

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

**Podrobný geotechnický průzkum pro realizaci
společných zařízení v rámci KoPÚ
k.ú. Křenovice u Kojetína - etapa I.**



Zadavatel:

Vodohospodářský atelier, s.r.o.

Růženec 54

644 00 Brno

Brno – leden 2020

1/ Úvod a použité podklady

Na základě formulování zadávacích podmínek ze strany zadavatele který je zpracovatelem plánu společných zařízení v rámci zpracování návrhu komplexní pozemkové úpravy v k. ú. Křenovice u Kojetína, kdy součástí plánu společných zařízení jsou mj. opatření ke zpřístupnění pozemků, byl proveden podrobný geotechnický průzkum (dále jen GTP) na vybraných lokalitách výše uvedeného katastrálního území, kde vyhodnotil geologické a hydrogeologické poměry a bude podkladem pro zpracování dokumentace technického řešení (dále jen DTR) v rámci zpracování plánu společných zařízení:

Obr. č.1 Situace KoPÚ



identifikace jednotlivých objektů

SO 01 – hlavní polní cesta HPC3	- p.č.1970
SO 02 – rekonstrukce mostu M1	p.č.1984
SO 03 – hlavní polní cesta HPC4	p.č. 2190 a 2235
SO 04 – hlavní polní cesta HPC5	p.č. 2278
SO 05 – hlavní polní cesta HPC 8	p.č. 2505
SO 06 – vedlejší polní cesta VPC12a+b	p.č. 1911,
SO 07 – vedlejší polní cesta VCP12c	p.č. 1910
SO 08 – vedlejší polní cesta VPC13	p.č. 1902
SO 09 – vedlejší polní cesta VPC 28	p.č. 1969

2/ Přírodní poměry***Fyzicko - geografické poměry***

Lokalita se nachází v katastrálním území Křenovice u Kojetína.

Z hlediska regionálního členění reliéfu České republiky můžeme zájmové území zařadit následovně:

Okrsek	- Tištínská pahorkatina
Podcelek	- Bučovická pahorkatina
Celek	- Litenčická pahorkatina
Oblast	- Středomoravské Karpaty

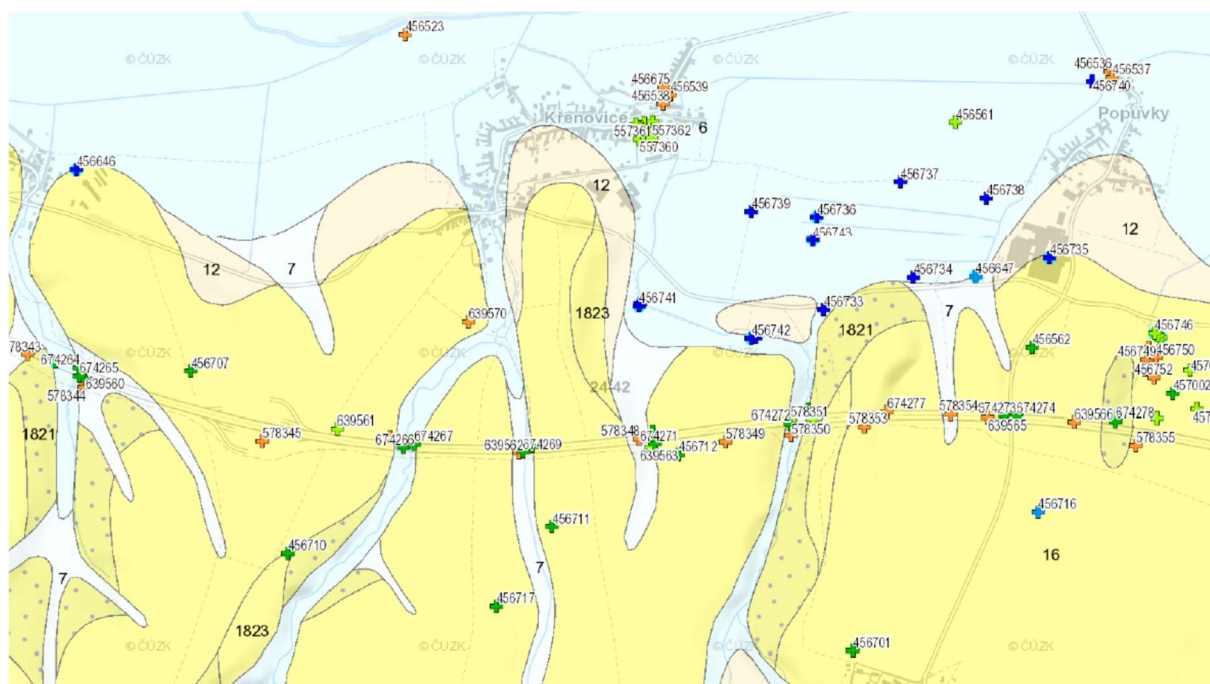
Základní geomorfologický ráz určují široké hřbety se zachovalými zbytky zarovnaného povrchu, který klesá směrem k J. Vyškovská brána je tektonického původu. Její neogenní uložení jsou součástí sedimentární výplně karpatské předhlubně, která jako mohutná asymetrická pánev vznikla na styku Českého masívu a Karpatské soustavy. Jednotlivé části povrchu jsou rozčleněny údolními s přímočaře probíhajícími svahy. Zájmová část území hydrologicky náleží *dílčímu povodí 4-12-02-0631 (Vlčidolka)*.

