

**GEON, s. r. o.**

*hydrogeologie - ochrana podzemních vod - inženýrská geologie*

*sanace podzemních vod a horninového prostředí*

*posuzování vlivů na životní prostředí*

664 52 Sokolnice, Na Padělkách 421

tel: 544254167, 602736902

e-mail: [info@geon.cz](mailto:info@geon.cz)

**Výsledky inženýrsko-geologického, geotechnického  
a hydrogeologického průzkumu**

## **Realizace společných zařízení KoPÚ Horní Čermná**

*Závěrečná zpráva o výsledcích podrobného inženýrsko-  
geologického, geotechnického a hydrogeologického průzkumu  
provedeného za účelem zjištění podkladů pro zpracovatele  
komplexních pozemkových úprav*

***Vodohospodářský atelier, s.r.o.***

***Růženec 54***

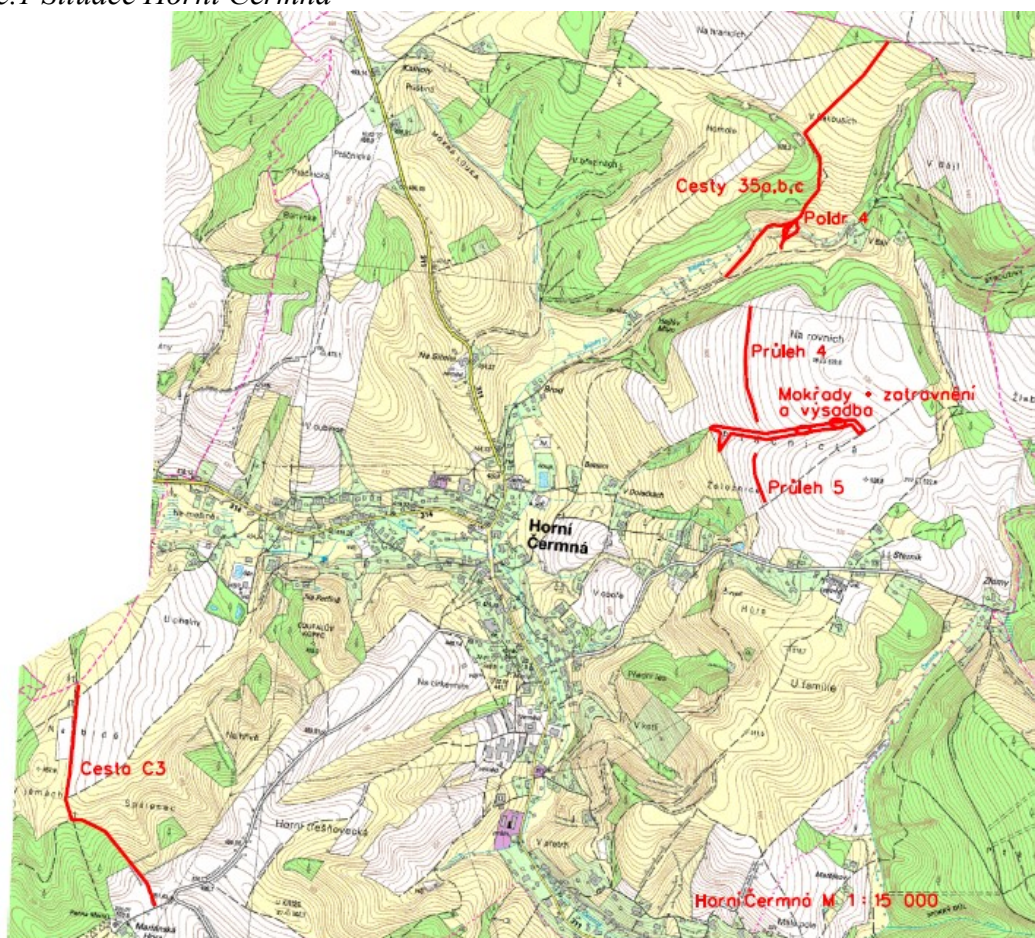
***644 00 Brno***

**Brno – březen 2018**

## 1/ Úvod a použité podklady

Na základě formulování zadávacích podmínek ze strany zadavatele bylo objednáno geotechnický průzkum v rozsahu podrobný v rámci zpracování PSZ Komplexních pozemkových úprav v **k.ú. Horní Čermná**. Jedná se o průzkumné práce v prostoru dvou projektovaných polních cest (označené jako C3 a C35a,b,c), v prostoru poldru č.4, a prostoru projektovaných PEO4 a 5 a zatravněné údolnice.

Obr. č.1 Situace Horní Čermná

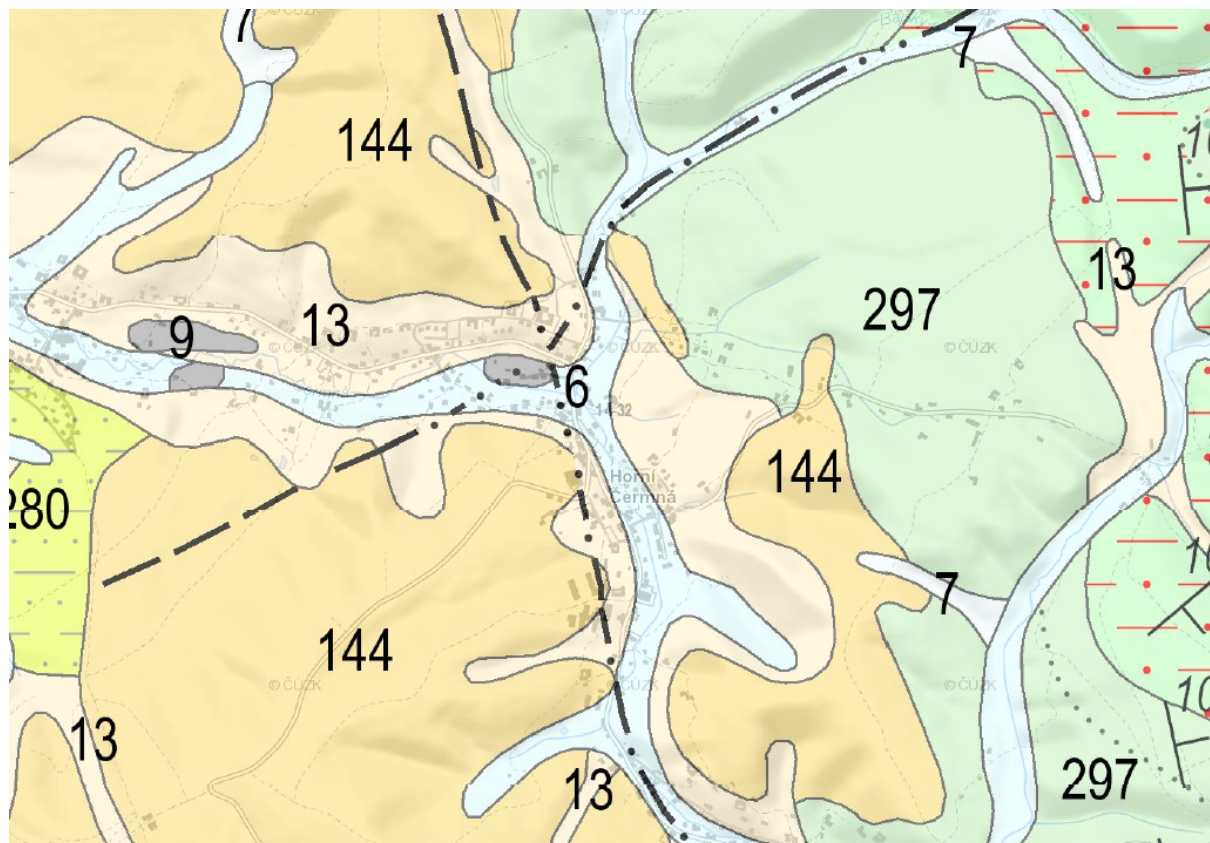


## 2/ Přírodní poměry

Dle geomorfologického členění (DEMEK, MACKOVČIN (eds.) a kol. 2006) se řešené území nachází v jižním cípu okrsku Rokytnické pahorkatiny (IVB-3B-3) a lokalita 2 zřejmě částečně zasahuje do přilehlého okrsku Čermenská pahorkatina (IVB-3B-5). Oba okrsky jsou součástí podcelku Žamberská pahorkatina v celku Podorlická pahorkatina, Orlické podsoustavě, Krkonoško-jesenické soustavě a provincii Česká vysočina.

