

## *Brno, Rybnická-rekonstrukce kanalizace a vodovodu*



**Inženýrsko-geologický průzkum**

květen 2021, BRNO

# ***GEOSTAR, spol. s r.o.***

***Tuřanka 240/111, 627 00 Brno***

***Tel.: 545221218***

***Fax: 545221883***

***http://www.geostar.cz***

***IČ: 13690337***

***DIČ: CZ 13690337***

---

**Název zakázky:**

## **Brno, Rybnická-rekonstrukce kanalizace a vodovodu Inženýrsko-geologický průzkum**

**Objednatel:** Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.

**Pořadové číslo zakázky:** 14/21

**Identifikační číslo zakázky:** G 00421

**Datum ukončení zakázky:** květen 2021

**Zpracovali:** Mgr. Daniel Mrva

Ing. Jaroslav Hauser, CSc.

**Zodpovědný řešitel:** Ing. Jaroslav Hauser, CSc.

.....  
razítko a podpis

### **ROZDĚLOVNÍK**

Výtisk č.0

GEOSTAR, spol. s r.o.

č.1-2

Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.

č.3

ČGS

# OBSAH

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. UMÍSTĚNÍ A POPIS STAVBY .....</b>	<b>2</b>
<b>3. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMU .....</b>	<b>2</b>
3.1 Terénní práce .....	3
3.1.1 Přípravné práce.....	3
3.1.2 Studium archívních děl a použité podklady .....	3
3.1.3 Zaměřovací práce .....	3
3.1.4 Vrtné a dokumentační práce.....	4
3.1.5 Vzorkovací práce .....	4
3.1.6 Laboratorní práce .....	4
3.2 Změny oproti původnímu rozsahu vrtných a vzorkovacích prací.....	5
<b>4. PŘÍRODNÍ POMĚRY ŠIRŠÍHO OKOLÍ .....</b>	<b>6</b>
4.1 Geomorfologické poměry .....	6
4.2 Hydrogeologické poměry .....	6
4.3 Geologické poměry .....	7
<b>5. VÝSLEDKY IG PRŮZKUMU .....</b>	<b>9</b>
5.1 Popis jádrových IG vrtů – ul. Rybnická .....	9
5.2 Vyhodnocení zastižených zemin .....	11
5.2.1 Rozdělení zemin do geotechnických typů .....	11
5.2.2 Popisy geotechnických podtypů .....	11
5.2.3 Geotechnické parametry zemin .....	15
5.3 Zhodnocení zemin na úrovni pláň vozovky .....	17
5.4 Aktivní zóna komunikací .....	18
<b>6. ZÁVĚR.....</b>	<b>20</b>
<b>7. POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>22</b>

## **SEZNAM PŘÍLOH**

### **Příloha č.1 Situační mapa**

Příloha č.1.1 Přehledná situace – ul. Rybnická – IG vrtů

Příloha č.1.2 Přehledná situace – ul. Rybnická – odvrty

### **Příloha č.2 Geologická dokumentace vrtů**

Příloha č.2.1 Geologická dokumentace realizovaných IG vrtů

Příloha č.2.2 Geologická dokumentace archivních vrtů

### **Příloha č.3 Laboratorní rozborů zemin**

### **Příloha č.4 Vyhodnocení skladby vozovky**

### **Příloha č.5 Fotodokumentace**

# 1 ÚVOD

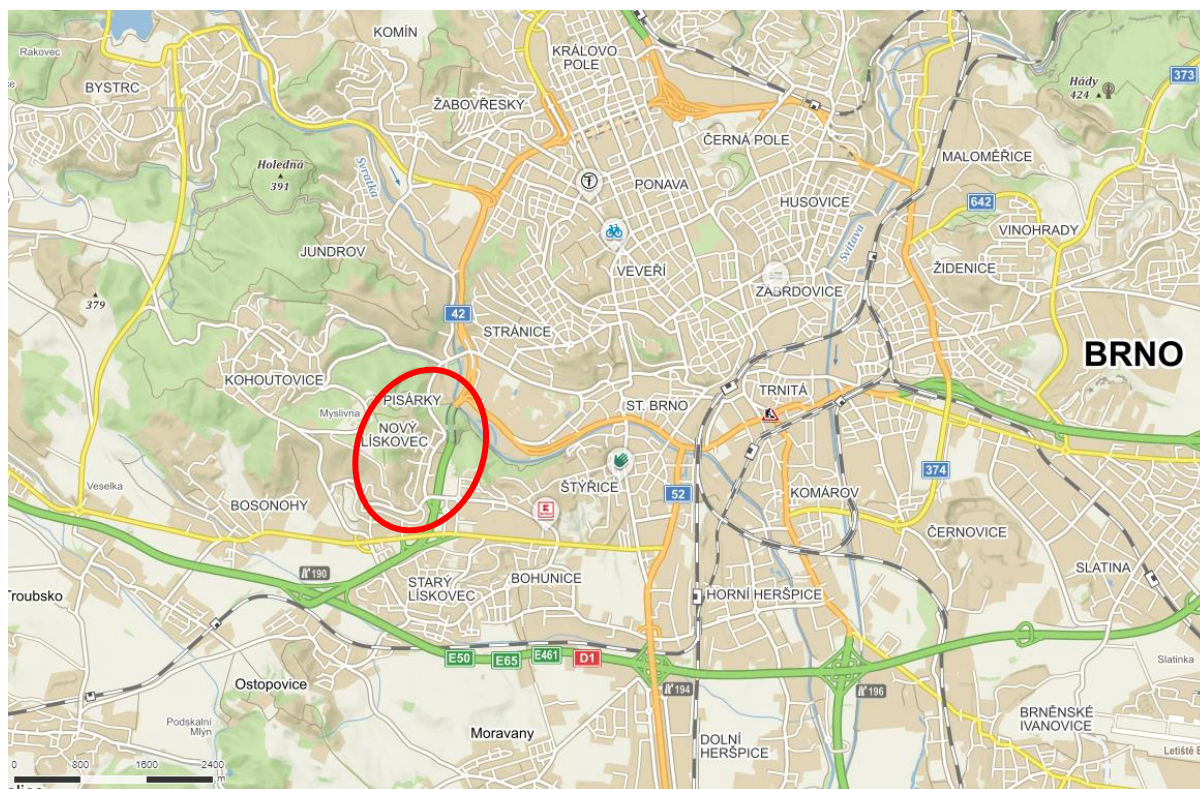
Na základě smlouvy o dílo zhotovitele č. A10/2020 firmy Brněnské vodárny a kanalizace, a.s., provedla firma GEOSTAR, spol. s r.o. inženýrsko-geologický průzkum pro akci „Brno, Rybnická – rekonstrukce kanalizace a vodovodu“. Cílem průzkumu bylo ověřit a zmapovat geologické prostředí v trase řešené ulice, s důrazem na hodnocení vlastností zastižených zemín i hornin a informace o vyšetření skladby vozovky.

Místa k provedení IG vrtů byla určena inženýrským geologem dle požadavků objednatele a korigována podle průběhů stávajících inženýrských sítí. Průzkum v daném rozsahu byl realizován na základě požadavku objednatele. V místě průzkumných sond se nenacházely žádné inženýrské sítě. Umístění zájmových území a rozmístění průzkumných sond je patrné z obrázku 1 a detailnější pohled v **přílohách č.1.1 – 1.2**.

Objednavatelem byly poskytnuty následující podklady:

- situace řešené ulice ve formátu.\*dwg
- záměry akce s technickou zprávou – pro kanalizaci a vodovod ve formátu \*.pdf

*Obr.1: Přibližná poloha zájmové lokality (mapy.cz, upraveno)*





## 2 UMÍSTĚNÍ A POPIS STAVBY

Zájmové území stavby se nachází v Brně na ulici Rybnická. V rámci stavby je řešena rekonstrukce kanalizace, vodovodu, zálivů, dešťových vpustí a povrch vozovky v následujícím rozsahu:

- **stavba ul. Rybnická :**

Stávající kanalizace v ul. Rybnické je z roku 1940 – 1975 a je ve špatném stavebním stavu. Bude provedena její rekonstrukce v rozsahu od ul. Lesní (š.č. 8381) po ul. Rybnickou, d.č. 95 (š.č. 8401). Trasa kanalizace bude vedena ve vozovce. V úsecích, kde jsou v současné době dvě kanalizace budou tyto nahrazeny jednou, vedené v niveletě hlubší kanalizace ze stávajících dvou, z důvodu bezproblémového napojení všech stávajících přípojek. Před domy č. 105 – 117 v ul. Rybnické není vedena v současné době kanalizace. Tyto domy jsou dle předběžného průzkumu přípojek napojeny do kanalizace DN 600 z r. 1991 za zahradami. V rámci PD budou tato napojení prověřena. V úseku Kluchova – Lesní bude kanalizace ponechána ve stávající trase. Trasa kanalizace bude tedy v rámci PD optimalizována z důvodu koordinace s vodovodem. V rámci PD bude rovněž přeřešena celá křižovatka Rybnická – Kluchova. Bude zrekonstruováno DN 700/1050 – 85 m, DN 800 – 25 m, DN 50 – 10 m, DN 400 – 637 m. Dále budou provedeny zálivy: ul. Čtvrtě DN 400 – 6 m, ul. Obecní DN 400 – 8 m, ul. Raisova DN 400 – 5 m, ul. Prostřední DN 400 – 8 m, ul. Kluchova DN 800 – 8 m, ul. Zavřená DN 400 – 7 m, ul. Lesní DN 400 – 11 m.

