

**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*

**Brno-Černá Pole**

Mendelova univerzita, budova D

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

**Březen 2020**



## *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 v areálu Mendelovy univerzity v prostoru projektované přístavby u budovy D. Náplní geologicko-průzkumných prací bylo objasnění inženýrsko-geologických a hydrogeologických poměrů v místě projektované výstavby v rozsahu dle zadání.

## *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 Svratky 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 jílu, tzv. téglů. Místy jsou jíly jemně písčité s písčítými proplásky jemnozrnných písků. Jíly 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 fluviaálními sedimenty. Svahové sedimenty jsou rozšířeny v oblasti pahorkatin a jsou zastoupeny pestrou škálou zemin zrnitostně náležejících středně ( popř. nížce ) plastickým jílu s proměnlivou příměsí písčité frakce a ostrohranných úlomků matečné horniny frakce šterk-kámen. Významným tvarem nížin je plochý relief mohutných sprašových návějí v závětrí 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 deluviaálními, případně fluviodeluviaálními 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 jíly, vysoce plastickými a pevné konzistence – tégly.

## Geologická situace 1 : 20 000



## karpatská předhlubeň

## Jednotka nerozlišena

- |  |      |  |
|--|------|--|
|  | 1821 | vápnitý jíł (tégł), 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 porfyrit       |
|  | 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 |

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 fluviačních sedimentů v jejich nadloží. Pelitická souvrství o mocnostech až několika set metrů mají funkci jak podložních, tak především stropních izolátorů. Ve fluviačních sedimentech je vyvinut systém vzájemně komunikujících průlinových kolektorů ve fluviačních sedimentech údolních niv a terasových stupňů různých výškových úrovní.

### *3/ výsledky posouzení*

Vrtné práce byly provedeny vrtnou soupravou WIRTH B1A v průběhu měsíce února 2019. Jako vrtná technologie bylo použito jádrové vrtání na sucho, při použitém vrtném průměru 175 mm do konečné hloubky jednotlivých sond. Účelem tohoto sondování bylo ověření geologických poměrů, provedení ovzorkování jednotlivých vrstev v geologickém profilu jak z hlediska mechanicko-fyzikálních vlastností zemin, tak z hlediska posouzení hloubky výskytu a kvality podzemní vody.

Vlastní areál Mendelovy university se nachází v městské části Černá Pole, kdy posuzované území je poznamenáno existencí stávající zástavby.

Pod svrchním konstrukce vozovek o mocnosti do cca 0,3 m a poloh navážek o ověřené maximální mocnosti do cca 1,0 m ( betony, hlinito-písčité zeminy o převážně pevné konzistenci ) se nacházejí soudržné zeminy, kdy se jedná převážně o sprašové hlíny promísené s eluviačními polohami podložních neogenních jílu, kdy tyto zeminy lze klasifikovat jako středně plastické jíly třídy CI o převážně o pevné konzistenci místy s vápennými konkracemi, přecházející v hloubkové úrovni cca 3,9 m p.t. v jílovito-písčité zeminy s příměsí štěrku až v polohu silně zahliněných ulehlých štěrku třídy MG – GM o mocnosti do cca 1,5 m – relikty okraje horní terasy.

V podloží daného kvartérního subhorizontu se od hloubkové úrovně cca 5,4 m p.t. vyskytují vysoce plastické jíly, třídy CH-CV o pevné konzistenci s polohami jemnozrných písků o mocnosti cca několik mm.

Hladina podzemní vody nebyla do konečné hloubky sondy 15 m p.t. zastižena

## Profil sondy

### S 1

m p.t.

0,0-0,3 – konstrukce vozovky, 0,1 asphalt, podsyp

0,3-0,5 – beton

0,5-0,8 – navážky, jílovito, písčité zeminy, pevné

0,8-1,5 – prachovito-písčité hlíny, žlutohnědé pevné, vápnité MI

1,5-2,2 – prachovito-písčité hlíny, žlutohnědé, pevné konzistence MI-MS

2,2-3,9 – sprašové hlíny, žlutohnědé, vyšší vlhkost, tuhé-polotuhé konzistence  
CI

3,9-4,6 – jílovito-písčité hlíny, hnědé, rezavohnědé, se šterky, pevné MG

4,6-5,4 – šterkopísek, zahliněný, valouny o průměru do 0,1 m, ulehlý, rezavé  
GM