Z regionálně geologického hlediska se zájmové území nachází v oblasti Kyšperské synklinály, který je charakterizován výskytem úzkého pruhu křídových sedimentů, protáhlým ve směru SZ – JV a sevřený mezi krystalinikem Orlických hor a podorlický perm.

Obr. č.2 geologická situace



**Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity**

- |     |  |
|-----|--|
| 308 | spongilitické písčité slínovce, prachovce až jemnozmné pískovce (opuky) s glaukonitem a s rohovci na bázi bělohorského souvrství |
| 307 | písčité slínovce až jílovce spongilitické, místy silicifikované (opuky)  |
| 297 | slínovce s polohami či konkracemi vápenců, rytmy či cykly slínovec - vápenec (jílovito vápnité prachovce -lužický vývoj)         |
| 6   | nivní sediment   |
| 7   | smíšený sediment   |
| 13  | kamenitý až hlinito-kamenitý sediment  |
| 144 | vápnité jíly (tégly), jíly, prachovce s polohami písku a štěrku  |
| 9   | slatina, rašelina, hnílokal  |
| 280 | jílovce vápnité až slínovce s vložkami vápnitých pískovců  |

**Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum**



- |     |                           |
|-----|---------------------------|
| 897 | migmatická a perlová rula |
|-----|---------------------------|



Z hlediska úložních poměrů se v prostoru zájmové lokality nacházejí horniny jizerského souvrství prezentované slínovci s polohami či konkréci vápenců a rytmy či cykly slínovec – vápenec ( jílovito vápnité prachovce – lužický vývoj ). kyšperské synklinále jsou uloženy svrchnokřídové sedimenty cenomanu až coniacu v orlickožďárské facii. V bazální části jsou zastoupeny sedimenty cenomanu s nepravidelnou malou mocností a místy mohou i absentovat - většinou jsou ve facii kvádrových pískovců a při povrchu souvrství místy zastoupeny spongilitickými písčítými slínovci (opukami) s glaukonitem a konkréci rohovců při bázi bělohorského souvrství. Nad nimi jsou uloženy sedimenty bělohorského souvrství spodního turonu charakteru slínovců a ve svrchní části souvrství žlutavých prachovitopísčítých slínovců až spongilitických jílovců (opuk). V jejich nadloží se nachází slínovce, slínité prachovce a křemitovápennaté, místy spongilitické a glaukonitické pískovce jizerského souvrství středního až svrchního turonu.

### Mapa náchylnosti svahů k sesouvání

Náchylnost svahu k sesouvání

- |   |   |   |
|---|---|---|
|   | 1 | Třída nízké náchylnosti – jsou oblasti s nejméně vhodnými podmínkami pro vznik svahových deformací v dané oblasti     |
|  | 2 | Třída střední náchylnosti – v těchto územích nelze vznik svahových nestabilit vzhledem k podmínkám prostředí vyloučit |



Mladší teplické souvrství ze svrchního turonu až spodního coniacu je charakteristické slínovci s polohami či konkrécemi vápenců nebo jejich rytmickým či cyklickým střídáním a při povrchu souvrství polohou silicifikovaných vápnitých jílovců a slínovců rohateckých vrstev.

Vrstevní sled křídových sedimentů v synklinále je ukončen svrchně coniackými sedimenty převážně ve flyšoidní facii - vápnitými jílovcí až slínovci s vložkami vápnitých pískovců. Sedimenty terciéru boskovické brázdy jsou zastoupeny zejména vápnitými jíly (tégly), jíly a prachovci a polohami písků a štěrků ze spodního badenu ve středním miocénu. Tyto třetihorní sedimenty zasahují od západu na západní a jižní část Horní Čermné a již ne do zájmové oblasti. Kvartérní sedimenty v řešeném území jsou v nivě vodoteče charakteru fluvialních sedimentů, a to především terasových sedimentů Javorky ze svrchního pleistocénu, překrytých povodňovými aluvialními náplavy. Mocnost pokryvných uloženin kvartéru závisí především na intenzitě mladších exogenních procesů, na akumulaci či erozní činnosti vodoteče při modelaci údolí a na odtokových poměrech povrchových vod ze zájmové oblasti.

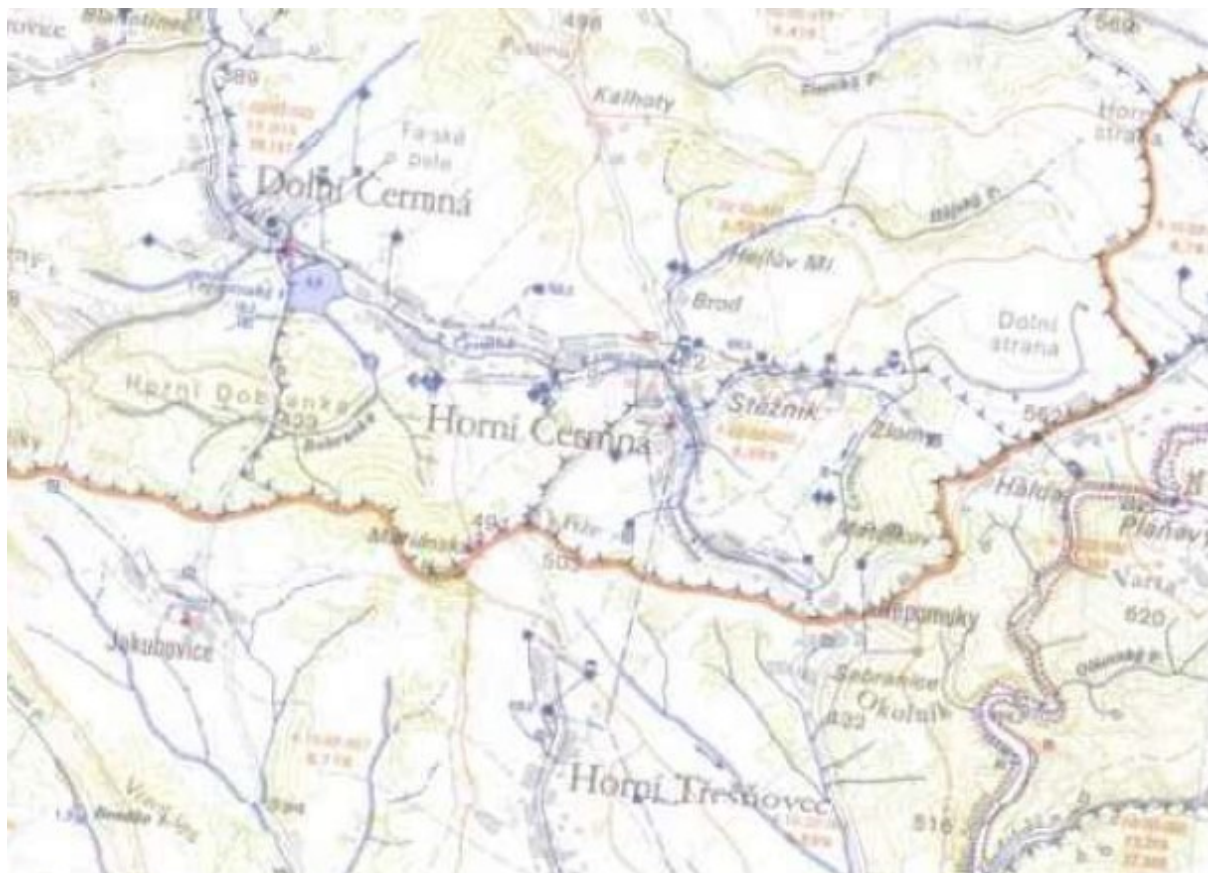
Z hlediska hydrogeologického se zájmová oblast nachází v oblasti rajónu č. 4262 Kyšperská-synklinála-j jižní část, stejnojmenný útvar podzemních vod číslo 42620. Hranice synklinály jsou z větší části denudační, dané výskytem křídových sedimentů. Se souvislým výskytem křídů je rajón spojen pouze na SZ. Hlavním kolektorem synklinály, na který je vázána většina zásob podzemních vod, je spodnoturonský kolektor. Cenomanské a středněturonské kolektory nejsou souvisle vyvinuté. Propustnost spodnoturonského kolektoru je puklinová, kdy vysoká průtočnost puklinového systému spolu s ukloněným uložením kolektoru způsobuje rozčlenění zvodnění na oblast stoku ve východním křídle synklinály a oblast kumulační v její osově části. Hydrogeologické poměry vlastní lokality jsou ovlivněny klimatickými poměry a propustností půdního profilu. Srážková voda v zájmovém území infiltruje po přechodu kvartérními sedimenty do hornin skalního podloží.

