

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

**Zpracování podrobného geotechnického průzkumu
Suchá retenční nádrž N3, PC HC2A-R a HC2B-R,
rigol RG1 a IP16 v k.ú. Babolky**

Brno – březen 2022

1/ Úvod, popis stavby včetně objektů

Na základě formulování zadávacích podmínek ze strany zadavatele byl objednáán geotechnický průzkum v k.ú. Babolky který bude podkladem pro zpracování dokumentace technického řešení v rámci zpracování plánu společných zařízení při komplexní pozemkové úpravě, kdy se jedná o etapu podrobného průzkumu v prostoru projektované retenční nádrže SRN3 a dále v trase polních cest HC2A-R (p.č.828), HC2B-R (p.č.837, 373)

2/ Geologické a hydrogeologické poměry všeobecně

Z hlediska geomorfologického se zájmové území nachází v oblasti Českomoravské vrchoviny. Českomoravská vrchovina je v geomorfologickém smyslu parovinná planina, řídkce zryhovaná mladými údolními rýhami v krajinný typ střední reliéfové energie.

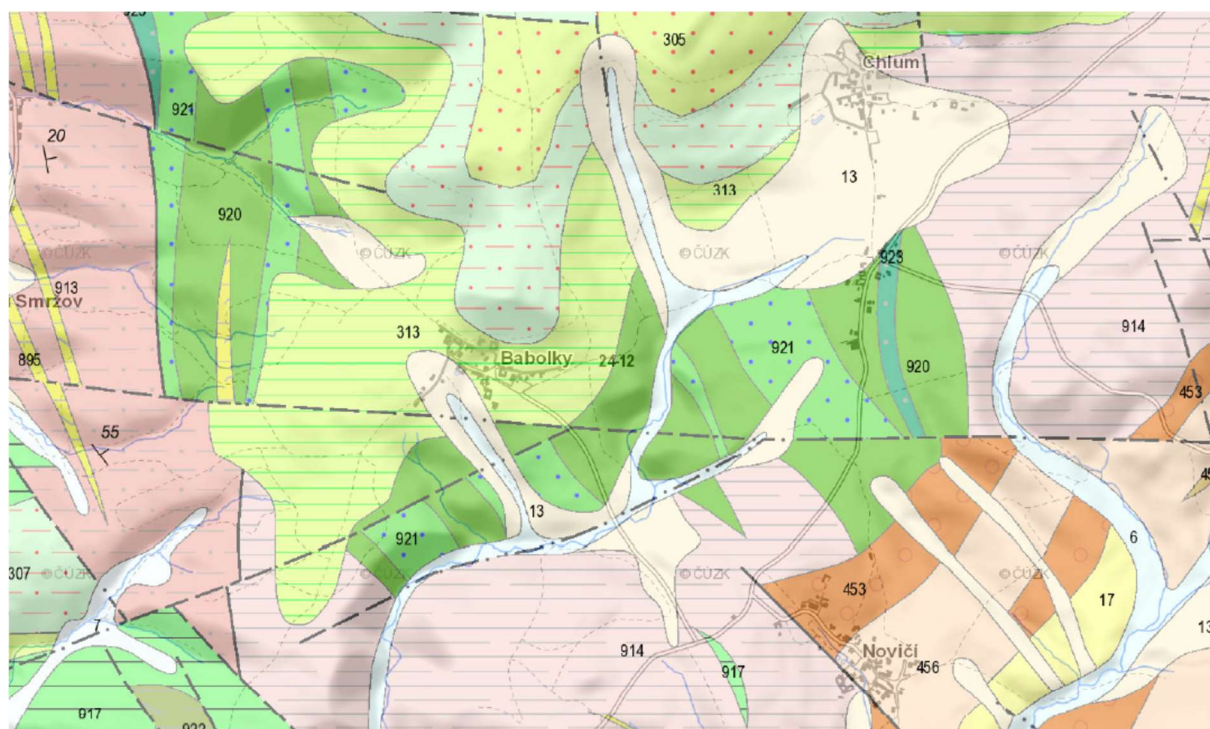
V obrazu říční sítě zájmové části Českomoravské vrchoviny jasně vystupují staré, dosud řekami protékané úseky údolní, jež se však střídají s mladšími částmi, s nimiž paralelně běží starší erozní údolí, dnes oživená jen nepatrnými toky.

Geomorfologický charakter dílčích vrchovin v Českomoravské vrchovině je dán do značné míry odlišnou odolností hornin vůči odnosu. Z regionálně geologického hlediska s zájmové území nachází v oblasti budované moravíkem.

Zájmové území ze širšího geologického hlediska do rozhraní permu boskovické brázdy a brněnského masivu. Z pohledu regionálního členění se nachází v oblasti výrazné strukturní a zčásti i geomorfologicky patrné jednotce útvaru sedimentů permokarbonského stáří zvané boskovická brázda. Boskovická brázda je zlomovým pásmem poledníkového směru, které patří k nejvýraznějším tektonickým fenoménům střední Evropy. Sleduje styk brněnského masivu s krystalickými sériemi svratecké klenby. V Boskovické brázdě je možno sledovat odlišný vývoj sedimentů ve východní a západní části.

Ve východní části Boskovické brázdy jsou permokarbonské uloženiny složeny z valounů drob, pískovců a vápenců. Na bázi vystupují slepence rokytenské facie (rokytenského typu). Jejich valouny jsou tvořeny kulmskými sedimenty a devonskými vápenci. Západní část Boskovické brázdy tvoří bazální souvrství slepenců balínské facie složených převážně z hornin krystalinika Českomoravské vrchoviny. Slepence přecházejí směrem do nadloží do červenohnědě zbarvených pískovců a arkóz, v nichž se někdy vyskytují vložky jílovitých hornin. V nadloží souvrství těchto pískovců je pak místy vyvinuto souvrství střídajících se červenohnědých a šedých bitumozních slínovců.

