou tl. 0,5 m v blízkosti komunikace - Prudké zvýšení hladiny podzemní vody	1,97	2,19	vyhovuje FS=1,97 > 1,5
7	Protierozní násyp, zasakovací objekt - Krátkodobá stabilita výkopu	3,79	3,71	vyhovuje FS=3,71 < 1,0
8	Protierozní násyp, zasakovací objekt - Prázdná nádrž	2,86	2,95	vyhovuje FS=2,86 > 1,5
9	Protierozní násyp, zasakovací objekt - Hladiny vody na úrovni bezpečnostního přelivu	2,78	2,88	vyhovuje FS=2,78 < 1,5

Protierozní násyp s korunou tl. 0,5m se nachází ve východní části oblasti, jedná se o větev A3 a B. (viz. příloha 1)

Protierozní násyp s korunou tl. 1,0m se nachází v západní části oblasti, jedná se o násypové čisti větví A1, A2, A4, A5. (viz. příloha 1)

Protierozní násyp s korunou tl. 0,5m v blízkosti komunikace se nachází na větvi A3 v místě kde je ovlivněn blízkou komunikací vedenou v zářezu (viz. příloha 1)

Protierozní násyp, zasakovací objekt se nachází v západní části oblasti, jedná se o násypovou konstrukci určenou k zadržení a vsakování dešťové vody. (viz. příloha 1)

Varianta č.1, č.3, č.5 a č.7 – Krátkodobá stabilita výkopu – posuzuje dočasnou stabilitu výkopu při provádění stavebních prací.

Varianta č.2, č.4 a č.6 – Prudké zvýšení hladiny podzemní vody – posuzuje stabilitu násypu v situaci maximální možné hladiny podzemní vody.

Varianta č.8 – Prázdná nádrž – posuzuje stabilitu násypu zasakovacího objektu v situaci minimálního či nulového zatížení konstrukce dešťovou vodou.

Varianta č.9 – Hladina vody na úrovni bezpečnostního přelivu – posuzuje stabilitu násypu zasakovacího objektu v situaci maximálního zatížení konstrukce dešťovou vodou.

Zvýšení hladiny podzemní vody snižuje stupeň stability což je vidět v porovnání variant č.8 a č.9.

**Na základě výsledků posouzení pro vlastní provádění dále konstatujeme a doporučujeme následující:**

1. Numerický model je vždy abstraktní a není možné zcela vystihnout poměry v podloží, okrajové podmínky, nebo statický příspěvek prutových struktur. Uvedená doporučení a opatření je proto nutné chápat jako pravděpodobně nejpříjemnější především z hlediska požadavku na co nejkratší doběhy sedání a stabilitu podloží i vlastního tělesa. Autoři posudku proto nevylučují případné odchylky od chování reálného prostředí vůči modelu – je zapotřebí připravenost a určitá finanční rezerva na zásahy spojené s případnou nutností zajistit základní atributy posouzení – především pak nedotčenost nebo statickou bezpečnost okolních objektů.
2. Je nutné podrobit zemní konstrukci kontrole. Kontrola je dále na místě především v období či po proběhnutí mimořádného zatížení či namáhání konstrukce (nadměrné přívalové srážky, velmi velká výjimečná statická i dynamická zatížení, eroze a odnos zeminy v podloží apod.).
3. Je bezpodmínečně nutné dodržovat všechna pravidla, nařízení, ustanovení a doporučení týkající se zemních prací a výstavby zemních těles, uvedená v příslušných normách a předpisech, především potom zajistit dostatečnou únosnost podloží, apod.. Vedena bude průběžná fotodokumentace a zápisy do stavebního deníku.

4. Během výstavby je vhodné postupovat při výkopových pracích po dílčích etapách, které budou mít negativní vliv na aktivaci svahových pohybů.

