

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-geologické s hydrogeologické posouzení lokality

Brno-Židenice

p.č. 5853/1

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

Brno – duben 2017

1/ Úvod a použité podklady

Předmětná etapa geologicko-průzkumných prací na lokalitě byla provedena za účelem posouzení stávajících úložních poměrů a charakteristik horninového podloží na lokalitě Brno, Židenice, na pozemku p.č. 5853/1. Rozsah průzkumných prací vycházel ze stávajících znalostí o lokalitě, vyplývajících z výsledků předchozích průzkumných prací v zájmovém území a následně vlastních průzkumných prací na lokalitě, jejichž rozsah byl podmíněn stávající dostupností lokality.

2/ Geologické a hydrogeologické poměry všeobecně







Z geomorfologického hlediska se zájmové území nachází v oblasti Řečkovicko-kuřimského prolomu. Jedná se o sníženinu směru JJV-SSZ, která odděluje Bobravskou vrchovinu od Dražanské vrchoviny. Z hlediska regionálně geologického se zájmová oblast nachází v severní části karpatské předhlubně, která je vyplněna sedimenty spodně tortonského stáří. Jedná se o vápnité jíly, zelenavěšedé až modrošedé. Místa jsou jíly jemně písčité s písčitými proplásky jemnozrnných písků. Jíly neogenního podloží jsou výrazně prekonsolidované, mají v daném prostoru zarovnaný povrch. V povrchových zvětralých partiích mají charakter zeminy, hlouběji pak poloskalní horniny. Vlastní území se nachází na rozhraní sedimentů okrajové části aluviální nivy řeky Svitavy respektive Ponávky a mohutné sprašové návěží pleistocenního stáří, která překrývá východně exponované svahy brněnského masivu a v nejnižších polohách svahu zasahuje až k údolní nivě řeky Svitavy.

Geologická situace 1 : 20 000



kvartér

Jednotka nerozlišena

	6	nivní sediment
	16	spraš a sprašová hlína
	7	smíšený sediment
	27	písek, štěrk
	1	navážka, halda, výsypka, odval
	13	kamenitý až hlinito-kamenitý sediment

Vlastní údolní niva je budována v převážné většině dvěma souvrstvími říčních uloženin čtvrtohorního stáří. Svrchní nadložní souvrství tvoří jemnozrnné říční uloženiny-splavené jemnozrnné převážně eolické sedimenty charakteru prachovitě a jemně písčitých hlín nebo jílu, popř. hlinitých a jílovitých písků o tuhé, měkké až kašovitě konzistenci. Tyto sedimenty nasedají na písčité a štěrkovitopísčité sedimenty údolní terasy. Spraše a sprašové hlíny jsou zastoupeny v několika generacích, které se navzájem odlišují barevně. Spraše spočívají z části přímo na neogenním podloží prezentovaném šedozelenými, rezavě skvrnitými, vápnitými jíly, vysoce plastickými a pevné konzistence – tégly a zčásti na štěrcích a písčích nízké říční terasy, která zde byla uložena akumulací činností toku Svitavy.

Vlastní území se nachází v oblasti základního hydrogeologického rajónu č. 2241 Dyjsko-svratecký úval, stejnojmenný útvar podzemních vod č. 22410 a svrchního hydrogeologického rajónu č. 1643 Kvartér Svatky, stejnojmenný útvar podzemních vod č. 16430. Fluviální kvartérní uloženiny jsou v daném území nejvýznamnějším hydrogeologickým celkem. 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).

Údolní niva je budována dvěma odlišnými souvrstvími s rozdílným hydrogeologickým významem. Svrchní je tvořeno jílovitými sedimenty, které jsou relativně nepropustné a tvoří izolátor před potenciální infiltrací kontaminantů do podzemních vod. Druhý průlinový horizont je budován písčitými a štěrkopísčitými sedimenty. Podložní jíly, které leží v podloží kvartérních uloženin, tvoří počevní izolátor. Ve fluviálních sedimentech je vyvinut systém vzájemně komunikujících průlinových kolektorů ve fluviálních sedimentech údolních niv a terasových stupňů různých výškových úrovní.

Posuzovaná lokalita je součástí rovinaté údolní nivy na řeku Svitavy, kdy tato je tvořena dvěma hlavními souvrstvími. A to svrchní souvrství které je složeno z jílovitých a prachovitýjílovitých sedimentů a spodním souvrstvím nacházejícím se v hloubkové úrovni, které je tvořeno písčitými šterky s valouny o průměru 2-8 cm ojediněle do 15 cm, v jejichž podloží se nacházejí neogenní jíly o tuhé směrem do podloží pak pevné konzistence s polohami písků.

Sedimenty údolní nivy obsahují průlinovou podzemní vodu, která proudí především dobře propustnými písčitými šterky spodního souvrství a zčásti nasycuje i nadložní prachovité jíly, které mohou způsobovat mírné napjatí hladiny podzemní vody.