Geologická situace 1 : 20 000



KVARTÉR




- | | |
|----|---------------------------------------|
| 6 | nivní sediment |
| 7 | smíšený sediment |
| 13 | kamenitý až hlinito-kamenitý sediment |
| 17 | spraš a sprašová hlína |

křída

česká křídlová pánev

MEZOZOIKUM

KŘÍDA

- | | | |
|---|-----|--|
|  | 305 | pískovce vápnito-jílovité, glaukonitické, místy s rohovci |
|  | 307 | písčité slínovce až jílovce spongilitické, místy silicifikované (opuky) |
|  | 313 | jílovce, prachovce, pískovce křemenné, jílovité, glaukonitické, slepence |

středočeská oblast (bohémikum)

letovické krystalinikum

PROTEROZOIKUM

- | | |
|-----|---------------------|
| 913 | svor |
| 914 | svor až fylit |
| 915 | krystalický vápenec |
| 917 | amfibolit |
| 920 | metagabro |

Sedimenty neogenního stáří jsou zastoupeny psefity, psamity a pelity. Psamity reprezentují žlutošedé, žlutohnědé a šedé jemnozrné až hrubozrné, jemně slídnaté písky, které se nepravidelně střídají s polohami drobnozrných až středně zrnitých štěrků.

V plošné rozšíření i ve vertikálním uložení neogenních sedimentů lze pozorovat určitou zákonitost. Neogenní uložení v pelitickém vývoji převládají ve střední části Boskovické brázdy, zatímco při okrajích převládá psefitický a psamitický vývoj.

Z kvartérních uloženin, která se v zájmovém území vyskytují, jsou v největší míře zastoupeny spraše a dále pak v menší míře uloženiny ronové a svahové. Spraše, které jsou eolického původu a byly naváté větry od Z a SZ, se ponejvíce vyskytují na svazích s východní a jihovýchodní expozicí. Deluviální, písčitohlinité sedimenty jsou vyvinuty zejména ve sprašových oblastech, kde lemují svahy území.

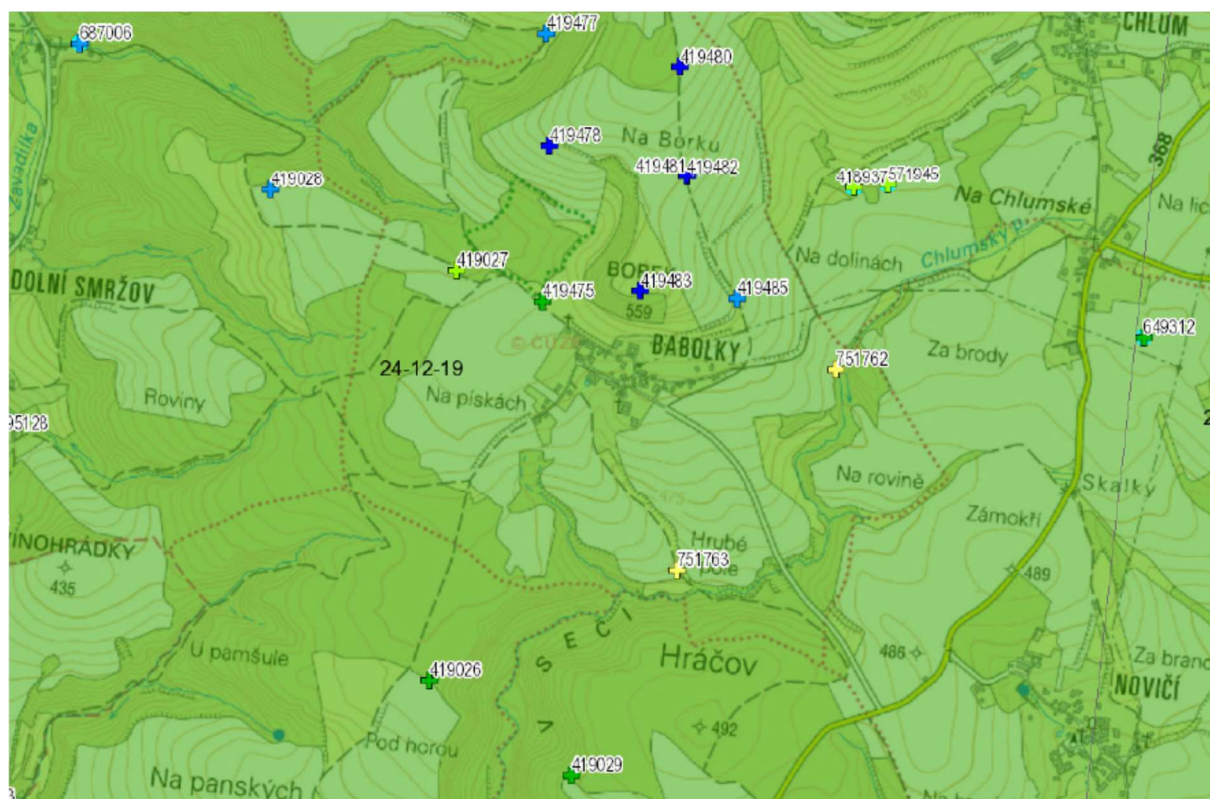
Z hlediska platné hydrogeologické rajonizace se území nalézá v hydrogeologickém rajónu **6560 – Krystalinikum v povodí Svratky, útvar podzemní vody 65601 – Krystalinikum v povodí Svratky-střední část**. Horniny moravika představují z hydrogeologického hlediska jeden celek obdobných vlastností. Uvedené horniny mají naprostý nedostatek průlin a vyznačují puklinovou propustností.