Celkem: DN 700/1050 – 85 m, DN 800 – 33 m, DN 500 – 10 m, DN 400 – 674 m. Všechny stávající kanalizační přípojky v ulici pod veřejným prostranstvím budou zrekonstruovány. Dešťové vpusti budou přepojeny, případně zrekonstruovány jejich přípojky v nezbytně nutném rozsahu v souvislosti s případným posunem kanalizace. V křižovatce ul. Rybnická – Obecní zůstává mimoúrovňové křížení nově navržené kanalizace DN 400 Rybnická, se stávající kanalizací DN 500 ul. Obecní. V záměru je navrženo DN 500 dl. 10 m na opravu této kanalizace v rámci přeřešení křižovatky. Vozovka bude zapravena celoplošně včetně silničních obrubníků, chodníky budou uvedeny do původního stavu. Na ulici Rybnická bude provedena rekonstrukce vodovodu DN 150- DN 400 z let 1932 – 1965 od ulice Lesní po ulici Oblá.

## 3 ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMU

Předmět díla IG průzkumu :

- „*Brno, Rybnická – rekonstrukce kanalizace a vodovodu*“

Objednatel požadoval min. 1 vrtanou sondu do hloubky min. 50 cm pod základovou spáru kanalizace nebo vodovodu na každých 100 m délky stavby (tj. min. 10 sond pod základovou spáru kanalizace) s předložením další dostupné archivní sondy s vyhodnocením. Objednatel dále požaduje provést odvrtý v ose vozovky po 50 m pro určení skladby stávající vozovky (tj. min. 9 odvrtů). Součástí průzkumu bude vyhodnocení vhodnosti a únosnosti zeminy na úrovni pláně vozovky včetně případného návrhu úprav pláně pro zajištění normových parametrů obnovované vozovky. Součástí vyhodnocení IG průzkumu mělo být i určení skladby stávající vozovky.

Rozsah prací byl objednatelem stanoven na 10 jádrových inženýrskogeologických vrtů hlubokých v rozsahu od 5,0 – 6,5 m (*přesný rozpis v tab.1*) s označením vrtů V143 – V152.

Požadavek objednatele byl vykonat 7 sond do hloubky 5,0 m a 3 hlubší sondy do hloubky 6,5 m provést v prostoru křižovatky Kluchova. Pro určení skladby řešené vozovky bylo spolu zadáno 9 ks odvrťů v ose vozovky do hloubky 1 m. Vrtly sloužily na popis geologických vrstev s důrazem na hodnocení vlastností zastižených zemin, odběr porušených a technologických vzorků zemin, příp. pro stanovení naražené a ustálené hladiny podzemní vody (v případě jejího zastižení).

## 3.1 Terénní práce

### 3.1.1 Přípravné práce

V rámci přípravných činností byl inženýrskogeologický průzkum v souladu s §7 zákona č. 62/1988 Sb. o geologických pracích a o Českém geologickém úřadu v platném znění zaevidován u České geologické služby – Geofond pod evidenčním číslem 1717/2021.

Před započatím terénních prací bylo projednáno povolení ke vstupu s majiteli dotčených parcel a ověřeno vedení tras podzemních inženýrských sítí. Ve smyslu TP-76 Část A, článek 3.4.2. zahrnovaly přípravné práce jednání s vlastníky nebo správci dotčených pozemků, na nichž byly terénní průzkumné práce uvažovány, aby bylo dosaženo povolení vstupu na pozemky.

Mezi další přípravné činnosti patřilo navázání kontaktu se správci následujících inženýrských sítí pro bližší ujasnění jejich průběhu, tj. včetně provedení místního vytýčení těchto sítí tam, kde byly v jejich blízkosti navrženy průzkumné sondy.

Pro sondy realizované na již už zmíněné ulici, byl firmou Signex spol. s r.o. vypracován projekt a zajištěno přechodné dopravní značení kvůli bezpečnému provozu během vrtání.

### 3.1.2 Studium archívních děl a použité podklady

V dané oblasti a blízkém okolí byly podle archivu ČGÚ v minulosti realizovány následující geologicko-průzkumné práce:

- Janovský, J., 1969: Brno–vodovod Kohoutovice–Nový Lískovec, zpráva o stavebně-geologickém průzkumu, Geotest Brno, signatura V061009,
- Klímek, L., 1996: Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu pro založení lávky pro pěší (objekt D 218) v km 0,240 na stavbě pražské radiály v Brně, Geotest, a.s., signatura P088151,
- Krčmová, B., 1984: I. dílčí zpráva. Výsledky podrobného inženýrskogeologického průzkumu pro trasy vodovodu a vodojem v Kohoutovicích u Myslívny, Geotest Brno, signatura P046299,
- Krčmová, B., 1985: Výsledky podrobného inženýrskogeologického průzkumu pro štolu Pisárky-nový Lískovec a CS s vodojemem Nový Lískovec, II. část, Geotest Brno, signatura P047877,
- Sloup, J., 1977: Nový Lískovec. Stavebněgeologický průzkum pro úvodní projekt sídliště, Geotest Brno, signatura V076945.

### 3.1.3 Zaměřovací práce

Umístění průzkumných sond bylo realizováno tak, aby se co nejvíce prověřila orientace geologických vrstev v podloží řešených ulic. Geodetické zaměření nebylo požadováno. Před zahájením terénních prací bylo provedeno orientační geodetické polohové vytýčení

navrhovaných průzkumných sond pomocí GNSS přístroje Trimble TDC 100. GPS souřadnice všech realizovaných IG vrtů (viz **příloha č.2.1** a **tab.1**), jsou přibližné s možnou odchylkou v rozsahu cca 2-5 m.

### 3.1.4 Vrtné a dokumentační práce

Inženýrskogeologické vrty, označené V143 – V152 a odvrty vozovky označené jako P166 – P173, byly odvrtny vrtnou soupravou Rotadrill na pásovém gumovém podvozku, vrtmistrem Janem Voborou. Projektované a reálně dosažené hloubky vrtů jsou patrné v **tab.1**.

Na ulici Rybnická se realizovalo 8 z 9 plánovaných odvrtů vozovky pro stanovení její skladby. Více odvrtů nebylo povoleno vykonat ze strany projektanta v projektu dopravního značení.

Místa všech 10 vrtů a 8 odvrtů jsou zakreslena v situační mapě (viz **příloha č.1.1-1.2**). Způsob vrtání byl rotační jádrový. Celková metráž IG vrtů činila 53,0 bm. Geologická dokumentace provedených vrtů je součástí **přílohy č.2.1**. Dokumentace obsahuje geologický popis zeminy dle ČSN P 73 1005, popis konzistence je rovněž dle normy ČSN P 73 1005, určení namrzavosti zemin, vhodnost zemin do násypu/zásypu i aktivní zóny dle ČSN 73 6133 a stanovení těžitelnosti hornin dle ČSN 73 3050 a ČSN 73 6133. Vrtné jádro bylo ihned po vytěžení ukládáno do vzorkovnic s průběžnou geologickou dokumentací, kterou prováděl inženýrsky geolog trvale přítomný na lokalitě. Inženýrskogeologické vrty byly po zdokumentování a odběru vzorků vrtného jádra, případně i zaměření ustálené hladiny podzemní vody zlikvidovány záhozem a zapraveny na povrchu vozovky cementační směsí.

### 3.1.5 Vzorkovací práce

V průběhu vrtných prací byly odebírány vzorky zemin určené pro laboratorní analýzy. Vzorkovací práce byly v následujícím rozsahu:

- odběr 15 ks porušených vzorků zemin (P) se zachováním původní vlhkosti do polyetylenových sáčků (třídy kvality 3 dle ČSN EN ISO 22475-1), pro stanovení přirozené vlhkosti, Atterbergových mezí a zrnitosti dle ČSN 73 6133,
- odběr 2 ks technologických vzorků zemin (T) z úrovně pláně vozovky. Metoda odběru těchto vzorků odpovídá kategorii B s dosaženou 3.třídou kvality. Vzorky byly podrobeny: zkouškám zhutnitelnosti Proctor Standard pro stanovení maximálních objemových hmotností při optimálních vlhkostech (2ks), zkouškám CBR (2ks) a zkouškám úpravy zemin hydraulickým pojivem (2ks).

### 3.1.6 Laboratorní práce

Všechny odebrané vzorky zemin byly dopraveny do laboratoře firmy Geostar, spol. s r.o., kde byly zpracovány v rozsahu pokynů objednatele a v souladu s platnými ČSN. Vykonané laboratorní práce obsahují 15 indexových zkoušek s jejich vyhodnocením a 2 technologické vzorky, kde byly vykonané zkoušky zhutnitelnosti Proctor Standard, zkoušky CBR a zkoušky pro úpravu zeminy hydraulickým pojivem. U porušených vzorků byly stanoveny přirozené vlhkosti, provedeny granulometrické analýzy, vypočítány Atterbergovy meze, které umožnily přesné zařazení zemin. Zkoušky byly doplněny výpočtem čísla konzistence dle Fr. Vrtka. Laboratorní rozbor zemin byly provedeny v laboratoři firmy GEOSTAR, spol. s r.o. a tvoří **přílohu č.3**.



