

Agroprojekce Litomyšl s.r.o.  
Rokycanova 114  
566 01 VYYSOKÉ MÝTO

Zn: 1120 / 17

V Pardubicích 18.1.2018

**Věc: Geologický průzkum pro cesty a nádrže v k.ú. Heřmanice u Frýdlantu, kraj Liberecký**

**1. Úvod.** V k.ú. Heřmanice u Frýdlantu, kraj Liberecký, je plánována výstavba a rekonstrukce dvou cest a dvou malých vodních nádrží. Delší cesta vede ve svazích údolí Heřmanického potoka, kratší cesta pak v patě svahu pod Kodešovým vrchem, obě nádrže leží ve dnu údolí Heřmanického potoka. Polohu lokalit zachycují situace 1:5 000 a 1:720 v přílohách 1 a 2, dotčený terén je využit jako louky a pole, v případě nádrží jako les a louka s křovinným náletem. Rešerší Geofondu ČGS Praha bylo zjištěno, že v zájmovém území dosud průzkumné práce prováděny nebyly, výchozí informace tak poskytují [1] [www.geologicke-mapy.cz](http://www.geologicke-mapy.cz).

**2. Vytýčení sond, určení souřadnic.** V trasách cest a v prostoru nádrží jsem dne 7.12.2017 vytýčil 17 sond s označením V1 až V17, a to s ohledem na přístup vrtné soupravy. Sondy jsem polohově zaměřil pásmem od jednoznačně definovaných bodů okolního terénu, polohové souřadnice a kóty sond v systémech JTSK a BPV jsem odečetl z digitálního mapového podkladu poskytnutého projektantem. Takto stanovené souřadnice sond Z, Y, X jsou uvedeny v tabulkách na situacích sond 1:5 000 a 1:720 v přílohách 1 a 2.

**3. Vrtné práce, dokumentace návrtu, odběr vzorků.** Vytýčené sondy byly dne 11.12.2017 odvrtny strojní soupravou UGB, rotačním způsobem, šnekovými vrtáky průměru 190mm do hloubek 1,5 až 4m pod terén, kde byly ukončeny v zeminách kvartéru nebo v horninách skalního podloží. Celková metráž vrtby činila 34,5bm, práce provedla fa Bartoš Chrudim. Zastižené zeminy a horniny jsem na místě popisoval dle ČSN 73 6133 a 75 2410, pro laboratorní rozbor odebral 9 porušených vzorků zemin, 1 vzorek podzemní a 1 vzorek potoční vody. Po zajištění dokumentace byly sondy zlikvidovány záhozem a terén uveden do původního stavu. Popis sond obsahuje příloha 6.

**4. Laboratorní rozbor.** Devět odebraných porušených vzorků zemin bylo předáno laboratoři fy Lahučká Pardubice ke stanovení vlhkosti /ČSN CEN ISO/TS 17 892-1/, plasticity /17 892-12/ a zrnitosti /17 892-4/. Výsledky uvedených rozborů obsahuje příloha 4. Dva vzorky vody byly v téže laboratoři podrobeny zkrácenému chemickému rozboru včetně stanovení agresivity dle ČSN EN 206 – 1. Výsledky rozboru obsahuje příloha 5, spolu s výsledky rozborů zemin je komentuji dále v textu.

**5. Geologické poměry.** Zájmové území s delší cestou a nádržemi lze charakterizovat jako svahy a dno údolí Heřmanického potoka, s nadmořskou výškou 332 až 378m, lokalitu kratší cesty pak jako patu táhlého svahu Kodešova vrchu s nadmořskou výškou 296 až 302m. Z širšího pohledu jsou obě lokality položeny v geomorfologickém podcelku Frýdlantská pahorkatina a okrsku Raspenavská pahorkatina. Z hlediska regionálně geologického náleží ke krkonošsko-jizerskému krystaliniku lugika, budovaném zde ordovickými rulami a v trase kratší cesty terciárními čediči.

