

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

Inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum

Kuřim

Intemac

p.č. 2971/42, k.ú. Kuřim

***Závěrečná zpráva o výsledcích inženýrsko-geologického průzkumu
provedeného za účelem zjištění podkladů pro zpracování projektové
dokumentace***

Brno – září 2018

1/ Úvod a použité podklady

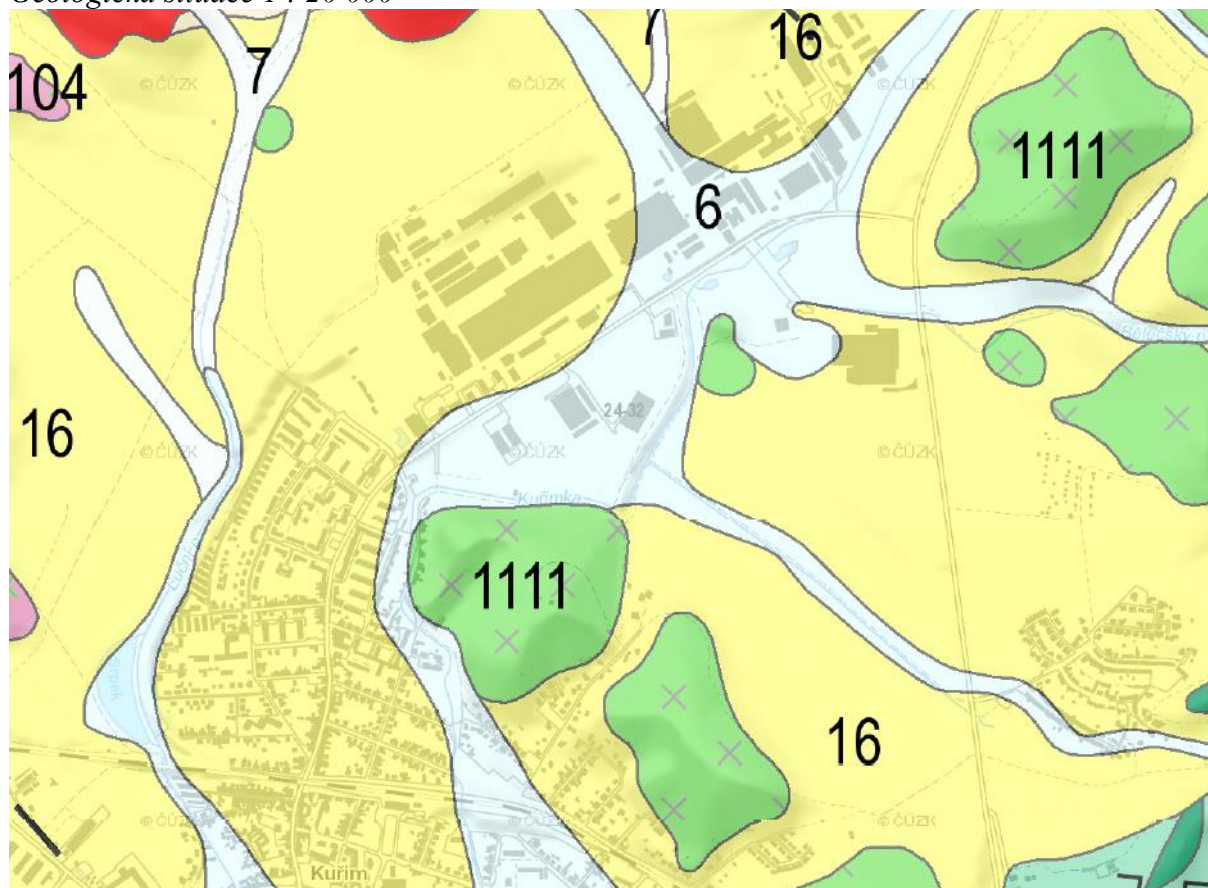
Předmětná etapa geologicko-průzkumných prací byla provedena za účelem posouzení úložních poměrů na lokalitě Kuřim v prostoru projektované přístavby haly fy. INTEMAC na pozemku p.č. 2971/42, k.ú. Kuřim. Náplní geologicko-průzkumných prací bylo určení inženýrsko-geologických a hydrogeologických poměrů v místě projektované výstavby.