### 3.2 Změny oproti původnímu rozsahu vrtných a vzorkovacích prací

Oproti původnímu rozsahu došlo ke změně hloubek některých provedených vrtů:

- jádrový vrt V147 byl původně plánován do hloubky 6,5 m, realizovaná hloubka vrtu byla zkrácená na 6,0 m, z důvodu zastižení pevného podloží;
- jádrový vrt V152 byl původně plánován do hloubky 5,0 m, realizovaná hloubka vrtu byla zkrácená na 4,0 m, z důvodu zastižení pevného podloží.

*Tab.1: Přehled realizovaných IG vrtů na ul. Rybnická –  $\Sigma$  hloubek realizovaných vrtů – 53,0 bm*

Označení vrtu	Souřadnice JTSK/Křovák			realizovaná hloubka [m]	projektovaná hloubka [m]
	X	Y	Z		
V143	-601682.34	-1162152.55	279.14	5,0	5,0
V144	-601669.26	-1162056.90	273.84	5,0	
V145	-601640.32	-1161945.41	267.90	5,0	
V146	-601599.76	-1161800.58	261.67	5,0	
V147	-601553.14	-1161730.59	256.85	6,0	6,5
V148	-601531.11	-1161703.02	254.90	6,5	
V149	-601552.88	-1161680.52	256.09	6,5	
V150	-601467.62	-1161622.24	257.50	5,0	5,0
V151	-601401.36	-1161572.92	262.26	5,0	
V152	-601388.36	-1161516.87	265.54	4,0	

## 4 PŘÍRODNÍ POMĚRY ŠIRŠÍHO OKOLÍ

### 4.1 Geomorfologické poměry

Podle geomorfologického členění ČR (*Národní geoportál INSPIRE*) náleží zájmové území k následujícím jednotkám:

Tab.2: Začlenění dle geomorfologického systému, (zdroj: [geoportal.gov.cz/web/guest/map](http://geoportal.gov.cz/web/guest/map))

Jednotka	Název jednotky
systém	Hercynský
provincie	Česká vysočina
subprovincie	Česko-moravská soustava
oblast	Brněnská vrchovina
celek	Bobravská vrchovina
podcelek	Lipovská pahorkatina
okrsek	Kohoutovická vrchovina

Lipovská pahorkatina se nachází na sz., z. a jz. části města Brna. Hřbety a prolomy jsou ve vyvřelých horninách – granodiority a diority. Prolomy protékají vodní toky – Svratka, Vrbovec, Leskava. Na východním okraji Lipovské pahorkatiny jsou úzké hřbety tvořené metamorfovanými horninami – metabazity. Dno prolomů jsou vyplněny hlavně fluvialními a eolickými sedimenty, místy i deluvialními sedimenty. Nadmořská výška v daných zájmových oblastech se pohybuje v rozmezí 254 – 279 m n. m.

### 4.2 Hydrogeologické poměry

Hydrologicky se zájmové území řadí podle 1.řádu do povodí řeky Dunaje. Ulice Rybnická spadá do povodí řeky Svratky. Sledovaná oblast je v základní vrstvě součástí hydrogeologického rajónu 6570 – Krystalinikum brněnské jednotky.

Běžně jsou podzemní vody s mělkým oběhem odvodňovány do kvartérních fluvialních sedimentů, popř. přímo do povrchových toků (Čurda in Muller, Novák et al. 2000). Podzemní vody hlubšího oběhu hydrogeologického masívu jsou drénovány do propustných neogenních a plioleptocenních sedimentů.

Kvartérní uloženiny rajónu jsou reprezentovány štěrkopísčitymi uloženinami jednotlivých terasových stupňů. Převážná část vyšších terasových stupňů a také část údolní nivy je překryta eolickými sedimenty proměnlivé mocnosti (průzkumem zastižená mocnost eolických sedimentů 1,1 – 4,65 m). Eolické sedimenty jsou zastoupeny polopropustnými sprašovými uloženinami a průlinově propustnými vátými písky. Eolické sedimenty v podobě spraší zastižených ve svrchních vrstvách tvoří většinou hydrogeologický poloizolátor.

Kvartérní štěrkopísky vytvářejí souvisle zvodněnou průlinově propustnou zvodně s převážně mírně napjatou hladinou podzemní vody. Svrchní terasy jsou hydrogeologicky bezvýznamné, neboť jejich zvodnění závisí pouze na vsaku atmosférických srážek a jsou v celém rozsahu prakticky suché. Zvodnění údolních teras je závislé na vodních stavech a průtocích na povrchovém toku. Vliv takovéto hydraulické závislosti je potlačen v místech, kde koryto toku je zaříznuto jen v povodňových hlínách nebo při kolmataci břehů.

Kvartérní deluvialní až deluvio-fluvialní sedimenty vyvinuté v mocnostech 2,0 – 4,5 m na svazích údolí řeky Svratky mají propustnost průlinovou v závislosti na podílu písčité složky, popř. obsahu úlomků.

Naražená hladina podzemní vody nebyla v zájmové lokalitě zastižena průzkumem a ani dostupným archivním vrtem. Nejspodnější zachycené vrstvy představovali neogenní jílovité sedimenty, které jsou většinou pro podzemní vodu nepropustné až slabo propustné a tvoří hydrogeologický izolátor.

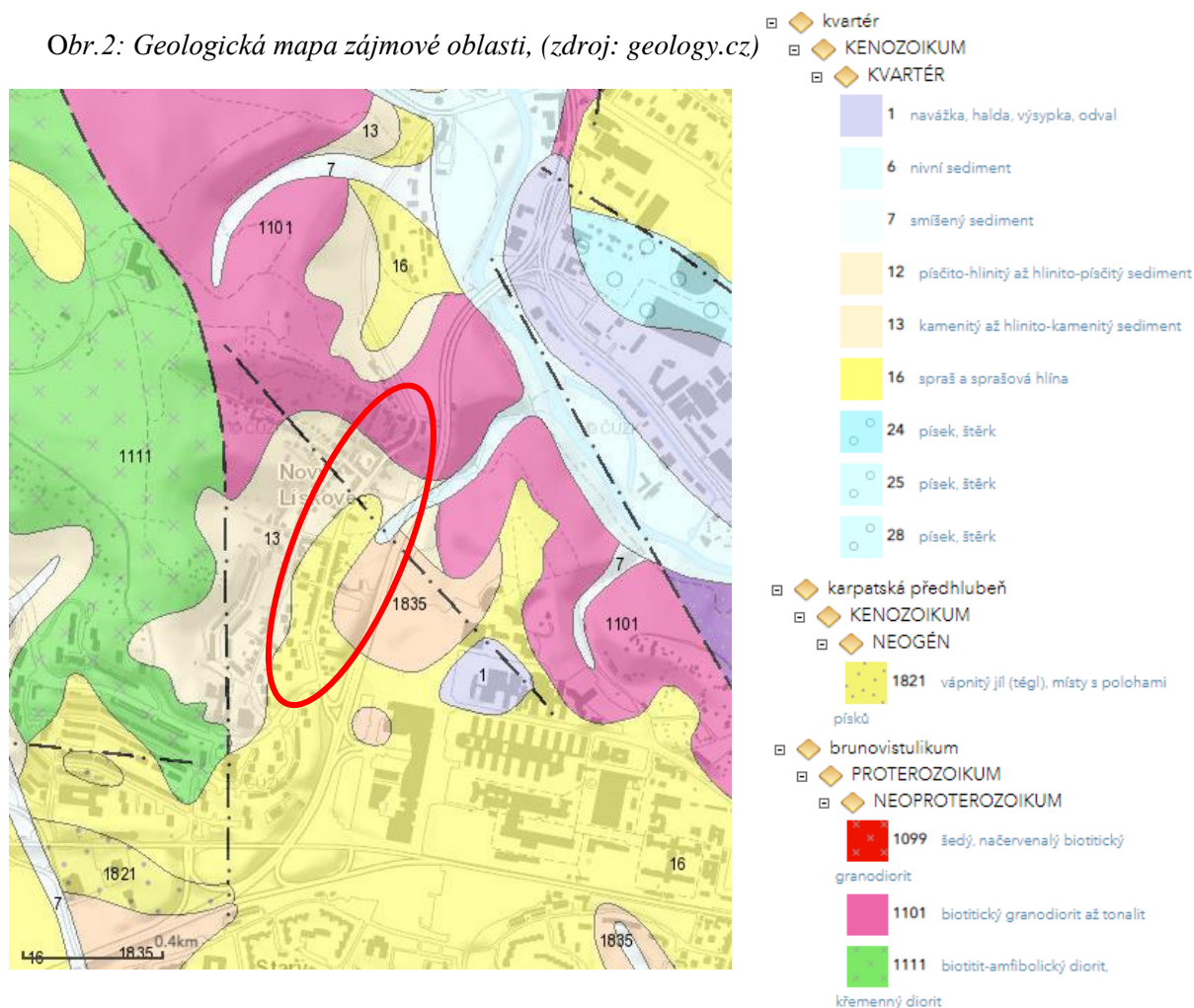
Zvodnění může být vázáno na písčité polohy v spraších a neogénu karpatské předhlubně. Sekundárně se může vyskytovat i v tektonických poruchách. Místy se může vyskytovat nesouvislé zvodnění, které je pouze lokální a je často vázáno na zrnitostně příznivé polohy (jsou zastoupeny např. písčitémi laminami, polohami s vysokým podílem úlomků či štěrkovitých valounků) v soudržných zeminách deluviálního, fluviálního i eluviálního původu.