Puklinová propustnost může být v pásmu podpovrchového rozpukání zvýrazněna průlinovou propustností eluvií, která se však vyznačují vyšším podílem jílovitých příměsí. Ve větších hloubkách než 10-15 metrů dochází ke svírání a tmelení puklin a na vodu lze narazit jen na tektonických poruchách.

Vodní zdroje vázané na tektonické pukliny zde mají vždy nevelkou a navíc kolísavou vydatnost. Relativně poněkud propustnější zvětralinový plášť zdejších krystalických hornin spolu s deluviálními sedimenty bývá příznivějším prostředím pro shromažďování a oběh vody.

Jednotlivé mělké obzory podzemních vod v deluviích a residuálním zvětralinovém plášti však v důsledku relativně malé mocnosti uvedených pokryvů a především malého plošného rozsahu infiltračního území poskytují možnosti oběhu pouze lokálního významu.

Pro vznik a doplňování zásob podzemní vody je rozdělení atmosférických srážek nevýhodné, protože větší množství atmosférických srážek, které spadne ve vegetačním období je spotřebováno rostlinstvem, část pak je spotřebována na výpar a jen nepatrná část případně na vsak a účastní se podpovrchového oběhu.

Stabilitní poměry a vrtná prozkoumanost**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 |

Listoklad ZM 10

klad listů ZM10

**Vrtná prozkoumanost**

Vrtná prozkoumanost

Vrty

- | | |
|---|-----------|
| ✦ | 0 - 5 m |
| ✦ | 5 - 10 m |
| ✦ | 10 - 15 m |
| ✦ | 15 - 25 m |
| ✦ | 25 - 50 m |

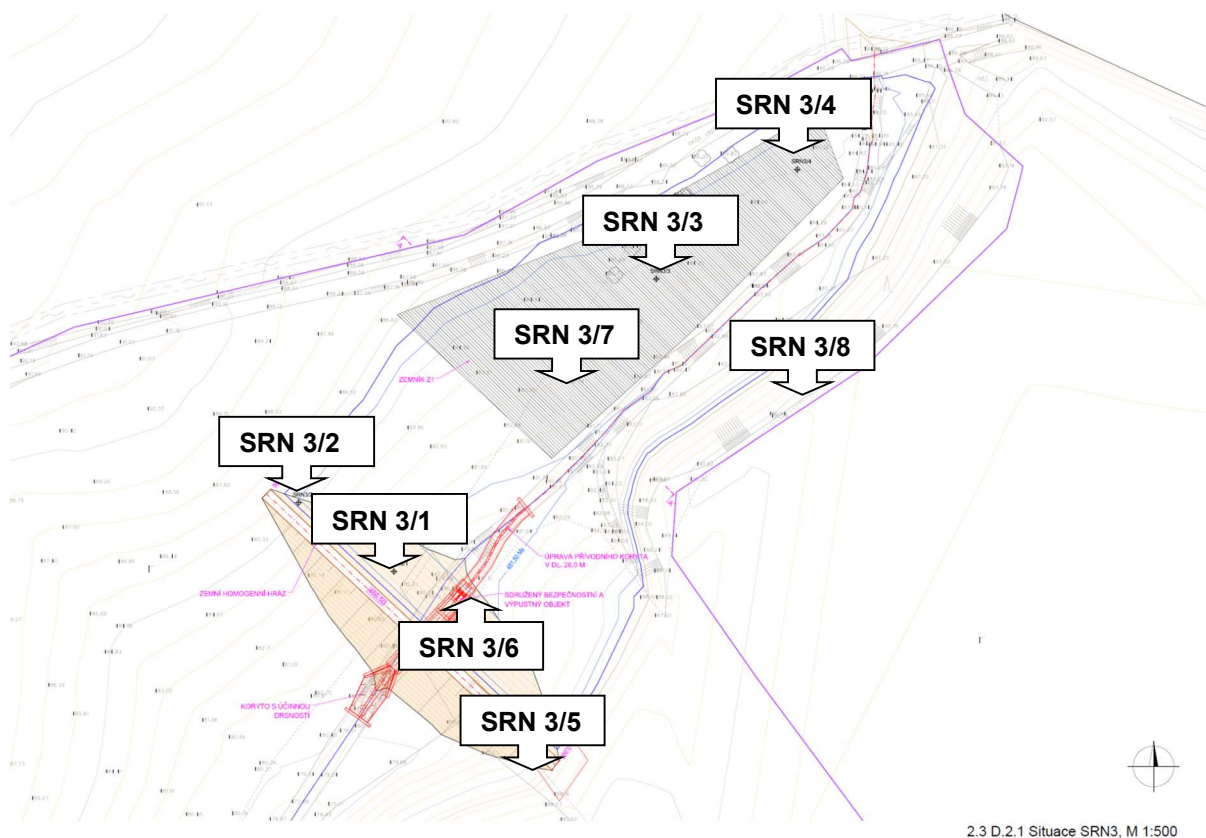
3/ Výsledky průzkumných prací

Sondážní práce byly v závislosti na dostupnosti jednotlivých lokalit provedeny mobilní vrtnou soupravou Eijellkamp v průběhu měsíce února 2022. 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. Na jednotlivých lokalitách byly rovněž odebrány vzorky podzemní vody. Vrtným pracím byl přítomen geolog.

3.1 Výsledky průzkumných prací v prostoru projektovaných vodohospodářských opatření SRN 3 včetně vyhodnocení a návrhu opatření

Posuzovaná lokalita se nachází východně od obce v plošně omezené údolní nivě vodoteče Chlumský potok.