2/ Přírodní poměry

Podle klimatického členění České republiky (podle E. Quittta, 1971) leží zájmové území v teplé klimatické oblasti T2, s ročním úhrnem srážek cca 580 mm a průměrnou roční teplotou 8,6 ° C. Charakteristika klimatické oblasti MT 2: Jedná se o oblast, kterou charakterizuje dlouhé, teplé a suché léto, velmi krátké přechodné období s teplým až mírně teplým jarem i podzimem a krátká mírně teplá suchá až velmi suchá zima, s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky.

Zájmové území se nachází v severní části brněnského masívu, který tvoří proterozoický podklad širšího okolí a který jako postorogení těleso po ukončení mladoassyntské tektogeneze tvoří významný fenomén tohoto území. Z hlediska petrografického jsou horniny brněnského masívu v dané části prezentovány diority a aplity. Diority se dělí na starší a mladší, jednak amfibolické a jednak amfibolicko-biotitické. Starší amfibolické diority jsou většinou jemnozrnné, šedozelené a dosti rozpadavé. Horniny brněnského masívu jsou překryty na daném území dále sedimenty neogénu sarmatského stáří. Tyto sedimenty zaujímají značnou část karpatské předhlubně. Na jihu jsou omezeny sedimenty karpatské formace. Litologicky je vývoj sarmatu značně rozmanitý. Je tvořen štěrky, písky, vápnitými jíly a lithothamniovými vápenci. Na dané lokalitě se jedná o zelenavě šedé až modrošedé slabě písčité časo až silně vápnité jíly. Mocnost a způsob uložení kvartérních sedimentů je značně kolísavá a podléhá místním vlivům. V horních svahových partiích je vyvinut zvětralinový plášť hornin brněnského masívu, jehož mocnost je odvislá tektonické porušenosti hornin, chemizmu a průniku povrchových vod do zvětrávací zóny. Většinou jsou zde vytvořena hrubozrná eluvia místy značně utěsněna splavenými hlínami, s výraznou korozí fylosilikátů a živcových minerálů. Při úpatí svahů jsou vytvořeny svahové kumulace eluviálních hornin s chaotickým uložením. Dále se na zájmovém území nachází eolické sedimenty identifikovány jako spraše nebo sprašové hlíny o různé konzistenci.

Geologická situace 1 : 20 000



Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum

- 1111 biotitit-amfibolický diorit, křemenný diorit
- 1115 metaryolit
- 1104 biotitický až amfibol biotitický granodiorit
- 1113 metabazalt, zelená břidlice
- 1086 kataklazovaný leukokrání až biotitický granit, aplitický granit
- 1103 biotitický až leukokrání granit

Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity

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

Podle platné hydrogeologické rajonizace se zájmové území nachází na rozhraní hydrogeologických rajónů 2242 – *Kuřimská kotlina* a 6570 – *Krystalinikum brněnské jednotky*, kdy z hlediska hydrogeologického rajónu 2242 – Kuřimská kotlina se jedná o reliktů neogénu vyskytujícím se na brněnském masívu.

Hydrogeologický systém brněnského masivu může být interpretován jako jednokolektorový puklinový zvodněný systém s převažujícím mělce založeným prouděním podzemních vod v přípovrchové zóně rozpukání a rozvolnění hornin přecházející v depresích terénu do deluviálních až deluviofluviálních sedimentů. Ve výchozové části hydrogeologického masivu přebírá úlohu hlavního kolektoru přípovrchová zóna rozvolnění hornin spojená se zvětralinovým pláštěm a kvartérními sedimenty probíhající v mocnosti prvních desítek metrů zhruba konformně s povrchem terénu. Tento hydrogeologický subsystém vykazuje řádově vyšší transmisivitu ve srovnání s hlubšími polohami hydrogeologického masivu bez zřetelného vlivu litologické stavby.