### 4.3 Geologické poměry

Z hlediska regionálního geologického členění je zájmová oblast podle geologické mapy ČR 1 : 50 000 (ČGS) velmi pestrá a je zde zastoupeno několik geologických jednotek.

**Předkvartérní pokryv** v širším okolí zájmové lokality je budován horninami brněnského masivu tvořený převážně magmatickými horninami proterozoického stáří. V okolí zájmové lokality vystupují na povrch neogenní sedimenty karpatské předhlubně. Na konci třetihor, v období pliocénu, byla založena říční síť. Na rozhraní třetihor a čtvrtihor, během pliocénu a pleistocénu, se uložily mocné písčité sedimenty, říčního či jezerního původu, které tvoří podloží pleistocénní štěrkopísčité terasy údolní nivy řeky Svatky. Dále v tomto období na svazích vznikaly deluviální sedimenty. V průběhu pleistocénu probíhala eolická sedimentace, přerušovaná v teplých výkyvech tvorbou fosilních půd (Hanžl, Melichar, Gregorová in Muller, Novák et al. 2000). Nejmladšími uloženinami jsou různorodé antropogenní navážky.

Obr.2: Geologická mapa zájmové oblasti, (zdroj: geology.cz)



Brněnský masív. V zájmovém území jsou zastoupeny horniny tzv. východní granodioritové oblasti. Petrograficky se jedná o biotitické granodiority, typu Královo Pole. Granodiority typu Královo Pole jsou charakteristické narůžovělou až červenou barvou, jsou stredozrnné až hrubozrnné, s nápadnými, až 1 cm velkými hnědými sloupcovitými biotity (Hanžl, Melichar, Gregorová in Muller, Novák et al. 2000).

V širším zájmovém území se vyskytují tektonicky metamorfované horniny metabazitové zóny brněnského masivu – tzv. metabazalty. Nacházejí se mezi západní a východní granitoidní částí brněnského batolitu. Petrograficky se jedná o intenzivně metamorfované vulkanické a vulkanoklastické horniny metabazitové zóny. Metabazalty jsou charakteristické šedo zelenou barvou, jsou drobnozrnné až masivní, případně zbřidličnatělé.

Karpatská předhlubeň – sedimenty této jednotky byly průzkumem zastiženy v podobě vápnitých prachovitých jílu (téglů) s polohami písků hlubšího mořského původu. Jíly jsou nejčastěji modravě šedé, světle šedé až šedé, místy nazelenalé až nahnědlé. Ve výchozech dostávají v důsledku větrání rezavě hnědé zabarvení. Nasedají buď na bazální klastika nebo přímo na předbadenský reliéf (Novák, Pálenský in Muller, Novák et al. 2000).

Z **kvartérních sedimentů** jsou zde zastoupeny hlavně eolické sedimenty v podobě spraší a sprašových hlín. Zastižené mocnosti eolických sedimentů se pohybovaly v rozmezí od 1,1 do 4,65 m. Mocnost štěrkovitých a písčitých deluviofluviálních sedimentů, charakteru sutí eventuálně splachů zastoupeny kamenitým až hlinito-kamenitým sedimentem byla zjištěna v rozmezí od 2,0 do 4,5 m.

#### Antropogenní sedimenty

Vzhledem k pozici zájmové lokality na území města Brna byly ve většině vrtů zastiženy různorodé antropogenní navážky o mocnosti od 0,7 do 2,7 m pod povrchem terénu. Jednalo se o asfalt, beton, dlažební kostky, kameny, různé typy štěrkodrtě, sutí, písky, jíly a hlíny s různým obsahem úlomků nebo valounků. Jedná se zejména o konstrukční vrstvy vozovky a násypová tělesa případně zásypy inženýrských sítí stávajících komunikací.

Geologická dokumentace nově realizovaných průzkumných sond je součástí **přílohy č.2.1.**

## 5 VÝSLEDKY IG PRŮZKUMU

V rámci IG průzkumu bylo celkem na ulici Rybnická realizováno 10 jádrových vrtů s řadovým označením V143 – V152. Hloubky jednotlivých IG vrtů jsou patrné z *tab.1*.

### 5.1 Popis jádrových IG vrtů – ul. Rybnická

#### 5.1.1 vrt V143:

V místě vrtu V143 tvořil povrch do hloubky 0,14 m asfalt. V hloubce od 0,14 – 0,35 m byla zastižena šedá *štěrkoдр'* třídy YG3 G-F, která tvořila podkladní vrstvu vozovky (**GT0.5**). V hloubce od 0,35 – 5,0 m byl zastižen žlutohnědý vápnitý *jíl se střední až vysokou plasticitou* – spraš (**GT1.3,1.4**), tříd F6 CI a F8 CH pevné konzistence s obsahem vysrážených cívárů do 3 cm.

#### 5.1.2 vrt V144:

V místě vrtu V144 tvořil povrch do hloubky 0,15 m asfalt. V hloubce od 0,15 – 0,5 m byla zastižena šedá *štěrkoдр'* třídy YG3 G-F, která tvořila podkladní vrstvu vozovky (**GT0.5**). V hloubce od 0,5 – 1,2 m byl zastižen tmavohnědý humózní *jíl se střední plasticitou* – pohřbený horizont (**GT1.3**), třídy F6 CI a tuhé konzistence. V hloubce od 1,2 – 2,6 m byl zastižen žlutohnědý vápnitý *jíl se střední plasticitou* – spraš (**GT1.3**), třídy F6 CI tuhé konzistence s obsahem cívárů do 5 cm.

Pod vrstvami kvartérních sedimentů byly zastiženy už jenom neogenní jílovité sedimenty až do ukončení vrtu. V hloubce 2,6 – 5,0 m byl zastižen šedozelený až hnědý tuhý *jíl písčitý* (**GT3.1**), třídy F4 CS, vápnitý s obsahem cívárů do velikosti 6 cm.

#### 5.1.3 vrt V145:

V místě vrtu V145 tvořil povrch do hloubky 0,1 m asfalt. V hloubce od 0,1 – 0,3 m byla zastižena šedá *štěrkoдр'* třídy YG3 G-F, která tvořila podkladní vrstvu vozovky (**GT0.5**). V hloubce od 0,3 – 0,7 m byla zastižena šedá *navázka písku s příměsí jemnozrnné zeminy* třídy YS3 S-F (**GT0.4**). V hloubce od 0,7 – 5,0 m byl zastižen žlutohnědý vápnitý *jíl s nízkou plasticitou* – spraš (**GT1.3**), třídy F6 CL a pevné konzistence.

#### 5.1.4 vrt V146:

V místě vrtu V146 tvořil povrch do hloubky 0,11 m asfalt. V hloubce od 0,11 – 0,7 m byla zastižena šedá *štěrkoдр'* třídy YG3 G-F, která tvořila podkladní vrstvu vozovky (**GT0.5**). V hloubce od 0,7 – 1,5 m byla zastižena hnědá *navázka jílu se střední plasticitou* (**GT0.3**), třídy YF6 CI tuhé konzistence s obsahem sutě a cihel. V hloubce od 1,5 – 5,0 m byl zastižen žlutohnědý vápnitý *jíl se střední plasticitou* – spraš (**GT1.3**), třídy F6 CI tuhé až pevné konzistence s obsahem vápnitých cívárů do velikosti 3 cm.

#### 5.1.5 vrt V147:

V místě realizace vrtu V147 tvořil povrch do hloubky 0,1 m dlažba chodníku. V hloubce od 0,1 – 0,4 m byla zastižena šedá *štěrkoдр'* třídy YG3 G-F, která tvořila podkladní vrstvu vozovky (**GT0.5**). V hloubce od 0,4 – 1,0 m byla zastižena šedá ulehlá *navázka písku s příměsí jemnozrnné zeminy* (**GT0.4**), třídy YS3 S-F s obsahem sutě. V hloubce od 1,0 – 2,7 m byla



zastižena černohnědá *navážka jílu štěrkovitého* (**GT0.2**), třídy YF2 CG, tuhé konzistence s obsahem kusů cihel a sutě. Pod vrstvami navážek byl v hloubce 2,7 – 4,8 m zastižen hnědý deluvialní *jíl štěrkový* (**GT1.1**), třídy F2 CG s tuhou konzistencí, který byl vápnitý a obsahoval úlomky do 7 cm.

Pod vrstvami kvartérních sedimentů byly zastiženy už jenom neogenní jílovité sedimenty až do ukončení vrtu. V hloubce 4,8 – 6,0 m byl zastižen šedozelený tuhý *jíl písčitý* (**GT3.1**), třídy F4 CS, vápnitý s obsahem cicvárů do velikosti 3 cm.