Hladina podzemní vody je v zájmovém území souvislá a je v přímé hydraulické spojitosti s hladinou ve Svitavě. Proto je nutno počítat s kolísáním hladiny případně její napjatosti v závislosti na změnách stavů. Lokalita není součástí žádného chráněného území případně chráněné oblasti ani nespadá do žádného ochranného pásma přirozené akumulace.

3/ výsledky průzkumných prací

úložní poměry

Vlastní lokalita se nachází v prostoru okrajové části nízké terasy lemující rozlehlou údolní nivou řeky Svitavy. Okraj údolní nivy není morfologicky patrný, poněvadž je maskován mocnými polohami navážek a vlastními historickými objekty. V jejich podloží se nacházejí středně plastické jíly – svrchní horizont náplavových sedimentů. Konzistence svrchního horizontu soudržných zemin je v rozsahu od tuhé, polotuhé až měkké. Jak vyplývá z výsledků průzkumných prací a archivních materiálů mocnost těchto souvrství jemnozrnných zemin zařazených do třídy CI, místy se šterkopísčitými polohami která jsou relativně stálá a jejich báze je vyvinuta v hloubkovém horizontu cca 5,0 m p.t.

V jejich podloží se nachází horizont zvodnělých středně až hrubozrnných písků se šterky, kdy se jedná o okraj údolní terasy. Zahliněné písky se šterky a písčité šterky, jsou středně ulehle s dobře opracovanými valouny třídy GM. Mocnost tohoto horizontu, která se pohybuje v dané části území v rozmezí cca 0,5-1,0 m, je závislá na úrovni svrchní vrstevní plochy podložních neogenních jíků, které jsou vápnité, vysoce plastické, tuhé směrem do podloží pevné konzistence a jsou zařazené do třídy CH. V dané části území byly ověřeny v hloubkové úrovni cca 5,0-6,0 m p.t.

Doporučené fyz. mech. veličiny do statických výpočtů :

Jílovité hlíny – konzistence tuhá - polotuhá CI - CL

$$E_{\text{eod}} = 3-6 \text{ MPa}$$

$$c_u = 0,02-0,06 \text{ MPa}$$

$$\varphi_u = 0^\circ$$

$$c_{\text{ef}} = 0,004-0,01 \text{ MPa}$$

$$\varphi_{\text{ef}} = 15-16^\circ$$

$$\nu = 0,40$$

$$\beta = 0,47$$

$$\rho_n = 2\,100 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$R_{\text{dt}} = 80-100 \text{ kPa}$$

Písky – štěrkopísky GM

$$E_{\text{eod}} = 10-14 \text{ MPa}$$

$$c_u = 0,02-0,05 \text{ MPa}$$

$$\varphi_u = 0^\circ$$

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

$$\varphi_{\text{ef}} = 20-30^\circ$$

$$\nu = 0,30-0,35$$

$$\beta = 0,62-0,74$$

$$\rho_n = 1\,800 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$R_{\text{dt}} = 200-300 \text{ kPa}$$

Neogenní sedimenty

Plastické jíly – konzistence tuhá až pevná CH-CV

$$E_{\text{eod}} = 8-10 \text{ MPa}$$

$$c_u = 0,1 \text{ MPa}$$

$$\varphi_u = 0^\circ$$

$$c_{\text{ef}} = 0,012 \text{ MPa}$$

$$\varphi_{\text{ef}} = 13^\circ$$

$$\nu = 0,42$$

$$\beta = 0,37$$

$$\rho_n = 2\,000 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$R_{\text{dt}} = 120-160 \text{ kPa}$$

Hladina podzemní vody se vyskytuje v hloubkové úrovni cca 5,0 m p.t., vázaná na horizonty průlinčitého kolektoru podložních štěrkopísků v daných hloubkových úrovních. Ve smyslu ČSN EN 206-1, tabulka 2 se z hlediska chemického působení vody na beton vyskytuje na lokalitě slabě agresivní chemické prostředí (XA1) a to vzhledem k zvýšené koncentraci síranů a výskytu CO₂, z hlediska chemického působení vody na ocel je agresivita podle tab. 1 a 2 velmi vysoká (IV.)

komunikace a zpevněné plochy

Orientačně určený modul přetvárnosti E_{def2} stávající pláň se v dané části území pohybuje v rozmezí cca 20-30 MPa – daný údaj vychází z výsledků sondážních prací, kdy horizont navážek, násypů byl ve svrchním horizontu převážně relativně ulehlý – tento předpoklad je nutno posoudit a ověřit zkouškami při odkrytí pláň odpovědným geotechnikem. Po terénních úpravách na lokalitě je doporučeno provedení kontrolního protokolárního určení modulu přetvárnosti na projektované pláni komunikace a zpevněných ploch a provedení případného upřesnění vlastního navrženého technologického postupu úpravy podloží.