Generelně relativně nepropustný hydrogeologický masiv tvoří podložní izolátor kolektorů mladších litostratigrafických komplexů v jeho nadloží. Neogenní sedimenty, charakteristické častými litofaciálními změnami v horizontálním i vertikálním směru, vytvářejí z hydrogeologického hlediska systém velmi nepravidelně se střídajících izolátorů (jíly) a průlinových vrstevových kolektorů (písky, šterky). Mocnost tohoto komplexu značně kolísá v závislosti na morfologii předneogenního reliéfu podloží a v rámci z. části mapového listu narůstá směrem k J. Bazální klastika neogénu uložená na pokleslých částech brněnského masivu často pozvolna přecházejí dohrubo zrných eluvií podložních granitoidů a vytvářejí tak velmi významné kolektory, jejichž báze sahá hluboko pod místní erozní základnu a jejichž zvodnění je příznivě ovlivňováno polohou při tektonických poruchách, které drénují vodu z okolního puklinového systému hydrogeologického masivu krystalinika. Nesoudržné písky a písčité šterky jsou mírně až silně propustné (Jetel 1982), podzemní voda se v nich může za příznivých podmínek akumulovat a vytvářet tak vodárensky využitelné zvodněné kolektory s volnou i napjatou hladinou podzemní vody. Jíly, prachově až jemně písčité jíly, mnohdy vápnité, mají rovněž značný hydrogeologický význam spočívající v tom, že tvoří jednak nepropustné podloží (a umožňují tak akumulaci podzemních vod v nadložních kolektorech) a jednak stropní izolátor, který brání pronikání kontaminantů do podložních, většinou artésky napjatých zvodněných kolektorů.

Již několik metrů mocná poloha neogenních pelitů vytváří prakticky nepropustný a tudíž hydraulicky dokonale funkční stropní izolátor zaručující dostatečnou ochranu podložních kolektorů. Nejsvrchnější hydrogeologický subsystém vytvářejí kvartérní sedimenty s relativně samostatným režimem. Jedná se především o pleistocenní eolické sedimenty s izolační funkcí, zatímco holocenní fluviální sedimenty, které většinou plní z hlediska potenciální využitelnosti podzemních vod důležitou úlohu, jsou zastoupeny pouze zcela podružně.

3/ Výsledky posouzení

Vlastní lokalita se nachází ve stávajícím areálu v prostoru poznamenaném předchozí antropogenní činností – polohy navážek, průběhy inženýrských sítí.

V podloží svrchního horizontu poloh navážek o ověřené mocnosti v rozmezí cca 2,5 m převážně charakteru hlinito-písčitých a jílovito-písčitých zemin o pevné až tuhé konzistenci, se nacházejí soudržné jílovité zeminy charakteru jílovitých a jílovito-písčitých hlín o v profilu proměnlivé konzistenci v závislosti na vlhkosti těchto zemin od pevné směrem do podloží se zvyšující se vlhkostí až polotuhé konzistenci třídy CI (dle ČSN EN ISO 14688-2 zaříděné jako CI - siCI) přecházející v hloubkovém horizontu cca 6-7 m p.t. v neogenní podloží charakteru pevných jílu, kdy se kvalitativně jedná o zeminy s vysokou, v menší míře s velmi vysokou plasticitou třídy CH – CV (dle ČSN EN ISO 14688-2 zaříděné jako CI)

Hladina podzemní vody nebyla při zvýšenou vlhkost jednotlivých poloh do konečné hloubky 9 m p.t. zastižena.

Tab. č. 1 Fyzikální a indexové vlastnosti vzorků zemin

Sonda	Hloubka (m)	ČSN 73 6133 Třída a symbol	w (%)	w _L (%)	w _P (%)	I _P	I _c
VJ 1	9,0	F8 CH	25,5	61	21	39	0,90

Tab. č.2: Stlačitelnost dle ČSN CEN ISO/TS 17892-5 vrt VJ-1 hloubka 6 m p.t.

Hloubka (m)	E _{oed} (MPa)		
	0,100-0,200 (MPa)	0,200-0,400 (MPa)	0,400-0,600 (MPa)
9,0	11,5	15,5	31,9