#### **5.1.6 vrt V148:**

V místě vrtu V148 tvořil povrch do hloubky 0,1 m dlažební kostka. V hloubce od 0,1 – 0,7 m byla zastižena šedá *štěrkodrt'* třídy YG3 G-F, která tvořila podkladní vrstvu vozovky (**GT0.5**). V hloubce od 0,7 – 1,2 m byla zastižena šedohnědá *navážka jílu štěrkovitého* (**GT0.2**), třídy YF2 CG tuhé konzistence s obsahem sutě a cihel. V hloubce od 1,2 – 3,0 m byl zastižen žlutohnědý vápnitý *jíl se střední plasticitou – spraš* (**GT1.3**), třídy F6 CI s tuhou konzistencí. V hloubce 3,0 – 5,0 m byl zastižen hnědý deluviofluviální *štěrk jílovitý* (**GT2.2**), třídy G5 GC s pevnou konzistencí, který obsahoval úlomky a valouny do 8 cm.

Pod vrstvami kvartérních sedimentů byly zastiženy už jenom neogenní jílovité sedimenty až do ukončení vrtu. V hloubce 5,0 – 6,5 m byl zastižen hnědozelený tuhý *jíl se střední plasticitou* (**GT3.2**), třídy F6 CI, který byl vápnitý.

#### **5.1.7 vrt V149:**

V místě vrtu V149 tvořil povrch do hloubky 0,22 m asfalt. V hloubce od 0,22 – 0,5 m byla zastižena šedohnědá *štěrkodrt'* třídy YG3 G-F, která tvořila podkladní vrstvu vozovky (**GT0.5**). V hloubce od 0,5 – 0,9 m byla zastižena hnědá ulehlá *navážka písku s příměsí jemnozrnné zeminy* třídy YS3 S-F (**GT0.4**). V hloubce od 0,9 – 2,0 m byl zastižen žlutohnědý vápnitý *jíl se střední plasticitou – spraš* (**GT1.3**), třídy F6 CI tuhé konzistence s obsahem cicvárů do 5 cm. V hloubce 2,0 – 5,5 m byl zastižen hnědý deluviofluviální *štěrk jílovitý* (**GT2.2**), třídy G5 GC s tuhou až pevnou konzistencí, který obsahoval úlomky do 5 cm. V hloubce 5,5 – 6,5 m byl zastižen šedohnědý deluviofluviální *písek jílovitý* (**GT2.1**), třídy S5SC s tuhou konzistencí, který obsahoval úlomky do 5 cm.

#### **5.1.8 vrt V150:**

V místě realizace vrtu V150 tvořil povrch do hloubky 0,09 m asfalt. V hloubce od 0,09 – 0,8 m byla zastižena šedá *štěrkodrt'* třídy YG3 G-F, která tvořila podkladní vrstvu vozovky (**GT0.5**). V hloubce od 0,8 – 2,2 m byla zastižena hnědá *navážka jílu štěrkovitého* (**GT0.2**), třídy YF2 CG, tuhé konzistence s obsahem kusů cihel. V hloubce od 2,2 – 5,0 m byl zastižen žlutohnědý vápnitý *jíl se střední plasticitou – sprašová hlína* (**GT1.3**), třídy F6 CI tuhé konzistence s obsahem cicvárů do velikosti 3 cm.

#### **5.1.9 vrt V151:**

V místě vrtu V151 tvořil povrch do hloubky 0,09 m asfalt. V hloubce od 0,09 – 0,8 m byla zastižena šedá *štěrkodrt'* třídy YG3 G-F, která tvořila podkladní vrstvu vozovky (**GT0.5**). V hloubce od 0,8 – 1,1 m byla zastižena černohnědá *navážka jílu štěrkovitého* (**GT0.2**), třídy YF2 CG, tuhé konzistence s obsahem kusů cihel a sutě. V hloubce od 1,1 – 5,0 m byl zastižen

žlutohnědý vápnitý jíl se střední plasticitou a jíl písčitý – spraš, sprašová hlína (**GT1.3,1.2**), tříd F6 CI a F4 CS měkké až tuhé konzistence.

### 5.1.10 vrt V152:

V místě vrtu V152 tvořil povrch do hloubky 0,2 m zpevněný povrch. V hloubce od 0,2 – 1,1 m byla zastižena šedohnědá navážka jílu štěrkovitého třídy YF2 CG (**GT0.2**), která tvořila podkladní vrstvu vozovky. V hloubce od 1,1 – 4,0 m byly zastiženy šedohnědé svahové sedimenty v podobě jílu písčitého (**GT1.2**), třídy F4 CS tuhé až pevné konzistence s úlomky do velikosti 3 cm.

## 5.2 Vyhodnocení zastižených zemín

### 5.2.1 Rozdělení zemín do geotechnických typů

Na základě petrografických popisů vrtů a výsledků laboratorních zkoušek a jimi zjištěných geotechnických výsledků, byly zastižené zeminy zařazeny podle ČSN 73 6133 a následně rozděleny do celkem čtyř geotechnických typů (dále jen GT). Popis konzistence je dle terminologie ČSN 73 6133 (viz tab.4-6).

Tab.3: Rozdělení zastižených zemín do geotechnických typů a podtypů

Stratigrafické zařazení	Popis zeminy, horniny	Zatřídění dle ČSN 73 6133	GT typ	GT podtyp
Antropogén	asfalt, dlažba, dlažební kostky	Y	GT 0	GT 0.1
	jíl štěrkovitý	YF2 CG		GT 0.2
	jíl se střední plasticitou	YF6 CI		GT 0.3
	písek s příměsí jemnozrnné zeminy	YS3 S-F		GT 0.4
	štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy	YG3 G-F		GT 0.5
Kvartér	jíl štěrkovitý	F2 CG	GT 1	GT 1.1
	jíl písčitý	F4 CS		GT 1.2
	jíl s nízkou až střední plasticitou	F6 CL, CI		GT 1.3
	jíl s vysokou plasticitou	F8 CH		GT 1.4
	písek jílovitý	S5 SC	GT 2	GT 2.1
	štěrk jílovitý	G5 GC		GT 2.2
Neogén	jíl písčitý	F4 CS	GT 3	GT 3.1
	jíl se střední plasticitou	F6 CI		GT 3.2

### 5.2.2 Popisy geotechnických podtypů

#### **GEOTECHNICKÝ TYP GT 0 – asfalt, dlažba, antropogenní navážky**

Výskyt antropogenních sedimentů je v zájmovém území vázán na místa řešených komunikací a jejich přilehlém okolí. Tyto zeminy, zastižené průzkumem, jsou materiály konstrukčních vrstev vozovek a násypových těles v zájmovém území. Část navážek dosahovala místy mocnosti až 2,7 m. Zeminy z uvedených GT podtypů byly zastiženy prakticky v každém

vrtnu. Zeminy geologicky zatříděné jako navážky tvoří zhruba 5 – 20 % objemu vrtného jádra kusy cihel, stavebné sutě, a tedy jsou pravděpodobně vhodné pro zpětný zásyp.

**Podtyp 0.1** – *asfalt, dlažba, dlažební kostky, Y*

**Podtyp 0.2** – *jíl štěrkovitý s příměsí úlomků cihel, stavebné sutě, YF2 CG*

**Podtyp 0.3** – *jíl se střední plasticitou s příměsí úlomků cihel, sutě, YF6 CI*

**Podtyp 0.4** – *písek s příměsí jemnozrnné zeminy, YS3 S-F*

**Podtyp 0.5** – *štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy, s obsahem úlomků cihel a sutě, YG3G-F*

**stratigrafie:** Kvartér (antropogén)

**geneze:** antropogenní sediment,

**výskyt:** svrchní vrstva

**makroskopický popis:** jílovité, jílovito-prachovité, písčité až štěrkovité zeminy s proměnlivou příměsí cihel nebo valounků, místy mají charakter sutí. Velikost úlomků je proměnlivá, lokálně dosahuje až 3-8 cm. Dále zahrnuje konstrukční vrstvy vozovky: asfalt, dlažební kostky, štěrkostr. Ze zemin těchto podtypů jsou uvedeny geotechnické vlastnosti v tab.4.

**těžitelnost dle ČSN 73 6133:** I. – II. , **těžitelnost dle ČSN 73 3050:** 2.– 4.

#### **GEOTECHNICKÝ TYP GT 1 – kvarterní jílovité sedimenty**

**Podtyp 1.1** – *jíl štěrkovitý, s obsahem valounů a úlomků do 7 cm, F2 CG*

**Podtyp 1.2** – *jíl písčitý, vápnitý s obsahem úlomků do 3 cm, F4 CS*

**Podtyp 1.3** – *jíl s nízkou až střední plasticitou, vápnitý, F6 CL, CI*

**Podtyp 1.4** – *jíl s vysokou plasticitou, vápnitý, F8 CH*

**stratigrafie:** Kvartér (pleistocén)

**geneze:** eolický a eolicko-deluviální sediment, příp. deluviální sediment, svahové sedimenty

**výskyt:** přípovrchová zóna pod půdním sedimentem a antropogenním sedimentem

**makroskopický popis:** plastické, prachovité až písčité jíly s občasnými valounky nebo úlomky o velikosti 2-3, místy až 7 cm. Spraš a sprašová hlína byla místy silně vápnitá a místy obsahovala karbonátové konkréce (cicváry do velikosti cca 5 cm). Zeminy se vyskytují v barevné škále od hnědé po žlutohnědou. Konzistence spraší byla tuhá až pevná. V zájmovém území se také vyskytují polohy deluviálních sedimentů, charakteru sutí eventuálně splachů zastoupeny kamenitým až hlinito-kamenitým sedimentem. Deluviální sedimenty byly zjištěny v mocnosti od 0,5 – 3,8 m.

