

MULTIFUNKČNÍ SPORTOVNÍ A KULTURNÍ CENTRUM BRNO



**IG a HG průzkum
leden 2020
BRNO**

Česká geologická služba 5627/2019

Výtisk č.:

Objednatel		Brněnské komunikace	Brněnské komunikace a.s. Rennská třída 787/1a, 639 00 Brno
Hlavní projektant		GEOSTAR, spol. s r. o. Tuřanka 240/111, 627 00 Brno Tel: +420 545 221 218 E-mail: geostar@geostar.cz Fax: +420 545 221 883 http://www.geostar.cz	
Zodpovědný projektant ING. JAROSLAV HAUSER, CSc.	Vypracoval ING. ELIŠKA POLÁŠKOVÁ		
Kontroloval ING. JAROSLAV HAUSER, CSc.	Smlouva o dílo 19000433		
Datum 1/2020			
Akce/stavba MULTIFUNKČNÍ SPORTOVNÍ A KULTURNÍ CENTRUM (MFSKC) - PODKLADY, PRŮZKUMY, DOKUMENTACE DLE ZÁKONA č. 100/2001 Sb.			
Příloha INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÝ PRŮZKUM A HYDROGEOLOGICKÝ PRŮZKUM			
Zakázkové číslo G 00520	Číslo přílohy 3		
Zpracovatel 	Vypracoval ING. ELIŠKA POLÁŠKOVÁ Kontroloval/zodpovědný projektant ING. JAROSLAV HAUSER CSc. MGR. PAVEL MACHŮ		

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:

Multifunkční sportovní a kulturní centrum Brno IG a HG průzkum

Objednatel:

Brněnské komunikace a.s.

Pořadové číslo zakázky:

21/20

Identifikační číslo zakázky:

G 00520

Datum ukončení zakázky:

leden 2020

Zpracoval IG část:

Ing. Eliška Polášková

Ing. Jaroslav Hauser, CSc.

Zpracoval HG část:

Ing. Eliška Polášková

Mgr. Pavel Machů

Zodpovědný řešitel:

Ing. Jaroslav Hauser, CSc.

Schválil:

Ing. Jaroslav Hauser, CSc.

Rozdělovník:

Výtisk č. 0

GEOSTAR, spol. s r.o.

č.1-2

Brněnské komunikace a.s.

č.3

ČGS

OBSAH

1. ÚVOD	1
2. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMU	1
2.1. Rešerše archivní prozkoumanosti.....	1
2.2. Geodetické zaměření	1
2.3. Vrtné a dokumentační práce	2
2.4. Odběry vzorků zemin a vody a laboratorní rozborů	2
2.5. Vsakovací zkoušky	3
2.6. Hydrodynamické zkoušky	3
2.7. Vyhodnocení průzkumu	3
3. PŘEHLED PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ.....	4
3.1. Geomorfologické poměry.....	4
3.2. Geologické poměry	4
3.3. Hydrogeologické poměry	5
4. VÝSLEDKY IG PRŮZKUMU	5
4.1. Geotechnické poměry.....	5
4.1.1. Rozdělení zemin do jednotlivých geotechnických typů.....	6
4.1.2. Geotechnické parametry zemin a hornin	10
4.1.3. Vhodnost zemin pro pozemní komunikace	13
4.1.4. Geotechnické zhodnocení.....	14
4.2. Chemismus zemin a podzemní vody	14
4.3. Vsakovací zkoušky	18
4.4. Hydrodynamické zkoušky	18
5. ZÁVĚR.....	24

PŘÍLOHY:

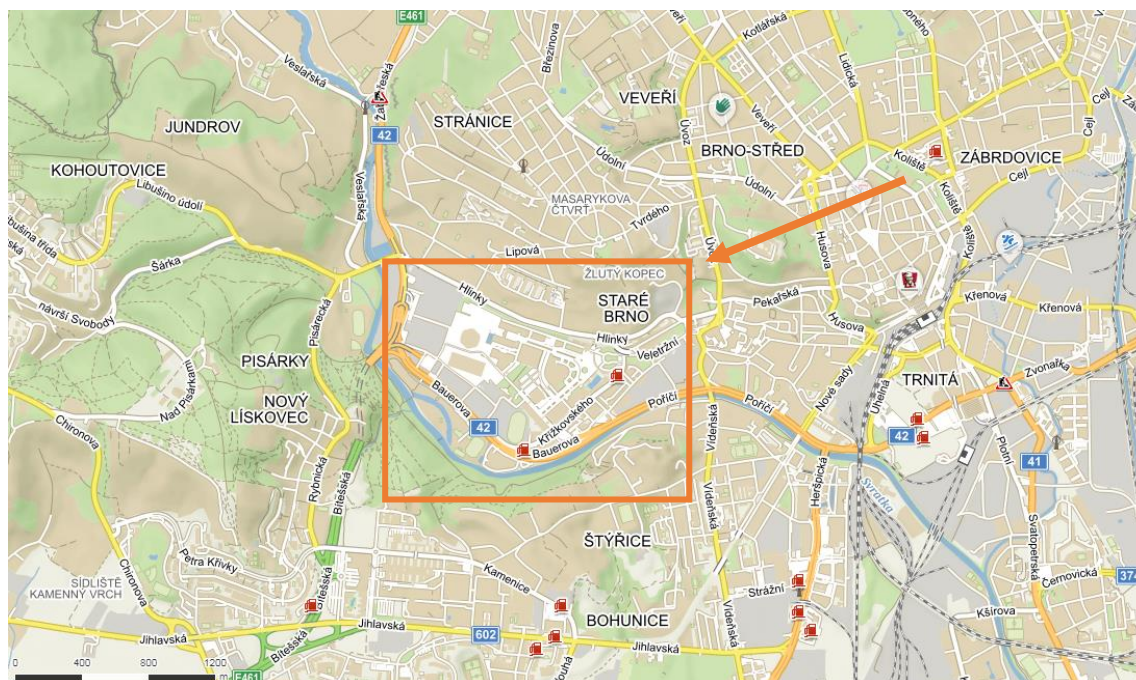
- 1. Situační mapy**
 - a. Přehledná situace**
 - b. Situace archivních vrtů**
- 2. Geologické řezy**
- 3. Geologická dokumentace sond**
- 4. Archivní geologická dokumentace**
- 5. Laboratorní rozbory a zkoušky zemin a hornin**
- 6. Chemismus podzemní vody a zemin**
- 7. Protokoly ze vsakovacích zkoušek**
- 8. Technická zpráva a protokoly z hydrodynamických zkoušek**
- 9. Technická zpráva o geodetickém zaměření**

1. ÚVOD

Na základě Smlouvy o dílo č. 19000433 s Brněnskými komunikacemi a.s. provedla firma GEOSTAR, spol. s r. o. inženýrsko-geologický průzkum pro akci „Multifunkční sportovní a kulturní centrum“, dále jen MFSKC. Cílem průzkumu bylo zjištění inženýrsko-geologických a geotechnických poměrů v místech plánované výstavby komunikace a parkoviště spojené s výstavbou MFSKC v areálu Brněnského výstaviště a veletrhů. Objednavatelem byl vznesen požadavek na realizaci 16 inženýrsko-geologických, 4 hydrogeologických vrtů, 5 vrtů pro provedení vsakovacích zkoušek, provedení čerpacích zkoušek a laboratorního rozboru zemin a vody. Rozsah průzkumu byl stanoven jako maximálně možný s ohledem na velké množství podzemních inženýrských sítí.

Umístění zájmového území je patrné z obrázku č. 1. Přehlednou situaci zájmového území s umístěním sond uvádíme v **příloze č. 1a**.

Obrázek č. 1: Umístění zájmového území (zdroj: mapy.cz, upraveno)



2. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMU

2.1. Rešerše archivní prozkoumanosti

Pro zjištění geologických poměrů v zájmové oblasti byla provedena rešerše dostupných archivních vrtů. Z databáze Geofondu ČGS byla zakoupena dokumentace 18 archivních vrtů. Vrty byly vyneseny v situační mapě (viz **příloha č. 1b**) a jejich dokumentace tvoří **přílohu č. 4**. Výsledky rešerše jsou uvedeny v kapitole č. 4.