Efektivní parametry dle ČSN CEN ISO/TS 17892-10

c_{ef} = 30,0 kPa

φ_{ef} = 16,5 °

V charakteristických vlastnostech dosahují podložní zeminy následující hodnoty –

jílovito-písčitá hlína – tuhá-polotuhá

E_{oed} = 7-9 MPa

c_u = 0,03-0,09 MPa

φ_u = 3 °

c_{ef} = 15 kPa

φ_{ef} = 30 °

v = 0,40

β = 0,47

ρ_n = 2 060 kg.m⁻³

R_{dt} = 80-120 kPa

Těžitelnost dle 73 3050 (orientačně neplatná norma)– 3-4, dle 73 6133- I

Vrtatelnost pro piloty je podle Katalogu popisů a směrných cen stavebních prací - II-III

nestabilní horizont - je nutné počítat s pažením

Neogenní sedimenty**Plastické jíly– konzistence pevná třída CH-CV**

$$E_{\text{eod}} = 11,5\text{--}31,0 \text{ MPa}$$

$$c_u = 0,08 \text{ MPa}$$

$$\varphi_u = 0^\circ$$

$$c_{\text{ef}} = 30 \text{ kPa}$$

$$\varphi_{\text{ef}} = 16,5^\circ$$

$$\nu = 0,42$$

$$\beta = 0,37$$

$$\rho_n = 2000 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$R_{\text{dt}} = 200 \text{ kPa}$$

Těžitelnost dle 73 3050 (orientačně neplatná norma)– 3-4, dle 73 6133- I

Vrtatelnost pro piloty je podle Katalogu popisů a směrných cen stavebních prací - III-IV

Plošné zakládání

V případě zakládání na soudržných zeminách třídy CI se jedná se o typ stlačitelné základové půdy (je nutno předpokládat nestejnou stlačitelnost), dlouhodobě konsolidující. Vzhledem k charakteristice základových půd je nutno dodržet následně uvedené podmínky zakládání jednotlivých objektů stavby. Z hlediska klimatického i z hlediska geologického a s přihlédnutím k mechanicko-fyzikálním vlastnostem základových půd, je nutné základovou spáru situovat minimálně 1,2 m pod upraveným terénem – vždy pod úrovní zastižených poloh navážek. Základovou spáru je třeba chránit před povětrnostními vlivy, nadměrně vlhká jílovitá hlína v základové spáře nemá dostatečné parametry pevnosti, aby bezpečně přenesla zatížení stavby a nedošlo k deformaci podzákladí.

Aby sedání jednotlivých objektů bylo rovnoměrné je nutno zakládat jednotlivé objekty stavby na základových půdách shodných, případně provést oddílování jednotlivých objektů a to i o rozdílném zatížení . V případě výskytu základových půd rozdílných je nutno přizvat zpracovatele této zprávy na přejímku základové spáry, který na místě navrhne příslušná opatření na eliminaci tohoto negativního vlivu-viz. výše.

Hlubinné zakládání

Pro předběžný návrh délek pilotových základů lze vycházet z následujících doporučených hodnot normového namáhání na špičce (q_0) a na plášti piloty (q_s) pro jílovité hlíny polopevné až pevné konzistence

$$- q_0 = 1,0 \text{ MPa}$$

$$- q_s = 0,04 \text{ MPa}$$

Při stanovení svislé i vodorovné únosnosti pilot jsou rozhodující základové poměry a přípustné přetvoření horní konstrukce.

Dále je nutno přihlídnout k průřezovým rozměrům dříku a paty, hloubce vetknutí do únosné vrstvy, způsobu zatížení, ke geometrii piloty, k výrobnímu postupu, způsobu přenášení zatížení do základové půdy a ke druhu materiálu piloty. Vzhledem k té skutečnosti, že se předpokládá ukotvení pilot v podložních plastických jílech které se vyskytují v ověřené hloubkové úrovni cca 6-7 m p.t., je nutno počítat, že se jedná o typ základové půdy stlačitelné, dlouhodobě konsolidující. **Je nutno předpokládat, že hloubení pilot bude komplikovat částečně nestabilní horizont vodonasycenných jílovito-písčitých zemin**

Komunikace zpevněné plochy

Pod svrchním horizontem navážek převážně charakteru jílovito-písčitých hlín se vyskytují soudržné zeminy na základě výsledků laboratorních analýz ve smyslu ČSN 73 6133 zatříděné jako CI – středně plastický jíl což znamená, že z hlediska zařazení do podloží násypů lze tyto zeminy dle ČSN 73 6133 označit jako nevhodné pro použití bez úpravy do aktivní zóny komunikace a nevhodné k přímému použití do násypu bez úpravy. Z hlediska namrzavosti se jedná o zeminy ve svrchním horizontu o vysoce až nebezpečně namrzavé, málo propustné až nepropustné, při styku s vodou rozbrídavé a rychle degradující, tyto zeminy se nedoporučují pro stavbu zemního tělesa do aktivní zóny bez úpravy.