V případě požadavku na úpravu pláň je možná výměna zemin v podloží komunikací a zpevněných ploch dobře hutnitelnými materiály frakce 0-63 mm, resp. 0 – 32 mm o mocnosti zabezpečující dosažení požadované hodnoty E_{def2} na pláni (předpoklad 45 MPa) při požadovaném poměru $E_{\text{def1}} / E_{\text{def2}}$ (předpoklad 2,2). 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 $w_{\text{opt}} + 2 \%$ 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, případně zpevněné plochy** je nutná úprava případně stabilizace těchto zemin. Jako možná varianta **zlepšení násypových zemin v případě použití pod podlahy a zpevněné plochy** je jejich stabilizace jejímž cílem je zlepšení mechanických parametrů a to především pevnosti. Jako možná varianta je stabilizace

- jinou zeminou
- hydraulickými pojivy

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. Použije se pažení příložené s mezerami a roubení dimenzované na tlačivou zeminu. 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. Kanalizaci a kanalizační objekty nutno provést vodotěsně.

S čerpáním podzemní vody není nutno do hloubkové úrovně cca 5 m p.t. uvažovat. 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.

4/ Vlastnosti horninového prostředí v prostoru projektovaného vsaku

Pod svrchním horizontem poloh navážek o mocnosti do cca 3,0 m se nacházejí soudržné zeminy, kdy hodnoty koeficientu filtrace těchto zemin se pohybují v rozmezí n. 10^{-7} m.s^{-1} , což lze charakterizovat jako minimálně propustné prostředí. V podloží těchto pelitických sedimentů eolického původu se nachází v úrovni cca 5-6 m p.t. horizont fluvialních sedimentů prezentovaný zahliněnými štěrkopísky, kdy z hlediska hydrogeologického se jedná o komunikující průlinový kolektor s drenážním účinkem Svitavy a jejich přítoků. Z hlediska hydrogeologického se v případě daného horizontu jedná o horninové prostředí s koeficientem filtrace pohybujícím se v rozmezí řádově cca n. 10^{-4} m.s^{-1} .

V jejich podloží se pak vyskytují vysoce plastické jíly, kdy v daném případě se orientační hodnoty koeficientu filtrace soudržných zemin pohybují v rozmezí n. 10^{-8} m.s^{-1} což lze charakterizovat jako málo propustné až nepropustné prostředí.

Tab. – Propustnosti nesaturovaného prostředí

Typ zeminy	Koeficient filtrace - k_f (m.s^{-1})	Koeficient vsaku k_v (m.s^{-1})
Jílovité zeminy	$5 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$
Zahliněné štěrkopísky	$5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$

Zasakování srážkových vod

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

Svrchní souvrství kvartérních zemin zastoupené soudržnými zeminami je obecně pro vodu minimálně málo propustné, kdy koeficient propustnosti se pohybuje v rozmezí cca $n \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$, z čehož plyne jak nízká schopnost akumulace, tak i nízký vsak vod do propustnějšího podloží. Jako propustné lze označit níže položené souvrství nesoudržných zemin budované štěrky v různém stupni zahlinění, kdy koeficient propustnosti daného souvrství se na základě křivek zrnitosti pohybuje v rozmezí cca $n \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ nacházející se v předpokládané hloubkové úrovni od cca 5-6 m p.t. Retenční objem zasakovacího objektu 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 retenční schopnost zasakovacího objektu nepřesáhne řádově $n \cdot 0,1 \text{ l/s}$ - koeficient vsaku $k_v = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$.

Za účelem inicializace zasakování dešťových vod do horninového prostředí je navrženo vybudovat ve dně jámy pro uložení zasakovacích objektů vertikální propojovací prvky formou štěrkových zasakovacích šachet o průměru cca 1 m, případně vrtů o průměru do 0,3 m kdy tyto budou vyplněny průlinčitým nesoudržným materiálem – optimálně kačírkem, na svrchní úroveň podložních štěrko-písčitých zemin. Jednou z podmínek daného řešení je vyplnění daného vsakovacího objektu průlinčitým materiálem o propustnosti v řádu $k_f = n \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ a to minimálně 1 metr nad ustálenou hladinou podzemní vody a kdy toto opatření bude zajišťovat vsakování vod přes průlinčité prostředí do níže uložených propustnějších horizontů. Navrženým řešením, kdy propustnost průlinčitého materiálu výplně vrtů je shodná s propustností přirozeného horninového prostředí nesoudržných štěrko-písčitých zemin se splní požadavek v souladu s ČSN 75 9010 – Vsakovací zařízení srážkových vod a to i v případě, že vlastní vsakovací vrtů budou ukončeny na úrovni hladiny podzemní vody.

Vlastní návrh řešení likvidace dešťových vod formou zasakováním do nesaturované zóny horninového prostředí je v souladu s předpokládanými úložními a hydrogeologickými poměry na lokalitě, kdy tento předpoklad bude ověřen v další etapě průzkumných prací.

Z hlediska ochrany kvality podzemních a povrchových vod v oblasti 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 rovněž nedojde k negativnímu ovlivnění stability území a objektů na přilehlých pozemcích. V průběhu realizace a budování jednotlivých zasakovacích objektů je nutné provedení přejímky základové spáry a jednotlivých etap budování zasakovacích objektů. Po ukončení vystrojovacích prací bude provedena poloprovozní nálevová zkouška za účelem ověření funkčnosti zasakovacího systému.

Vypracoval : Ing. Albert Kmeť

situace na lokalitě