2.2. Geodetické zaměření

Před zahájením terénních prací bylo provedeno geodetické polohové vytýčení navrhovaných průzkumných sond pomocí GNSS přístroje Trimble TDC 100. Některé sondy

byly z technických důvodů přemístěny. Všechny sondy byly zpětně geodeticky zaměřeny. Umístění sond je znázorněno v situacích, které tvoří **přílohu č. 1a, 1b**.

Geodetické práce provedla firma GEODROM s.r.o. Technická zpráva o geodetickém zaměření tvoří samostatnou **přílohu č. 9**.

2.3. Vrtné a dokumentační práce

Rozsah průzkumných prací byl rozdělen do dvou oblastí A, B.

V rámci oblasti A bylo realizováno 12 inženýrsko-geologických vrtů, 3 hydrogeologické vrty a 4 jádrové vrty pro provedení vsakovacích zkoušek. IG a HG jádrové vrty byly označeny jako A1-A15. Dle objednávky byly vrty A1, A2, A6, A7, A10, A11, A13 ukončeny v hloubce 3,0 m a vrty A3, A4, A5, A9, A12, A14, A15 ukončeny v hloubce 5,0 m. Vrty A5 a A9 byly realizovány jako čerpací a vrt A12 jako stoupací.

V oblasti B byl realizován 1 inženýrsko-geologický vrt, 1 hydrogeologický vrt a 2 jádrové vrty pro provedení vsakovacích zkoušek. IG vrt, označený jako B1, byl ukončen v hloubce 5,0 m dle objednávky. Pro zastižení podzemní vody byl hydrogeologický vrt, ukončen až v hloubce 7,0 m. Vrt byl realizován jako čerpací a označen jako B2. Vrty pro vsakovací zkoušky byly kvůli velkému množství podzemních inženýrských sítí realizovány do stávajících IG vrtů, které byly zpětným záhozem zapraveny do hloubek 2,0 m. Vrty byly osazeny PVC perforovanou trubicí s obsypem praného říčního štěrku frakce 4/8 mm. Vrty byly opatřeny uzamykatelným zhlavím.

Všechny vrty byly provedeny vrtnými soupravami HVS na podvozku TATRA a UGB (vrtmistr P. Friák a L. Antonín). Způsob vrtání byl rotační jádrový s TK-korunkami o průměru 175, 156, 137 a 125 mm. Vrty sloužily k přímé dokumentaci geologického prostředí a k odběru vzorků zemin a vody. Vrty byly po odběru vzorků zlikvidovány zpětným záhozem a zapraveny studenou živící. Většina průzkumných prací byla prováděna za přítomnosti dopravního značení, které realizovala firma SIGNEX, spol. s r.o.

Při geologické dokumentaci vrtného jádra byla použita norma ČSN 73 6133: Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací a ČSN P 73 1005: Inženýrsko-geologický průzkum. Geologická dokumentace vrtů tvoří **přílohu č. 3**.

2.4. Odběry vzorků zemin a vody a laboratorní rozbor

Z vrtů bylo odebráno 20 porušených vzorků ke stanovení indexových charakteristik zastižených zemin a 9 technologických vzorků k provedení laboratorních zkoušek Proctor standard, CBR a IBI. Porušené vzorky a technologické vzorky zemin byly hned po odvrtání odbírány a ukládány do igelitových sáčků a neprodyšně uzavřeny, aby ze vzorku zeminy nemohla uniknout vlhkost.

Dále bylo odebráno 5 vzorků podzemní vody (A5, A9, A8, A15 a B2) k ověření kvalitativních parametrů v rozsahu úplného rozboru dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. v platném znění (Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody) a Metodického pokynu MŽP Indikátory znečištění (2013).

K ověření použitelnosti zastižených zemin pro terénní úpravy na povrchu terénu byly odebrány vzorky zemin z vrtů A1, A3, A8, A15 a B2 pro analýzy v rozsahu tabulek č. 10.1 a 10.2 vyhlášky č. 294/2005 Sb. v platném znění (Vyhláška o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu).

Laboratorní rozborů zemin a hornin byly provedeny v laboratoři mechaniky zemin firmy GEOSTAR, spol. s r.o. (**příloha č. 5**). Chemický rozbor zeminy a vody provedla laboratoř firmy LABTECH s.r.o. a GEOTest, a.s. (**příloha č. 6**).

2.5. Vsakovací zkoušky

Pro posouzení možnosti zasakování srážkových vod byly v souladu s ČSN 75 9010 provedeny vsakovací zkoušky s proměnnou hladinou vody. Zkoušky byly realizovány ve vrtech HV10, HV11, HV13 a HV2 do hloubky 2,0 m a ve vrtu HV1 do hloubky 1,5 m. Dočasná výstroj byla perforovaná vždy v celé délce vrtu. Vsakovací vrty byly provedeny po realizaci IG průzkumu (prosinec 2019, leden 2020) a jejich rozmístění je patrné v **příloze č. 1a**. Protokoly vsakovacích zkoušek na jednotlivých vrtech jsou uvedeny v **příloze č. 7**.

2.6. Hydrodynamické zkoušky

Hydrodynamické zkoušky byly projektovány jako ověřovací zkoušky v délce trvání jeden den ve vrtech A5, A9, A12 a B2.

Hydrodynamické zkoušky byly provedeny firmou Lidařík, s.r.o., ve dnech 17.12 - 18.12 2019. Zkoušky byly realizovány ve vrtech A5, A12 a B2. Ve vrtu A9 nebylo možné zkoušku realizovat z důvodu minimální hladiny podzemní vody.

Technická zpráva a protokoly z hydrodynamických zkoušek tvoří **přílohu č. 8**.

2.7. Vyhodnocení průzkumu

Při vyhodnocování inženýrsko-geologického průzkumu byly použity následující normy a literatura:

- ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí: Část 1: Obecná pravidla.
- ČSN 73 1001: Základová půda pod plošnými základy.
- ČSN P 73 1005: Inženýrsko-geologický průzkum.
- ČSN 73 6133: Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací.
- ČSN 73 6114: Vozovky pozemních komunikací.
- ČSN 75 9010: Vsakovací zařízení srážkových vod.
- Fr. Vrtek: Mechanika zemin IG a HG v praxi
- Kritéria znečištění zemin, podzemní vody a půdního vzduchu dle metodického pokynu Ministerstva životního prostředí ze dne 31. července 1996.
- Metodický pokyn MŽP (2013): Indikátory znečištění. MŽP
- Michlíček a kol. (1986): Hydrogeologické rajóny podzemních vod v povodí Moravy a Odry, GEOTest národní podnik Brno.
- Olmer, M. – Herrmann, Z. – Kadlecová, R. – Prchalová, H. et al. (2006): Hydrogeologická rajonizace České republiky. – Sbor. geol. Věd, Hydrogeol. inž. Geol., 23, 5–32.
- Říha J. a kol. (2015): Stanovení parametrů pro návrh vsakovacích zařízení srážkových vod. – Technologická agentura České republiky.

- TP 94: Úprava zemin.
- TP 170: Navrhování vozovek pozemních komunikací.
- Vyhláška č. 294/2005 Sb. Vyhláška o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu.