Tyto metamorfity a vulkanity leží v trasách cest v hloubkách více jak 1,5m pod terénem, v prostoru nádrží v hloubkách 1,7 až 2,7m pod terénem, přičemž ordovické ruly jsou při svém povrchu v mocnosti 1,5 až 2m zpravidla zcela rozložené v hlinité písky R6/SM, hlouběji jsou zvětralé a středně až silně rozpukané R5. Popsané skalní podloží je překryto kvartérním zemním pokryvem fluvialního a deluvialního původu.

Z popisů sond V1 až V9 v trase delší cesty vyplývá, že se v pokryvu střídají soudržné prachové jíly CI, písčité jíly CS a písčité hlíny MS s nesoudržnými slabě hlinitými písky SF, hlinitými písky SM, hlinitými sutěmi GM a hlinitopísčitými sutěmi GF. Zhruba lze říci, že soudržné zeminy převládají v levém údolním svahu, nesoudržné zeminy pak v pravém údolním svahu. Při bližším pohledu jsou jíly a hlíny CI, CS a MS nízko až středně plastické, tuhé, tuhé až pevné nebo vzácně i pevné, písky SF, SM a písčité výplň sutí GF je pak střední až hrubá, sutě GM a GF dosahují podílu kamenité frakce 50% a velikosti úlomků nejčastěji 2/3, 3/5 a ojediněle 5/10cm. Všechny polohy nesoudržných zemín se dle postupu vrtné kolony jeví jako ulehle. Zeminy kvartéru jsou překryty 0,2m mocnými tuhými humózními hlínami s drnem MLO, v trase stávající cesty pak ulehle recentní navážkou mocnosti 0,2 až 0,4m a výjimečně 0,8 až 0,9m, tvořenou kamenivem s hrubým hlinitým pískem GFY, s případným podsypem hrubého hlinitého písku SMY.

Z popisů sond V15 až V17 v trase kratší cesty vyplývá, že ve svahovém úseku cesty převažují soudržné prachové a prachovopísčité jíly CI – CS s tuhými nebo tuhými až pevnými konzistencemi. V rovinném úseku cesty na pravém břehu potoka Oleška se vyskytují nesoudržné ulehle střední až hrubé hlinité písky SM. Při terénu svažitého úseku leží tuhé humózní hlíny MLO v mocnosti 0,2m, při terénu rovinného úseku, kde zřejmě bylo dříve parkoviště pro čedičový lom, se nachází 0,8m mocná vrstva ulehleho kameniva s hlinitopísčitou výplní GFY.

Geologickou stavbu v prostoru horní a dolní nádrže lze názorně sledovat na geologických řezech Aa a Bb 1:100 / 1:500 v příloze 3. V řezech jsou vyznačeny jednotlivé litologické vrstvy s jejich stratigrafickým a geotechnickým zařazením a místa odběru vzorků zemín a vody s čísly následných laboratorních rozborů, vysvětlivky jsou zpracovány do výkresu.

Z řezu Aa prostorem hráze horní nádrže vyplývá, že soudržné zeminy se zde nacházejí pouze v levém údolním svahu a v údolním dnu, kde jsou naloženy na zemínách nesoudržných. Při bližším pohledu se jedná o tuhé až pevné středně plastické písčitoprachové jíly CI a nízko plastické tuhé hlíny ML s bází 0,7 až 0,9m pod terénem, kde jsou naloženy ve svazích na hrubých hlinitých píscích SM a podél Heřmanického potoka na hlinitopísčitých štěrcích GF. Písky a štěrky jsou ulehle. Báze kvartéru leží 1,7 až 2,0m pod terénem.