Situace sond



Pod svrchním horizontem humózních hlín o ověřené mocnosti v rozmezí cca 0,3 m se vyskytují soudržné zeminy charakteru jílovitých hlín (dle ČSN 752410 – třídy CI – CS) o tuhé směrem do podloží až polotuhé konzistenci v závislosti na vlhkosti těchto zemin konzistenci přecházející v polohy písčito-hlinitých a šterkohlinitých zemin. V podloží souvrství zemin fluviodeluvialního původu se v neostřém přechodu vyskytují horniny předkvartérního podloží tvořené eluvii a navětralými podložními horninami.

Hladina podzemních vod byla v zastižena od hloubkové úrovně cca 1,5-2,0 m p.t.

Profil sond

SRN 3/1

m.p.t.

0,0-0,3 humózní hlíny
0,3-2,1 jílovitá hlína, hnědá tuhá na bázi polotuhá CI-CL
2,1-4,6 písek hlinitý, zvodnělý

Naražená voda cca 2,2 m p.t., ustálená voda 1,9 m p.t.

SRN 3/2

m.p.t.

0,0-0,2 humózní hlíny
0,2-0,7 jílovitá hlína, hnědá tuhá CI
0,7-4,0 šterkovitý jíl až jílovité šterky GC-CG

Naražená voda cca 4 m p.t

SRN 3/3

m.p.t.

0,0-0,2 humózní hlíny
0,2-2,2 jílovitá hlína, hnědá pevná CI
2,2-2,7 šterkovité hlíny až zahliněné šterky MG-GM
Naražená voda 2,4 m p.t., ustálená voda 2 m p.t.

SRN 3/4

m.p.t.

0,0-0,3 humózní hlíny
0,3-1,4 jílovitá hlína, hnědá tuhá CI
1,4-4,0 šterkovitý jíl až jílovité šterky GC-CG

Naražená voda cca 2 m p.t, ustálená voda 1,7

SRN 3/5

m.p.t.

0,0-0,3 humózní hlíny
0,3-1,5 jílovitá hlína, hnědá tuhá CI
1,5-3,0 šterkovitý jíl až jílovité šterky, pevné GC-CG

Naražená voda cca 2,5 m p.t

SRN 3/6**m.p.t.**

0,0-0,3 humózní hlíny
 0,3-2,1 jílovitá hlína, hnědá tuhá na bázi polotuhá CI-CL
 2,1-4,6 písek hlinitý, zvodnělý

Naražená voda cca 2,2 m p.t., ustálená voda 1,9 m p.t.

SRN 3/7**m.p.t.**

0,0-0,3 humózní hlíny
 0,3-2,1 jílovitá hlína, hnědá tuhá na bázi polotuhá CI-CL
 2,1-4,6 písek hlinitý, zvodnělý

Naražená voda cca 2,2 m p.t., ustálená voda 1,9 m p.t.

SRN 3/8**m.p.t.**

0,0-0,3 humózní hlíny
 0,3-1,5 jílovitá hlína, hnědá tuhá CI
 1,5-3,0 štěrkovitý jíl až jílovité štěrky, pevné GC-CG

Naražená voda cca 2,5 m p.t

Tab. č. 1 charakteristika převažujících typů zemin

<i>Zemina</i>	<i>ČSN 75 2410 Znak zeminy</i>	<i>ČSN 75 2410 Homogenní hráz</i>	<i>Propustnost – m.s⁻¹</i>
Soudržné jílovité a jílovito-písčité zeminy	CL-CI-CS	Vhodná zemina	Nepropustná n.10 ⁻⁸ - 10 ⁻⁹
Štěrkohlinité zeminy	GC-CG-MG-GM	Vhodná zemina	Nepropustná n.10 ⁻⁸ - 10 ⁻⁹

Tab. č. 2 Fyzikální a indexové vlastnosti vzorků zemin

<i>Sonda</i>	<i>Hloubka (m)</i>	<i>Třída a symbol</i>	<i>w (%)</i>	<i>w_L (%)</i>	<i>w_P (%)</i>	<i>I_p</i>	<i>I_c</i>
S 1	1,5	F6 CI	28,6	41	24	17	0,76
S 6	1,0	F6 CI	25,2	48	20	28	0,82

Orientačně půdně mechanické vlastnosti zhutněných zemin **třídy CI** dle ČSN 75 2410:

Standardní Proctorova zkouška

$d_{\max} = 1,66-1,84 \text{ (t.m}^3\text{)}$

$W_{\text{opt}} = 14-19 \%$

$c_{\text{ef}} = 25 \text{ kPa}$

$\varphi_{\text{ef}} = 25^\circ$

Orientačně půdně mechanické vlastnosti zhutněných zemin **třídy GM-GC** dle ČSN 75 2410: Standardní Proctorova zkouška

$$d_{\max} = \geq 1,8 \text{ (t.m}^3\text{)}$$

$$W_{\text{opt}} = 18-20 \%$$

$$c_{\text{ef}} = 5 \text{ kPa}$$

$$\varphi_{\text{ef}} = 27-34^\circ$$

Laboratorně stanovenou Proctorovou zkouškou zhutnitelnosti bylo u jílovitých zemin třídy CI které budou na dané lokalitě tvořit podstatnou část konstrukčních zemin dosaženo maximální objemové hmotnosti $\rho_{\text{dmax}} = 1816 \text{ kg.m}^{-3}$ při optimální vlhkosti $w_{\text{opt}} = 18,7 \%$

Přirozená vlhkost těchto zemin se pohybovala v rozmezí 25-28 % tzn. že přirozená vlhkost zemin byla výrazně vyšší než vlhkost optimální.

geotechnické vlastnosti zemin

V případě zakládání na soudržných zeminách se jedná se o typ stlačitelné základové půdy (je nutno předpokládat nestejnou stlačitelnost), dlouhodobě konsolidující.