Podzemní voda se pohybuje periodicky v pásmu přípovrchového rozpojení puklin a v mělkých zónách zvětralinového pláště. V daném horninovém komplexu sedimentárního původu je charakteristická kombinace puklinové a průlinové propustnosti. Podzemní a podpovrchová voda se zadržuje v propustných vrstvách a pohybuje se po puklinách a v pórech hornin. Rychlost oběhu podzemní vody je dána převážně puklinovou propustností, kdežto průlinová propustnost se uplatňuje naopak při vytváření akumulace podzemní vody.

Z klimatického hlediska podle klasifikace QUITTA (1971, in: FALTYSOVÁ, BÁRTA a kol. 2002) území leží v mírně teplé klimatické oblasti MT2. Dlouhodobá průměrná teplota vzduchu je okolo 7 °C a dlouhodobý průměrný úhrn srážek činí přibližně 800 - 850 mm.

Převážná část posuzovaného území se nachází v oblasti ochranného pásma II. stupně

*Obr. č. 4 Situace ochranných pásem – zdroj HEIS*



### ***3/ Provedené průzkumné práce***

Sondážní práce byly v závislosti na dostupnosti jednotlivých lokalit provedeny a mobilní vrtnou soupravou Eijjellkamp v průběhu měsíce května 2018. Jako vrtná technologie bylo použito jádrové vrtání na sucho, při použitém vrtném průměru 75 mm do konečné hloubky jednotlivých vrtů. Uvedená vrtná technologie byla použita z důvodu možnosti reprezentativního odběru vzorků zemin z jednotlivých hloubkových horizontů a dále možnosti indikace i nepatrného přítoku podzemních vod při možnosti hloubení v relativně nestabilním podloží. V průběhu sondážních prací byl proveden odběr dokumentačních vzorků zemin a poloporušených a technologických vzorků zemin určených pro laboratorní analýzy, kdy sondážním pracím byl přítomen geolog. Byl rovněž odebrán vzorek podzemní vody. V rámci sondážních prací byly provedeny polní zkoušky, které měly za úkol provést porovnávací charakteristiku základových půd a podat první mechanicko-fyzikální charakteristiky.

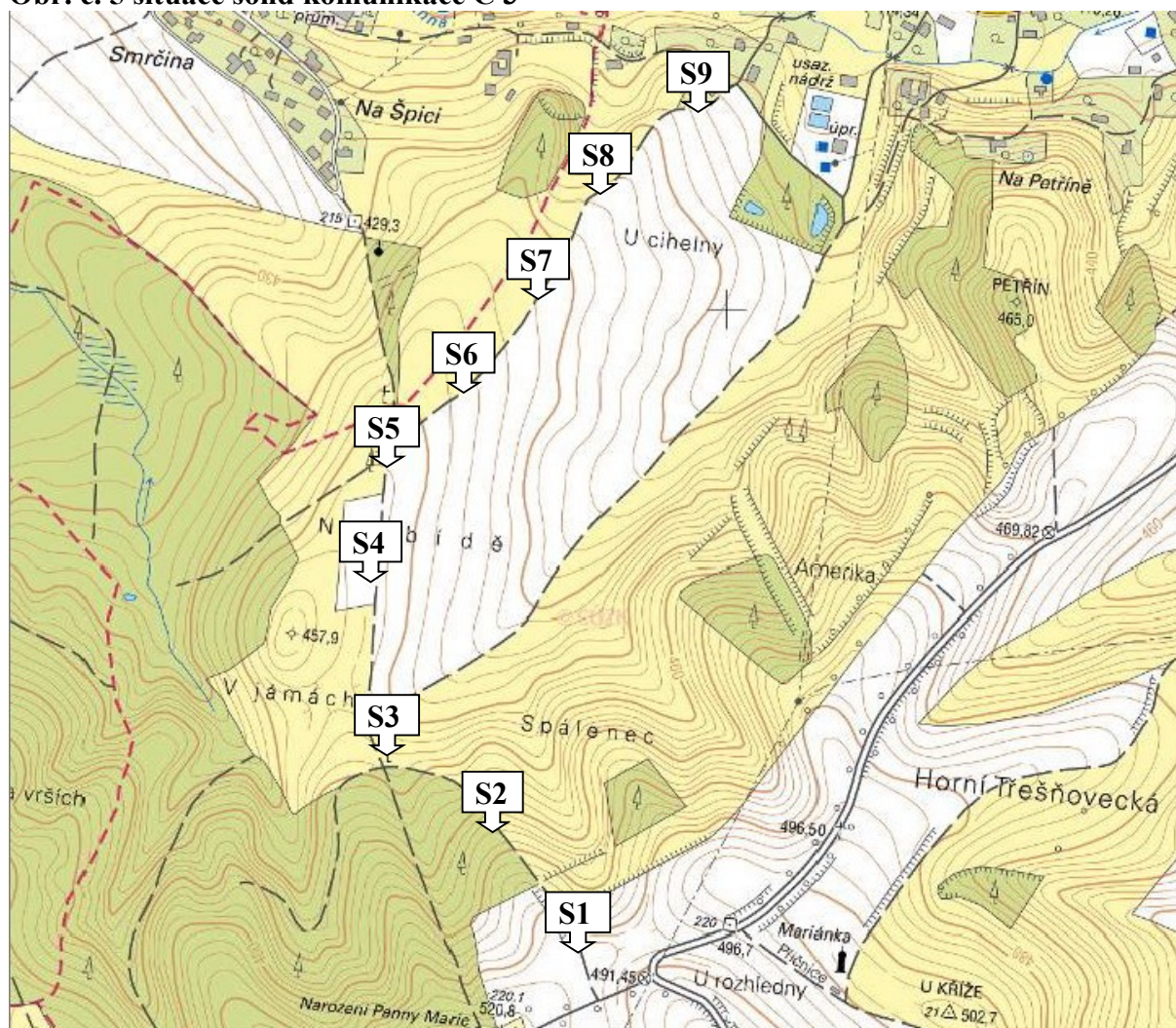


#### 4/ Výsledky průzkumných prací

##### *Komunikace a protierozní opatření*

Umístění jednotlivých sond na lokalitě bylo provedeno na základě dosavadních znalostí o území, rekognoskaci terénu a v návaznosti na technické řešení vlastní realizace.