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	%

Předpokládaný modul přetvárnosti E_{def2} upravené pláně (pod polohami navážek) v případě dosažení optimální vlhkosti podložních zemin může dosáhnout maximálních hodnot v rozmezí 20-30 MPa - nutno ověřit zkouškami při odkrytí pláně, **hodnoty modulu přetvárnosti budou zásadně ovlivněny aktuálními klimatickými poměry**. Z hlediska úpravy zemin je 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 je možná rovněž výměna zemin v podloží komunikací a zpevněných ploch 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

4/ Hydrogeologické posouzení z hlediska vlastností horninového prostředí pro zasakování srážkových vod

Vlastní lokalita se nachází v rovinatém terénu poznamenaném antropogenní činností – terénní úpravy, stávající zpevněné plochy a zástavba, polohy navážek o ověřené mocnosti v rozmezí cca 5-6 metrů. V jejich podloží se nacházejí soudržné zeminy charakteru jílovito-písčitých a jílovitých hlín přecházející ve vysoce plastické jíly. Na základě zrnitostních rozborů se orientační hodnoty koeficientu filtrace těchto soudržných zemin pohybují v rozmezí n. $10^{-7} - 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$ což lze charakterizovat jako minimálně propustné až nepropustné prostředí. Hladina podzemní vody podzemní vody se vyskytuje v hloubkové úrovni cca 10-12 m p.t.

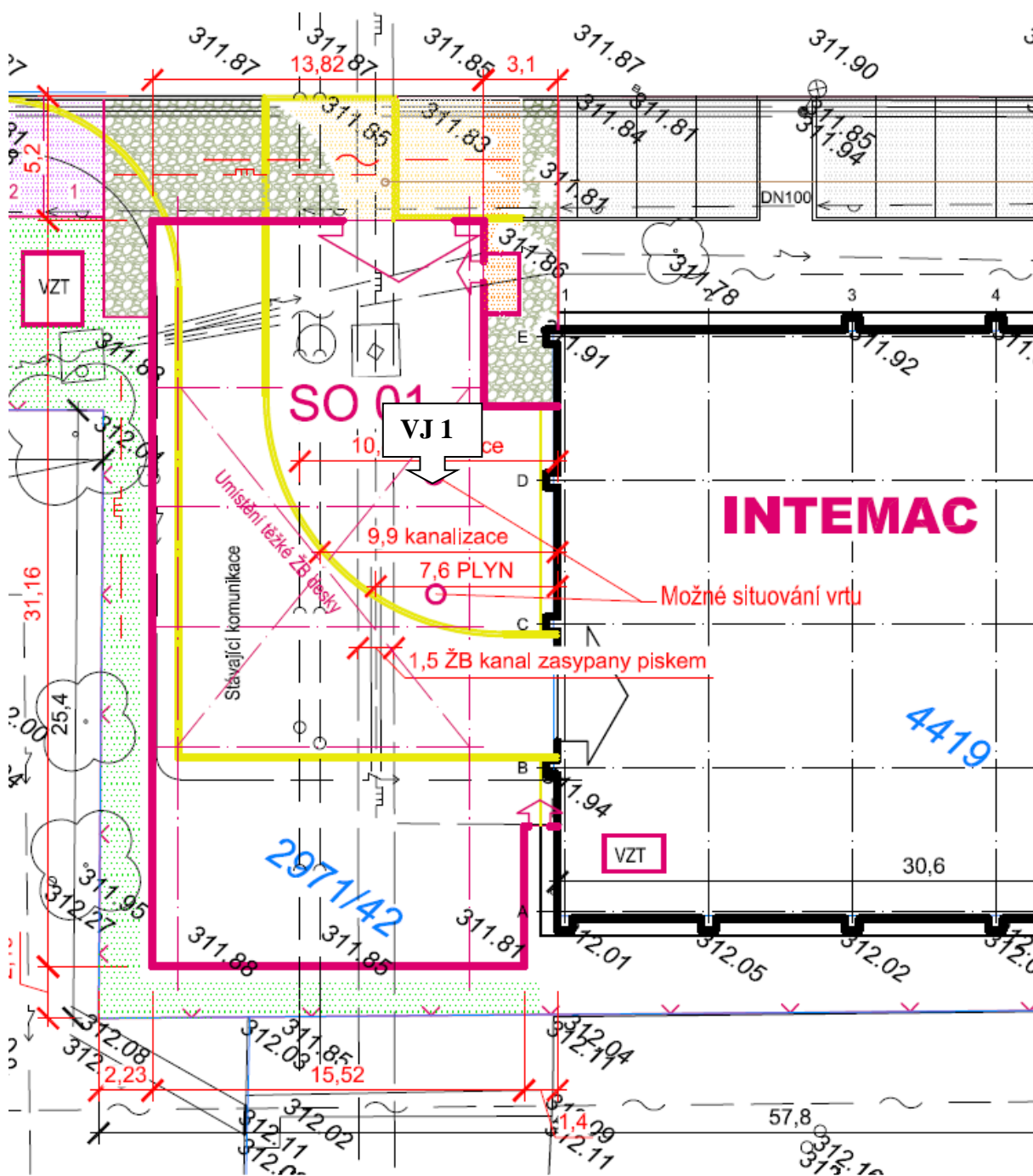
Obecně je možno konstatovat, že zásadním problémem při likvidaci dešťových vod formou vsaku je vyřešení nárazové akumulace přívalových vod a fakt, že na vlastní propustnosti horninového prostředí má vliv mnoho činitelů jako je tvar a velikost zrn, mineralogické složení, příměs jílovitých materiálů a především vodonasycenost zemin o vyšším podílu jílovité a prachovité složky.