Jílovité zeminy, tuhé, měkké

konzistence tuhá

$$E_{\text{def}} = 4 \text{ MPa}$$

$$c_u = 0,05 \text{ MPa}$$

$$\varphi_u = 0^\circ$$

$$c_{\text{ef}} = 0,01 \text{ MPa}$$

$$\varphi_{\text{ef}} = 18^\circ$$

$$v = 0,40$$

$$\rho_n = 21 \text{ kNm}^{-3}$$

měkká

$$E_{\text{def}} = 2 \text{ MPa}$$

$$c_u = 0,025 \text{ MPa}$$

$$\varphi_u = 0^\circ$$

$$c_{\text{ef}} = 0,008 \text{ MPa}$$

$$\varphi_{\text{ef}} = 10^\circ$$

$$v = 0,40$$

$$\rho_n = 21 \text{ kNm}^{-3}$$

zahliněné, zajiřované šterky

$$E_{\text{def}} = 40 \text{ MPa}$$

$$c_{\text{ef}} = 0,005 \text{ MPa}$$

$$\varphi_{\text{ef}} = 32^\circ$$

$$v = 0,30$$

$$\rho_n = 19,5 \text{ kNm}^{-3}$$

Podzemní voda

První mělký horizont podzemní vody byl zastiřen v hloubkové úrovni cca 1,5-4,0 m p.t. Vzhledem k malé mocnosti předpokládaného kolektoru a malý obsah infiltračních povodí je zřejmé, že průběh volné hladiny podzemní vody a směr infiltrace těchto vod je proměnlivý a úzce závislý na morfologii terénu, klimatických činitelích a úrovni hladiny v přilehlé vodoteči. Lze předpokládat, že případné přítoky podzemních vod do stavebních výkopů budou zvládnutelné běžnými stavebními čerpadly.

Je nutno upozornit, že intenzita přítoků bude v úzké závislosti na klimatických poměrech. Pro zhodnocení případných přítoků podzemních vod větší intenzity do stavebních výkopů, případně pro navržení dalších opatření bude nutné přizvat geologa na přejímku základové spáry.

Ve smyslu ČSN EN 206-1, tabulka 2 se z hlediska chemického působení vody na beton jedná o slabě agresivní chemické prostředí (XA1), kdy z hlediska chemického působení vody na ocel je agresivita podle tab. 1 a 2 velmi vysoká (IV.)

Podle dostupných zdrojů lze předpokládat, že na části lokality se nacházejí stávající meliorační systémy.

Situace melioračních systémů – zdroj ISMS



Vyhodnocení výsledků průzkumných prací v prostoru vodohospodářských opatření

Jak vyplývá z výsledků posouzení propustnost fluviálních a fluviálně-deluviálních zemín v přirozeném stavu je nízká, ale vzhledem k situování jednotlivých lokalit je nutno předpokládat, že jak mocnost jednotlivých horizontů tak i propustnost zeminy v rostlém stavu je místně a prostorově proměnlivá v závislosti na genetickém původu těchto zemín.

V prostoru projektované výstavby homogenní zemní hráze se pod svrchním horizontem humózních hlín a organických zemín – je nutno rovněž počítat s kořenovými systémy vzrostlých stromů, vyskytují soudržné jílovité a jílovito-písčité zeminy o rozdílné konzistenci v závislosti na pozici a genetickém původu těchto zemín, kdy z hlediska kvalitativního se jedná v převážné většině o nízko až středně plastické jíly, případně písčité jíly o tuhé až měkké

konzistenci o minimální mocnosti cca 1,0-1,5 m přecházející směrem do podloží v nesoudržné štěrkovité zeminy s proměnlivou příměsí hlinité složky.

Propustnost fluvialně deluviálních a deluviálních zemin v přirozeném stavu je nízká, ale vzhledem k situování lokality je nutno předpokládat, že jak mocnost jednotlivých horizontů tak i propustnost zeminy v rostlém stavu je místně a prostorově proměnlivá v závislosti na genetickém původu těchto zemin.

Předpokládané propustnosti zemin

- jílovité a jílovito-písčité zeminy $k_f = n \cdot 10^{-8} - 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$

- štěrkohlinité zeminy $k_f = n \cdot 10^{-5} - 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$

Především je nutno předpokládat výskyt privilegovaných cest v průlinovo-puklinovém a puklinovém prostředí deluviálních a eluviálních sedimentů, případně svahových sutí při patě přilehlých svahů v prostoru navazování hráze do svahů a úpatí svahů.

V daném prostoru doporučujeme provedení napojení do svahu, kdy součástí konstrukce těsnícího zámku bude úprava a utěsnění základové spáry tělesa hráze.

V registru sesuvů a svahových nestabilit ČGS se v okolí obce Babolky nenachází žádný bodový ani plošný sesuv, který by byl zaznamenán na mapovém listu 24-12-19.

Na základě mapy náchylností území k sesouvání a vzniku svahových nestabilit jsou plánované objekty umístěny v místech s nízkou náchylností svahů k sesouvání. Pro eliminaci výskytu možných svahových deformací je nutné zohlednit provádění výstavby, kdy při odtěžování zemin v daném prostoru a úpravě úklonu svahů je nutné tomuto faktu přizpůsobit objem a průběh prací. V případě terénního zářezu je nutno provedení odvodnění paty terénního zářezu, a dále stabilizace svahu dostatečným sklonem zářezu.

Při provádění zemních prací je nutné postupovat zodpovědně a minimalizovat míru a rozsah odlehčení paty svahu formou svahových zářezů, kdy úklon svahu by neměl být menší jak 1 : 2.