**Obr. č. 5 situace sond komunikace C 3**



##### **Profily sond – komunikace C 3**

**S1**

**m p.t.**

**0,0-0,3** – zpevněný povrch, stávající polní cesty, drn

**0,3-2,0** – písčité hlíny až jílovito-písčité se šterky, proměnlivá příměs šterků  
pevně hnědé MI-MS-MG

bez vody

**S2****m p.t.**

**0,0-0,3** – částečně zpevněný povrch, drn, kamenivo

**0,3-2,0** – písčité hlíny až jílovito-písčité se šterky, proměnlivá příměs šterků  
pevné hnědé MI-MS-MG

bez vody

**S3****m p.t.**

**0,0-0,3** – částečně zpevněný povrch, drn, kamenivo

**0,3-2,0** – písčité hlíny až jílovito-písčité se šterky, proměnlivá příměs šterků  
pevné hnědé MI-MS-MG

bez vody

**S4****m p.t.**

**0,0-0,3** – částečně zpevněný povrch, drn, kamenivo

**0,3-2,0** – písčité hlíny až jílovito-písčité se šterky, proměnlivá příměs šterků  
pevné hnědé MI-MS-MG

bez vody

**S5****m p.t.**

**0,0-0,3** – částečně zpevněný povrch, drn, kamenivo

**0,3-2,0** – písčité hlíny až jílovito-písčité se šterky, proměnlivá příměs šterků  
pevné hnědé MI-MS-MG

bez vody

**S6****m p.t.**

**0,0-0,3** – polní cesta, drn

**0,3-2,0** – písčité hlíny až jílovito-písčité se šterky, proměnlivá příměs šterků  
pevné hnědé MI-MS-MG

bez vody

**S7****m p.t.**

**0,0-0,3** – polní cesta, drn

**0,3-2,0** – písčité hlíny až jílovito-písčité se šterky, proměnlivá příměs šterků  
pevné hnědé MI-MS-MG

bez vody

**S8****m p.t.**

**0,0-0,3** – polní cesta, drn

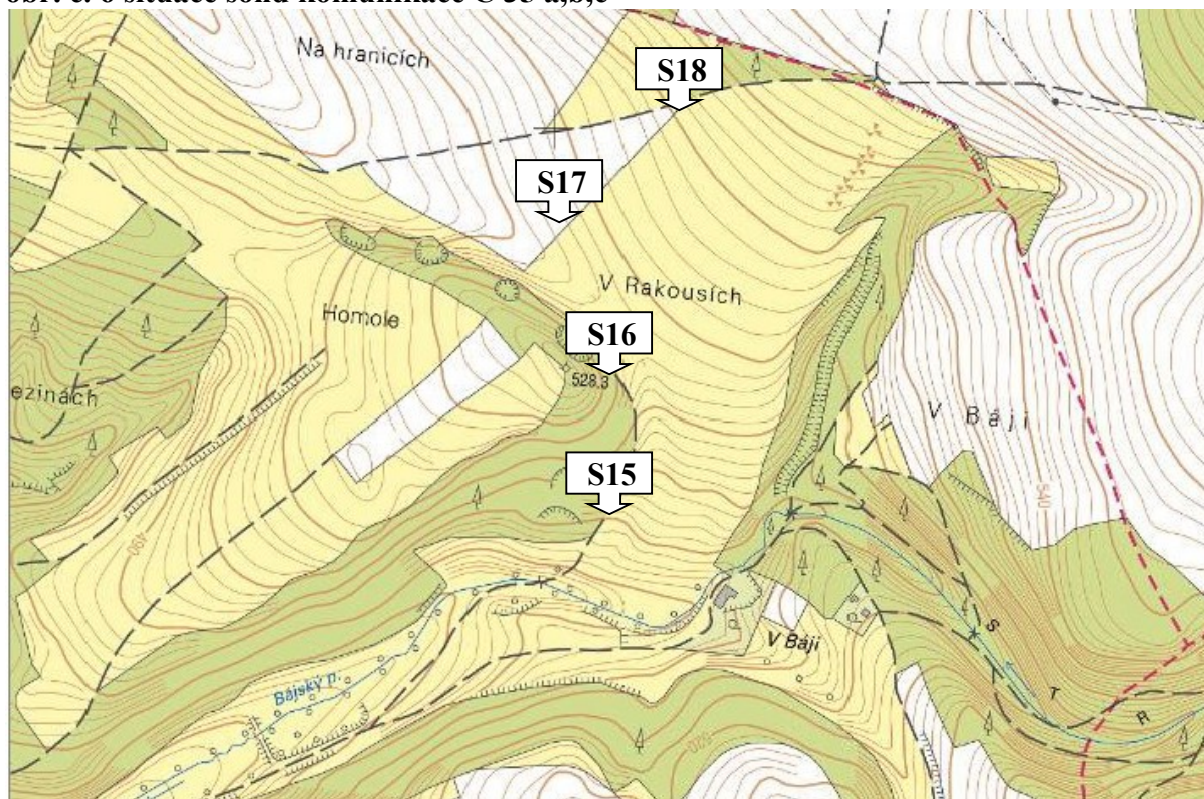
**0,3-2,0** – písčité hlíny až jílovito-písčité se šterky, proměnlivá příměs šterků  
pevné hnědé MI-MS-MG

bez vody



**S9****m p.t.****0,0-0,3** – polní cesta, drn**0,3-2,0** – písčité hlíny až jílovito-písčité se šterky, proměnlivá příměs šterků  
pevné hnědé MI-MS-MG

bez vody

**obr. č. 6 situace sond komunikace C 35 a,b,c****Profily sond C 35 a,b,c****S15****m p.t.****0,0-0,3** – stávající polní cesta, drn**0,3-0,8** – jílovito-písčité hlíny se šterky, pevné hnědé CS-MS-MI**0,8-1,2** – šterkovité hlíny, zahliněné šterky MG - GM

bez vody

**S16****m p.t.****0,0-0,3** – stávající polní cesta, drn**0,3-0,6** – jílovito-písčité hlíny se šterky, pevné hnědé CS-MS-MI**0,6-1,5** – šterkovité hlíny, zahliněné šterky MG - GM