Z řezu Bb prostorem hráze dolní nádrže vyplývá, že soudržné zeminy leží na dně i obou svazích údolí, v levém údolním svahu však mají větší mocnost. Jsou zde zastoupeny výhradně písčitými jíly CS, které jsou převážně tuhé, méně tuhé až pevné. Od hloubek 0,8 až 1,4m pod terénem jsou jíly střídány nesoudržnými hrubými hlinitými a jílovitými písky SM – SC, hlinitopísčitými sutěmi a štěrky GF. Báze kvartéru zde leží 1,8 až 2,7m pod terénem. Při terénu obou budoucích nádrží spočívají tuhé humózní hlíny s drnem MLO v mocnosti 0,2 až 0,3m.

**6. Hydrogeologické poměry.** Podzemní voda byla zastižena sondami V3, V5 a V6 v trase delší cesty, kde v údolním dnu a v pravém údolním svahu vytváří průlinové zvodně ve štěrcích, sutích a píscích báze kvartéru. Hladina těchto zvodní je mírně napjatá, ustálená 1,3 až 1,1m pod terénem. V trase kratší cesty podzemní voda zastižena nebyla.

V prostoru nádrží se podzemní voda vyskytuje rovněž při bázi kvartéru v hloubce 1,2 až 2,0m pod terénem, jednou sondou však byla naražena i v rozložených rulách skalního podloží 3,1m pod terénem. Hladina této zvodně je napjatá, ustálená 2,5m pod terénem, hladiny kvartérních zvodní jsou volné, nebo měly tendenci k poklesu.

Maximální hladinu podzemní vody lze v ose údolí podél Heřmanického potoka očekávat 0,5m pod terénem, v pravém údolním svahu 1m pod terénem. V otevřených výkopech na dně údolí bude mít podzemní voda tendenci dorovnávat hladinu vodoteče.

Chemickým rozbořem odebraného vzorku vody bylo zjištěno, že podzemní voda lokality je kyselá a měkká, středně uhlíčitě agresivní ve stupni XA2, voda Heřmanického potoka je pak kyselá a velmi měkká, neagresivní.

Jíly a hlíny CS – CI – ML zájmového území lze dle jejich zrnitostních křivek a konkrétně dle parametru  $d_{20}$  považovat za materiály velmi slabě až nepatrně propustné se součiniteli propustnosti v řádech  $k = 10^{-7}$  až  $10^{-8}$  m.s<sup>-1</sup>, hlinité a jílovité písky SM – SC za slabě propustné v řádu  $k = 10^{-6}$  m.s<sup>-1</sup>, hlinité sutě GM za dosti slabě propustné v řádu  $k = 10^{-5}$  m.s<sup>-1</sup>, hlinitopísčité štěrky a sutě GF za mírně propustné v řádu  $k = 10^{-4}$  m.s<sup>-1</sup>.

**7. Geotechnická doporučení.** Z výše uvedených informací vyplývá, že v trase **delší cesty** bude skrývána stávající navážka GFY v mocnosti 0,2 až 0,4 a v nových úsecích mimo stávající cestu pak humózní hlíny s drnem MLO v mocnosti 0,2m. V pláni cesty se pak objeví tuhé nebo pevné písčité jíly CS, střídané hlinitými písky SM nebo hlinitými sutěmi GM. Poměr výskytu soudržného a nesoudržného podloží odhadují na 60:40. Jíly CS jsou nebezpečně namrzavé zeminy s difuzním vodním režimem, který přechází na dně údolí Heřmanického potoka v okolí sondy V3 v režim pendulární. Písky a sutě SM – GM jsou namrzavé zeminy s difuzním vodním režimem.