**těžitelnost dle ČSN 73 6133:** I. , **těžitelnost dle ČSN 73 3050:** 2.– 4.

**mocnost sedimentů:** eolické sedimenty v rozmezí od 1,1 do 4,65 m, v případě deluviálních sedimentů byly zjištěny mocnosti do 2,1 m, mocnost svahových sedimentů do 2,9 m,

**namrzavost:** podtypy 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 – NN - VN

**vhodnost pro podloží komunikace:**

podtyp 1.1 (F2 CG) – podmíněčně vhodné

podtyp 1.2 (F4 CS) – podmíněčně vhodné

podtyp 1.3 (F6 CL, CI) – nevhodné

podtyp 1.4 (F8 CH) – nevhodné

**vhodnost pro použití do násypových těles a do zásypů:**

podtyp 1.1 (F2 CG) – podmíněčně vhodné

podtyp 1.2 (F4 CS) – podmíněčně vhodné

podtyp 1.3 (F6 CL, CI) – podmíněčně vhodné

podtyp 1.4 (F8 CH) – nevhodné

**GEOTECHNICKÝ TYP GT 2 – písčité a štěrkovité sedimenty**

**Podtyp 2.1** – písek jílovitý, úlomky do 5 cm, **S5 SC**

**Podtyp 2.2** – štěrk jílovitý, valouny nebo úlomky do 8 cm, **G5GC**

**stratigrafie:** Kvartér (pleistocén)

**geneze:** fluvialní sediment až deluviofluvialní sediment

**výskyt:** podložní vrstvy eolických sedimentů

**makroskopický popis:** Hnědé až šedé štěrky s valouny a úlomky o velikosti 5-8 cm. Písky byly šedohnědé barvy, s příměsí úlomků do velikosti 5 cm a tuhé konzistence. Deluviofluvialní sedimenty byly tuhé až pevné konzistence.

**těžitelnost dle ČSN 73 6133:** I. , **těžitelnost dle ČSN 73 3050:** 2. – 3.

**mocnost:** dosahuje řádově mocností od 2,0 do 4,5 m

**namrzavost:** podtyp 2.2 – VN, podtyp 2.1 – NN

**vhodnost pro podloží komunikace:**

podtyp 2.1 (S5 SC) – podmíněčně vhodné

podtyp 2.2 (G5 GC) – podmíněčně vhodné

**vhodnost pro použití do násypových těles a do zásypů:**

podtyp 2.1 (S5 SC) – podmíněčně vhodné

podtyp 2.2 (G5 GC) – podmíněčně vhodné

**GEOTECHNICKÝ TYP GT 3 – neogenní jílovité sedimenty**

**Podtyp 3.1** – jíl písčitý, vápnitý, **F4 CS**

**Podtyp 3.2** – jíl se střední plasticitou, vápnitý, **F6 CI**

**stratigrafie:** Neogén (miocén)

**geneze:** sedimentární (zvětrávání)

**výskyt:** pod kvartérními eolickými a deluviofluvialními sedimenty

**makroskopický popis:** plastické, prachovité až písčité jíly s občasnými valounky nebo úlomky, případně cicváry o velikosti 2-4 cm, vápnité. Zeminy se vyskytují v barevné škále od

hnědé až šedozelené. Konzistence byla tuhá. Neogenní jílovité sedimenty byly zjištěny průzkumem v mocnosti od 1,2 – 2,4 m.

**těžitelnost dle ČSN 73 6133:** I. , **těžitelnost dle ČSN 73 3050:** 3.– 4.

**mocnost sedimentů:** v rozmezí od 1,2 do 2,4 m

**namrzavost:** podtypy 3.1, 3.2 –VN

**vhodnost pro podloží komunikace:**

podtyp 3.1 (F4 CS) – podmíněčně vhodné

podtyp 3.2 (F6 CI) – nevhodné

**vhodnost pro použití do násypových těles a do zásypů:**

podtyp 3.1 (F4 CS) – podmíněčně vhodné

podtyp 3.2 (F6 CI) – podmíněčně vhodné



### 5.2.3 Geotechnické parametry zemin

V následujících tabulkách jsou pro jednotlivé typy zemin uvedeny odvozené hodnoty geotechnických charakteristik (Tab.4-6). U jílovitých zemin byl stupeň konzistence přepočítán dle Fr.Vrtka: Mechanika zemin IG a HG v praxi. Protokoly všech laboratorních rozborů zemin tvoří **přílohu č.3**.

Tab.4: Geotechnické charakteristiky zastižených antropogenních navážek

Geotechnický typ	0.2	0.3	0.4	0.5
ČSN P 73 1005	YF2 CG	YF6 CI	YS3 S-F	YG3 G-F
objemová tíha (kNm <sup>-3</sup> )	19,5	18,5	17,5	19,0
vlhkost (%)	–	9,3 – 26,8	–	–
mez tekutosti (%)	–	31,6 – 42,9	–	–
mez plasticity (%)	–	16,0 – 21,5	–	–
index plasticity	–	11,1 – 21,4	–	–
stupeň konzistence	tuhá	*0,38 – *1,05	–	–
stupeň ulehlosti	–	–	ulehlý	ulehlý
těžitelnost (ČSN 73 6133)	I	I	I	I
těžitelnost (ČSN 73 3050)	2. – 3.	2. – 3.	2.	3. – 4.
namrzavost	NN	VN	NZ	NZ
vhodnost do násypu	podm.vh.	podm.vh.	vhod.	vhod.
vhodnost do aktivní zóny	podm.vh.	podm.vh.	podm.vh.	vhod.
ef. úhel vn. tření (°)	25 – 27	25	29 – 31	31 – 33
ef. koheze (kPa)	10 – 14	14 – 26	0	0
tot. úhel vn. tření (°)	0	0	–	–
tot. koheze (kPa)	60	50	–	–
Poissonovo číslo	0,35	0,35	0,30	0,25
modul přetvárnosti (MPa)	7 – 15	5	15 – 18	85 – 90

Tab.5: Geotechnické charakteristiky kvartérních jílovitých sedimentů

Geotechnický typ	1.1	1.2	1.3	1.4
ČSN P 73 1005	F2 CG	F4 CS	F6 CL, CI	F8 CH
objemová tíha (kNm <sup>-3</sup> )	19,5	18,5	21,0	20,5
vlhkost (%)	–	9,3 – 26,8	15,4 – 22,1	16,5
mez tekutosti (%)	–	27,4 – 35,6	32,7 – 42,2	50,5
mez plasticity (%)	–	16,0 – 19,6	21,0 – 22,1	23,0
index plasticity	–	11,4 – 16,0	10,9 – 20,1	27,5
stupeň konzistence	tuhá	*0,38 – *1,05	*0,75 – *1,2	*1,12
stupeň ulehlosti	–	–	–	–
těžitelnost (ČSN 73 6133)	I	I	I	I
těžitelnost (ČSN 73 3050)	3.	1. – 3.	2. – 4.	4.
namrzavost	NN	VN	VN	VN
vhodnost do násypu	podm.vh.	podm.vh.	podm.vh.	nevhod.
vhodnost do aktivní zóny	podm.vh.	podm.vh.	nevhod.	nevhod.
ef. úhel vn. tření (°)	25 – 27	25	19	15
ef. koheze (kPa)	10 – 14	14 – 26	12 – 16	10
tot. úhel vn. tření (°)	0	0	0	0
tot. koheze (kPa)	60	50	50 – 80	80
Poissonovo číslo	0,35	0,35	0,40	0,42
modul přetvárnosti (MPa)	7 – 15	5	4 – 7	5

Tab.6: Geotechnické charakteristiky zastižených písčitých a štěrkovitých zemin, neogenních jílovitých zemin

Geotechnický typ	2.1	2.2	3.1	3.2
ČSN P 73 1005	S5 SC	G5 GC	F4 CS	F6 CI
objemová tíha (kNm <sup>-3</sup> )	18,5	19,5	18,5	21,0
vlhkost (%)	17,6	7,12 – 10,9	15,8 – 19,1	28,8
mez tekutosti (%)	36,0	33,0 – 33,2	33,9 – 46,9	44,0
mez plasticity (%)	16,2	16,8 – 17,5	16,7 – 23,7	22,9
index plasticity	19,8	15,5 – 16,4	17,2 – 23,2	21,1
stupeň konzistence	*0,71	*1,09 – *1,4	*0,74 – *0,94	*0,64
stupeň ulehlosti	–	–	–	–
těžitelnost (ČSN 73 6133)	I	I	I	I
těžitelnost (ČSN 73 3050)	3.	3.	3. – 4.	3.
namrzavost	NN	VN	VN	VN
vhodnost do násypu	podm.vh.	podm.vh.	podm.vh.	podm.vh.
vhodnost do aktivní zóny	podm.vh.	podm.vh.	podm.vh.	nevhod.
ef. úhel vn. tření (°)	27	30	25	19
ef. koheze (kPa)	8	6	18	12
tot. úhel vn. tření (°)	–	–	5	0
tot. koheze (kPa)	–	–	70	50
Poissonovo číslo	0,35	0,30	0,35	0,40
modul přetvárnosti (MPa)	8	50	6	4

- zvýrazněné hodnoty v tabulkách jsou zjištěny laboratorně. Hodnoty označené\* byly přepočteny dle F. Vrtka; ostatní hodnoty byly odvozeny z ČSN 73 6133;
- hodnoty objemové tíhy byly převzaty z ČSN 73 1001;
- pro namrzavost zemin byly použity následující zkratky: N – nenamrzavé, MN – mírně namrzavé, NZ – namrzavé, NN – nebezpečně namrzavé, VN – vysoce namrzavé

### 5.3 Zhodnocení zemin na úrovni pláň vozovky

Údaje o namrzavosti, vhodnosti do násypu/zásypu a do podloží vozovky jsou uvedeny v geologické dokumentaci realizovaných IG vrtů (*samostatná příloha č.2.1*).