Regionálně geologické poměry

Z hlediska regionálně geologického se zájmová oblast nachází v severní okrajové části karpatské čelní hlubiny, která je prezentována bazálními a okrajovými klastiky s písčito-šterkovými vývoji, které přecházejí do vápnitých prachových jíílů, tzv. téglů. Neogén je ve Vyškovské bráně zastoupen dvěma miocenními stupni a to karpatem a spodním bádenem, jejichž mocnost, závislá v prvé řadě na členitosti předneogenního podloží obecně směrem k JV narůstá až na hodnoty několika set metrů.

Sedimenty karpátu mají převážně pelitický vývoj, jsou to nejčastěji vápnité slídnaté jíly až jílovce a poprašky písku na vrstevních plochách. Lanzendorfskou serii spodního badenu reprezentuje obvykle jednak sedimentace psamitické až psefitická, kdy jde o bazální okrajové nebo transgresivní písky a šterky, jejichž mocnost se pohybuje v desítkách metrů. Místa jsou jíly jemně písčité s písčitymi proplásky jemnozrnných písků. Jíly neogenního podloží jsou výrazně prekonsolidované mají zvlněný povrch a v povrchových zvětralých partiích mají charakter zeminy, hlouběji pak poloskalní horniny. Na vývoj povrchových tvarů v kvarteru má výrazný vliv klimatická oscilace, činnost vodních toků a v nemalé míře též větru. Kvarterní souvrství je v závislosti na morfologii území budováno svahovými, eolickými a fluvialními sedimenty. Svahové sedimenty jsou rozšířeny v oblasti pahorkatin a jsou zastoupeny pestrou škálou zemin zrnitostně náležejících středně (popř. nížce) plastickým jílům s proměnlivou příměsí písčité frakce a ostrohranných úlomků matečné horniny frakce šterk-kámen. Spraše a sprašové hlíny, místa s úlomky hornin a ojediněle přecházející do navátých písků, se ukládaly v průběhu celého pleistocénu. Jsou tvořeny jílovitými, místy prachovitopísčitymi hlínami. Místa jsou částečně přemístěny a vytvářejí akumulace fluviodeluvialních sedimentů. Litologicky se jedná především o hlinitopísčité sedimenty, případně ronové hlíny. Tyto sedimenty mají větší rozsah v měkkých terénech budovaných převážně sprašemi. Nivy současných potoků jsou tvořeny písčitymi a převážně hlinitými sedimenty, které překrývají písčité šterky.