## 5 Protipovodňová opatření v krajině

Úkolem protipovodňových opatření je zejména ovlivnění odtokových poměrů v území, a to tak, aby došlo k zachycení, případně snížení kulminačních průtoků a povodňový průtok byl neškodně odveden. Opatření zabraňující povodním v krajině jsou v podstatě dvojího druhu, a to preventivní realizovaná v předstihu a operativní, prováděná v průběhu povodní. V našem případě je třeba zvolit jeden nebo kombinaci více způsobů preventivních opatření. Existují opatření netechnická (organizační, územní) ležící v oblasti územního plánování, legislativy, definování záplavových zón apod. Proto se dále soustředíme na opatření technická, ale také opatření využívající přírodě blízké prvky a jejich schopnost transformovat povrchový odtok.

Cílem je nejen snížení projevů vodní eroze na zemědělské půdě, ale podpora schopnosti krajiny a krajinných prvků zpomalovat povrchový odtok a zadržovat vodu v krajině. Povodí vymezené nad stávající a budoucí lokalitou v zájmovém území je výhradně zemědělské, rozdělené polní cestou s přírodním travním porostem. Plocha povodí je sklonitá směrem k zástavbě. Povrch území tvoří relativně málo propustné sprašové hlíny. Nepřerušená dráha povrchového odtoku je dlouhá v řádu desítek až stovek metrů. Grafické znázornění (viz. příloha 10).

**Tabulka 3: Rozdělení dílčích ploch povodí podle BPEJ (m<sup>2</sup>)**

	<b>5.20.01</b>	<b>5.20.41</b>	<b>5.20.11</b>	<b>5.25.11</b>	<b>Σ</b>
	<b>D – půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace do 0,05 mm.min<sup>-1</sup></b>			<b>B – půdy se střední rychlostí infiltrace 0,10 – 0,15 mm.min<sup>-1</sup></b>	
<b>A1</b>	25	790	-	2 909	<b>3 724</b>
<b>A2</b>	262	1 749	-	272	<b>2 283</b>
<b>A3</b>	623	3 054	-	917	<b>4 594</b>
<b>A4</b>	-	1 433	-	-	<b>1433</b>
<b>B</b>	6 036	6 436	29	3 795	<b>16 296</b>
<b>C</b>	668	2 281	129	534	<b>3 612</b>
<b>Σ</b>	<b>7 614</b>	<b>15 743</b>	<b>158</b>	<b>8427</b>	

Výhodou gravitačního způsobu odvodnění je jeho samočinnost, to je funkce bez nároku na energii, zálohování zařízení, jeho výměnu apod. Veškeré nároky na provoz systému spočívají v zajištění správné funkce odvodňovacích prvků občasnou (avšak nezbytnou) údržbou.

Pro zájmovou plochu byl zvolen způsob odvodnění pomocí soustavy záchytných protierozních průlehů (větve A1, A2, A3, A4, A5) svedených do zasakovacího objektu. Úhrn návrhového deště  $H_s$  pro Q20, i15 min jsou uvažovány 30 mm, hodnota byla převzata z <http://rain.fsv.cvut.cz>.

Pro určení doby koncentrace povrchového odtoku ( $T_c$ ) byl použit vztah (Janeček M. a kol., 2012) :

$$T_c = T_{ta}$$

$$T_{ta} = 0,007 \cdot (n \cdot l / 0,3048)^{0,8} / ((H_{s2} / 25,4)^{0,5} \cdot s^{0,4})$$

Kde:  $T_c$  = Součet doby doběhu (h)

$T_{ta}$  = Doba doběhu (h)

$n$  = Manningův součinitel drsnosti

$l$  = Délka proudění (m)

$H_{s2}$  = Úhrn 24 hod. deště s dobou opakování 2 roky (mm)

$s$  = Hydraulický sklon povrchu ( $m \cdot m^{-1}$ )

Pro určení kulminačního průtoku ( $Q$ ) byl použit vztah (Janeček M. a kol., 2012) :

$$Q = 0,00043 \cdot q_{pH} \cdot P_p \cdot H_o \cdot f$$

Kde:  $Q$  = Kulminační průtok ( $m^3 \cdot s^{-1}$ )

$H_o$  = Přímý odtok (mm)

$q_{pH}$  = Jednotkový kulminační průtok

$P_p$  = Plocha povodí ( $km^2$ )

