

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 602736902

e-mail info@geon.cz

Inženýrsko-geologické a hydrogeologické posouzení

Brno-Černá Pole

Černopolní 217/22a

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

***Fakultní nemocnice Brno
Jihlavská 20
625 00 Brno***



Prosinec 2024

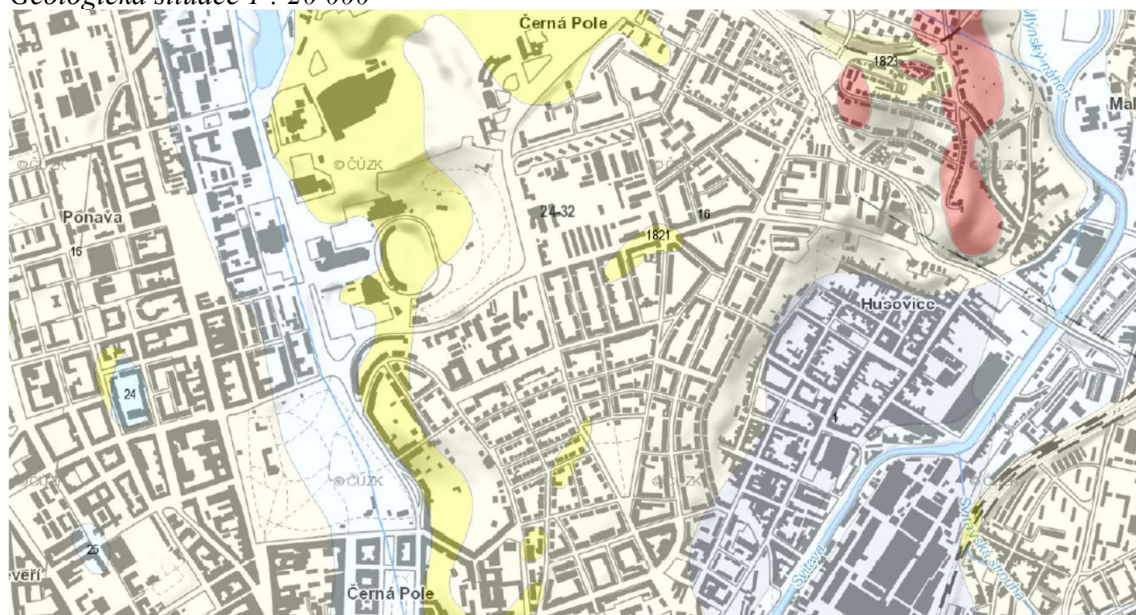
1/ Úvod a použité podklady

Předmětná etapa geologicko-průzkumných prací na lokalitě byla provedena za účelem inženýrsko-geologického a hydrogeologického posouzení na lokalitě Brno, k.ú. Černá Pole Černopolní 22a pavilon S v dětské nemocnici v Brně. Náplní geologicko-průzkumných prací bylo objasnění inženýrsko-geologických a hydrogeologických poměrů v místě projektované výstavby v rozsahu dle zadání na základě archivních podkladů.

2/ Geologické a hydrogeologické poměry všeobecně

Z geomorfologického hlediska se zájmové území nachází v oblasti Dyjsko-svrateckého úvalu, patřící do podsoustavy Západních vněkarpatských sníženin. Širší prostor přechází plynule do Dyjsko-svratecké nivy a patří povodí Svatky a jejím přítokům. Předkvarterní podloží je představováno komplexem hornin brněnského masivu a neogenními sedimenty čelní hlubiny. Z hlediska regionálně geologického se zájmová oblast nachází v severní části karpatské čelní hlubiny, která je prezentována bazálními a okrajovými klastiky s písčito-šterkovými vývoji, které přecházejí do vápnitých prachových jíílů, tzv. téglů. Místy jsou jííly jemně písčité s písčítými proplástky jemnozrnných písků. Jííly neogenního podloží jsou výrazně prekonsolidované, mají zvlněný povrch a v povrchových zvětralých partiích mají charakter zeminy, hlouběji pak poloskalní horniny. Tercierní sedimenty překrývající brněnský masiv zasahují prstovitě údolími vodních toků hluboko do jeho vnitrozemí. 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 fluviálními sedimenty. Svahové sedimenty jsou rozšířeny v oblasti pahorkatin a jsou zastoupeny pestrá škálou zemin zrnitostně náležejících středně (popř. nízce) plastickým jíílům s proměnlivou příměsí písčité frakce a ostrohranných úlomků matečné horniny frakce šterk-kámen. Významným tvarem nížin je plochý relief mohutných sprašových návějí v závětrří vrchovin, které jsou budovány především středně plastickými vápnitými sprašemi a sprašovými hlínami značných mocností rozšířených s výjimkou izolovaných ostrůvků prakticky v celém regionu zájmové oblasti. Kromě zmíněných typických spraší tu existuje i celá řada přechodových typů, které bez zřetelných přechodových horizontů souvisí s deluviálními, případně fluviodeluviálními sedimenty. 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 jííly, vysoce plastickými a pevné konzistence – tégly.