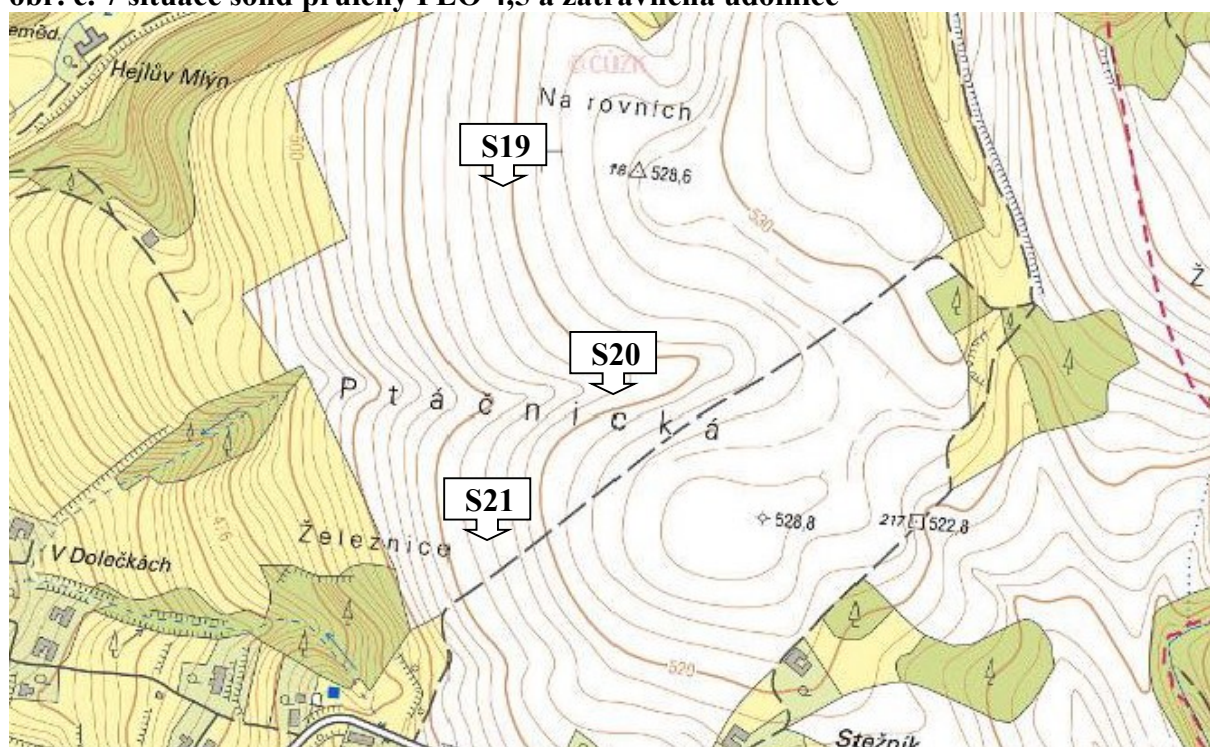
bez vody

**S17****m p.t.****0,0-0,2** – humózní hlína s drnem**0,2-0,6** – jílovito-písčité hlíny se šterky, pevné hnědé CS-MS-MG**0,6-1,2** – šterkovité hlíny, zahliněné šterky MG - GM

bez vody

**S18****m p.t.****0,0-0,2** – humózní hlína s drnem**0,2-0,6** – jílovito-písčité hlíny se šterky, pevné hnědé CS-MS-MG**0,6-1,5** – šterkovité hlíny, zahliněné šterky MG - GM

bez vody

**obr. č. 7 situace sond průlehy PEO 4,5 a zatravněná údolnice****Profily sond průlehy PEO 4,5 a zatravněná údolnice****S19****m p.t.****0,0-0,2** – humózní hlína s drnem**0,2-0,5** – jílovito-písčité hlíny se šterky, pevné hnědé CS-MS-MG**0,5-1,2** – šterkovité hlíny, zahliněné šterky MG - GM

bez vody

**S20****m p.t.****0,0-0,2** – humózní hlína s drnem**0,2-0,5** – jílovito-písčité hlíny se šterky, pevné hnědé CS-MS-MG**0,5-1,0** – šterkovité hlíny, zahliněné šterky MG - GM

bez vody

**S20****m p.t.****0,0-0,2** – humózní hlína s drnem**0,2-0,5** – jílovito-písčité hlíny se šterky, pevné hnědé CS-MS-MG**0,5-1,0** – šterkovité hlíny, zahliněné šterky MG - GM

bez vody

*Fyzikální a indexové vlastnosti vzorků zemin*

označení	Hloubka ( m p.t. )	Třída a symbol	w ( % )	w <sub>L</sub> ( % )	w <sub>P</sub> ( % )	I <sub>P</sub>	I <sub>c</sub>
<b>S 3</b>	<b>0,6</b>	<b>F5 MI</b>	<b>23,4</b>	<b>40</b>	<b>26</b>	<b>13</b>	<b>1,23</b>
<b>S 17</b>	<b>0,6</b>	<b>F4 CS</b>	<b>17,9</b>	<b>40</b>	<b>24</b>	<b>15</b>	<b>1,40</b>

Proctorovou zkouškou zhutnitelnosti bylo u jílovitých zemin na dané lokalitě dosaženo maximální objemové vlastnosti  $\rho_{\text{dmax}}$  v rozmezí 1600-1800 kg.m<sup>-3</sup> při optimální vlhkosti  $w_{\text{opt}} = 20-25 \%$ . Přirozená vlhkost zemin se pohybovala v rozmezí 18-23 % tzn. že vlhkost zemin byla v rozsahu limitních hodnot až vyšší než optimální vlhkost zeminy.

Posuzované úseky se nacházejí v převážně většině v trasách stávajících klasických polních cest, částečně zpevněných, jejichž konstrukce, které jsou o proměnlivé kvalitě a mocnosti s vyšším podílem organické složky přecházející v neostrém přechodu v podložní jílovito-písčité a hlinito-písčité zeminy o převážně pevné konzistenci ve smyslu ČSN 73 6133 třídy CS-MI-MG-MS s proměnlivým podílem šterkovité složky směrem do podloží se zvyšujícím se podílem a změnou charakteru zemin na šterkovité hlíny až zahliněné šterky a sutě třídy ve smyslu ČSN 73 6133 třídy MG-GM.

V případě zastižených zemin se z hlediska namrzavosti se jedná o zeminy vysoce až nebezpečně namrzavé, málo propustné až nepropustné, při styku s vodou rozbídné a rychle degradující.

Na základě normy ČSN 73 6133 se zeminy svrchního horizontu řadí v případě obsahu jemných částic ( $> 65\%$ ) do skupiny zemin nevhodných do podloží aktivní zóny vozovky a dále nevhodné do násypu..



**geotechnické charakteristiky dle tab. B.1 ČSN 72 1002 (orientačně neplatná norma ):**obsah jemných částic  $f$  nad 65 %*Parametry zhutnění podle Proctor Standard:*max. objemová hmotnost  $\rho_{d \max}$  1550-1900 kg.m<sup>-3</sup>optimální vlhkost  $w_{\text{opt.}}$  12-35 %*Poměr únosnosti CBR*optimální vlhkost  $w_{\text{opt.}}$  2-20 %

95 % saturace vodou 0-4 %

Zeminy svrchního horizontu se v případě obsahu jemných částic ( 35- 65% ) řadí na základě normy ČSN 73 6133 se do skupiny zemin podmíněčně vhodných do podloží aktivní zóny vozovky a dále podmíněčně vhodných do násypu..

**geotechnické charakteristiky dle tab. B.1 ČSN 72 1002 (orientačně neplatná norma ):**obsah jemných částic  $f$  35- 65 %*Parametry zhutnění podle Proctor Standard:*max. objemová hmotnost  $\rho_{d \max}$  1550-2100 kg.m<sup>-3</sup>optimální vlhkost  $w_{\text{opt.}}$  8-25 %*Poměr únosnosti CBR*optimální vlhkost  $w_{\text{opt.}}$  8-60 %

95 % saturace vodou 4-40 %

Předpokládaný modul přetvárnosti  $E_{\text{def2}}$  neupravené pláně pod stávajícími povrchy komunikací, se bude pohybovat v rozmezí cca 10-30 MPa, v prostoru nově navržených komunikací může předpokládaný modul přetvárnosti  $E_{\text{def2}}$  za stávající přirozené vlhkosti zemin v podloží reálně dosáhnout hodnoty maximálně 10 až 20 MPa, v případě dosažení optimální vlhkosti podložních zemin pak v rozmezí 20-30 MPa - nutno ověřit zkouškami při odkrytí pláně, **hodnoty modulu přetvárnosti budou zásadně ovlivněny aktuálními klimatickými poměry.**

Z hlediska úpravy zemin pod **podloží komunikace** je v případě výskytu soudržných zemin doporučena úprava podloží vozovky například formou stabilizace těchto zemin vápenným hydrátem v množství cca 2 - 5 % o tloušťce úpravy aktivního podloží o mocnosti cca 0,3 až 0,4 m ( nutno ověřit technologickými zkouškami při odkrytí pláně ), případně stabilizace jinou zeminou.