$f$  = Opravný součinitel pro rybníky a mokřady

Pro určení výšky přímého odtoku pomocí CN křivek ( $H_o$ ) byl použit vztah (Janeček M. a kol., 2012) :

$$H_o = (H_s - 0,2A)^2 / (H_s + 0,8A) \quad \text{pro } H_s \geq 0,2A$$

Kde:  $H_o$  = Přímý odtok (mm)

$H_s$  = Úhrn návrhového deště (mm)

$A$  = Potenciální retence (mm), vyjádřená pomocí čísel odtokových křivek CN

$$A = 25,4 \cdot (1000 / CN - 10)$$

Pro určení objemu přímého odtoku pomocí CN křivek ( $O_{ph}$ ) byl použit vztah (Janeček M. a kol., 2012) :

$$O_{ph} = 1000 \cdot P_p \cdot H_o$$

Kde:  $O_{ph}$  = Objem přímého odtoku ( $m^3$ )

$P_p$  = Plocha povodí ( $km^2$ )

$H_o$  = Přímý odtok (mm)

(viz příloha 11)

Větev A1 se skládá ze záchytného protierozního průlehu s hrázkou se šířkou koruny 1 m, sklonem návodní strany 1:1,5, sklonem návětrné strany 1:2 a délkou 42 m, který vodu zachytí a následně odvede do svodného příkopu se šířkou dna 0,5 m, sklony stran koryta 1:1,5 a délkou 12 m jež vodu následně odvede do zasakovacím objektu.

Větev A2 se skládá ze záchytného protierozního průlehu s hrázkou se šířkou koruny 1 m, sklonem návodní strany 1:1,5, sklonem návětrné strany 1:2 a délkou 42 m který vodu zachytí a následně odvede do svodného příkopu se šířkou dna 0,5 m, sklony stran koryta 1:1,5 a délkou 27 m jež ústí do konečné části větve A4 a která vodu odvede do zasakovacího objektu.

Větev A3 je záchytný protierozní průleh s hrázkou se šířkou koruny 0,5 m se sklonem návodní i vzdušní strany 1:1,5 a délkou 48 m který vodu zachytí a následně odvádí do svodného protierozního průlehu s hrázkou větve A4.