3. PŘEHLED PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ

3.1. Geomorfologické poměry

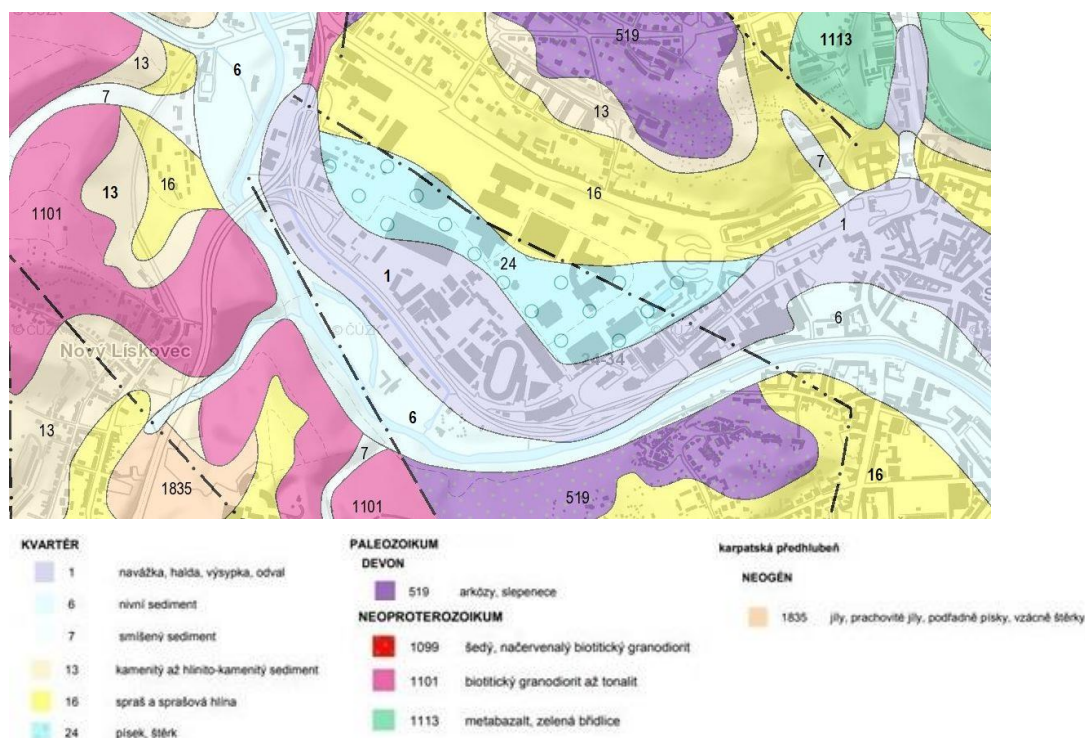
Z hlediska širšího zařazení do orografických celků náleží zájmová oblast do širší oblasti Brněnské vrchoviny, detailně patří do Bobravské vrchoviny okrsku Pisárecké kotliny.

V ploše zájmového území se nadmořská výška (dle geodetického zaměření) pohybuje zhruba v rozmezí 204 – 211 m n. m.

3.2. Geologické poměry

Z hlediska regionálního geologického členění leží zájmová lokalita na kontaktu karpatské předhlubně a českého masivu. **Český masív** je zde zastoupen jednak proterozoickými diority a biotitickými granodiority až tonality typu Jundrov a jednak paleozoickými arkózami a slepenci (z období devonu). Devonské horniny vystupují na povrch na pravém břehu Svatky v západní části území. Zároveň zčásti tvoří podloží sedimentů údolní nivy Svatky. Sedimenty **karpatské předhlubně** jsou zastoupeny převážně jíly, lokálně s polohami písků, stáří neogén – baden. Údolní niva řeky Svatky je vyplněna kvartérními fluvialními sedimenty, které jsou ve spodní části budovány šterkopísky a ve svrchní části jsou překryté povodňovými hlínami. Vzhledem k poloze lokality v zastavěné části města je zde významný výskyt různorodých antropogenních navážek.

Obrázek č. 2: Geologická mapa zájmového území s legendou (zdroj: geology.cz, upraveno)



3.3. Hydrogeologické poměry

Sledovaná oblast je v základní vrstvě součástí hydrogeologického rajónu 2241 – Dyjsko-svratecký úval a ve svrchní vrstvě součástí hydrogeologického rajónu 1643 – Kvartér Svratky (Olmer, Hermann, Kadlecová, Prchalová et al.: Hydrogeologická rajonizace 2006). Neogenní jíly vytvářejí hydrogeologický izolátor. Nadložní kvartérní štěrkopísky tvoří hydrogeologický kolektor s průlinovou propustností a s volnou až mírně napjatou hladinou podzemní vody. Povodňové hlíny mají v závislosti na své mocnosti a obsahu písčité frakce funkci hydrogeologického izolátoru až poloizolátoru. Hladina podzemní vody je v hydraulické spojitosti s povrchovou vodou vodního toku.

4. VÝSLEDKY IG PRŮZKUMU

4.1. Geotechnické poměry

Profily realizovaných jádrových a archivních vrtů jsou uvedeny v **příloze č. 3 a 4**. Všechny nově realizované i archivní sondy potvrdily přítomnost kvartérních sedimentů tvořených převážně ze štěrkopísků a povodňových hlín, také přítomnost neogenních, paleozoických a proterozoických sedimentů. Pro namrzavost zemin byly použity v geologické dokumentaci následující zkratky: N – nenamrzavé, MN – mírně namrzavé, NZ – namrzavé, NN – nebezpečně namrzavé, VN – vysoce namrzavé.

Archivní vrty zastihly různorodou navážku (GT 0) do hloubek 0,10 až 2,4 m. Kvartérní jílovité sedimenty (GT 1) se vyskytovaly do hloubek 1,7 až 4,4 m. Kvartérní písčité a štěrkovité sedimenty (GT 2) byly uloženy do hloubek 2,2 až 7,2 m, kde bylo zastiženo většinou vrtů předkvartérní podloží. V převážné části zájmového území byly zastiženy neogenní sedimenty (GT 3) od hloubek 3,6 až 9,0 m, zastoupené zejména jíly s nepravidelnými výskyty písčitých vrstev nebo proplástků. V západní části zájmového území byly zastiženy jednak paleozoické (devon) slepence a pískovce (GT 4) od hloubek 6,1 až do hloubek 8,0 m a jednak proterozoické granodiority a diority (GT 5) do hloubek až 19,0 m.

V archivních vrtech byla hladina podzemní vody naražena v rozmezí od 3,60 do 6,00 m, ustálená hladina podzemní vody byla dokumentována v hloubkách od 1,80 do 3,40 m.

V realizovaných inženýrsko-geologických vrtech A1 – A15 a B1 - B2 byla při průzkumu zjištěna různorodá navážka (GT 0) do hloubek 0,4 – 2,8 m. Kvartérní jílovité sedimenty (GT 1) se vyskytovaly do hloubek 1,8 až 5,0 m. Kvartérní písčité a štěrkovité sedimenty (GT 2) byly uloženy do hloubek 4,0 až 4,8 m, kde bylo zastiženo většinou vrtů předkvartérní podloží. V převážné části zájmového území byly zastiženy neogenní sedimenty (GT 3) do hloubek 2,5 – 5,0 m, zastoupené zejména jíly s nepravidelnými výskyty písčitých vrstev nebo proplástků. Dále se zde vyskytovaly paleozoické slepence a pískovce, které byly zastiženy v jedné sondě A8 od hloubky 2,8 do hloubky 5,0 m (GT4) a proterozoické granodiority a diority zastiženy ojediněle v hloubce 2,5 – 5,0 (GT 5).

Hladina podzemní vody byla naražena v rozmezí hloubek 1,5 – 6,1 m pod terénem (198,06 - 204,46 m n.m.) a ustálila se v hloubkách od 1,3 - 5,8 m (198,36 - 204,66 m n.m.). Jednalo se o volnou až mírně napjatou hladinu podzemní vody. Z pěti jádrových vrtů byly odebrány vzorky podzemní vody pro laboratorní rozbor v rozsahu úplného chemického rozboru, dle Vyhlášky č. 294/2005 Sb. a dle Metodického pokynu MŽP.