Norma ČSN 73 6133 a Dodatek TP 170 hodnotí jíly CS i písky a sutě SM – GM jako podmíněčně vhodné podloží komunikací typu PIII. Jílům CS jsou přiznávány hodnoty poměru únosnosti CBR = 7% a modulu přetvárnosti  $E_{\text{def},2} = 25\text{MPa}$ , pískům SM hodnoty CBR = 10% a  $E_{\text{def},2} = 35\text{MPa}$ , sutím GM pak hodnoty CBR = 20% a  $E_{\text{def},2} = 45\text{MPa}$ . Zlepšení únosnosti u písčitých jílu CS lze dosáhnout příměsí cementovápnité směsi, a to obvykle v množství 3% a s mocností upravované vrstvy na pevných jílech 0,3m, na tuhých jílech s mocností 0,5m.

V trase **kratší cesty** bude skrývána humózní hlína s drnem MLO v mocnosti 0,2m. Při dolním konci cesty v prostoru bývalého parkoviště leží navážka hlinitopísčitého kameniva GFY v mocnosti 0,8m, zde doporučuji ke skrývce pouze svrchních 0,05m, kde je kamenivo nejvíce zahliněné nebo i zatravněné. V pláni cesty mimo parkoviště se pak objeví tuhé až pevné prachové a písčité jíly CI – CS, což jsou nebezpečně namrzavé zeminy s difuzním vodním režimem. Výše citované předpisy hodnotí prachové jíly CI jako nevhodné podloží komunikací s nutností úpravy, písčité jíly CS jako podmíněčně vhodné podloží komunikací. S výjimkou parkoviště doporučuji upravit celou pláň cesty, a to příměsí cementovápnité směsi v množství 3% a s mocností upravované vrstvy 0,3 až 0,5m v závislosti na konzistenci zeminy. Jílům CI jsou přiznávány hodnoty poměru únosnosti CBR = 5% a modulu přetvárnosti  $E_{\text{def},2} = 20\text{MPa}$ , jílu CS hodnoty CBR = 7% a  $E_{\text{def},2} = 25\text{MPa}$ . Materiál GFY v prostoru parkoviště má parametry CBR = 25% a  $E_{\text{def},2} = 60\text{MPa}$ , podložní hlinité písky SM pak parametry CBR = 10% a  $E_{\text{def},2} = 35\text{MPa}$ .

Hráz **horní nádrže** lze koncipovat jako homogenní nebo heterogenní. Zemník na homogenní hráz případně na těsnící jádro heterogenní hráze doporučuji otevřít na dně údolí a v levém údolním svahu v okolí sond V10 – V11, kde pod 0,2m mocnou vrstvou humózních hlín MLO leží 0,5 až 7m mocná vrstva tuhých hlín ML a tuhých až pevných prachových jílu CI.

K těžbě doporučuji ovšem jen svrchních 0,3 až 0,5m, tak aby na propustném písčitém nebo štěrkovém podloží zůstala zachována alespoň minimální těsnicí vrstva. Materiál do stabilizační části případné heterogenní hráze lze těžít na dně zátopy, kde v hloubce 0,7 až 1,7m pod terénem nacházíme hlinitopísčité štěrky GF. Hlíny ML jsou dle ČSN 75 2410 do homogenních hrází málo vhodné, do těsnících částí heterogenních hrází vhodné, jíly CI jsou do homogenních hrází vhodné a do těsnících částí heterogenních hrází velmi vhodné, splňují totiž všechna kritéria normového čl. 7.3.4.

Zámek hráze doporučuji v ose údolí zavázat až do podložních rozložených rul, tedy 2m pod terén, podloží nádrže je totiž mírně propustné v řádu  $k = 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ . Těsnicí materiály hráze jsou naproti tomu velmi slabě propustné v řádu  $k = 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$ . V základové spáře hráze u potoka budou vystupovat hlinitopísčité štěrky GF s únosností  $R_{dt} = 0,5\text{MPa}$ , ve směru do křídel hráze pak hlinité písky SM s únosností  $R_{dt} = 0,25\text{MPa}$ .

Soudržné zeminy v zemníku jsou dosti vlhké a mají jen tuhé až pevné, nebo dokonce tuhé konzistence. Zemník je proto třeba otevřít v předstihu, tak aby materiály mohly být ponechány k vyschnutí na mezideponii.