Na dané lokalitě lze z hlediska propustnosti v případě svrchního horizontu zemin předpokládat výrazně nehomogenní prostředí různorodých navážek o proměnlivé mocnosti a propustnostech, kdy koeficient vsaku k_v v daném prostředí se pohybuje v rozmezí cca n. 10^{-5} - 10^{-8} m.s^{-1} , v jejichž podloží se vyskytují jílovité zeminy, kdy z hlediska propustnosti se jedná převážně o zeminy minimálně propustné a při vyšší vlhkosti až nepropustné. Je třeba upozornit, že se jedná o zeminy citlivé na změnu vlhkosti.

V případě zasakování dešťových vod do horninového prostředí vzniká na posuzované lokalitě reálné riziko negativního ovlivnění hydrogeologických a úložních poměrů v zájmovém území a následně negativní ovlivnění stability stávajících, případně projektovaných objektů v posuzovaném území i u přilehlých pozemků, kdy toto riziko je podmíněno ověřenými úložními a hydrogeologickými poměry zájmového území a to především polohami navážek a hustou zastavěností oblasti v návaznosti na úložní a morfologické poměry daného území. Likvidace srážkových vod zasakováním do nesaturované zóny horninového prostředí není s ohledem na výše uvedená rizika v daném území možná a nelze ji doporučit. Likvidaci dešťových vod je v daném případě doporučeno realizovat formou odvedením do dešťové kanalizace.

Vypracoval : Ing. Albert Kmet'

Situace na lokalitě



GEON, s.r.o. 664 52 Sokolnice, Na Padělkách 421		GEOLOGICKÁ DOKUMENTACE VRTU		VJ-1	
Vrtmistr: Typ soupravy: URB 2A Datum provedení - od: 17.9.2018 - do: 17.9.2018		Hloubka sondy [m]: 9.00 Hladina podz. vody: nebyla zastižena naražená [m]: ustálená [m]:		Y= 601 943.00 X= 1 147 303.00 Z= 312.00 Souř.systémy: JTSK / Balt	
od: [m] do: [m] vrtáno DN [mm]		od: [m] do: [m] paženo DN [mm]		Okres: Katastr.území: Kuřim Mapa 1:25000: 24-322	