Zjištěné úrovně hladiny podzemní vody ve vrtech realizovaných v tomto průzkumu a ve vrtech archivních jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 1: Přehled zjištěných hladin podzemní vody, včetně archivních vrtů

Označení vrtu	HPV naražená (m p.t.)	HPV ustálená (m p.t.)	Souřadnice			datum
			y	x	z	
A5	4.2	3.8	-1160982.57	-600681.86	207.43	27.11.2019
A8	2.1	2.0	-1161018.00	-600997.21	206.53	28.11.2019
A9	3.1	2.9	-1161072.15	-600921.29	207.38	27.11.2019
A12	3.9	3.8	-1161250.69	-600778.48	206.87	28.11.2019
A15	1.5	1.3	-1161420.22	-600753.41	205.96	29.11.2019
B2	6.1	5.8	-1161799.32	-600146.93	204.16	29.11.2019
S105	5.70	-	-1160883.00	-600695.90	210.40	1989
S106	5.10	-	-1160913.60	-600666.10	210.20	1989
S107	6.0	-	-1160878.50	-600643.00	210.90	1989
S-24	-	3.40	-1161122.20	-600994.50	207.20	1995
S-27	-	3.20	-1161170.60	-600937.30	207.20	1995
S-31	3.60	-	-1160988.90	-601026.20	205.90	1995
S100		2.0	-1161288.00	-600771.50	207.10	1987
S101	-	1.80	-1161325.50	-600800.00	206.50	1987
J-102	-	3.20	-1160895.14	-601035.25	206.56	1999
J-110	-	3.15	-1160913.31	-600973.26	206.51	1999
J-1	-	3.10	-1161102.50	-600742.10	207.90	1999
J-2	-	2.80	-1161079.40	-600949.50	207.50	1987
J-3	-	2.60	-1161090.40	-600911.80	207.90	1987
J-4	-	2.80	-1161128.30	-600919.70	208.00	1987

Úroveň hladiny podzemní vody je závislá na množství a charakteru srážek, které infiltrují do podloží a je ovlivněna výškou hladiny povrchové vody v řece (hydraulická spojitost). Průzkumné práce probíhaly v zimním období za převážně nízkých stavů vody v řece.

Podzemní voda se rovněž vyskytovala v kvartérních štěrkovito-písčitých polohách a v neogenních jílovitých zeminách (GT 2.4 a GT 3.2). V případě nasedání kvartérních štěrkopísků na neogenní písky dochází ke komunikaci zvodní.

Graficky jsou geologické poměry znázorněny v geologických řezech (příloha 2).

4.1.1. Rozdělení zemin do jednotlivých geotechnických typů

Na základě petrografického popisu realizovaných a archivních vrtů, výsledků laboratorních rozborů a jimi zjištěných geotechnických charakteristik byly zastižené zeminy zaříděny podle ČSN 73 6133 a následně rozlišeny do 6 geotechnických typů.

Popis konzistence a ulehlosti je veden dle terminologie podle ČSN 73 6133 a ČSN P 73 1005 (viz tab. 2 a 3). Jednotlivé typy označené písmeny a, b, c, d, e určují stupeň konzistence, případně ulehlosti zemin zastižených v provedených vrtech.

Tab. 2: Popis konzistence podle ČSN P 73 1005

označení	konzistence	stupeň konzistence
b	měkká	$I_c=0,05-0,50$
c	tuhá	$I_c=0,50-1,0$
d	pevná	$I_c>1,0$
e	tvrdá	-

Tab. 3: Popis ulehlosti podle ČSN P 73 1005

označení	ulehlost	stupeň ulehlosti
c	středně ulehlý	$I_d=0,33-0,67$
d	ulehlý	$I_d=0,67-1,0$

GT 0 – navážky

GT 0.0 – asfalt, beton, **Y**

GT 0.1 – humózní hlína a jíl s případnou příměsí písku, **YF6**

GT 0.2 – jíl štěrkovitý s příměsí úlomků, **YF2 CG**

GT 0.3 – písek hlinitý s příměsí úlomků a valounů, **YS4 SM**

GT 0.4 – písek s příměsí jemnozrnných zemin s příp. příměsí úlomků a valounů, **YS3 S-F**

GT 0.5 – úlomky hornin a staveb. sutě s jílovitou výplní, **YG5 GC**

GT 0.6 – úlomky hornin a staveb. sutě s prachovitou výplní, **YG4 GM**

GT 0.7 – štěrk písčitý, případně úlomky s příměsí jemnozrnných zemin, **YG3 G-F**

GT 1 – kvartérní jílovité sedimenty

GT 1.1 – jíl hlinitý, **F5 MI**

GT 1.2 – jíl písčitý, **F4 CS**

GT 1.3 – sprašová hlína písčitá, **F3 MS**

GT 2 – kvartérní písčité a štěrkovité sedimenty

GT 2.1 – písek s příměsí jemnozrnných zemin, **S3 S-F**

GT 2.2 – štěrk jílovitý, jílovito-písčitý, **G5 GC**

GT 2.3 – štěrk hlinitý, prachovito-písčitý, **G4 GM**

GT 2.4 – štěrk písčitý s příměsí jemnozrnných zemin, **G3 G-F**

GT 2.5 – štěrk špatně zrněný, **G2 GP**

GT 3 – neogenní sedimenty

GT 3.1 – jíl s vysokou plasticitou, příp. příměsí písku, **F8 CH**

GT 3.2 – jíl s nízkou a střední plasticitou, příp. příměsí písku, **F6 CL, F6 CI**

GT 3.3 – jíl písčitý, **F4 CS**

GT 3.4 – písek hlinitý, **S4 SM**

GT 4 – eluvium paleozoické arkózy, R6/S5 SC

GT 5 – proterozoický granodiorit, diorit, R6/G3 G-F

TYP 0 – NAVÁŽKY

Podtyp 0.0 – zahrnuje asfalt a beton. Podle popisu jsme jej zařadili do II. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133.

Podtyp 0.1 – zahrnuje humózní hlínu a jíl s případnou příměsí písku, úlomků cihel a stavebního odpadu. Velikost úlomků byla do velikosti 5 cm. Z tohoto podtypu byl odebrán vzorek, podle geologického popisu jsme jej zařadili do třídy F6 a podle laboratorního rozboru byl zatříděn do F6 CI a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133. Podle konzistence byly ještě vyčleněny podtypy 0.1 b s měkkou, 0.1c s tuhou a 0.1d s pevnou konzistencí. Měkká konzistence byla ojedinělá (vrt A1).

Podtyp 0.2 – zahrnuje jíl šterkovitý s příměsí úlomků stavebního odpadu do velikosti 5 cm. Z tohoto podtypu nebyl odebrán vzorek, podle geologického popisu jsme zeminu zařadili do třídy F2 CG a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133. Podle konzistence byl ještě vyčleněn podtyp 0.2b/c s měkkou až tuhou konzistencí.

Podtyp 0.3 – zahrnuje písek hlinitý s příměsí úlomků a valounů. Z tohoto podtypu nebyl odebrán vzorek, podle geologického popisu jsme zeminu zařadili do třídy S4 CS a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133. Podle konzistence byl vyčleněn podtyp 0.3c s tuhou konzistencí.

Podtyp 0.4 – zahrnuje středně ulehý písek s příměsí jemnozrnných zemin, případně valounů a úlomků o velikosti 1–5 cm. Z tohoto podtypu nebyl odebrán vzorek, podle geologického popisu jsme jej zařadili do třídy S3 S-F a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133.

Podtyp 0.5 – zahrnuje úlomky hornin a stavebního odpadu a valouny do velikosti 8 cm s jílovitou výplní. Z tohoto podtypu byly odebrány 3 vzorky, podle laboratorního rozboru byly zařazeny do třídy G5 GC a podle geologického popisu jsme zeminu zařadili také do třídy G5 GC a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133. Podle konzistence byly ještě vyčleněny podtypy 0.5c s tuhou a 0.5e s tvrdou konzistencí.

Podtyp 0.6 – zahrnuje úlomky hornin a stavebního odpadu a valouny do velikosti 8 cm s prachovitou výplní. Z tohoto podtypu nebyl odebrán vzorek, podle geologického popisu jsme zeminu zařadili do třídy G4 GM a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133. Podle konzistence byl vyčleněn podtyp 0.6c s tuhou konzistencí.

Podtyp 0.7 – zahrnuje středně ulehý štěrk písčitý s valouny, případně úlomky do velikosti 4 cm, s příměsí jemnozrnných zemin. Z tohoto podtypu nebyl odebrán vzorek, podle geologického popisu jsme zeminu zařadili do třídy G3 G-F a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133.

TYP 1 – KVARTÉRNÍ JÍLOVITÉ SEDIMENTY

Podtyp 1.1 – tento podtyp zahrnuje jíl hlinitý s příměsí úlomků o velikosti 1-2 cm. Z tohoto podtypu nebyl odebrán vzorek, podle geologického popisu jsme zeminu zařadili jako F5 MI a zařadili do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133. Podle konzistence byl vyčleněn podtyp 1.1c s tuhou konzistencí.