5,4-15,0 - jíly zelené, zeleno šedé vápnité, pevné konzistence, písčité polohy  
(nx1 mm ) CH-CV

Bez vody

*Profil sondy S 1*



*Situace sondy S 1*

*geotechnické vlastnosti zemin - doporučené fyz. mech. veličiny do statických výpočtů:*

***soudržné jílovito-písčité zeminy do cca 2,2 m p.t.- pevné***

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

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

$$\varphi_u = 5^\circ$$

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

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

$$\nu = 0,40$$

$$\beta = 0,47$$

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

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

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

*Vrtatelnost pro piloty - III*

***Jílovito-písčité zeminy – konzistence tuhá - polotuhá od cca 2,2-3,9 m p.t.***

$$E_{def} = 4-6 \text{ MPa}$$

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

$$\varphi_u = 0^\circ$$

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

$$\varphi_{ef} = 15-17^\circ$$

$$\nu = 0,40$$

$$\beta = 0,47$$

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

$$R_{dt} = 80-120 \text{ kPa}$$

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

*Vrtatelnost pro piloty - III-IV*

**Štěrkohlinité zeminy od cca 3,9-5,4 m p.t.**

$$E_{def} = 40-50 \text{ MPa}$$

$$\nu = 0,25$$

$$c_{ef} = 0$$

$$\varphi_{ef} = 35^\circ$$

$$\rho_n = 1\,900 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$R_{dt} = 250-400 \text{ kPa orientačně}$$

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

*Vrtatelnost pro piloty - III-IV*

**plastický jíl - konzistence pevná CH-CV od cca 5,4 m p.t.**

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

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

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

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

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

$$\nu = 0,42$$

$$\beta = 0,37$$

$$\rho_n = 1\,850 \text{ kg.m}^{-3}$$

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

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

*Vrtatelnost pro piloty - III*

**Plošné zakládání**

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 zastížených 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 špici ( $q_0$ ) 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 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 jílovitých hlínách, je nutno počítat, že se jedná o typ základové půdy stlačitelné, dlouhodobě konsolidující.

## *komunikace a zpevněné plochy*

Předpokládaný modul přetvárnosti  $E_{def}$  neupravené pláně se v dané části území bude pohybovat v rozmezí cca 15 – 30 MPa - nutno ověřit zkouškami při odkrytí pláně.

Na základě normy ČSN 72 1002 ( informativní údaj - dnes neplatná ) se zeminy na lokalitě řadí v případě obsahu jemných částic v případě obsahu jemných částic ( 50-65% ) do skupiny zemin VII – IX podle vhodnosti do podloží.

Z hlediska úpravy zemin pod **podloží komunikace** je v případě výskytu soudržných jílovitých 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 ).

Po terénních úpravách na lokalitě je doporučeno provedení kontrolního protokolárního určení modulu přetvárnosti na projektované úrovni pláně a případné upřesnění vlastního navrženého technologického postupu úpravy podloží. 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.

### 5/ Údaje pro rozpočet

Zeminy na staveništi, v nichž budou prováděny zemní práce, jsou zařazeny dle požadavků v současnosti již neplatné ČSN 733050 převážně do 3. třídy těžitelnosti (dle ČSN 736133 – třídy těžitelnosti I). V případě jílovitých hlín s vyšší plasticitou se jedná ve smyslu ČSN 73 3050 o zeminy lepkavé. 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 rozbředání a prosedání
- Pažit je nutné v bezprostřední návaznosti na výkopové práce, nezatežovat břehy výkopu při zemních pracích a zásyp výkopu provádět hutněným doporučeným materiálem
- Poněvadž jsou jílovité zeminy náchylné k rozbředání 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.

V případě budování opěrné stěny je nutné zamezení dotace srážkovými a podpovrchovými vodami zásypových zemin za rubem opěrné zdi, případně její odvodnění.

V případě terénního zářezu je nutno provedení odvodnění paty terénního zářezu, a dále stabilizace svahu dostatečným sklonem zářezu, případně vhodně nadimenzovanou opěrnou stěnou. 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. Hladina podzemní vody nebyla sondážními pracemi zastižena – viz. výše. Je však 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.**

Vypracoval : Ing. Albert Kmet'