Při řešení stability podloží lze uvažovat, že jílovité zeminy v podloží násypu, nebudou stačit tak rychle konsolidovat, jak probíhá stavba násypu a konsolidace bude probíhat dlouhodobě. Všechny materiál v tělese hráze musí být hutněn u soudržných zemin minimálně na 95 % maximální objemové hmotnosti sušiny podle standardní Proctorovy zkoušky.

Svislé stěny výkopů od hloubky 1,20 m je nutné chránit pažením plným s roubením dimenzovaným na mírně tlačivou zeminu. Okraje nepažených výkopů je nutné nezatěžovat

výkopkem, stavebními stroji, automobily atd., jinak je třeba také pažit. V případě výskytu nesoudržných zemin je nutno použít pažení plné.

Strojně vyhloubené krátkodobé rýhy, zářezy a jámy se strmými svahy do kterých nebudou pracovníci vstupovat se mohou nechat nezapažené. Sklony dočasných násypů by se podle druhu použitého materiálu a výšky svahu měli pohybovat v rozmezí 1 : 2 až 1 : 3.

Jak bylo uvedeno výše, vzhledem k předpokládané variabilitě konstrukční zeminy je nutno dbát v průběhu stavby na provádění kontrolních zkoušek zemin z místa těžby a dále kontrolu zhutnění zemin ve smyslu ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin.

Zeminy z prostoru předpokládaného zemníku – v okolí projektované nádrže jsou z hlediska použitelnosti jako konstrukčních zemin kvalifikované převážně jako vhodné případně jako podmíněně vhodné, vzhledem k vyšší vlhkosti těchto zemin než optimální.

Doporučené sklony svahů hráze

Návodní 1 : 3

Vzdušní 1 : 2

Jako nejběžnější proces snížení přirozené vlhkosti zemin při výstavbě zemních hrází je v praxi její provzdušnění (tj. vyschnutí na mezideponii), případně provápňení. V případě použití vlhké zeminy jako konstrukčního materiálu je nutno počítat s tím, že pevnost vlhké zeminy bude menší a její celkové sedání větší při celkové větší energetické náročnosti hutněního procesu. Důsledkem toho se však dosáhne menší propustnosti zemin. Vlastní realizace je nutná provádět za úzké spolupráce s projektantem a geologem-geotechnikem a to především při přejímce základové spáry jednotlivých objektů. Při vlastním budování hráze je nutno kromě výše uvedeného sledování založení vlastního tělesa hráze dbát rovněž na stejnorodost použité zeminy a postup hutnění, aby se zamezilo výskytu pracovních ploch případně dalším komplikacím.

Je nutno zachovat podmínku, aby postup výstavby a technologie budování hráze byl v souladu s klimatickými a lokálními podmínkami a zvláště pak nepoužívat zeminu vodonasycennou, přemrzlou a přeschlou. Základová spára v místě zemního těsnění musí být před navážením první vrstvy těsnící zeminy vlhká, ale bez stojící vody v prohlubních, aby bylo dosaženo dobrého spojení násypu s podložím a zabránilo se vytváření nežádoucích průsakových cest, které by mohli mít za následek ohrožení stability hráze. V zátopě je nutno odstranit veškeré hmoty zhoršující nebo znemožňující z biologického nebo hygienického hlediska plnění účelu nádrže.

Pro eliminaci výskytu možných svahových deformací je nutné zohlednit provádění výstavby, kdy při odtěžování zemin v daném prostoru a úpravě úklonu svahů je nutné tomuto faktu přizpůsobit objem a průběh prací. V případě terénního zářezu je nutno provedení odvodnění paty terénního zářezu, a dále stabilizace svahu dostatečným sklonem zářezu. Při budování vodní nádrže bez výše uvedených opatření, nelze vyloučit, že mohou v důsledku zavodnění paty svahu 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. **V případě zastižení melioračních systémů i případně v době realizace zemních prací nefunkčních je nutné zajistit jejich bezpečné vyústění aby nedošlo k jejich přerušení případně zaslepení.**

Při vlastním odtěžování zemin v prostoru zátopy je nutno brát na zřetel, aby nedošlo k porušení přirozených nepropustných pokryvů a zhoršení průsakových poměrů v podloží hráze a případně i v zátopě. Odtěženou humózní zeminu nelze použít jako těsnící ani konstrukční zeminu. Zeminy na staveništi, v nichž budou prováděny zemní práce, jsou zařazeny dle požadavků ČSN 73 3050 převážně do 3. těžitelnosti – norma je nahrazena ČSN 73 6133 – v daném případě je třída těžitelnosti I. Svislé stěny výkopů od hloubky 1,20 m je nutné chránit pažením plným s roubením dimenzovaným na mírně tlačivou zeminu. Okraje nepažených výkopů je nutné nezatěžovat výkopkem, stavebními stroji, automobily atd., jinak je třeba také pažit.

Zeminy na staveništi, v nichž budou prováděny zemní práce, jsou zařazeny dle požadavků dle ČSN 73 6133 do třídy těžitelnosti I. dle ČSN 733055 převážně do 3. třídy těžitelnosti. Zemina dna výkopů kopaných v zimních podmínkách se musí chránit před zamrznutím ponecháním vrstvy na pozdější dokopávku anebo krytím ochrannými materiály. Vzhledem k charakteru zemin a výskytu násypů na lokalitě, je nutno provádět pažení vždy u základových jam a rýh hlubších jak 1,3 m p.t. případně při výskytu nesoudržných zemin a v blízkosti vozovky od 0,7 metru p.t. V případě výskytu nesoudržných zemin je nutno použít pažení plné. Strojně vyhloubené krátkodobé rýhy, zářezy a jámy se strmými svahy do kterých nebudou pracovníci vstupovat se mohou nechat nezapažené. Okraje nepažených výkopů je nutné nezatěžovat výkopkem, stavebními stroji, automobily atd., jinak je třeba také pažit.