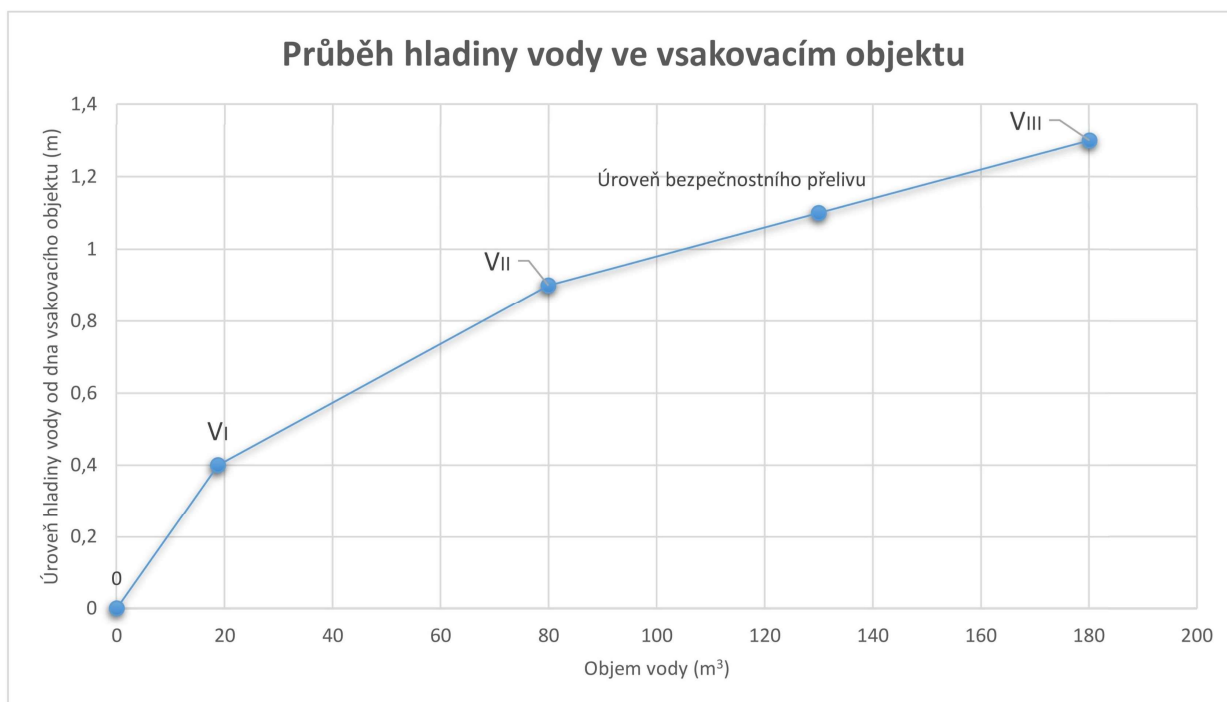
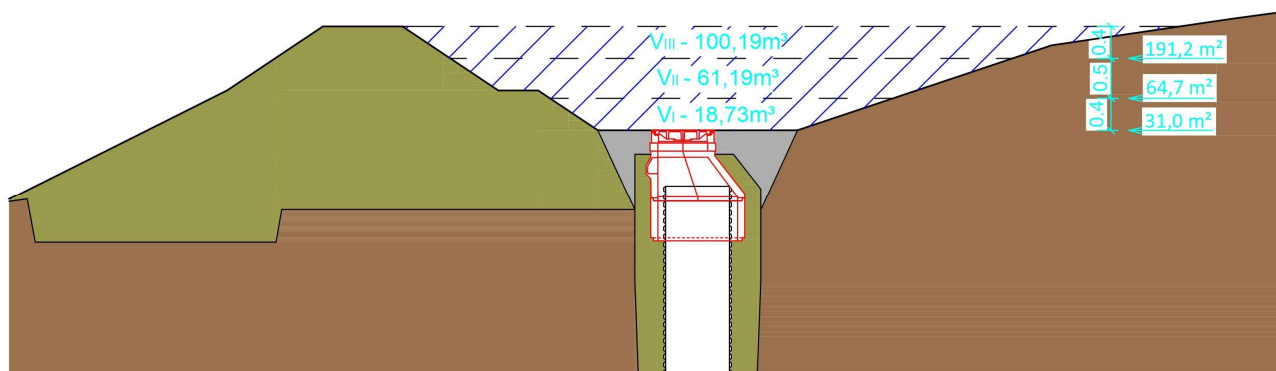
Větev A4 je svodný protierozní průleh s hrázkou se šířkou koruny 1 m, sklonem návodní i vzdušní strany 1:1,5 a délkou 85 m jež odvádí vodu z větve A3 a A1 do zasakovacího objektu.

Větev A5 je pomocný záchytný protierozní průleh s hrázkou se šířkou koruny 1 m, sklonem návodní strany 1:1,5, sklonem vzdušné strany 1:2 a délkou 19 m jež zachycenou vodu odvádí do svodného příkopu větve A2.

Větev B je samostatný záchytný protierozní průleh s hrázkou se šířkou koruny 0,5 m, sklonem návodní i vzdušné strany 1:1,5 a celkovou délkou 48 m. Odvést vodu do zasakovacího objektu není možné, proto bude násyp opatřený třemi zadržovacími hrázkami o šířce koruny 0,5 m jež se svažují od koruny násypu k rostlému terénu na severovýchodní straně pozemku, které dešťovou vodu zadrží a při překročení maximální kapacity odvedou řízeně mimo oblast plánované zástavby.