Podtyp 1.2 – zahrnuje jíl písčítý. Z tohoto podtypu byly odebrány 2 vzorky, podle laboratorního rozboru byly zařazeny do třídy F4 CS a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133. Podle konzistence byly ještě vyčleněny podtypy 1.2c s tuhou, 1.2d s pevnou a 1.2e s tvrdou konzistencí.

Podtyp 1.3 – zahrnuje sprašovou hlínu písčitou. Z tohoto podtypu byly odebrány 2 vzorky, dle laboratorního rozboru byly zařazeny do třídy F3 MS, dle geologického popisu jsme zeminu zařadili do třídy F4 CS a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133. Podle konzistence byly vyčleněny podtypy 1.3c s tuhou a 1.3e s tvrdou konzistencí.

TYP 2 – KVARTÉRNÍ PÍŠČITÉ A ŠTĚRKOVITÉ SEDIMENTY

Podtyp 2.1 – zahrnuje písek s příměsí jemnozrnných zemin, případně se středně až dobře opracovanými valouny do velikosti 3–6 cm. Z tohoto podtypu nebyl odebrán vzorek, podle geologického popisu byl zařazen do třídy S3 S-F a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133. Podle ulehlosti byly ještě vyčleněny podtypy 2.1c středně uhlý a 2.1d uhlý.

Podtyp 2.2 – zahrnuje štěrk jílovito-písčítý s valouny do velikosti 3 cm, tuhé konzistence. Z této zeminy byl odebrán vzorek. Podle laboratorního rozboru byla zemina zařazena do třídy G5 GC a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133. Podle konzistence byly vyčleněny 2 podtypy 2.2c s tuhou a 2.2e s tvrdou konzistencí.

Podtyp 2.3 – zahrnuje štěrk hlinito-písčítý (prachovitý) s valouny do velikosti 5 cm. Z této zeminy nebyl odebrán vzorek. Podle geologického popisu byla zemina zařazena do třídy G4 GM a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133. Podle konzistence je vyčleněn podtyp 2.3c s tuhou konzistencí.

Podtyp 2.4 – zahrnuje štěrk písčítý s příměsí jemnozrnných zemin a valouny do velikosti 10 cm, max. 15 cm. Z tohoto podtypu bylo odebráno 8 vzorků, podle laboratorního rozboru byly zařazeny do třídy G3 G-F a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133. Podle ulehlosti byly ještě vyčleněny podtypy 2.4c středně uhlý a 2.4d uhlý.

Podtyp 2.5 – zahrnuje středně uhlý štěrk s příměsí písku. Z tohoto podtypu byly odebrány 1 vzorek, podle laboratorního rozboru byl zařazen do třídy G2 GP, podle geologického popisu jsme zeminu zařadili do třídy S2 SP a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133.

TYP 3 – NEOGENNÍ SEDIMENTY

Podtyp 3.1 – zahrnuje jíl s vysokou plasticitou, případně s příměsí písku nebo písčítými proplásky. Z tohoto podtypu byly odebrány 2 vzorky, podle laboratorního rozboru zemin byly zařazeny do třídy F8 CH a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133. Podle konzistence byl ještě vyčleněn podtyp 3.1c s tuhou konzistencí.

Podtyp 3.2 – zahrnuje jíl s nízkou a střední plasticitou, event. prachovitý nebo s příměsí písku. Z tohoto podtypu byl odebrán 1 vzorek, podle laboratorního rozboru byl zařazen do třídy F6 CI

a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133. Podle konzistence byly ještě vyčleněny podtypy 3.2c s tuhou a 3.2d s pevnou konzistencí.

Podtyp 3.3 – zahrnuje jíl písčitý. Z tohoto podtypu byly odebrány 2 vzorky, podle laboratorního rozboru byl zařazen do třídy F4 CS a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133. Podle konzistence byl ještě vyčleněn podtyp 3.3c s tuhou konzistencí.

Podtyp 3.4 – zahrnuje písek hlinitý. Z tohoto podtypu nebyl odebrán vzorek, podle geologického popisu jsme zeminu zařadili do třídy S4 SM a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133. Podle konzistence byl vyčleněn ještě podtyp 3.4c s tuhou konzistencí.

TYP 4 – ELUVIUM PALEOZOICKÉ ARKÓZY

Tento typ zahrnuje eluvium arkózy devonského stáří charakteru písku jílovitého, pevné konzistence. Z tohoto podtypu byl odebrán vzorek, podle laboratorního rozboru zemin byl zařazen do třídy R6/S5 SC a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133.

TYP 5 – PROTEROZOICKÝ GRANODIORIT A DIORIT

Tento typ zahrnuje zvětralý granodiorit a diorit, charakteru středně ulehlého štěrku písčitého a stáří proterozoického. Podle geologického popisu byl zařazen do třídy R6/G3 G-F a do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133.

4.1.2. Geotechnické parametry zemin a hornin

V následujících tabulkách jsou pro jednotlivé typy zemin uvedeny odvozené hodnoty geotechnických charakteristik (tab. 4.-7.). Protokoly všech laboratorních rozborů a zkoušek tvoří **přílohu č. 5**.

Zvýrazněné hodnoty v tabulce jsou zjištěny laboratorně. Zatřídění zemin dle výsledků indexových zkoušek provedeno v souladu s ČSN 73 6133. Hodnoty označené* byly přepočteny dle F.Vrtka. Ostatní hodnoty byly odvozeny z ČSN 73 1001. Hodnoty objemové tíhy byly převzaty z ČSN 73 1001. Hodnoty orientační tabulkové únosnosti jsou u zemin třídy F pro hloubku založení 0.8 až 1.5 m a šířku základu do 3 m, u zemin třídy S a G pro hloubku založení 1 m a šířku základu 3 m. Nebere se v úvahu vliv podzemní vody.

Tab. 4: Geotechnické charakteristiky zastižených navážek

Geotechnický typ	0.1b	0.1c	0.1d	0.2b/c	0.3c
ČSN 73 6133	F6	F6	F6 CI	F2 CG	S4 CS
objemová tíha (kNm ⁻³)	21,0	21,0	21,0	19,5	18
vlhkost (%)	-	-	19,80	-	-
mez tekutosti (%)	-	-	38,90	-	-
mez plasticity (%)	-	-	19,90	-	-
index plasticity	-	-	19,00	-	-
stupeň konzistence/ulehlost	měkká	tuhá	*0,92/pevná	měkká/tuhá	tuhá
ef. Úhel vn. Tření (o)	17	18,5	18	25	28
ef. Koheze (kPa)	9	11,5	15	9	2
tot. Úhel vn. Tření (o)	0	0	1	0	-
tot. Koheze (kPa)	25	50	80	50	-
modul přetvárnosti (Mpa)	1,5	4	7,5	8	9
Poissonovo číslo	0,40	0,40	0,40	0,35	0,30
tabulková únosnost (kPa)	50	80	150	100/175	300

Geotechnický typ	0.4c	0.5c	0.5e	0.6c	0.7c
ČSN 73 6133	S3 S-F	G5 GC	G5 GC	G4 GM	G3 G-F
objemová tíha (kNm ⁻³)	17,5	19,5	19,5	19,0	19,0
vlhkost (%)	-	-	6,90-10,0	-	-
mez tekutosti (%)	-	-	24,90-33,40	-	-
mez plasticity (%)	-	-	16,20-19,20	-	-
index plasticity	-	-	8,70-14,20	-	-
stupeň konzistence/ulehlost	stř. ulehlá	tuhá	*1,60-*1,62/tvrdá	tuhá	stř. ulehlá
ef. úhel vn. tření ^(o)	29	30	32	31	30
ef. koheze (kPa)	0	7	9	3	0
tot. úhel vn. tření ^(o)	-	-	-	-	-
tot. koheze (kPa)	-	-	-	-	-
modul přetvárnosti (MPa)	14	55	60	65	81
Poissonovo číslo	0,30	0,30	0,30	0,30	0,25
tabulková únosnost (kPa)	260	250	250	400	455