Obr. č. 2 Geologická situace 1 : 20 000, vrtná prozkoumanost - zdroj mapové podklady ČGS







legenda

Horniny GeoČR50

kvartér

KENOZOIKUM




KVARTÉR

- | | | |
|---|----|---|
|  | 6 | nivní sediment |
|  | 7 | smíšený sediment |
|  | 12 | písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment |
|  | 16 | spraš a sprašová hlína |

karpatská předhlubeň

KENOZOIKUM

NEOGÉN

- | | | |
|---|------|--|
|  | 1821 | vápnitý jíl (těgl), místy s polohami písků |
|  | 1823 | klastika - písky, štěrky se zpevněnými polohami pískovce, slepence |
|  | 1824 | vápnitý jíl (šlír), s polohami vápnitých písků a štěrků |





Geologická mapa 1 : 50 000 - indexy

Index GeoČR50

Vrtná prozkoumanost

Vrtná prozkoumanost

Vrty

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

hydrogeologické poměry

Zájmová oblast náleží z hlediska hydrogeologického do základního hydrogeologického rajónu č. 2230 – Vyškovská brána, stejnojmenný útvar podzemní vody č. 22300 a svrchního hydrogeologického rajónu č. 1624 Kvartér Valové, Romže a Hané, stejnojmenný svrchní útvar podzemních vod č. 16240.

Z hlediska hydrogeologického vytvářejí neogenní sedimenty, které jsou charakteristické velmi častými litofaciálními změnami v horizontálním i vertikálním směru komplex velmi nepravidelně se střídajících izolátorů (jíly) a průlinových vrstevových kolektorů (písky, štěrky). Hydrogeologický význam neogenních sedimentů spočívá především v tom, že vytvářejí počevní izolátor nadložním průlinovým kolektorům, ve kterých tak umožňují akumulaci vodárensky významných zásob podzemních vod.

Koeficienty filtrace sedimentů neogénu se pohybují v řádech 10^{-10} až 10^{-8} m.s⁻¹. Těto propustnosti odpovídá i nízká až velmi nízká transmisivita (Krásný 1986). Z vodárenského hlediska jsou na jeho území nejdůležitější pliocenní a pleistocenní sedimenty v depresích, nižší fluvialní terasy a údolní nivy řek Moravy a jejich přítoků. Hydrogeologický význam sedimentů v depresích spočívá především v tom, že příznivě ovlivňují oběh podzemní vody vázaný na kolektory v nadložních písčitých štěrcích. To dokazují vysoké jednotkové specifické vydatnosti hydrogeologických jímacích vrtů vyhloubených ve fluvialních písčitých štěrcích holocénu údolních niv nebo v nižších pleistocenních terasách na podloží pliocenních sedimentů. Vzhledem k nemožnosti spolehlivě rozlišit v geologických profilech vrtů jednotlivé stratigrafické jednotky kvartéru (a pliocénu), vychází koncepce popisu hydrogeologických poměrů z předpokladu, že dochází ke vzájemné hydraulické komunikaci podzemní vody v průlinových kolektorech holocénu, pleistocénu a nepravidelně se střídajících průlinových kolektorů a izolátorů pliocénu. V úloze stropních izolátorů vystupují především sprašové nebo povodňové hlíny. Pliopleistocenní sedimenty (takto jsou označovány uloženiny pliocénu a kvartéru v superpozici s obtížně stanovitelnou hranicí) jsou charakterizovány častým nepravidelným střídáním jílu, prachů, jemnozrnných až hrubozrnných písků a vzácněji i štěrků. Úpatní svahové sutě se prolínají s náplavovými kužely a tvoří spolu hydrogeologicky jednotné průlinové prostředí proluviálně-deluviálního původu zasahující často až na dolní části svahů okrajových vrchovin. Podzemní vody průlinových kolektorů vyšších terasových stupňů, jejichž nepropustné podloží leží nad erozní bází, jsou dotovány výhradně vsakem atmosférických srážek. Jeho výše se řídí především velikostí infiltrační plochy dané rozlohou těchto teras a je redukována sprašemi a sprašovými hlínami. Významnou skupinu kolektorů podzemních vod kvartérních sedimentů tvoří nízké terasy a údolní nivy, které spolu vzájemně hydraulicky komunikují a jsou současně také v hydraulické spojitosti s vodou povrchových toků, neboť jejich nepropustné podloží sahá pod místní erozní bázi. Podzemní voda mělce uložených kolektorů proudí ve spodním, převážně písčito-štěrkovitém souvrství, které je v rozsahu údolních niv kryto povodňovými hlínami s izolačními vlastnostmi. Lokalita není součástí žádného chráněného území případně chráněné oblasti ani nespadá do žádného ochranného pásma přirozené akumulace.

