

OBSAH

- 1. Úvod - str. 2**
- 2. Terénní sondážní práce - str. 2**
- 3. Geologické a hydrogeologické poměry - str. 2**
- 4. Zemní práce, těžitelnost a použitelnost zemin - str. 3**
- 5. Podloží komunikací - str. 5**
- 6. Likvidace srážkových vod - str. 6**
- 7. Závěr - str. 6**

Tabulky v textu:

1. Orientační návrhové hodnoty modulu pružnosti podloží vozovky dle TP 170 - str. 6

Přílohy:

1. Přehledná situace M 1 : 10 000
2. Podrobná situace M 1 : 2 880
- 3.1 Geologická dokumentace kopané sondy KS-1
- 3.2 Geologická dokumentace kopané sondy KS-2
- 3.3 Geologická dokumentace kopané sondy KS-3
- 3.4 Geologická dokumentace kopané sondy KS-4
- 3.5 Geologická dokumentace kopané sondy KS-5
4. Výsledky laboratorních zkoušek zemin

1. ÚVOD

Předkládaný inženýrskogeologický průzkum je realizován jako podklad projektové dokumentace pro ZTV a infrastrukturu ve Žďáru nad Sázavou, kraje Vysočina, dle zadání objednatele Dopravní projekce Ing. Netopilové.

Průzkum obsahuje závěry z terénních prací, spočívajících ve vyhloubení pěti strojně kopaných sond. V rámci vyhodnocení jsou zpracovány geologické a hydrogeologické informace získané vlastní sondáží a geologického mapování. Zpráva je zaměřena na klasifikaci geologického prostředí, stanovení tříd těžitelnosti, možnosti zpětného využití výkopku a provedení konstrukčních vrstev včetně vylepšení aktivní zóny komunikace v prostoru výstavby.

2. TERÉNNÍ SONDAŽNÍ PRÁCE

Před vlastní realizací sond byla nejprve provedena prohlídka zájmového území, spojená s vytipováním reprezentativních míst sondáže k jejich uskutečnění. Sondy byly provedeny v předpokládaných trasách nové místní komunikace obytného souboru Klafar III v k.ú. Žďár nad Sázavou. Umístění průzkumných sond je patrné z přílohy č. 2 závěrečné zprávy.

Průzkumné sondy, do úrovně 2,00 až 2,30 m pod stávající povrch terénu, vyhloubila dne 29.03. 2017 obsluha zemní rozdružovací mechanizace pásového minibagru fy. 1. Žďárská plynářská a vodařská a.s.

Okamžitě po dohloubení sond, byly jednotlivé profily podrobně popsány geologem a provedena fotodokumentace a odběr vzorků zemin. Po ukončení technických prací na lokalitě se výkopek použil pro zpětný zához likvidovaných sond, s následným přehutněním pojezdy bagru.

Geologická dokumentace průzkumných sond je uvedena v příloze 3.1 až 3.5 - Dokumentace kopané sondy KS-1 až KS-5. Zeminy jsou v dalším textu zařazeny jednak v souladu s klasifikačním systémem již neplatné, avšak stále ještě používané ČSN 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“, resp. dle přílohy A, ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“, která vychází ze stejné klasifikace. Dále je uvedeno zařazení ve znění ČSN EN ISO 14688-2 „Geotechnický průzkum a zkoušení“. Obě klasifikace odděluje lomítko.

3. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Geomorfologie

Zájmové území je ze širšího geomorfologického pohledu součástí oblasti Českomoravská vrchovina, celku Křižanovská vrchovina, podcelku Bítešská vrchovina a okrsku Veselská sníženina. Nadmořská výška terénu v prostoru zájmového území se pohybuje mezi 574 až 583 m n.m.

Geologie

Křída: podloží zájmového území a širšího okolí je budováno metamorfity paleozoika až proterozoika a jedná se o migmatity a ortoruly tzv. moldanubické oblasti, které jsou v přípovrchové vrstvě zvětralé v téměř nepropustná písčitojílovitá až jílovitá eluvia.

Strop zvětralých ortorul byl zastižen každou kopanou sondou, Zvětralé podloží se vyskytuje v zájmové lokalitě v hloubce od 1,5 m, resp. 0,9 m pod terénem v místě KS-5. Zcela zvětralé ortoruly tř. R6 byly, po laboratorním zrnitostním rozboru, zaříděny jako jíly se střední plasticitou tř. F6 CI / clSi.