Tab. 5: Geotechnické charakteristiky zastižených kvartérních jílovitých sedimentů

Geotechnický typ	1.1c	1.2c	1.2d	1.2e	1.3c	1.3e
ČSN 73 6133	F5 MI	F4 CS	F4 CS	F4 CS	F3 MS	F3 MS
objemová tíha (kNm ⁻³)	20,0	18,5	18,5	18,5	18,0	18,0
vlhkost (%)	-	-	16,40	8,70	28,40	15,30
mez tekutosti (%)	-	-	37,00	32,80	32,00	34,30
mez plasticity (%)	-	-	19,90	20,00	26,70	23,90
index plasticity	-	-	17,10	12,80	5,30	10,40
stupeň konzistence/ulehlost	tuhá	tuhá	*1,00/pevná	*1,33/tvrdá	*0,65/tuhá	*1,59/tvrdá
ef. úhel vn. tření (o)	20	23	26	25	25	27
ef. koheze (kPa)	11	14	20	26	12	28
tot. úhel vn. tření (o)	0	0	5	-	0	-
tot. koheze (kPa)	60	50	70	-	60	-
modul přetvárnosti (MPa)	4	5	7	-	7	-
Poissonovo číslo	0,40	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
tabulková únosnost (kPa)	150	150	250	400	175	450

Tab. 6: Geotechnické charakteristiky zastižených kvartérních písčitých a štěrkovitých sedimentů

Geotechnický typ	2.1c	2.1d	2.2c	2.2e	2.3c	2.4c	2.4d	2.5c
ČSN 73 6133	S3 S-F	S3 S-F	G5 GC	G5 GC	G4 GM	G3 G-F	G3 G-F	G2 GP
objemová tíha (kNm ⁻³)	17,5	17,5	9,5	19,5	19,0	19,0	19,0	20,0
vlhkost (%)	-	-	-	5,50	-	1,90-3,80	6,70-7,40	3,30
mez tekutosti (%)	-	-	-	27,30	-	-	-	-
mez plasticity (%)	-	-	-	18,10	-	-	-	-
index plasticity	-	-	-	9,20	-	-	-	-
stupeň konzistence /ulehlost	stř. ulehlá	ulehlá	tuhá	*1,87/tvrdá	tuhá	stř. ulehlá	ulehlá	stř. ulehlá
ef. úhel vn. tření (o)	29	31	30	32	31	33	37	38
ef. koheze (kPa)	0	0	5	9	2	0	0	0
tot. úhel vn. tření (o)	-	-	-	-	-	-	-	-
tot. koheze (kPa)	-	-	-	-	-	-	-	-
modul přetvárnosti (MPa)	18	24	50	59	65	88	95	185
Poissonovo číslo	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,25	0,25	0,20
tabulková únosnost (kPa)	260	400	250	250	400	455	700	552,5

Tab. 7: Geotechnické charakteristiky zastižených neogenních paleozoických a proterozoických sedimentů

Geotechnický typ	3.1c	3.2c	3.2d	3.3c	3.4c	4d	5c
ČSN 73 6133	F8 CH	F6 CI	F6 CI	F4 CS	S4 SM	R6/S5 SC	R6/G3 G-F
objemová tíha (kNm ⁻³)	20,5	21,0	21,0	18,5	18,0	18,5	19,0
vlhkost (%)	25,10-31,40	-	17,40	17,90-18,80	-	6,50	-
mez tekutosti (%)	59,90-67,80	-	35,50	38,20-28,50	-	26,22	-
mez plasticity (%)	21,70-25,30	-	20,10	16,30-17,60	-	13,60	-
index plasticity	38,20-42,50	-	15,40	12,20-20,60	-	12,62	-
stupeň konzistence/ulehlost	*0,81- *0,89/tuhá	tuhá	*1,00/pevná	*0,63- *0,86/tuhá	tuhá	*1,16/pevná	stř. ulehlá
ef. úhel vn. tření (o)	15	18	19	24	30	26	33
ef. koheze (kPa)	6	13	21	15	9	4	0
tot. úhel vn. tření (o)	0	0	0	0	-	-	-
tot. koheze (kPa)	40	50	80	50	-	-	-
modul přetvárnosti (MPa)	4	5	8	6	14	5	85
Poissonovo číslo	0,42	0,40	0,40	0,35	0,30	0,35	0,25
tabulková únosnost (kPa)	80	80	150	150	300	225	455

4.1.3. Vhodnost zemin pro pozemní komunikace

Pro zjištění vhodnosti zemin do aktivní zóny a vhodnosti zemin pro podloží vozovky (aktivní zónu) bylo odebráno 9 technologických vzorků k provedení laboratorních zkoušek Proctor standard, CBR a IBI z vrtů A4, A5, A6, A7, A8, A11, A14, B1 a B2. Z důvodu nedostatečné hmotnosti zemin nebylo možné u vrtů A6 a A14 provést laboratorní zkoušky. Výsledky laboratorních zkoušek jsou uvedeny v následující tab. 8.

Zjištěné maximální objemové hmotnosti laboratorními zkouškami zemin se pohybovaly v rozmezí 1690-2080 kg/m³, tyto hodnoty vyhovují požadavku ČSN 73 6133 pro použití do aktivní zóny komunikace (min. 1600 kg.m⁻³) a pro násyp (min. 1500 kg.m⁻³).

Dle ČSN 73 6133 bod 4.1.3 odst. 4a musí zemina pro použití do aktivní zóny vykazovat pro typ podloží PIII minimální hodnoty CBR_{sat} (po 96 hodinách sycení) 15%. Z hlediska CBR tedy tyto zeminy nevyhovují ČSN 73 6133. Dle ČSN 73 6133 bod 4.1.3 odst. 4a musí zemina pro použití do násypu vykazovat minimální hodnoty IBI 10% pro násyp. Zkoušky stanovení IBI nebyly provedeny pro nedostatečný výnos materiálu z vrtu B1 a B2.

Tab. 8: Hodnoty Proctor standard, CBR a IBI

Geotechnický podtyp	Třída dle ČSN 73 6133	Hloubka (m)	Označení vrtu	Přirozená vlhkost zeminy	Proctor Standard			CBR (%)
					Optim. vlhkost (%)	Rozdíl přirozené a optimální vlhkosti (%)	Max. objemová hmotnost (kgm-3)	
GT 0.1	F6 CI	0,5-0,9	A4	19,8	20,0	-0,2	1690	1
GT 2.4	G3 G-F	1,3-2,0	A5	2,4	4,5	-2,1	2030	14,0
GT 2.4	G3 G-F	1,3-2,0	A6	2,0	-	-	-	-
GT 3.3	F4 CS	0,8-1,5	A7	18,8	18,0	+0,8	1750	0,5
GT 0.5	G5 GC	0,7-1,4	A8	6,9	10,0	-3,1	2040	5,5
GT 0.5	G5 GC	0,4-1,0	A11	6,9	9,0	-2,1	2010	9,5
GT 2.4	G3 G-F	1,0-3,0	A14	1,9	-	-	-	-
GT 2.4	G3 G-F	0,7-1,2	B1	2,3	5,0	-2,7	2080	15,0
GT 0.5	G5 GC	1,0-1,4	B2	10,0	12,0	-2,0	1980	3,5

4.1.4. Geotechnické zhodnocení

Z geotechnického hlediska (zatřídění zemin dle ČSN 73 6133) se v aktivní zóně komunikace vyskytují **vhodné** zeminy (G3 G-F), **podmínečně vhodné** zeminy (F4 CS, G5 GC) i **nevhodné** zeminy (F6 CI).

Hodnoty CBR a IBI

Na zemínách třídy F6 CI (GT 0.1), F4 CS (GT 3.3), G5 GC (GT 0.5) a G3 G-F (GT 2.4) byly provedeny zkoušky CBR. Výsledné hodnoty nesplňují předepsanou minimální hodnotu CBR pro aktivní zónu vozovky, kterou udává norma ČSN 73 6133. U zeminy G3 G-F (GT 2.4) hodnota vykazuje 15% CBR, což je minimální hodnota pro použití do aktivní zóny dle normy ČSN 73 6133. Z hlediska hraniční hodnoty zeminu nedoporučujeme považovat za vyhovující.