Zasakovací objekt je tvořen násypem se šířkou koruny 1 m sklonem svahu na návodní straně 1:1,5 a na vzdušné straně 1:1,5 až 1:2 a dvěma zasakovacími šachtami DN800, zasakovací šachty budou opatřeny vtokovou mříží zabezpečenou proti nedovolenému otevření a spojeny částečně perforovaným drenážním potrubím se sklonem 1%. Zasakovací objekt bude opatřen bezpečnostním přelivem umístěným s šachtě DN 600 který bude v případě dosažení maximální kapacity zasakovacího objektu vodu odvádět do dešťové kanalizace (viz. SO.302).

**Obrázek 2. Grafické zobrazení dílčích kapacit vsakovacího objektu**



## 6 Doporučení hlavních zásad HTÚ

Vzhledem k požadovanému objemu zeminy do násypu bude nutné dovézt vhodnou zeminu. Zeminy musí být vhodné pro použití do zásypu a do aktivní zóny plošných základů. Nesmí obsahovat organické látky (nad 6%), cizorodé příměsi (sklo, cihly, gumu, kov apod). Nelze použít stavební odpad, TKO, cihelný recyklát, případně cokoliv, co nejde klasifikovat jako zeminu s požadovanými vlastnostmi na základě jejího zařazení.

Pokud nesplňuje následující základní požadavky na fyzikálně mechanické vlastnosti:

$$wL \leq 50\%,$$

$$\rho_d \geq 1500 \text{ kg.m}^{-3},$$

$$I_c \geq 0,5 \text{ (konzistence nemá být měkká),}$$

$$\text{objemové změny} \leq 3\%,$$

považuje se zemina za podmíněčně vhodnou a musí se upravit.

### Materiál násypu

Zemina do násypu bude upravena vápenocementovou stabilizací. Množství a poměr (recepturu) hydraulického pojiva bude stanoveno laboratorně, předpokládá se směs vápna a cementu v procentuálním poměru 70:30 v množství 2 - 4 %. Pro ztužující vrstvu vrstevnatého násypu z upravených zemin je požadován (dle ČSN 73 6133, jejíž požadavky lze s výhodou využít) poměr CBR min. 15 %, resp. IBI min. 10 %.

Zlepšování zemin je třeba provádět vhodnými mechanismy. Před dávkováním pojiva je třeba provést homogenizaci zeminy s následnou úpravou vlhkosti promísené zeminy  $w_{opt} \approx \pm 3\%$ . Dávkování pojiva musí být rovnoměrné v celé ploše.

### Zajištění průlehů

Zemní těleso bude tvořeno hutněnými vrstvami tl. 100-300 mm vhodné zeminy. Zemina bude hutněna na PS 95%. Požadován je modul přetvárnosti  $E_{def,2} > 45 \text{ MPa}$  a poměr  $E_{def,2}/E_{def,1} < 2,5$ , dle ČSN 72 1006.

Svah na návodní straně protierozního průlehu s hrázkou je ve sklonu 1:1,5, na vzdušné straně je sklon 1:1,5 až 1:2, koruna tělesa má šířku 0,5 až 1 m. Těleso je tvořeno vápenocementovou stabilizací hutněnou cca po 300 mm PS > 95 %,  $E_{def,2} > 45 \text{ MPa}$ ,  $E_{def,2}/E_{def,1} < 2,5$ . Protierozní průleh s hrázkou bude po celé délce ohumusován tl. 100 mm a oset.

Svahy svodného příkopu se šířkou dna 0,5 m jsou na obou stranách ve sklonu 1:1,5, základ příkopu je tvořen hutněnou vápenocementovou stabilizací o tl. 100 mm PS > 95 %, Edef,2 > 45 MPa, Edef,2/Edef,1 < 2,5. Svahy svodného příkopu včetně dna budou po celé délce ohumusovány v tl. 100 mm a osety.

### **Způsob uložení inženýrských sítí**

Při zajištění stavebních jam je nutné postupovat dle ČSN 73 3050. Před zahájením zemních prací je nutné nechat vytyčit všechny inženýrské sítě v dotčeném území. Odvádění vody ze vsakovacího objektu (viz. SO.302 – Kanalizace dešťová).