Kvartér: podložní horniny překrývají kvartérní sedimenty deluviálního původu. Nejvyšší člen kvartérního pokryvu představuje oživená hnědá hlína s nízkou plasticitou třídy F5 MI O / orclSi. V kopaných sondách KS-2 až KS-5 byla níže zastižena laboratorně ověřená hlína písčitá, pevné konzistence s označením F3 MS / saSi, níže od hloubky 0,80 až 0,90 m byl dokumentován jíl písčité třídy F4 CS / saclSi nebo písek jílovitý tř. S5 SC / clSa, v obou případech se jedná o sedimenty pevné konzistence.

Podrobný popis zastižených zemin a hornin je uveden v příloze č.3.1 až 3.5.

Hydrogeologie

Z hlediska hydrogeologického členění České republiky patří zkoumané území do hydrogeologického rajónu č. 6520 Krystalinikum v povodí Sázavy.

Zvodeň se vytváří v přípovrchové zóně rozvolnění puklin metamorfitů moldanubika a je dotována buď přímou infiltrací srážek v místech skalních výchozů, nebo přítokem z vyšších míst s absencí jílovitého izolátoru. Hladina podzemní vody v puklinově propustném kolektoru je mírně napjatá. Hladina se nachází v hloubkách kolem 20 metrů pod terénem. Koeficient filtrace rozpukané zóny se pohybuje v rozmezí řádu $n \cdot 10^{-5}$ - $n \cdot 10^{-7}$ m. s⁻¹ (střední až nízká transmisivita). Plánovaná výstavba nijak neohroží hlouběji zaklesnutou puklinovou zvodeň.

V kopané sondě KS-3 byla identifikována funkční odvodňovací drenážka v hloubce 1,10 m pod terénem. Tato situace může mít negativní lokální účinky přímo v aktivní zóně komunikace a je vhodné v případě jejich přerušení usměrnit tok těchto soustředěných odtoků. Průsaky zastižené v KS-4 byly způsobeny propustnějšími jílovitými písky a lokálně se mohou v zájmovém území vyskytovat i další průtočné či retenční polohy uvedených písčitých sedimentů

Hydrologie

Z hydrologického hlediska se zájmová lokalita nachází v oblasti dílčího povodí toku Sázavy s číslem hydrologického pořadí 1-09-01-0050. Území je začleněno do chráněné oblasti přirozené akumulace vod CHOPAV č. 107 - Žďárské vrchy (dle Nařízení vlády č. 40/1978 Sb.). Ochranná pásma podzemních vodních zdrojů zde nejsou vyhlášena.

4. ZEMNÍ PRÁCE, TĚŽITELNOST A POUŽITELNOST ZEMIN

Podle již neplatné, avšak nadále používané ČSN 73 3050 „Zemné práce“ a aktuální ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ se zeminy z hlediska těžitelnosti a rozpojitelnosti řadí do následujících tříd:

Vrstva	Těžitelnost	ČSN 73 3050	ČSN 73 6133
- hlína s nízkou plasticitou, oživená		tř. 2	I
- hlína písčitá, pevné konzistence		tř. 2	I
- písek jílovitý		tř. 3	I
- jíl písčitý, pevné konzistence		tř. 3	I
- jíl se střední plasticitou, pevné konzistence		tř. 3	I
- zcela zvětralá rula		tř. 3	I
- silně až mírně zvětralá rula		tř. 4-5	I-II

Zemní práce a výkopy budou probíhat po odstranění humózní vrstvy v písčitohlinitých až jílovitých sedimentech. Hlubší části výkopů, zejména v okolí sondy KS-5, budou probíhat v silně až mírně zvětralých rulách, deskovitého charakteru.

Zeminy pevné konzistence se bezprostředně po částečném zvlhčení stávají lepidly. Zemní práce v soudržných zeminách je proto vhodné provádět za příznivých klimatických podmínek. Je nutná jejich ochrana proti negativním účinkům srážkových vod.