Hodnoty pro použití do násypu (dle ČSN 73 6133) nebyly z technických důvodů stanoveny. Na základě stanovení zrnitosti zemin a klasifikace dle ČSN 73 6133 se dle vhodnosti použití do násypu vyskytují zeminy **vhodné** (G3 G-F) a zeminy **podmínečně vhodné** (F6 CI, F4 CS, G5 GC).

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 (TP 94 Úprava zemin), při nichž se potvrdí dosažení předepsaných hodnot CBR dle ČSN 73 6133. Únosnost IBI doporučujeme znovu prověřit v rámci stavby.

Vodní režim podloží vozovky (podle ČSN 73 6114)

V areálu Brněnského výstaviště byl zjištěn u vrtů A4, A8 a A11 příznivý (difúzní) vodní režim, u vrtu A7 pendulární (nepříznivý) vodní režim podloží vozovky. V ulici Křížkovského byl zjištěn u vrtu B2 příznivý (difúzní) vodní režim podloží vozovky.

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

4.2. Chemismus zemin a podzemní vody

Pro ověření kvalitativních parametrů zemin a podzemní vody, respektive ověření případné kontaminace, byly odebrány vzorky v následujícím rozsahu:

Vzorky zemin z vrtů A1, A3, A8, A15 a B2 byly podrobeny analýzám v rozsahu tabulek č. 10.1 a 10.2 vyhlášky č. 294/2005 Sb. v platném znění (Vyhláška o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu), za účelem ověření použitelnosti zastižených zemin pro terénní úpravy na povrchu terénu.

Vzorky podzemní vody z vrtů A5, A9, A8, A15 a B2 byly podrobeny analýzám v rozsahu úplného rozboru dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. v platném znění (Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody) a v rozsahu Metodického pokynu MŽP Indikátory znečištění (2013), pro ověření zda testovaná voda splňuje parametry pitné vody, nebo případně nevykazuje známky kontaminace.

Výsledky laboratorních rozborů jsou uvedeny v tab. 9 a 10 a jsou zhodnoceny dle výše uvedených vyhlášek č. 294/2005 Sb., č. 252/2004 Sb. a Metodického pokynu MŽP Indikátory znečištění z roku 2013. Kompletní výsledky jsou uvedeny v laboratorních protokolech.

Vysvětlivky k tabulkám:

	<i>překročení limitu</i>
<i>MH = mezní hodnota - překročením ztrácí voda svou jakost</i>	
<i>NMH = nejvyšší mezní hodnota - překročením se vylučuje použití jako vody pitné</i>	
<i>DH = doporučená hodnota</i>	

Tab. 9: Přehled výsledků analýz zemin

ukazatel	jednotka	A1 zemina	A3 zemina	A8 zemina	A15 zemina	B2 zemina 1,9 m	B2 zemina 2,5 m	Vyhláška č. 294/2005 Sb., tab. 10.1 - limit	MP MŽP Indikátory znečištění (2013) - ostatní plochy
EOX	mg/kg	0,5	0,5	< 0,5	< 0,5	< 1	< 1	1	-
C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg	86,2	35,3	20,4	44,9	410	310	300	500
Chrom	mg/kg	30,9	7,36	20,0	20,8	34,9	33,0	200	-
Arsen	mg/kg	6,21	1,04	4,77	5,22	<5,00	<5,00	10	0,61 ⁽¹⁾
Kadmium	mg/kg	0,14	0,25	0,33	0,13	<0,20	<0,20	1	70
Rtuť	mg/kg	0,088	0,06	0,087	0,028	0,26	0,26	0,8	10
Nikl	mg/kg	22,2	2,53	13,2	14,4	23,6	23,7	80	1500
Olovo	mg/kg	19,7	7,74	52,6	26,6	22,1	31,7	100	400
Vanad	mg/kg	47,4	18,1	25,5	23,2	40,8	39,6	180	390
PAU suma	mg/kg	6,37	1,11	0,803	0,916	26,5	20,77	6	-
BTEX suma	mg/kg	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,24	<0,24	0,4	-
PCB (7) suma	mg/kg	0,0002	0,009	0,0011	0,0002	<0,14	<0,14	0,2	0,22

- (1) V případě As jsou v ČR vzhledem ke geochemickým poměrům v horninovém prostředí běžné vyšší koncentrace než uvedený indikátor znečištění. V takových případech jsou indikací znečištění až koncentrace As překračující hodnoty přírodního pozadí v místně specifických podmínkách hodnocené lokality.

Ze srovnání výsledků s Metodickým pokynem MŽP Indikátory znečištění (2013) je patrné, že stanovené výsledky jsou vyhovující, respektive ve vzorkovaných zeminách nebyla zjištěna kontaminace.

Porovnáním výsledků s limity vyhlášky č. 294/2005 Sb., dle tabulky č. 10.2 (ekotoxická) je patrné, že testované zeminy z vrtů A1, A3, A8, A15 jsou vyhovující. Nedošlo k mortalitě testovaných jedinců a stimulace růstu testovaných řas a semen nepřekročila 30 %.

Nicméně porovnáním výsledků s limity vyhlášky č. 294/2005 Sb., dle tabulky č. 10.1 je zřejmé, že těmto požadavkům nevyhovují zeminy z vrtu A1 a oba vzorky z vrtu B2. Testované zeminy z těchto vrtů vykazují přítomnost ropných látek, což je ve vrtu B2 indikováno nadlimitní koncentrací uhlovodíků C₁₀-C₄₀ a sumy PAU (polycyklické aromatické uhlovodíky) a ve vrtu A1 pouze lehce nadlimitní koncentrací sumy PAU.

Z výše uvedeného vyplývá, že zeminy vrtu z B2 a A1 nemohou být bez úpravy použity na povrchu terénu. Za předpokladu, že nevyhovující zeminy z vrtů B2 a A1 nevykazují senzorické znaky kontaminace, lze je upravit smícháním s inertní zeminou. Ovšem takto vzniklou směs je nutné podrobit novému rozboru v rozsahu tabulek č. 10.1 a 10.2 dle vyhlášky č. 294/2005 Sb.

Tab. 10: Přehled výsledků analýz podzemní vody

ukazatel	jednotka	A5 voda	A8 voda	A9 voda	A15 voda	B2 voda	Typ limitu 252/2004	Vyhláška č. 252/2004 Sb.	MP MŽP Indikátory znečištění (2013)
Barva mg Pt	mg/l	10,1	< 5	11,5	< 5	9,59	MH	20	-
Zákal	ZF(n)	42	18	790	26	55	MH	5	-
Pach		přijat.	přijat.	nepřijat.	nepřijat.	nepřijat.	MH	přijatelný	-
Chuť		přijatelná	přijatelná	-	-	-	MH	přijatelná	-
pH		8,4	7,3	8,3	7,4	8,8	-	6,5-9,5	-
El.konduktivita	mS/m	54,8	148	131	186	121	MH	125	-
CHSK Mn	mg/l	0,16	1,21	2,68	4,08	1,6	MH	3,0	-
Amonné ionty	mg/l	0,1	0,1	2,9	1,02	1,6	MH	0,50	-
Dusitany	mg/l	0,44	0,14	0,25	0,04	3,58	NMH	0,50	1,6
Dusičnany	mg/l	28,6	13,3	< 0,5	< 0,5	16,4	NMH	50	-
Chloridy	mg/l	53	261	204	244	152	MH	100	-
Fluoridy	mg/l	0,69	0,26	0,68	0,19	1,08	NMH	1,5	0,62
Sířany	mg/l	38,2	125	157	84,4	236	MH	250	-
Volný chlor	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	MH	0,30	-
Kyanidy celkové	mg/l	< 0,002	0,003	< 0,002	0,002	0,028	NMH	0,050	0,0014
Bromičnany	µg/l	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	NMH	10	-
Chloritany	µg/l	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	NMH	200	-
Vápník	mg/l	31	120	96,6	182	90,1	MH	min. 30	-
Hořčík	mg/l	8,31	19,8	19,1	24,8	20	MH	min. 10	-
Hliník	mg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	MH	0,20	-
Železo	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	MH	0,20	11
Mangan	mg/l	0,02	1,65	0,52	2,52	0,71	MH	0,050	0,32
Sodík	mg/l	57,3	137	168	166	120	MH	200	-
Stříbro	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	NMH	25	71
Arsen	µg/l	13,8	< 1	1,77	3,58	1,66	NMH	10	0,045 ⁽²⁾