V případě požadavku na úpravu podloží komunikací v případě výskytu poloh navážek, případně polohy s vyšším podíl organické složky je nutná výměna zemin v podloží komunikací dobře hutnitelnými materiály.

V případě použití místních zemin **do násypů pro terénní úpravy** je nutno dodržet tyto zásady :

- zabránit rozbřednutí těchto zemin srážkovou vodou před zhutněním
- dosáhnout včasného zhutnění na předepsanou objemovou hmotnost při dodržení vlhkosti blízké vlhkosti optimální
- při vlhkosti vyšší než vlhkosti  $w_{opt} + 2 \%$  je nutno docílit nižší vlhkosti buď časovou prodlevou nebo úpravou vlhkosti vápnem
- hutnit zeminu po vrstvách o maximální mocnosti 0,3 m minimálně na 95 % PS

Při použití odtěžených zemin **do násypů pod komunikace** je nutná úprava případně stabilizace těchto zemin. Jako možná varianta je stabilizace

- jinou zeminou
- hydraulickými pojivy

Hladina podzemní vody nebyla sondážními pracemi zastižena, její předpokládaná úroveň je v hloubce cca 5-10 m p.t. , v případě údolních niv pak v hloubkové úrovni cca 2 – 3 m p.t.

## **Vlastnosti horninového prostředí z hlediska zasakování dešťových vod**

V podloží svrchního horizontu humózních hlín se nacházejí prachovito-písčité zeminy se šterky a šterko-hlinité zeminy, kdy mocnost těchto zemin se pohybuje v rozmezí cca 1-2 m. Hodnoty koeficientu filtrace těchto zemin se pohybují v rozmezí n.  $10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ , což lze charakterizovat jako málo propustné prostředí. Hladina podzemní vody se nachází v hloubkové úrovni větší jak 3 m p.t.. Z hlediska propustnosti horninového prostředí, lze v případě svrchního horizontu zemin konstatovat, se jedná o materiály minimálně propustné (  $k_f = n. 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$  ), kdy koeficient vsaku  $k_v$  svrchního horizontu nesaturované zóny horninového prostředí ve smyslu ČSN 75 90 10 byl stanoven na hodnotu  $k_v = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$

### *Zasakování srážkových vod*

Vzhledem k ověřeným úložním poměrům, se na dané lokalitě jeví jako optimální řešení využití kombinovaného způsobu retence a následného vsaku dešťových vod. Hlavní důraz je při vlastní realizaci nutno klást na konstrukci vlastního zasakovacího objektu, kdy vlastní konstrukce vyplyne z výpočtu potřebné akumulace v případě přívalového deště a z velikosti akumulárního prostoru objektu v souladu s ČSN 759010 a TNV 759011 při předpokladu, že retenční schopnost zasakovacího objektu nepřesáhne řádově n. 0,1 l/s ( koeficient vsaku  $k_v = n.10^{-5} \text{ m/s}$  ), kdy jako možná varianta je možnost použití kombinace povrchových vsaků – průlehů

V případě likvidace srážkových vody formou retence v povrchových objektech, tj. formou travnatých průlehů, případně jinými terénními úpravami v daném prostoru v kombinaci s vhodným osázením, které umožní zachytit přívalové vody v souladu s ČSN 759010 a TNV 759011 a jejich postupné zasakování do svrchních horizontů.

Výška hladiny v povrchových retencích by neměla přesáhnout cca 0,3 m, kdy svahy průlehu budou ve sklonu 1:2,5. Povrch průlehu je opatřen vrstvou dobře propustné humózní zeminy a je zatravněn. Uvedený způsob likvidace srážkových vod formou zasakování do horninového prostředí se jeví v daném území jako možný, což je podmíněno vybudováním retenčního prostoru o dostatečné okamžité akumulární schopnosti a je zřejmé, že při dodržení výše uvedených opatření nedojde k negativnímu ovlivnění jakosti a množství podzemních vod případně stávajících zdrojů podzemní vody v zájmovém území a dále že nedojde k negativnímu ovlivnění stability zájmového území a okolních pozemků, případně staveb na nich umístěných. Pro vlastní ověření parametrů zemin se doporučuje provedení přejímky základové spáry projektantem a geologem, před zahájením ukládání vlastních zasakovacích prvků, případně přizvání geologa při výskytu jakýkoliv anomálií v průběhu výkopových prací – výskyt nepropustných zemin, abnormálně vysoká hladina podzemní vody apod.

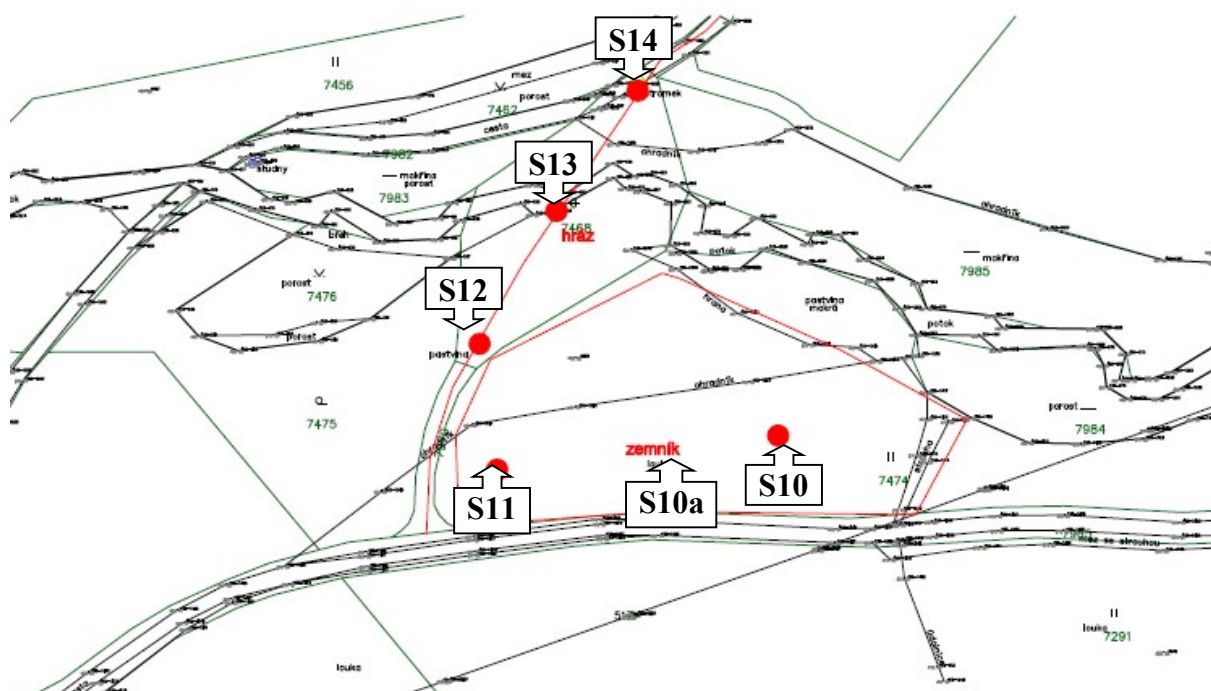
#### ***Vyhodnocení výsledků průzkumných prací v prostoru poldru č.4***

Umístění jednotlivých sond na lokalitě bylo provedeno na základě dosavadních znalostí o území, rekognoskaci terénu a v návaznosti na technické řešení vlastní realizace. Sondážní práce byly provedeny ruční vrtnou soupravou Eijelkamp v průběhu měsíce května 2018.