3/ Provedené průzkumné práce

Sondážní práce byly v závislosti na dostupnosti jednotlivých lokalit provedeny mobilní vrtnou soupravou Eijjellkamp v průběhu měsíce prosince 2019. 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.

4/ Výsledky průzkumných prací

Posuzované úseky polních cest se převážně nacházejí v trase stávajících polních cest, místy zpevněných s asfaltovými povrchy, případně panelové cesty, jejichž stávající konstrukce je o proměnlivé kvalitě a mocnosti, v případě komunikace VPC 12 c se jedná o nově navrženou komunikaci. Uvedené konstrukce (místy v značně destruktivním stavu) přecházejí v neostrém přechodu v podložní soudržné jílovité zeminy v období prováděných průzkumných o převážně tuhé až pevné konzistenci kdy ve smyslu ČSN 73 6133 se jedná o zeminy třídy CL-CI-CH v případě části komunikace HPC4 pak převážně hlinito-písčité zeminy (MS-CS) podložního náspu, kdy se jedná o konsolidované zeminy o pevné konzistenci o mocnosti do cca 0,5 m.

Profily jednotlivých sond

S1

m p.t.

0,0-0,3 – povrch stávající polní cesty,

0,3-2,0 – jílovito-písčítá hlína tuhá, hnědá CI-CH
bez vody

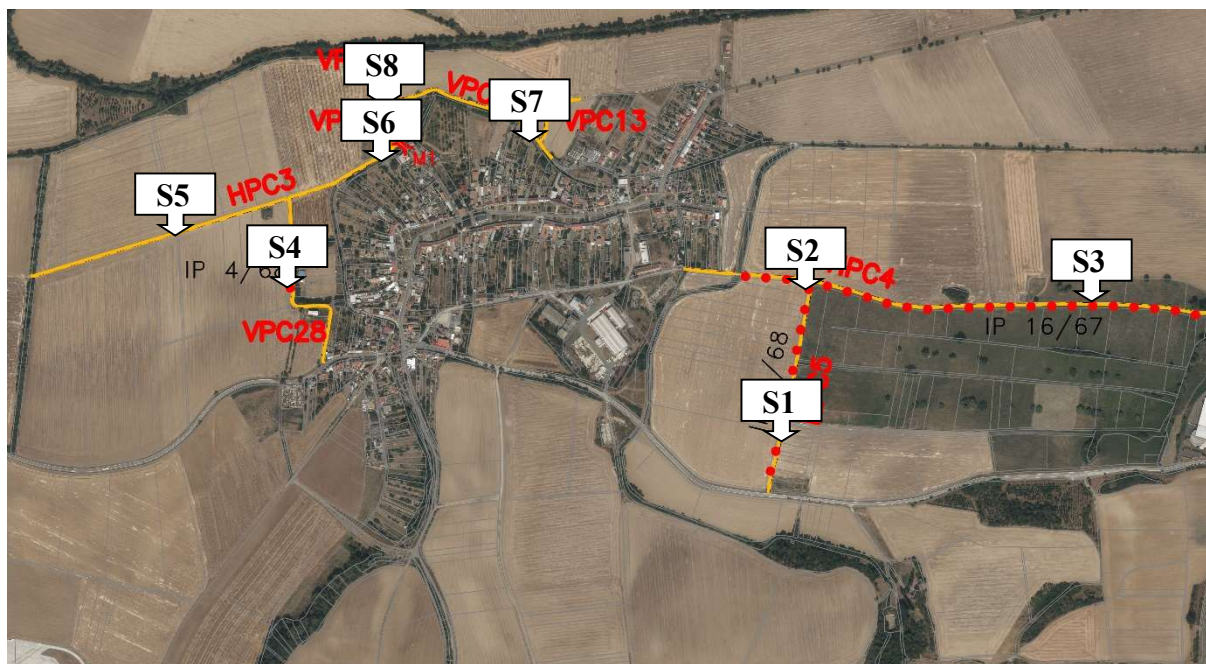
S2

m p.t.