<div style="text-align: center; font-size: 1.5em; font-weight: bold;">VJ-1</div>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">od</th> <th style="width: 10%;">do</th> <th style="width: 80%;">GEOLOGICKÝ POPIS HORNIN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.20</td> <td>2: Humózní vrstva ,</td> </tr> <tr> <td>0.20</td> <td>1.00</td> <td>1: Navážka , hlinito-písčité, s písčitymi polohami a ojedinělými šterky, středně ulehle</td> </tr> <tr> <td>1.00</td> <td>2.40</td> <td>1: Navážka , jílovito-písčité hlíny, s ojedinělými šterky, tuhé až pevné, neostrý předchod do podloží</td> </tr> <tr> <td>2.40</td> <td>3.10</td> <td>14: Jíl se střední plasticitou, černohnědé, jílovité hlíny, polotuhé</td> </tr> <tr> <td>3.10</td> <td>3.30</td> <td>15: Jíl s vysokou plasticitou, černé vysoce plastické jíly, pevné</td> </tr> <tr> <td>3.30</td> <td>4.10</td> <td>24: Hlína se střední plasticitou, žlutohnědé, prachovito-jílovité hlíny, slabě písčité, tuhé, vápenné konkrce</td> </tr> <tr> <td>4.10</td> <td>5.60</td> <td>32: Hlína jílovitá písčitá, žlutohnědé, tuhé až pevné, proměnlivá vlhkost, slabě písčité, vápenné konkrce</td> </tr> <tr> <td>5.60</td> <td>6.40</td> <td>32: Hlína jílovitá písčitá, žlutohnědé, tuhé až polotuhé, směrem do podloží vyšší vlhkost, slabě písčité, vápenné konkrce</td> </tr> <tr> <td>6.40</td> <td>9.00</td> <td>15: Jíl s vysokou plasticitou, zelenohnědé jíly, pevné, písčité polohy</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> </div>			od	do	GEOLOGICKÝ POPIS HORNIN	0.00	0.20	2: Humózní vrstva ,	0.20	1.00	1: Navážka , hlinito-písčité, s písčitymi polohami a ojedinělými šterky, středně ulehle	1.00	2.40	1: Navážka , jílovito-písčité hlíny, s ojedinělými šterky, tuhé až pevné, neostrý předchod do podloží	2.40	3.10	14: Jíl se střední plasticitou, černohnědé, jílovité hlíny, polotuhé	3.10	3.30	15: Jíl s vysokou plasticitou, černé vysoce plastické jíly, pevné	3.30	4.10	24: Hlína se střední plasticitou, žlutohnědé, prachovito-jílovité hlíny, slabě písčité, tuhé, vápenné konkrce	4.10	5.60	32: Hlína jílovitá písčitá, žlutohnědé, tuhé až pevné, proměnlivá vlhkost, slabě písčité, vápenné konkrce	5.60	6.40	32: Hlína jílovitá písčitá, žlutohnědé, tuhé až polotuhé, směrem do podloží vyšší vlhkost, slabě písčité, vápenné konkrce	6.40	9.00	15: Jíl s vysokou plasticitou, zelenohnědé jíly, pevné, písčité polohy
od	do	GEOLOGICKÝ POPIS HORNIN																																
0.00	0.20	2: Humózní vrstva ,																																
0.20	1.00	1: Navážka , hlinito-písčité, s písčitymi polohami a ojedinělými šterky, středně ulehle																																
1.00	2.40	1: Navážka , jílovito-písčité hlíny, s ojedinělými šterky, tuhé až pevné, neostrý předchod do podloží																																
2.40	3.10	14: Jíl se střední plasticitou, černohnědé, jílovité hlíny, polotuhé																																
3.10	3.30	15: Jíl s vysokou plasticitou, černé vysoce plastické jíly, pevné																																
3.30	4.10	24: Hlína se střední plasticitou, žlutohnědé, prachovito-jílovité hlíny, slabě písčité, tuhé, vápenné konkrce																																
4.10	5.60	32: Hlína jílovitá písčitá, žlutohnědé, tuhé až pevné, proměnlivá vlhkost, slabě písčité, vápenné konkrce																																
5.60	6.40	32: Hlína jílovitá písčitá, žlutohnědé, tuhé až polotuhé, směrem do podloží vyšší vlhkost, slabě písčité, vápenné konkrce																																
6.40	9.00	15: Jíl s vysokou plasticitou, zelenohnědé jíly, pevné, písčité polohy																																
Legenda: Vzorky s číslem laboratorního rozboru. Podzemní voda s číslem zvodně. neporušený porušený jádro technolog. skalní jlný voda naražená hladina ustálená hladina																																		
Poznámka:																																		

Název akce: Kuřim Intemac,		Měřítko: 1: 100	Zak. číslo: 2018917
Dokumentoval: Kmeř	Vyhodnotil:	Zpracoval:	Příloha č.: 1