Zához rýh lze provést zeminou vytěženou při hloubení rýh. Bude se zasypávat po 0.3m a na tuto výšku je nutné provádět hutnění. **Sklony stěn dočasných svahů** je možno volit v poměru **1 : 0,25**, při výskytu písčitých zemin v poměru až **1 : 0,5**.

Sklony trvalých svahů do hloubky cca 2 m p.t. je možno navrhovat v poměru **1 : 2**. Okraje nepažených výkopů je nutné nezatěžovat výkopkem, stavebními stroji, automobily atd., jinak je třeba také pažit.

Z hlediska **ochrany hydrogeologických poměrů** 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 ochrany 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.

3.2 Výsledky sondážních prací v prostoru projektovaných komunikací

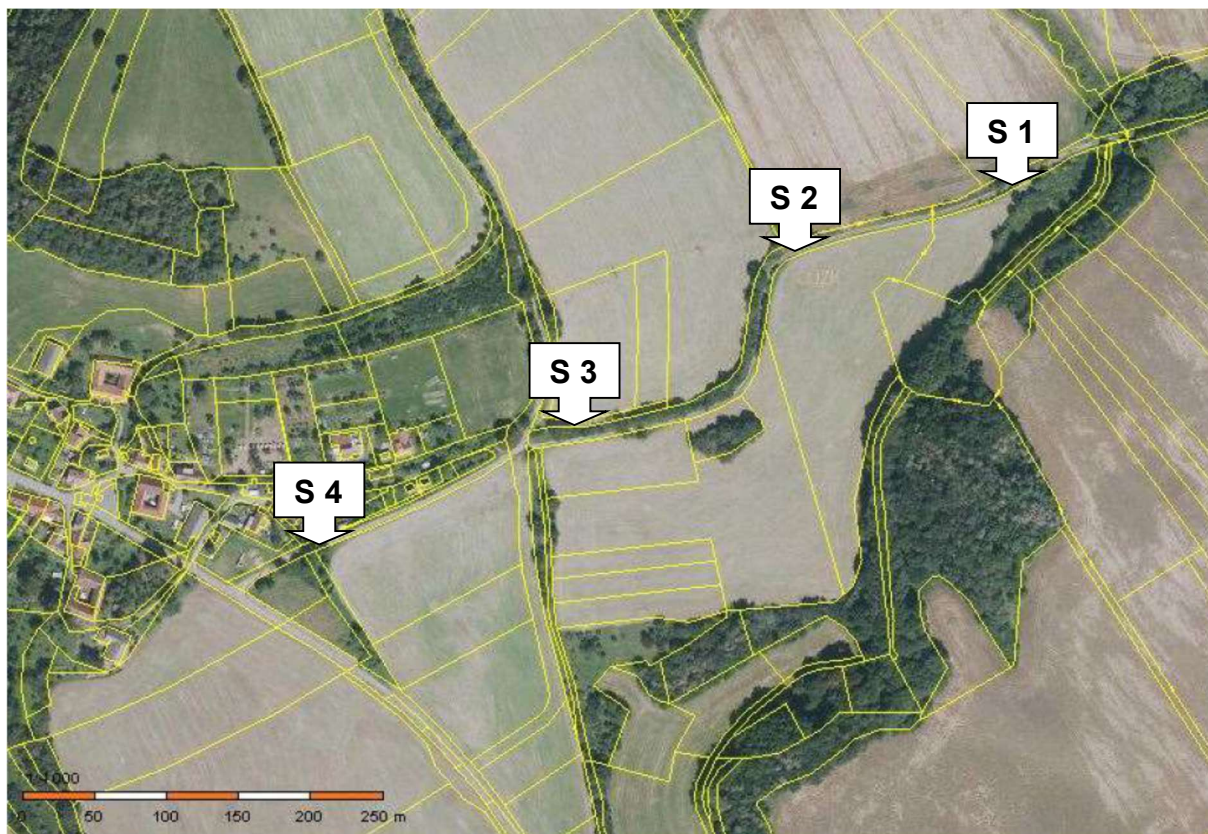
Umístění jednotlivých sond na lokalitě bylo provedeno na základě dosavadních znalostí o území, rekognoskaci terénu a v návaznosti na technické řešení vlastní realizace. Sondážní práce byly provedeny mobilní vrtnou soupravou Eijjellkamp v průběhu měsíce února 2022.

Jako vrtná technologie bylo použito jádrové vrtání na sucho, při použitém vrtném průměru 75 mm do konečné hloubky jednotlivých vrtů. 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.

V rámci sondážních prací byly provedeny polní zkoušky, které měly za úkol provést porovnávací charakteristiku základových půd a podat první mechanicko-fyzikální charakteristiky.

Situace sond v trase komunikací*Profily sond***S 1****m p.t.**

0,0-0,3 – polní cesta, humózní horizont , promísený štěrky

0,3-2,0 – jílovitá hlína tuhá CI

Bez vody

S 2**m p.t.**

0,0-0,3 – polní cesta, humózní horizont, výrazné eroze

0,3-2,0 – jílovitá hlína tuhá-pevná CI

bez vody

S 3**m p.t.**

0,0-0,3 – polní cesta, humózní horizont

0,3-2,0 – štěrkovité jíly, jílovité štěrky CG-GC

bez vody

S 4**m p.t.**

0,0-0,3– zpevněná ceta

0,5-2,0 – štěrkovité jíly, jílovité štěrky CG-GC

bez vody

Závěrečné vyhodnocení výsledků průzkumných prací včetně závěrů a doporučení –komunikace

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.