**ÚSEK – ul. Rybnická** (vrty V143 až V152) – pláň vozovky je zde hlavně tvořena sprašovými sedimenty, odpovídající třídám **F4 CS (GT1.2)**, **F6 CI (GT1.3)** a **F8 CH (GT1.4)**, měkké až pevné konzistence, které podle ČSN 73 3050 spadají do 1.– 4. třídy těžitelnosti. Mocnost sprašových sedimentů zastižených IG průzkumem byla v rozmezí od 1,1 – 4,65 m. Z hlediska vhodnosti do násypu/zásypu se ukázala zemina třídy F6CI jako podmíněčně vhodná a z hlediska vhodnosti pro podloží se jeví jako nevhodná, zemina třídy F4CS z hlediska vhodnosti do násypu/zásypu a pro podloží jako podmíněčně vhodná a zemina třídy F8CV z hlediska vhodnosti do násypu/zásypu a pro podloží jako nevhodná. Podle Scheibleho kritéria jde o zeminy vysoce namrzavé. V případě, že zeminy budou v aktivní zóně vozovky, bude nezbytné je upravit vhodným pojivem nebo je vyměnit v mocnosti dle tabulky 5 v ČSN 73 6133. Doporučujeme realizovat úpravu zemin za přidání 2 % vhodného směsného pojiva.

Místy byl zaznamenán výskyt navážek na úrovni pláne vozovky. Jednalo se o navážky odpovídající třídám **YF2CG (GT0.2)** a **YF6CI(GT0.3)**, které spadají dle ČSN 73 3050 do 3. třídy těžitelnosti. Navážky mají jílovito – písčité charakter a jejich výskyt byl zaznamenán jen do hloubek 0,7 – 2,7 m.

V podloží eolických sedimentů byly zastiženy deluviální až deluviofluviální sedimenty v podobě:

- jílu štěrkovitého tuhé konzistence, třídy **F2 CG (GT1.1)**,
- štěrku jílovitého tuhé až pevné konzistence, třídy **G5 GC (GT2.2)**,
- písků jílovitého třídy **S5 SC (GT2.1)** tuhé konzistence.

Zeminy podle ČSN 73 3050 spadají do 2.– 3. třídy těžitelnosti. Průzkumem byly zastiženy mocnosti v rozmezí od 1,0 – 3,5 m. Zeminy jsou z hlediska vhodnosti do násypu/zásypu a z hlediska vhodnosti pro podloží jako podmíněčně vhodné. Podle Scheibleho kritéria jde o nebezpečně namrzavé až vysoce namrzavé zeminy.

Nejspodnější průzkumem zastižené vrstvy tvoří neogenní jílovité sedimenty, které byly v podobě jílu písčitého **F4 CS (GT3.1)** a jílu se střední plasticitou **F6 CI (GT3.2)** tuhé konzistence, které podle ČSN 73 3050 spadají do 3.– 4. třídy těžitelnosti. Z hlediska vhodnosti do násypu/zásypu se ukázala zemina třídy F6CI jako podmíněčně vhodná a z hlediska vhodnosti pro podloží se jeví jako nevhodná, zemina třídy F4CS z hlediska vhodnosti do násypu/zásypu a pro podloží se jeví jako podmíněčně vhodná. Podle Scheibleho kritéria se jedná o vysoce namrzavé zeminy.

**Vodní režim podloží vozovky (podle ČSN 73 6114)** – charakteristiky zeminy v podloží a ochrana vozovek před mrazovým zdvihem závisí na vodním režimu. Typ vodního režimu je dán vzdáleností hladiny podzemní vody, výškou kapilární vztlakovosti a hloubkou promrzání. U soudržných zemín lze orientačně typ vodního režimu stanovit podle jejich stupně konzistence.

Vodní režim se ukázal v době průzkumu u :

GT 0 – jako nepříznivý

GT 1 – příznivý až velmi nepříznivý

GT 2 – příznivý až nepříznivý

GT 3 – nepříznivý až velmi nepříznivý

*\*typy vodních režimů jsou orientační, stanovené z hodnot  $I_c$  zastižených zemín*

Vodní režim podloží se může měnit v průběhu roku v souvislosti s výškou hladiny podzemní vody, která je závislá na přímém vsaku atmosférických srážek, a také se může měnit v závislosti na ročním období.

## 5.4 Aktivní zóna komunikací

Pro posouzení zemín z hlediska využitelnosti do silničního tělesa byly na vybraných vzorcích zjišťovány parametry zhutnitelnosti (Proctor Standard) a poměry únosnosti (CBR). V následující tabulce (tab.7) se uvádí přehled parametrů zhutnitelnosti zemín a hodnot CBR zjištěných laboratorními zkouškami.

*V rámci inženýrskogeologického průzkumu byly odebrány celkem 2 technologické vzorky, na nichž byly provedeny laboratorní zkoušky Proctor Standard (zhutnitelnost), zkoušky CBR a CBR na upravených zemínách s příměsí stabilizačních pojiv.*

Do aktivní zóny podle ČSN 73 6133 kap. 4.1.3 nesmí být bez úpravy použity zeminy, pokud vlhkost na mezi tekutosti  $w_L > 50\%$  nebo stupeň konzistence  $I_c < 0,5$  nebo maximální suchá

objemová hmotnost  $\rho_{d,max PS} < 1500 \text{ kg.m}^{-3}$  pro násyp,  $\rho_{d,max PS} < 1600 \text{ kg.m}^{-3}$  pro aktivní zónu. Z výsledků inženýrskogeologického průzkumu vyplývá, že maximální objemové hmotnosti zemín, zjištěné laboratorními analýzami z vrtů V143 a V151, vyhovují požadavku pro použití pro násyp i do aktivní zóny.

Tab.7: Přehled výsledků zkoušek zhutnitelnosti a únosnosti na neupravených zemínách

GT typ	Zemina dle ČSN 73 6133	Hloubka (m)	Ozna- čení vrtu	W <sub>n</sub> (%)	Proctor Standard			CBR (%)
					W <sub>opt</sub> (%)	ΔW <sub>n</sub> -W <sub>opt</sub> (%)	ρ <sub>d, max</sub> (kg.m <sup>-3</sup> )	
1.3	F6 CI	0,5 – 1,5	V143	15,4	18,0	- 2,6	1720	5
1.3	F6 CI	1,1 – 2,0	V151	22,1	19,0	+ 3,1	1650	0

Dle ČSN 73 6133 bod 4.1.3 odst. 4a musí zemina pro použití do aktivní zóny vykazovat minimální hodnoty CBR<sub>sat</sub> (po 96 hodinách sycení) pro typ podloží PIII min 15%. Z hlediska CBR tyto zeminy nevyhovují, proto je nutné dané typy zemín upravit vhodným pojivem.

V případě, že zeminy budou v aktivní zóně vozovky, bude nezbytné je upravit vhodným pojivem nebo je vyměnit v mocnosti dle tabulky 5 v ČSN 73 6133. Dávkování a typ případného pojiva se stanoví laboratorními zkouškami, při nichž se potvrdí dosažení předepsaných hodnot CBR dle ČSN 73 6133.

Výsledky zkoušky CBR byly po přidání 2 % směsného pojiva tyto: 40 % a 35 %. Uvedené hodnoty vyhovují požadavku dle ČSN 73 6133 bod 4.1.3 odst. 4a pro podloží PIII.

Maximální objemové hmotnosti zjištěné laboratorní zkouškou Proctor standard **vyhověly** požadavku, který zadává norma ČSN 73 6133 pro použití do aktivní zóny komunikace i pro násyp. Laboratorními zkouškami zemín zjištěné maximální objemové hmotnosti se pohybovali v rozmezí 1650 – 1720 kg.m<sup>-3</sup>. Následně byly zeminy po dobu 96 h syceny ve vodě. Poté byla na vzorcích provedena laboratorní zkouška CBR s výsledky 5 % a 0 %. Uvedené hodnoty nevyhovují požadavku dle ČSN 73 6133 bod 4.1.3 odst. 4a pro podloží PIII, které musí dosáhnout minimálně 15 % CBR. Toto kritérium nesplnil žádný z testovaných vzorků.