0,0-0,2 – povrch stávající polní cesty,

0,2-2,0 – jílovito-písčítá hlína tuhá, hnědá CI-CH
bez vody

Obr. č.3 situace sond S1-S8

**S4****m p.t.****0,0-0,3** – zpevněný povrch stávající polní cesty, podsyp**0,3-2,0** – jílovitá hlína tuhá, směrem do podloží polotuhá hnědá CI-CH

Bez vody

S5**m p.t.****0,0-0,2** – zpevněný povrch stávající polní cesty, podsyp**0,2-2,0** – jílovitá hlína tuhá, směrem do podloží polotuhá hnědá CI-CH

Bez vody

S6**m p.t.****0,0-0,3** – zpevněný povrch stávající polní cesty, podsyp**0,2-3,0** – jílovitá hlína tuhá, směrem do podloží polotuhá na bázi měkká hnědá CI-CH

Nar. voda cca 2,4 m p.t.

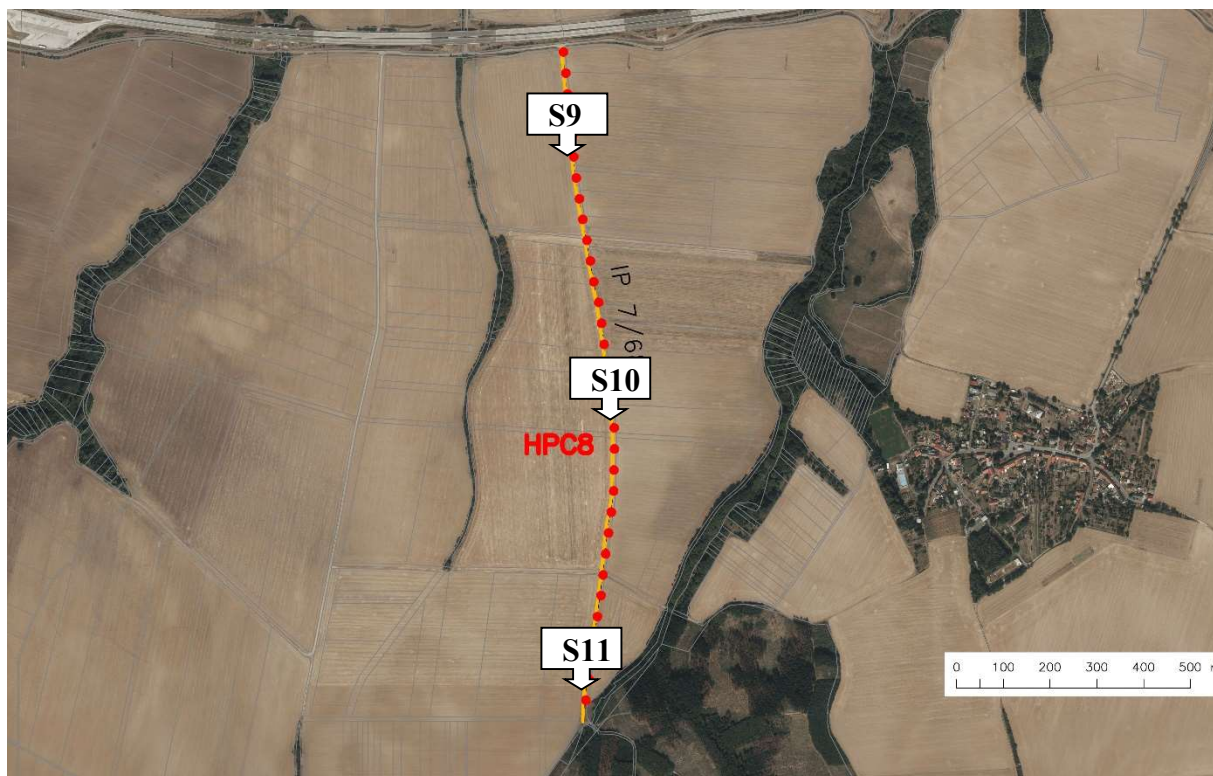
S7**m p.t.****0,0-0,3** – zpevněný povrch stávající polní cesty, podsyp**0,3-2,0** – jílovitá hlína tuhá, směrem do podloží polotuhá až měkká hnědá CI-CH