Geologická situace 1 : 20 000



karpatská předhlubeň

Jednotka nerozlišena

- | | | |
|--|------|--|
| | 1821 | vápnitý jíł (těgl), místy s polohami písků |
| | 1823 | klastika - písky, štěrky se zpevněnými polohami pískovce, slepence |

Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum

brunovistulikum

moravskoslezská oblast

brněnský masiv

- | | | |
|--|------|--|
| | 1099 | šedý, načervenalý biotitický granodiorit |
| | 1098 | šedý, biotitický granodiorit |
| | 1132 | granodioritový, dioritový porfyr |
| | 1113 | metabazalt, zelená břidlice |

Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity

Region nerozlišen

kvartér

Jednotka nerozlišena

- | | | |
|--|----|--------------------------------|
| | 6 | nivní sediment |
| | 24 | písek, štěrk |
| | 7 | smíšený sediment |
| | 16 | spraš a sprašová hlína |
| | 1 | navážka, halda, výsypka, odval |

Vzhledem k situování lokality v zastavěné části je povrch terénu zarovnán vrstvami recentních navážek a lze předpokládat jejich proměnlivou mocnost a ulehlost. Lokalita je výrazně poznamenána antropogenní činností a různými povrchovými úpravami – zástavba, komunikace, zpevněné plochy, inženýrské sítě.

Vlastní území náleží do hydrogeologického rajónu č. 2241 - Dyjsko-svratecký úval, stejnojmenný útvar podzemních vod č. 22410. 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). V závislosti na geologické stavbě a litofaciálním vývoji sedimentární výplně předhlubně lze v zájmové oblasti vymezit infiltrační oblasti (na z. a sz. okraji neogenních sedimentů) s volným režimem proudění podzemních vod a struktury dílčích artéských pánví s napjatými zvodněmi. S ohledem na způsob uložení neogenních sedimentů není na většině území předpoklad pro vzájemnou hydrogeologickou komunikaci volných nebo napjatých neogenních zvodní s hydrogeologickými kolektory fluviálních sedimentů v jejich nadloží. Pelitická souvrství o mocnostech až několika set metrů mají funkci jak podložních, tak především stropních izolátorů. Ve fluviálních sedimentech je vyvinut systém vzájemně komunikujících průlinových kolektorů ve fluviálních sedimentech údolních niv a terasových stupňů různých výškových úrovní. Část terasových uloženin je překryta sprašemi a

3/ Technické závěry

Vlastní lokalita se nachází v městské části Černá Pole, kdy posuzované území je poznamenáno antropogenními vlivy a to především existencí stávající zástavby. Pod svrchním horizontem poloh navážek se nacházejí soudržné zeminy, kdy se ve svrchním horizontu jedná převážně o sprašové hlíny promísené s eluviálními polohami podložních neogenních jíků, kdy tyto zeminy lze klasifikovat jako středně plastické jíly třídy CI o převážně o pevné konzistenci místy s vápennými konkréciemi, přecházející v hloubkové úrovni cca 1-3 m p.t. v neogenní podloží charakteru vysoce plastických jíků, třídy CH-CV o pevné konzistenci s polohami jemnozrnných písků o mocnosti cca několik mm. Hladina podzemní vody se vyskytuje v hloubkové úrovni větší jak 10 m p.t.

doporučené fyz. mech. veličiny do statických výpočtů v předpokládané úrovni základové spáry
sprašové hlíny - pevné

$$E_{def} = 8 \text{ MPa}$$

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

$$\varphi_u = 0^\circ$$

$$c_{ef} = 0,015 \text{ MPa}$$

$$\varphi_{ef} = 20^\circ$$

$$\nu = 0,40$$

$$\beta = 0,47$$

$$\rho_n = 1950 \text{ kg.m}^{-3}$$

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

Těžitelnost dle 73 3055– 3, dle 73 6133- I

Vrtatelnost pro piloty - III

plastický jíl - konzistence pevná CH-CV

$$E_{def} = 10 \text{ MPa}$$

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

$$\varphi_u = 3-5^\circ$$

$$c_{ef} = 0,27 \text{ MPa}$$

$$\varphi_{ef} = 18,5^\circ$$

$$\nu = 0,42$$

$$\beta = 0,37$$

$$\rho_n = 1850 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$R_{dt} = 160 \text{ kPa orientačně}$$

Těžitelnost dle 73 3055– 3, dle 73 6133- I

Plošné založení

Vzhledem k charakteristice základových půd je nutno dodržet následně uvedené podmínky zakládání jednotlivých objektů stavby. V případě plošného zakládání je vzhledem k charakteristice základových půd nutno dodržet následně uvedené podmínky zakládání. Z hlediska klimatického i z hlediska geologického a s přihlédnutím k mechanicko-fyzikálním vlastnostem základových půd, se doporučuje základovou spáru v případě výskytu sprašových hlín 1,2 m p.t., v případě výskytu vysoce plastických jílů v základové spáře 1,6 m pod upraveným terénem, vždy pod horizonty případně se vyskytujícími 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. V případě zakládání na soudržných jílovitých zeminách je nutno předpokládat, že se jedná se o typ stlačitelné základové půdy (je nutno předpokládat nestejnou stlačitelnost), dlouhodobě konsolidující. Při vysychání dochází ke smršťování zeminy, které může způsobit poruchy konstrukcí na ní založených.