Použitelnost zemin a hornin

Z hlediska vhodnosti do zpětných zásypů dle tab. A.1 ČSN 73 6133 místní hlinité a jílovité zeminy jako celek spadají do skupiny zemin podmíněčně vhodných do tělesa zásypu mimo aktivní zónu a nevhodných do aktivní zóny komunikací. Podmínečná vhodnost zemin vychází jednak z jejich zrnitostního složení a dále z jejich přirozené vlhkosti.

Jíl se střední plasticitou a jíl písčitý patří do skupiny zemin nepropustných ($k = 10^{-8} - 10^{-10} \text{ m.s}^{-1}$) až velmi nepropustných ($k < 10^{-10} \text{ m.s}^{-1}$), nebezpečně namrzavých, s kapilární vztlakovostí $h_s = 1,5 - 3,0 \text{ m}$, které při styku s vodou degradují a rozbředávají. Zeminy s vlhkostí větší než 3 % od vlhkosti optimální není možné zhutnit na požadované parametry. Nelze na nich dosáhnout ani minimální míry zhutnění $D = 95 \text{ % PS}$. Podobné závěry platí i pro zastižené písčité hlíny a jílovité písky, které jsou málo propustné s filtračním součinitelem $k = 10^{-6} - 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$.

Zásypy výkopů pro inženýrské sítě je dle ČSN 72 1006 „Kontrola zhutnění zemin a sypanin“ nutné hutnit nejméně na 95 % PS mimo aktivní zónu, v aktivní zóně komunikací na 100 % PS, respektive na $I_D = 0,80$ a $0,90$. Zásypy výkopů v komunikacích a zpevněných plochách se z důvodů dosažení potřebné míry zhutnění i dostatečné únosnosti v úrovni zemní plně ($E_{def2} \geq 45 \text{ MPa}$) doporučuje v celé mocnosti realizovat z kvalitního, únosného a dobře hutnitelného materiálu (např. betonový recyklát charakteru písčitého štěrku, ŠP, ŠD fr. 0-63 mm). Tato výměna bude probíhat v celé části ZÚ.

Výše uvedené parametry je účelné v průběhu výstavby kontrolovat kombinací statických a dynamických zatěžovacích zkoušek deskou.

Vytěžené soudržné zeminy (hlíny a jíly) budou použitelné pro zpětný hutněný zásyp pouze v zelených pásích. Nesmí přitom dojít k výrazné degradaci výkopku srážkovou vodou. Ze zpracování je nutné vyloučit zeminy měkké konzistence, případně zeminy rozbředlé a kašovitě.

Pažení a zajišťování výkopů

S ohledem na hloubku výkopů a charakter místních zemin lze zemní práce realizovat s použitím minimálních normových sklonů pro výkopy rýh do hloubky nepřesahující 2 m.

Čerpání podzemní vody se nepředpokládá.

5. PODLOŽÍ KOMUNIKACÍ

V rámci průzkumných prací byly zjištěny následující údaje; zájmovou lokalitu utváří písčité hlíny a jíly nebo jílovité písky, ve spodní části profilu byly identifikovány zcela zvětralé ruly charakteru jílu se střední plasticitou. Na základě zkušeností a praktických znalostí zkoušek na konstrukčních vrstvách komunikací lze na zastižených hlinitých a jílovitých zeminách dosáhnout deformačního modulu E_{def2} max. 10 MPa, nedojde tedy ke splnění požadavku pro aktivní zónu, resp. zemní plán komunikace $E_{\text{def2}} \geq 45$ MPa.

Na základě výše uvedeného se doporučuje vylepšení aktivní zóny komunikace pomocí geotechnicky vhodných materiálů, např. betonový recyklát charakteru písčitého štěrku, ŠD frakce 0-63 mm v tloušťce 0,50 m. Na povrchu aktivní zóny, tedy v úrovni zemní pláň by měl být splněn požadavek na deformační modul z druhé zatěžovací větve statické zkoušky zhutnění, který je označován $E_{\text{def2}} \geq 45$ MPa. Následná konstrukční (ochranná) vrstva se s ohledem na budoucí dopravní zatížení doporučuje provést ze štěrkodrti (drceného kameniva) frakce 0-63 mm v celkové tloušťce 30 cm. Deformační modul na spodní podkladní (ochranné) vrstvě by měl splnit minimální požadavek $E_{\text{def2}} \geq 80$ MPa.