Jako vrtná technologie bylo použito jádrové vrtání na sucho, při použitím vrtném průměru 75 mm do konečné hloubky jednotlivých vrtů. Uvedená vrtná technologie byla použita z důvodu možnosti reprezentativního odběru vzorků zemin z jednotlivých hloubkových horizontů a dále možnosti indikace i nepatrného přítoku podzemních vod při možnosti hloubení v relativně nestabilním podloží. V průběhu sondážních prací byl proveden odběr dokumentačních vzorků zemin a poloporušených a technologických vzorků zemin určených pro laboratorní analýzy, kdy sondážním pracím byl přítomen geolog. Byly rovněž odebrány vzorky podzemní vody. V rámci sondážních prací byly provedeny polní zkoušky, které měly za úkol provést porovnávací charakteristiku základových půd a podat první mechanicko-fyzikální charakteristiky.



Obr. č.8 situace sond retenční nádrž č. 4



### Profily sond nádrž VN 1 a VN 2

#### S10

m p.t.

0,0-0,2 – humózní zeminy

0,2-2,2– jílovité a jílovito-písčité hlíny hlíny se šterky,  
směrem do podloží vyšší podíl šterků CI-CH-CS

Bez vody

#### S10a

m p.t.

0,0-0,2 – humózní zeminy

0,2-1,0– jílovité a jílovito-písčité hlíny hlíny se šterky,  
směrem do podloží vyšší podíl šterků CI-CH-CS

1,0-1,2– zahliněné šterky a sutě, navětralé opuky GM-R5

Bez vody

#### S11

m p.t.

0,0-0,2 – humózní zeminy

0,2-1,0– zahliněné šterky a sutě, navětralé opuky GM-R5

Bez vody

**S12****m p.t.****0,0-0,2** – humózní zeminy**0,2-1,0**– zahliněné štěrky a sutě, navětralé opuky GM-R5**S13****m p.t.****0,0-0,4** – organická zemina**0,4-1,8** – štěrk jílovito-písčité, zvodnělý GM-GP**1,8-2,2**– zahliněné sutě, přechod do navětraleho podloží

Naražená voda 0,6 m p.t.

**S14****m p.t.****0,0-0,3** – humózní zeminy**0,3-1,0**– písčité hlíny se štěrky, štěrkovité hlíny MS-MG**1,0-1,2**– zahliněné štěrky a sutě, navětralé opuky GM-R5

Bez vody

Tab. č. 1 Fyzikální a indexové vlastnosti vzorků zemin

označení	Hloubka ( m p.t. )	Třída a symbol	w ( % )	w <sub>L</sub> ( % )	w <sub>P</sub> ( % )	I <sub>p</sub>	I <sub>c</sub>
<b>S 10</b>	<b>0,5-1,7</b>	<b>F8 CH</b>	<b>24,3</b>	<b>60</b>	<b>25</b>	<b>1,01</b>	<b>0,98</b>

Proctorovou zkouškou zhutnitelnosti bylo na dané lokalitě dosaženo maximální objemové vlastnosti  $\rho_{dmax}$  v rozmezí 1600 -1700 kg.m<sup>-3</sup> při optimální vlhkosti  $w_{opt} = 20-22$  % . Přirozená vlhkost zemin se pohybovala v rozmezí 23-24 % tzn. že vlhkost zemin byla v rozsahu limitních hodnot.

Posuzovaná lokalita se nachází severovýchodně od obce Horní Čermná, v prostoru členité erozní údolní nivy vodoteče Bájský potok.

Zájmové území lze charakterizovat jako prostor, který je budován pod svrchním horizontem humózních a organických zemin o mocnosti v rozmezí 0,2 - 0,4 m a místně se vyskytujícími nesouvislými polohami navážek ( násypů charakteru hlinito písčitých zemin s proměnlivou příměsí štěrků ) deluviálními sedimenty o charakteru jílovitých a jílovito-písčitých zemin s proměnlivou příměsí štěrků (dle ČSN 75 2410 – třídy CH - CS – MS) převážně o pevné konzistenci, místy s vyšším podílem organické složky, přecházející v proměnlivé hloubkové úrovni cca 0,5-2,2 m p.t. ve štěrkohlinité eluvium ( dle ČSN 75 2410 – třídy GM – G-F ), případně v navětralé podloží křídových hornin bělohorského souvrství.

Mocnost jednotlivých typů zemin je v daném prostoru vzhledem k poloze lokality (periodicky protékána deprese, v minulosti částečně upravovaná) relativně proměnlivá a je nutno předpokládat, že především v prostoru projektovaného zemníku bude mocnost použitelných konstrukčních zemin značně proměnlivá.

Podložní horniny (pískovce a prachovce) jsou porušené systémem puklin podmiňujících převážně deskovitou a lavicovitou odlučnost v zóně povrchového rozvolnění a stupeň porušení a zvětrání a následně propustnosti je proměnlivý.

Mělká úroveň hladiny podzemní vody je v prostoru údolní nivy konformní s úrovní hladiny v přilehlém povrchovém toku.

#### *Předpokládané propustnosti zemin*

- písčité a štěrkovité hlína  $k_f = n \cdot 10^{-6} - 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$

- zahliněné štěrky a sutě  $k_f = n \cdot 10^{-4} - 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$

*Tab. charakteristika převažujících typů zemin*

<i>Zemina</i>	<i>ČSN 75 2410 Znak zeminy</i>	<i>ČSN 75 2410 Homogenní hráz</i>	<i>Propustnost – <math>\text{m.s}^{-1}</math></i>
Nízko až vysoko plastické jíly tuhé až měkké konzistence	CH-CI-CS	Velmi vhodná až vhodná zemina	Nepropustná $n \cdot 10^{-8} - 10^{-9}$
Zahliněné štěrky, štěrky	G-F - GM	Málo vhodná až nevhodná	mírně propustné $n \cdot 10^{-5} - 10^{-6}$

V případě předpokládaného výskytu skalního výchozu v prostoru navázání hráze do přilehlých svahů jsou nutné následné opatření. V první fázi bude provedeno zarovnání a očištění skalního povrchu v prostoru napojení tělesa hráze do svahu. Sklon svahu zářezu bude upraven v závislosti na sklonu a směru vrstevnatosti horniny aby bylo dosaženo toho, že sklon nebude strmější jak 1:1. Budou odstraněny rozvolněné horniny a obnažené pukliny a trhliny budou vyplněny cementovým mlékem a na tento upravený povrch se bude navazovat zemní těsnění. Sklon svahu bude upraven, aby se zemina v daném prostoru napojení dala hutnit.

Aby se docílilo dobrého spojení, bylo by vhodné, aby se v daném úseku použilo do vzdálenosti cca 0,5 m od povrchu skály vlhčí a plastičtější zeminy, než v ostatních částech tělesa hráze. V daném prostoru je vhodné provádět dohutňování menšími hutnícími prostředky. Z hlediska geodynamických jevů, je nutno předpokládat, že lokalita se vyskytuje v oblasti s predispozicemi ke svahovým nestabilitám a tuto skutečnost je nutno zohlednit v další podrobné etapě průzkumných prací.