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 pevné konzistence

- $q_0 = 1,0$ MPa
- $q_s = 0,04$ MPa

Při stanovení svislé i vodorovné únosnosti pilot jsou rozhodující základové poměry a přípustné přetvoření horní konstrukce. Dále je nutno přihlédnout k průřezovým rozměrům dřívku 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.

komunikace a zpevněné plochy

Z hlediska namrzavosti se jedná o zeminy ve svrchním horizontu o vysoce až nebezpečně namrzavé, minimálně 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	%

Předpokládaný modul přetvárnosti E_{def} neupravené pláň se bude pohybovat v rozmezí cca 10-20 MPa - **nutno ověřit zkouškami při odkrytí pláň - hodnoty modulu přetvárnosti budou zásadně ovlivněny aktuálními klimatickými poměry.**

Jako možné řešení je provedení úpravy pláň formou výměny podloží násypem z drceného kameniva – štěrkodrtě (na cca 0,1 m hutněného násypu lze docílit navýšení hodnoty E_{def2} o cca 6-8 MPa, kdy konečná skladba a mocnost by vyplynula z požadované únosnosti na pláni pod konstrukcí vozovek (předpoklad 45 MPa).

Po terénních úpravách na lokalitě je doporučeno provedení kontrolního protokolárního určení modulu přetvárnosti na projektované pláni komunikace a provedení návrhu vlastního navrženého technologického postupu úpravy podloží – viz. výše. V případě použití místních zemin **do násypů pro terénní úpravy** je nutno dodržet tyto zásady :

- zabránit rozbrzdnutí 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 a zpevněné plochy je nutná úprava případně stabilizace těchto zemin.

4/ Údaje pro rozpočet

Zeminy na staveništi, v nichž budou prováděny zemní práce, jsou zařazeny dle požadavků ČSN 733055 převážně do 3. skupiny těžitelnosti (dle ČSN 736133 – třídy těžitelnosti I).

V případě jílovitých hlín s vyšší plasticitou se jedná ve smyslu ČSN 73 3050 o zeminy lepivé. Ochranná vrstva se musí odstranit bezprostředně před vybudováním základu anebo přede položením potrubí. Zemina dna výkopů kopaných v zimních podmínkách se musí chránit před zamrznutím ponecháním vrstvy na pozdější dokopávku anebo krytím ochrannými materiály. Ochranná vrstva se musí odstranit bezprostředně před vybudováním základu anebo přede položením potrubí. 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 průběhu výkopových prací je nutno dbát především na tyto skutečnosti:

- Jílovité zeminy, v kterých budou prováděny výkopové práce jsou náchylné v případě vyšší vlhkosti k rozbrzdění a prosedání
- Pažit je nutné v bezprostřední návaznosti na výkopové práce, nezatěžovat břehy výkopu při zemních pracích a zásyp výkopu provádět hutněným doporučeným materiálem
- Poněvadž jsou jílovité zeminy náchylné k rozbrzdění a prosedání, je nutno niveletu v těchto zeminách chránit nejen proti atmosférickým vlivům, ale i proti potencionálním únikům vody z potrubí. Trvalým podmáčením těchto zemin v podzákladí okolních budov by mohlo dojít ke ztrátě jejich pevnosti a dodatečnému přetvoření základové půdy.

Je nutno věnovat pozornost těm opatřením, která vyloučí dotaci podzákladí povrchovými, či jinými vodami (netěsná kanalizace atd.).

Je rovněž nutné dodržet podmínku na důsledné odvedení dešťových vod od obvodových konstrukcí objektu.

5/ Vlastnosti horninového prostředí z hlediska zasakování dešťových vod

Z hlediska propustnosti horninového prostředí, lze v případě svrchního horizontu zemin pod proměnlivě mocnými polohami navážek konstatovat, že se jedná o materiály minimálně propustné ($k_f = n \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$), kdy koeficient vsaku k_v svrchního horizontu nesaturované zóny horninového prostředí ve smyslu ČSN 75 90 10 byl stanoven na hodnotu $k_v = 1 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$

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.

Jako jeden z limitujících faktorů pro zasakování dešťových vod je v prostoru projektované likvidace DV je nepropustnost horninového prostředí a antropogenní vývoj lokality – hustá zastavěnost , polohy navážek.

V případě zasakování dešťových vod do horninového prostředí vzniká na posuzované lokalitě reálné riziko negativního ovlivnění hydrogeologických a úložních poměrů v zájmovém území a především negativní ovlivnění stability přilehlých pozemků a stávajících, případně projektovaných objektů v posuzovaném území.

Toto riziko je podmíněno ověřenými úložními a hydrogeologickými poměry zájmového 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'