Stanovení vodního režimu podloží (TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací)
(ČSN 73 6114 Vozovky pozemních komunikací)

Typ vodního režimu je dán vzdáleností hladiny podzemní vody, výškou kapilární vzlinavosti a hloubkou promrzání. Pro vyhodnocení vodního režimu byly stanoveny následující parametry:

- h_{pv}** - průměrná vzdálenost hladiny podzemní vody od nivelety vozovky (v m)
 h_{pv} - sondami KS-1 až KS-5 nebyla zastižena; lze ji očekávat v hloubce > 10 m
- d_{pr}** - hloubka promrzání vozovky a zeminy v podloží (v m) dle návrhové hodnoty indexu
 $I_{\text{md}} = 375 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{den}$, pro výškové pásmo 500 - 600 m n. m.
 - hloubka promrzání pro netuhé vozovky $d_{\text{pr}} = 0,05 \cdot \sqrt{I_{\text{md}}} = 1,14$ m
 - hloubka promrzání pro tuhé vozovky $d_{\text{pr}} = 0,16 \cdot \sqrt[3]{I_{\text{md}}} = 1,29$ m
- h_{s}** - kapilární výška při úplném nasycení pórů zeminy vodou (v m)
 $h_{\text{s}} = 1,1$ m - $2,7$ m
- I_{c}** - stupeň konzistence zemin
 $I_{\text{c}} = 1,12$ až $1,17$

Vzhledem k tomu, že podzemní voda v zájmovém území nebyla zastižena, vychází se při určení vodního režimu ze stupně konzistence zemin pláň dle přílohy D ČSN 73 6114. Při použití příslušných kritérií je možné vodní režim v sondách KS-1 až KS-5 klasifikovat jako příznivý - difúzní.

Tabulka č.1 Orientační návrhové hodnoty modulu pružnosti podloží vozovky dle TP 170:

Zemina dle 73 6133	Moduly pružnosti (MPa) pro vodní režim	Součinitele příčného přetvoření pro vodní režim	Charakteristiky nárůstu trvalé deformace	
	difuzní	difuzní	$\epsilon_6 \cdot 10^{-6}$ m/m	B
F3 MS	45	0,40	410	5,0
F4 CS	45	0,40	410	5,0
F6 CI	45	0,40	410	5,0
S5 SC	50	0,40	410	5,0

6. LIKVIDACE SRÁŽKOVÝCH VOD

Výchozím předpokladem pro možnost realizace bezrizikového zasakování vod je vhodnost zemin v geologickém profilu, která je pro daný záměr rozhodující. Z výše uvedených závěrů a hydrogeologických podkladů vyplývá, že kvartérní pokryv je tvořen hlinitým oživeným horizontem níže pak deluviálními sedimenty překrývající zvětralý strop ortorul.

Koeficient filtrace zastižených písčitohlinitých zemin je $= 6,5 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$ a níže uložených jílovitých zemin (zvětralin) s $k = 3 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$ a tak poskytuje pouze podmíněčně vhodné prostředí pro vsakování dešťových vod.

Likvidaci srážkových vod z komunikace se doporučuje provést odkanalizováním z důvodu rizika podmačení aktivní zóny komunikace při jakémkoliv způsobu vsakování vod do zemního profilu.

7. ZÁVĚR

Předkládaná zpráva shrnuje výsledky provedeného inženýrskogeologického průzkumu v lokalitě Žďár nad Sázavou - Obytný soubor Klafar III - část C2. Geologické a hydrogeologické poměry jsou souhrnně popsány v kapitole 3. Zemní práce jsou zařazeny do kapitoly 4, kde je řešena těžitelnost, použitelnost zemin a také pažení a zajištění výkopů. V následujících kapitolách č.5 jsou podrobně řešeny poměry pro založení komunikací. Doporučení pro likvidaci srážkových vod jsou uvedeny v kapitole č. 6.

Na základě zjištěných skutečností při terénních prací, vyhloubení kopaných sond a následného stanovení charakteristik zájmové lokality nebyly zjištěny žádné skutečnosti, které by zamezily realizaci projektovaného záměru.

Hradec Králové, 26.04. 2017

Ing. Pavel Žaba
ředitel společnosti