V případě, že k dojde k vybudování vodní nádrže bez dalších opatření ve vztahu k úpravě a stabilizace přilehlých břehů, nelze vyloučit, že v důsledku zvýšení hladiny vody v nádrži mohou v důsledku zavodnění paty přilehlých svahů vzniknout v daných úsecích predispozice k následným svahovým deformacím a navazujícím erozím. Rovněž při odtěžování zemin v daném prostoru a úpravě úklonu svahů je nutné s touto skutečností počítat.

Bylo by vhodné předpokládat, že hloubka vlastní základové spáry jednotlivých objektů bude upřesněna na základě skutečných geologických poměrů zjištěných při výstavbě za účasti geologa-geotechnika a projektanta.

Rovněž vlastní realizaci a výstavbu je nutné provádět za úzké spolupráce s projektantem a geologem-geotechnikem a to především při přejímce základové spáry jednotlivých objektů a při konečné úpravě konečných úklonu přilehlých svahů – viz. výše. Při vlastním budování hrází je nutno kromě výše uvedeného sledování založení vlastního tělesa hrází dbát rovněž na stejnorodost použité zeminy a postup hutnění, aby se zamezilo výskytu pracovních ploch případně dalším komplikacím. V zátopě je nutno odstranit veškeré hmoty zhoršující nebo znemožňující z biologického nebo hygienického hlediska plnění účelu nádrže. Odtěženou humózní zeminu, případně vyskytující se zeminu s vyšším podílem organické složky nelze použít jako těsnící ani konstrukční zeminu.

Všechn materiál v tělese hráze musí být hutněn u soudržných zemin na 95 % maximální objemové hmotnosti sušiny podle standardní Proctorovy zkoušky a u nesoudržných zemin na 0,7 relativní hutnosti.

Doporučené sklony svahů hráze

Návodní	1 : 3
Vzdušní	1 : 2

Sklony dočasných násypů by se podle druhu použitého materiálu a výšky svahu měli pohybovat v rozmezí 1 : 2 až 1 : 3. Z hlediska použití odtěžených zemin v zájmovém prostoru pro konstrukci homogenní zemní hráze lze tyto zeminy posoudit převážně jako **vhodné až podmíněně vhodné** za výše uvedených podmínek, kdy je však nutné předpokládat, že **v prostoru údolní nivy a přilehlých pat svahů se nacházejí polohy vysoce propustných štěrků a sutí**. Všechn materiál v tělese hráze musí být hutněn u soudržných zemin na 95 % maximální objemové hmotnosti sušiny podle standardní Proctorovy zkoušky a u nesoudržných zemin na 0,7 relativní hutnosti.

Vzhledem k předpokládané nehomogenitě konstrukční zeminy je nutno dbát v průběhu stavby na provádění kontrolních zkoušek zemin z místa těžby a dále kontrolu zhutnění zemin ve smyslu ČSN 73 6850 Navrhování a kontrola provádění sypaných hrází a dále ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin. U konstrukční zeminy použité pro těsnící horizont je nutné dbát na vhodnost této zeminy a dále na optimální parametry před hutněním. Optimální vlhkost zeminy a objemová hmotnost po zhutnění bude určena standardní Proctorovou zkouškou. V případě nadlimitní vlhkosti je nutné zeminy upravit vysušením případně vápněním. Sypaní zeminy je nutné provádět po vrstvách, jejichž tloušťka před zhutněním nesmí být větší než 0,20 m. Hutnění bude prováděno vibračním válcem s hmotností min. 10 t. Minimální počet pojezdů jedné vrstvy hutnicím stojem je v 6. Míra zhutnění musí být provedena na 95 % maximální objemové hmotnosti sušiny podle standardní Proctorovy zkoušky.

V místě navázání zeminy hráze na jednotlivé objekty budou jednotlivé vrstvy dohutněny ručním pěchem, aby bylo dosaženo předepsané míry zhutnění. Betonové plochy těchto objektů budou při hutnění průběžně natírány jílovým pačkem, aby došlo k přilnutí hutněné zeminy k těmto betonovým konstrukcím. Při úpravě hráze bude nutné dodržet všechny zásady o těsnění, odvodnění a statické i filtrační stabilitě dle příslušných ČSN. Všechny materiál v tělese hráze musí být řádně zhutněn a to nejméně na 95% maximální objemové hmotnosti sušiny podle standardní Proctorovy zkoušky. Sypaní a zhutňování částí hráze ze soudržných zemin za deštivého počasí nebo při sněžení a při mrazu nesmí být prováděno. Zemina znehodnocená mrazem, deštěm apod. musí být ukládáním do hráze odstraněna, stejně jako led a sněh.

Zeminy na staveništi, v nichž budou prováděny zemní práce, jsou zařazeny dle požadavků ČSN 733050 převážně do 3. až 4. třídy těžitelnosti, dle ČSN 73 6133 ( nahrazující normu ČSN 73 30 50 ) do třídy těžitelnosti I, v případě zastižení navětralého podloží – slínovce a prachovce pak dle požadavků ČSN 733050 převážně do 5. až 6. třídy těžitelnosti, dle ČSN 73 6133 ( nahrazující normu ČSN 73 30 50 ) do třídy těžitelnosti II-III. S čerpáním podzemní vody je nutné uvažovat v prostoru údolní nivy od hloubkové úrovně cca 0,5 m p.t. v rozmezí minimálně n.1,0 ls

V případě použití vlhčí zeminy jako konstrukčního materiálu je nutno počítat s tím, že pevnost vlhčí zeminy bude menší a její celkové sedání větší při celkové větší energetické náročnosti hutnicího procesu. Důsledkem toho se však dosáhne menší propustnosti zemin. Vzhledem k charakteru zemin je nutno dbát při budování zemní hráze především na zavázání homogenní hráze do podloží a dále na postup sypaní hráze.

Vzhledem k situování projektované výstavby do oblasti nacházející se v ochranném pásmu vodního zdroje a při zohlednění charakteru a situování této investice je zřejmé, že v daném případě se jako **nejrizikovější prvek jeví období výstavby vlastní nádrže**. Při zemních pracích musí být veškeré práce prováděny tak, aby nedošlo k ohrožení (znehodnocení), kvality a množství povrchových a podzemních vod.

***Vlastní opatření:***

- Zemní práce musí být provedeny v co možná nejkratším termínu,
- Stroje používané při výstavbě ( nákladní automobily, traktory, bagry apod. ) musí být v dobrém technickém stavu, který musí být ověřen před zahájením prací ( se zaměřením na úniky pohonných hmot a oleje ) a dále pak kontrolován denně ( řidičem, obsluhou a nadřízeným technikem ). Zjištěné závady musí být ihned odstraněny.
- Údržba, případně opravy strojů a mechanismů nesmí být prováděna v blízkosti povrchových toků. V případě činnosti mechanismů je doporučeno použití ekologických rychle rozložitelných olejů.

Z hlediska situování projektované retenční nádrže na lokalitě Horní Černá ve vztahu k ochraně kvality a množství podzemních a povrchových vod v oblasti je možno konstatovat, že při splnění výše uvedených podmínek nedojde k ohrožení režimu a kvality podzemních, případně povrchových vod v zájmovém území a následně ohrožení kvantity či kvality jímáných vodních zdrojů nacházejících se ve směru proudění povrchových a podzemních vod.

Vypracoval Ing. Albert Kmet'