## **7 Kontrolní a průkazné zkoušky a monitoring**

Dosažení požadovaných parametrů – míry zhutnění podkladních vrstev je třeba prokázat zkouškami dle ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací, dále dle ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin. Doporučujeme provádění geotechnického monitoringu. Před zahájením, v průběhu výstavby a po ukončení výstavby bude probíhat monitoring zemního tělesa geodeticky na jeho povrchu pomocí zaměřování osazených ocelových trnů s plastovými krytkami, které budou označeny reflexní barvou a zaraženy alespoň 40 cm pod úroveň povrchu zemního tělesa. Vyžaduje se použití metody přesné nivelace s přesností 0,1 mm. Četnost měření bude 1x za tři měsíce po dobu min. 1,5 roku. Počet trnů je stanoven na 5 kusů, budou rozmístěny rovnoměrně po povrchu násypu na vhodných místech.

Geodetické sledování je vyžadováno z hlediska kontroly průběhu sedání a svahových pohybů zemního tělesa. Osazení trnů je třeba realizovat neprodleně po ukončení budování zemního tělesa.

Geodetické sledování bude probíhat i u samotného stavebního objektu po jeho dokončení a to min. po dobu 1 roku s četností 1 x za 3 měsíce.

V průběhu realizace bude nutné ověřit geotechnické parametry zemin pomocí odběru poloporušených vzorků zemin a provést klasifikaci zemin na poloporušených vzorcích zemin a provést 4 ks statických zatěžovacích zkoušek deskou. Dále je potřeba ověřit inženýrskogeologický profil zeminovým podložím po odkopu, jestli bude odpovídat (materiálově i ve smyslu alterace) předpokladům z IG průzkumu.

Doporučujeme následující terénní a laboratorní zkoušky (druhy a počty zkoušek) dle ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací, dále dle ČSN 72 1006



Kontrola zhutnění zemin a sypanin:

Místo	zkouška	počet	kontrolovaná vlastnost
<b>Podloží stav. kcí.</b>	Relativní ulehlost	2	Předepsaná míra zhutnění
	zhutnitelnost (Proctor standard)	1	
	Statická zatěžovací zkouška deskou	2	požadovaný modul přetvárnosti Edef,2
<b>Materiál násypu –</b> neupravená zemina (platí pro homogenní zemín, při změně materiálu se musí provést nové zkoušky)	zrnitost	2	použití do zásypu/aktivní zóny
	přirozená vlhkost	2	
	Atterbergovy meze	2	
	objemová hmotnost v přirozeném uložení	2	
	obsah organických látek	2	
	zhutnitelnost (Proctor standard)	1	
	statická zatěžovací zkouška deskou	2	požadovaný modul přetvárnosti Edef,2

## 8 Závěr

Zpráva řeší návrh a posouzení zajištění stability systému protierozních průlehů v k. ú. Lány u Litomyšle [685682], okr. Svitavy, Pardubický kraj. Součástí je posouzení vnější stability svahu a je posouzena využitelnost místních zemin. Zpracovány jsou zásady pro realizaci hlavních terénních úprav (dále HTÚ) vč. Požadavků na prokázání vlastností geotechnických konstrukcí.

Zlepšování zemin je třeba provádět vhodnými mechanismy. Pro stavbu mohou být užity pouze schválené výrobky a materiály s příslušnou certifikací. Stavební práce mohou provádět pouze firmy a osoby náležitě odborně způsobilé k výkonu stavebních profesí s příslušným oprávněním ke stavební činnosti.

Dokumentace nezahrnuje výrobní dokumentaci. Výrobní dokumentaci zpracuje dodavatel stavby. Přesné rozměry je nutné kontrolovat při realizaci na stavbě v rámci stavebního dozoru.

Při zajištění stavebních jam je nutné postupovat dle ČSN 73 3050. Před zahájením zemních prací je nutné nechat vytyčit všechny inženýrské sítě v dotčeném území.

Dosažení požadovaných parametrů – míry zhutnění podloží násypu je třeba prokázat zkouškami a provádět geotechnický monitoring.

Během provádění násypu musí být zajištěn geotechnický dozor.

V Litomyšli dne 30.10.2020

Ing. Bc. Jiří Vacek, Ph.D.