Výpustný objekt nádrže bude v kontaktu s podzemní vodou, která zde leží 1,2m pod terénem a maximálně vystupuje 0,5m pod terén. Voda je středně uhlíčitě agresivní ve stupni XA2. Betony objektu je tedy třeba vyrobit s použitím odolnějšího struskoportlandského cementu CEM II.

Hráz **dolní nádrže** doporučuji koncipovat jako homogenní, s tím, že zeminy do ní budou těženy v celé zátopě. Po skrývce humózních hlín MLO v mocnosti 0,2 až 0,3m jsou zde k dispozici tuhé až pevné nebo tuhé písčité jíly CS s bází 0,8 až 1,4m pod terénem. Jako v předchozím případě doporučuji netěžít celou vrstvu, ale ponechat na místě alespoň 0,2m mocnou polohu těsnícího materiálu. Norma ČSN 75 2410 hodnotí písčité jíly CS jako velmi vhodné do homogenních hrází, zeminy splňují i všechna kritéria normového čl. 7.3.4 o těsnících funkcích. Podobně jako u horní nádrže je i zde třeba zemník otevřít v předstihu a zajistit vyschnutí vlhkého materiálu na mezideponii.

Zámek hráze doporučuji zavázat do hlinitých písků SM v hloubce 1,2m pod terénem, případně do podložních rozložených rul 2m pod terénem. Tyto ruly na křídlech hráze zapadají 2,2 až 2,7m pod terén. Písčité a štěrkové podloží hráze SM – GF bude slabě až mírně propustné v řádech  $k = 10^{-6} \text{ až } 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ , písčité jíly CS v hrázi naopak velmi slabě propustné v řádu  $k = 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$ . V základové spáře hráze budou vystupovat hlinité písky SM s únosností  $R_{dt} = 0,25\text{MPa}$ , na levém křídle hráze pak tuhé písčité jíly CS s únosností  $R_{dt} = 0,15\text{MPa}$ .

Výpustný objekt nádrže bude v kontaktu s podzemní vodou, její hladinu doporučuji uvažovat v úrovni Heřmanického potoka. Voda v potoce je dle ČSN EN 206 – 1 neagresivní, podzemní voda lokality je středně uhlíčitě agresivní ve stupni XA2. Betony výpustného objektu je proto třeba vyrobit s použitím odolnějšího struskoportlandského cementu CEM II.

Zemní práce v prostoru cest i nádrží budou prováděny dle ČSN 73 6133 v materiálech s třídou těžitelnosti výhradně I, rozpojitelnou běžnými rýpadly.

**8. Závěr.** Provedeným průzkumem byly v prostoru cest a nádrží v k.ú. Heřmanice u Frýdlantu zjištěny vcelku jednoduché geologické i hydrogeologické poměry, pro realizaci staveb vhodné. Zeminy v pláních cest je nicméně nutné upravit. V prostoru zemníku horní nádrže je po odlesnění místa a jeho zpřístupnění pro stavební techniku třeba provést doplňující kopané sondy a provést je rovněž v zemníku dolní nádrže.

Cílem sond bude upřesnění rozsahu zemníků a odběr vzorků zemin pro stanovení zhutnitelnosti materiálů zkouškou Proctor standart. Pak bude možné stanovit optimální postup při navážení a hutnění zemních materiálů v obou hrázích.

Stavební práce doporučuji směřovat do suchého období roku a vyhnout se tak komplikacím s úpravou a hutněním převlhčených zemin.

**Přílohy:**

**1.1-2 Situace sond 1:5 000**

**2.1-2 Situace sond 1:720**

**3. Geologické řezy Aa, Bb 1:100 / 1:500**

**4.1-3 Zrnitost a plasticita zemin**

**5.1-2 Výsledky rozboru vody**

**6.1-5 Popis sond**