Objednatelem bylo předepsáno ověření možnosti úpravy zemín s příměsí pojiv ve smyslu ustanovení TP 94 – Úprava zemín (2013). Úprava zemín s příměsí pojiv byla provedena na všech sedmi odebraných technologických vzorcích z prostředí na úrovni pláň řešených vozovek. Zatřídění zemín dle ČSN 73 6133 odpovídalo třídě F6 CI. Vzhledem k charakteru laboratorně testovaných zemín bylo jako pojivo použitý cemento-vápenná hydraulická směs Viacalco C-50.

Tab.8: Výsledky zkoušek CBR na upravených zemínách

Označení vrtu	Množství pojiva	Proctor Standard		CBR (%)
		ρ <sub>d, max</sub> (kg.m <sup>-3</sup> )	W <sub>opt</sub> (%)	po zrání saturací vodou
V143	bez aditiva	1720	18,0	5
	2%			40
V151	bez aditiva	1650	19,0	0
	2%			35



## 6 ZÁVĚR

Tato zpráva obsahuje informace o inženýrsko-geologických poměrech pro projekt „Brno, Rybnická – rekonstrukce kanalizace a vodovodu“. Cílem průzkumu bylo ověřit a zmapovat geologické prostředí v trase řešené ulice, s důrazem na hodnocení vlastností zastižených zemin a informace o vyšetření skladby vozovky.

Z geotechnického hlediska je geologické prostředí rozděleno celkem do 4 geotechnických typů. Tyto typy jsou podrobně specifikovány v rámci kapitoly 5, kde jsou uvedeny podmínky navrženého rozdělení, způsob geotechnického ohodnocení jednotlivých GT a jejich přehledné tabelární zpracování. Geologická dokumentace provedených vrtů je v příloze č.2.1. Vyhodnocení skladby vozovky tvoří přílohu č.4.

Inženýrskogeologický průzkum zjistil, že v podloží řešené ulice jsou složité geologické poměry. V trase plánované kanalizace a vodovodu byly zastiženy různorodé navážky, kvartérní sedimenty tvořené sprašovými, deluviálními až deluviofluviálními sedimenty. Nejspodnější vrstvy byly zastiženy průzkumem v podobě neogenních jílovitých sedimentů.

**ÚSEK – ul. Rybnická** (vrty V143 až V152) – pláň vozovky je zde hlavně tvořena sprašovými sedimenty, odpovídající třídám **F4 CS (GT1.2)**, **F6 CI (GT1.3)** a **F8 CH (GT1.4)**, měkké až pevné konzistence, které podle ČSN 73 3050 spadají do 1.– 4. třídy těžitelnosti. Mocnost sprašových sedimentů zastižených IG průzkumem byla v rozmezí od 1,1 – 4,65 m. Z hlediska vhodnosti do násypu/zásypu se ukázala zemina třídy F6CI jako podmíněčně vhodná a z hlediska vhodnosti pro podloží se jeví jako nevhodná, zemina třídy F4CS z hlediska vhodnosti do násypu/zásypu a pro podloží jako podmíněčně vhodná a zemina třídy F8CV z hlediska vhodnosti do násypu/zásypu a pro podloží jako nevhodná. Podle Scheibleho kritéria jde o zeminy vysoce namrzavé. V případě, že zeminy budou v aktivní zóně vozovky, bude nezbytné je upravit vhodným pojivem nebo je vyměnit v mocnosti dle tabulky 5 v ČSN 73 6133. Doporučujeme realizovat úpravu zemin za přidání 2 % vhodného směsného pojiva a toto dávkování ověřit na konkrétním pojivu.

Místy byl zaznamenán výskyt navážek na úrovni pláň vozovky. Jednalo se o navážky odpovídající třídám **YF2 CG (GT0.2)** a **YF6 CI (GT0.3)**, které spadají dle ČSN 73 3050 do 3. třídy těžitelnosti. Navážky mají jílovito – písčitého charakter a jejich výskyt byl zaznamenán jen do hloubek 0,7 – 2,7 m.

V podloží eolických sedimentů byly zastiženy deluviální až deluviofluviální sedimenty v podobě:

- jílu šterkovitého tuhé konzistence, třídy **F2 CG (GT1.1)**,
- šterku jílovitého tuhé až pevné konzistence, třídy **G5 GC (GT2.2)**,
- písků jílovitého třídy **S5 SC (GT2.1)** tuhé konzistence.

Zeminy podle ČSN 73 3050 spadají do 2.– 3. třídy těžitelnosti. Průzkumem byly zastiženy mocnosti v rozmezí od 1,0 – 3,5 m. Zeminy jsou z hlediska vhodnosti do násypu/zásypu a z hlediska vhodnosti pro podloží jako podmíněčně vhodné. Podle Scheibleho kritéria jde o nebezpečně namrzavé až vysoce namrzavé zeminy.

Nejspodnější průzkumem zastižené vrstvy tvoří neogenní jílovité sedimenty, které byly v podobě jílu písčitého **F4 CS (GT3.1)** a jílu se střední plasticitou **F6 CI (GT3.2)** tuhé konzistence, které podle ČSN 73 3050 spadají do 3.– 4. třídy těžitelnosti. Z hlediska vhodnosti do násypu/zásypu se ukázala zemina třídy F6CI jako podmíněčně vhodná a z hlediska vhodnosti pro podloží se jeví jako nevhodná, zemina třídy F4CS z hlediska vhodnosti do násypu/zásypu a pro podloží se jeví jako podmíněčně vhodná. Podle Scheibleho kritéria se jedná o vysoce namrzavé zeminy.

Tab.9: Převažující geotechnické typy zemin v aktivní zóně

úsek	převažující geotechnické typy v aktivní zóně
ulice Rybnická	GT 0.2, GT 0.3, GT 1.3

Zeminy, zastižené v AZ na ulici **Rybnická** jsou klasifikovány ve smyslu ČSN 736133 „Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ jako nevhodné (GT 0.3, GT 1.3) až podmíněčně vhodné (GT 0.2) pro aktivní zónu. Jedná se o zeminy vysoce namrzavé až nebezpečně namrzavé.

**Vodní režim podloží vozovky (podle ČSN 73 6114)** – charakteristiky zeminy v podloží a ochrana vozovek před mrazovým zdvihem závisí na vodním režimu. Typ vodního režimu je dán vzdáleností hladiny podzemní vody, výškou kapilární vztlakovosti a hloubkou promrzání. U soudržných zemin lze orientačně typ vodního režimu stanovit podle jejich stupně konzistence.

Vodní režim se ukázal v době průzkumu u :

GT 0 – jako nepříznivý

GT 1 – příznivý až velmi nepříznivý

GT 2 – příznivý až nepříznivý

GT 3 – nepříznivý až velmi nepříznivý

*\*typy vodních režimů jsou orientační, stanovené z hodnot  $I_c$  zastižených zemin*

Vodní režim podloží se může měnit v průběhu roku v souvislosti s výškou hladiny podzemní vody, která je závislá na přímém vsaku atmosférických srážek, a také se může měnit v závislosti na ročním období.

Zeminy geologicky zařazené jako navážky tvoří zhruba 5 – 20 % objemu vrtného jádra kusy cihel, stavebního sutě, a tedy jsou pravděpodobně vhodné pro zpětný zásyp.

Veškerou problematiku, týkající se tohoto průzkumu je možné konzultovat se zpracovateli tohoto průzkumu.

## 7 POUŽITÁ LITERATURA

- Muller, P., Novák, Z., et al.: Geologie Brna a okolí. ČGÚ, Praha, 2000,
- Olmer, Hermann, Kadlecová, Prchalová, et al., 2006: Hydrogeologická rajonizace,
- Vrtek, Fr.: Mechanika zemin IG a HG v praxi,

### *Související právní dokumenty a normy:*

- ČSN 73 1001: Základová půda pod plošnými základy,
- ČSN P 73 1005: Inženýrskogeologický průzkum,
- ČSN 73 3050: Zemní práce,
- ČSN 73 6133: Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací,
- ČSN 73 6114: Vozovky pozemních komunikací,
- ČSN EN 1926 – Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení pevnosti v tlaku,
- ČSN EN ISO 22475-1: Geotechnický průzkum a zkoušení – Odběry vzorků a měření podzemní vody – Část 1: Zásady provádění,
- TP 76: Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace,
- TP 94: Úprava zemin (2013),
- Vyhláška 282/2001 Sb. o evidenci geologických prací,
- Vyhláška 368/2004 Sb. o geologické dokumentaci,
- Vyhláška 369/2004 Sb. o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací,
- Zákon 62/1988 Sb.: Zákon o geologických pracích (v platném znění),

### *Internetové zdroje:*

- Geologické a geovědní mapy [online]. [citováno 2021-04-22]. Dostupné z: <http://www.geology.cz>,
- Národní geoportál Inspire verze 1.0. [citováno 2021-04-22]. Dostupné z: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/home>,
- Ortofoto mapy [online]. [citováno 2021-04-22]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz>,
- Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka. Hydroekologický informační systém VÚV T.G.M. [online]. [citováno 2021-04-22]. Dostupné z: <http://www.heis.vuv.cz>.