Bez vody

S8**m p.t.****0,0-0,3** – humózní hlína**0,3-2,0** – jílovitá hlína tuhá, směrem do podloží polotuhá hnědá CI-CH

Bez vody

Obr. č.4 situace sond S9-S11

**S9****m p.t.****0,0-0,3** – povrch stávající polní cesty,**0,3-2,0** – jílovito-písčitá hlína tuhá, hnědá CI-CH
bez vody**S10****m p.t.****0,0-0,2** – povrch stávající polní cesty,**0,2-2,0** – jílovito-písčitá hlína tuhá, hnědá CI-CH
bez vody**S11****m p.t.****0,0-0,3** – povrch stávající polní cesty,**0,3-2,0** – jílovito-písčitá hlína tuhá, hnědá CI-CH
bez vody

Tab. č. 1 Fyzikální a indexové vlastnosti vzorků zemin

označení	Hloubka (m p.t.)	Třída a symbol ČSN 73 6133	w (%)	w _L (%)	w _P (%)	I _P	I _c
S 2	0,8	F8 CH	26,0	51	24	27	0,93
S 5	0,6	F6 CI	24,3	43	21	22	0,84
S 8	0,6	F6 CL	20,8	34	20	13	0,96

V případě zemin třídy CH-CI-CL se z hlediska namrzavosti se jedná o zeminy vysoce až nebezpečně namrzavé, málo propustné až nepropustné, při styku s vodou rozbídné a rychle degradující. Proctorovou zkouškou zhutnitelnosti bylo u soudržných zemin na dané lokalitě dosaženo maximální objemové vlastnosti ρ_{dmax} v rozmezí 1800 - 1850 kg.m⁻³ při optimální vlhkosti $w_{opt} = 12,8-14,0 \%$.

Jak vyplývá ze zkoušek únosnosti, hodnota CBR po sycení ve vodě 96 hodin je 5-10 % a 10-20 %.

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⁻³

optimální vlhkost $w_{opt.}$ 12-35 %

Poměr únosnosti CBR

optimální vlhkost $w_{opt.}$ 2-20 %

95 % saturace vodou 0-4 %

Předpokládaný modul přetvárnosti E_{def2} neupravené pláně pod stávajícími povrchy komunikací, se bude pohybovat v rozmezí cca 20-30 MPa, v prostoru nově navržených komunikací může předpokládaný modul přetvárnosti E_{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 pláň), 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 4-6 m p.t. , v případě údolních niv místních vodotečí pak v hloubkové úrovni cca 3-4 m p.t.

Vlastnosti horninového prostředí z hlediska zasakování dešťových vod

V podloží svrchního horizontu humózních hlín se nacházejí jílovité, jílovito-písčité a prachovito-písčité zeminy. Hodnoty koeficientu filtrace těchto zemin se pohybují v rozmezí n. $10^{-8} - 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$, což lze charakterizovat jako minimálně propustné až nepropustné prostředí. Hladina podzemní vody se nachází v hloubkové úrovni větší jak 2 m p.t.. Z hlediska propustnosti horninového prostředí, lze v případě svrchního horizontu zemin konstatovat, se jedná o materiály minimálně propustné, kdy koeficient vsaku k_v svrchního horizontu nesaturované zóny horninového prostředí ve smyslu ČSN 75 90 10 byl stanoven na hodnotu **k_v v rozmezí $1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$**

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 vyplýne 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 vsakovací schopnost zasakovacího objektu nepřesáhne řádově n. $0,01 \text{ l.m}^{-2}\text{s}^{-1}$

Jako možná varianta je možnost použití kombinace povrchových vsaků – 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 akumulační 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 (nahrazující normu ČSN 73 30 50) do třídy těžitelnosti I. (dle ČSN 733050 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'