Tento svrchní horizont přechází v neostrém přechodu v podloží jílovité a šterko-jílovité zeminy o převážně pevné až tuhé konzistenci ve smyslu ČSN 73 6133 třídy CI-CL, případně třídy CG-GC nacházejí přímo pod povrchy stávajících komunikací (viz. popisy sond)

V případě zemin třídy CI 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	%
<i>Parametry zhutnění podle Proctor Standard:</i>			
max. objemová hmotnost	$\rho_{d \max}$	1550-1900	kg.m ⁻³
optimální vlhkost	w _{opt.}	12-35	%
<i>Poměr únosnosti CBR</i>			
optimální vlhkost w _{opt.}		2-20	%
95 % saturace vodou		0-4	%

V případě zemin třídy CG-GC se z hlediska namrzavosti se jedná o zeminy nebezpečně namrzavé až namrzavé, málo až mírně propustné. Na základě normy ČSN 73 6133 se zeminy svrchního horizontu řadí v případě obsahu jemných částic (35- 65%) 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	%
<i>Parametry zhutnění podle Proctor Standard:</i>			
max. objemová hmotnost	$\rho_{d \max}$	1550-2100	kg.m ⁻³
optimální vlhkost	w _{opt.}	8-25	%
<i>Poměr únosnosti CBR</i>			
optimální vlhkost w _{opt.}		8-60	%
95 % saturace vodou		4-40	%

Předpokládaný modul přetvárnosti E_{def2} neupravené pláně pod stávajícími povrchy komunikací, se bude pohybovat v rozmezí cca 10-30 MPa, , v případě dosažení optimální vlhkosti podloží 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 a poloh navážek se nacházejí prachovito-písčité zeminy se šterky a šterko-hlinité zeminy, kdy mocnost těchto zemin se pohybuje v rozmezí cca 2-3 m. Hodnoty koeficientu filtrace těchto zemin se pohybují v rozmezí n. 10^{-6} m.s⁻¹, což lze charakterizovat jako málo propustné prostředí. Hladina podzemní vody se nachází v hloubkové úrovni větší jak 5 m p.t.. Z hlediska propustnosti horninového prostředí, lze v případě svrchního horizontu zemin konstatovat, se jedná o materiály minimálně propustné (

$k_f = n \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$), kdy koeficient vsaku k_v svrchního horizontu nesaturované zóny horninového prostředí ve smyslu ČSN 75 90 10 byl stanoven na hodnotu $k_v = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$

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 akumulačního 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 $k_v = n \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$), kdy jako možná varianta je možnost použití kombinace povrchových vsaků – průlehu a retenčně zasakovacích objektů typu například zasakovacích drénů. V případě konstrukce zasakovacího drénu se jedná o vyspádovaný zářez, kdy celková kubatura zasakovacích objektů je podmíněna cca 25 % aktivní pórovitostí daného objektu.

Pro vlastní konstrukci zářezu vyplývá, že profil bude lichoběžníkového tvaru se sklonem dočasných svahů zářezu 1 : 1. Vzhledem ke geologické stavbě území je nutné šterkové drény založit min. 1,2 m pod upraveným terénem z důvodů klimatických. Na dně zasakovací rýhy bude procházet perforované drenážní potrubí DN100.

Prostor bude vyplněn kamenivem frakce 16/32 a 8/16, kdy proti zanášení bude chráněn geotextílií. Mezi spodní geotextílií a zeminou bude nasypána vrstva šterkopísku o mocnosti cca 0,1 m.

V případě likvidace srážkových vody formou retence v povrchových objektech, tj. formou travnatých průlehu, 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. Travní drn zajišťuje zachycení a postupnou biodegradaci případných znečišťujících látek (zejména NEL), obsažených v dešťových vodách z přilehlé komunikace. Průleh je snadno udržovatelný a kontrolovatelný, zabraňuje zanášení zasakovacích prvků. Navržené parametry je nutno navrhnout v souladu s ČSN 75 9010 a TNV 75 9011.

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.

5/ Údaje pro rozpočet

Zeminy na staveništi, v nichž budou prováděny zemní práce, jsou zařazeny dle požadavků dle ČSN 73 6133 do třídy těžitelnosti I. dle ČSN 733055 převážně do 3. třídy těžitelnosti. Zemina dna výkopů kopaných v zimních podmínkách se musí chránit před zamrznutím ponecháním vrstvy na pozdější dokopávku anebo krytím ochrannými materiály. Vzhledem k charakteru zemin a výskytu násypů na lokalitě, je nutno provádět pažení vždy u základových jam a rýh hlubších jak 1,3 m p.t. případně při výskytu nesoudržných zemin a v blízkosti vozovky od 0,7 metru p.t. V případě výskytu nesoudržných zemin je nutno použít pažení plné. Strojně vyhloubené krátkodobé rýhy, zářezy a jámy se strmými svahy do kterých nebudou pracovníci vstupovat se mohou nechat nezapažené. Okraje nepažených výkopů je nutné nezatěžovat výkopkem, stavebními stroji, automobily atd., jinak je třeba také pažit. Zához rýh lze provést zeminou vytěženou při hloubení rýh. Bude se zasypávat po 0.3m a na tuto výšku je nutné provádět hutnění. **Sklony stěn dočasných svahů** je možno volit v poměru **1 : 0,25**, při výskytu písčitých zemin v poměru až **1 : 0,5**. **Sklony trvalých svahů** do hloubky cca 2 m p.t. je možno navrhovat v poměru **1 : 2**. Okraje nepažených výkopů je nutné nezatěžovat výkopkem, stavebními stroji, automobily atd., jinak je třeba také pažit.

Z hlediska ochrany hydrogeologických poměrů 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 ochrany 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'