Bor	mg/l	0,116	0,067	0,103	0,08	0,183	NMH	1,0	3,1
Beryllium	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	NMH	2,0	16
Kadmium	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NMH	5,0	6,9
Chrom	µg/l	3,14	< 1	< 1	1,83	< 1	NMH	50	-
Měď	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	NMH	1000	620
Rtuť	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NMH	1,0	0,63
Nikl	µg/l	< 1	5,09	3,32	2,67	1,74	NMH	20	300
Olovo	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	NMH	10	10
Antimon	µg/l	1,56	13,4	1,13	1,09	2,63	NMH	5,0	6,0
Selen	µg/l	2,53	< 1	< 1	< 1	1,14	NMH	10	78
Tvrdost vody	mmol/l	1,12	3,81	3,2	5,56	3,07	DH	2,0-3,5	-
Kolonie 22 C	KTJ/1ml	$1,74 \cdot 10^5$	$4,2 \cdot 10^4$	$2,64 \cdot 10^5$	$1,43 \cdot 10^5$	$2,04 \cdot 10^5$	DH	200	-
Kolonie 36 C	KTJ/1ml	$1,04 \cdot 10^4$	$4,6 \cdot 10^2$	$> 3 \cdot 10^4$	$5,7 \cdot 10^2$	$2,82 \cdot 10^4$	DH	40	-
Koliformní bakterie	KTJ/1ml	0	8	11	12	150	MH	0	-
E-coli	KTJ/1ml	0	0	0	0	0	NMH	0	-
Intest. enterokoky	KTJ/1ml	0	0	8	3	51	NMH	0	-
C ₁₀ -C ₄₀	mg/l	1,07	< 0,1	15,9	0,192	0,584	-	-	0,5
PAU suma	µg/l	0,825	< 0,02	1,13	0,277	2,02	NMH	0,10	-
Benzo(a)pyren	µg/l	0,279	< 0,005	0,212	0,177	0,806	NMH	0,01	0,0029
THM suma	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	NMH	100	-
Trichlormetan	µg/l	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	NMH	30	0,19
1,2-dichloreten	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NMH	3,0	0,15
Tetrachloreten	µg/l	0,2	< 0,2	0,3	< 0,2	0,2	NMH	10	9,7
Benzen	µg/l	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1	< 0,1	NMH	1,0	0,39
Toluen	µg/l	< 0,1	< 0,1	0,3	< 0,1	< 0,1	-	-	860
Etylbenzen	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	1,3
Xyleny	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	190
Pesticidní látky celkem	µg/l	0,056	0,067	< 0,03	< 0,03	< 0,03	NMH	0,5	-

- (2) V případě As jsou v ČR vzhledem ke geochemickým poměrům v horninovém prostředí běžné vyšší koncentrace než uvedený indikátor znečištění. V takových případech jsou indikací znečištění až koncentrace As překračující hodnoty přírodního pozadí v místně specifických podmínkách hodnocené lokality.

Ze srovnání výsledků s limity vyhlášky č. 252/2004 Sb. je patrné, že žádný vzorek vody nespĺňuje parametry pitné vody, což se dalo očekávat. S výjimkou vrtu A8 byly v ostatních vzorcích ověřeny ropné látky, detekované nadlimitními koncentracemi uhlovodíků C₁₀-C₄₀ a sumy PAU, respektive benzo(a)pyrenu. Většinou podzemní voda vykazuje zvýšené obsahy chloridů, manganu, amonných iontů, nevyhovující tvrdost a zvýšenou mineralizaci. Ojedinele se vyskytuje nadlimitní obsah dusitanů (B2) a antimonu (A8). Všechny odebrané vzorky vody vykazují mikrobiologické oživení, což je u surových vod běžný jev.

Srovnáním s Metodickým pokynem MŽP Indikátory znečištění (2013) je patrné, že ve většině vrtů byly překročeny indikátory znečištění v ukazatelích uhlovodíky C₁₀-C₄₀ a benzo(a)pyren, což detekuje ropné znečištění (viz odstavec výše). Dále byly ve větším rozsahu překročeny indikátory znečištění v ukazatelích volné kyanidy (A8, A15 a B2) a mangan.

Zvýšené koncentrace manganu jsou patrně odrazem geologické stavby lokality. Ojediněle byly překročeny indikátory znečištění v ukazatelích dusitany a fluoridy (B2) a antimon (A8).

Veškeré protokoly o laboratorních zkouškách a také přehledu všech indikátorů znečištění zemin a vody jsou uvedeny v **příloze č. 6**.

4.3. Vsakovací zkoušky

Pro posouzení možnosti zasakování srážkových vod byly provedeny vsakovací zkoušky s proměnnou hladinou vody, v souladu s ČSN 75 9010. Zkoušky byly provedeny ve vrtech HV10, HV11, HV13 a HV2 do hloubky 2,0 m a ve vrtu HV1 do hloubky 1,5 m. Dočasná výstroj byla perforovaná vždy v celé délce vrtu.

Vsakovací zkoušky byly provedeny 11.12.2019 a 6.1.2020 a byly vyhodnoceny podle ČSN 75 9010.

Na základě výsledků vsakovacích zkoušek uvedených v **příloze č. 7** byly vypočteny hodnoty koeficientu vsaku k_v . V případě zemin V.1 a V.2 dle ČSN 75 9010 byly výsledné hodnoty získány po přepočtení dílčího součinitele spolehlivosti, vztaženému k délce trvání vsakovací zkoušky y_t .

Na základě výsledků vsakovacích zkoušek byl stanoven koeficient vsaku k_v v zastižených šterkovito-písčitých zeminách třídy **G3 G-F** (GT 2.4) $k_v = 2,90 \cdot 10^{-6}$ až $1,75 \cdot 10^{-5}$ m/s, šterkovito-jílovitých zeminách třídy **G5 GC** (GT 0.5) $k_v = 3,15 \cdot 10^{-7}$ m/s a jílovitých zeminách třídy **F4 CS** (GT 1.2) $k_v = 7,14 \cdot 10^{-6}$ m/s a (GT 3.3) $k_v = 1,81 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Zeminy s hodnotou koeficientu vsaku větší než 10^{-6} m/s jsou klasifikované jako zeminy vhodné pro zasakování srážkových vod. Zeminy s hodnotou koeficientu vsaku menší než 10^{-6} m/s (zde G5 GC, GT 0.5) jsou klasifikované jako zeminy nevhodné pro zasakování srážkových vod. Nicméně i jejich vsakování je možné za podmínky dostatečně kapacitní retence, nebo možnosti část těchto vod regulovaně odvádět do kanalizace nebo recipientu. Při projektování a realizaci vsakovacích prvků je dle ČSN 75 9010 nezbytné dodržet vzdálenost 1,0 m mezi bází vsakovacího prvku a hladinou podzemní vody.

Tab. 11: Vypočtené hodnoty koeficientu vsaku

Označení vrtu	GT typ	Třída zeminy dle ČSN 73 6133	Zemina dle ČSN 75 9010	Součinitel spolehlivosti y_t	koeficient vsaku (m/s)
HV10	GT 2.4	G3 G-F	V.1	0,9	$2,90 \cdot 10^{-6}$
HV11	GT 2.4	G3 G-F	V.1	0,8	$1,75 \cdot 10^{-5}$
HV13	GT 1.2	F4 CS	V.3	-	$7,14 \cdot 10^{-6}$
HV1	GT 3.3	F4 CS	V.3	-	$1,81 \cdot 10^{-6}$
HV2	GT 0.5	G5 GC	V.2	0,75	$3,15 \cdot 10^{-7}$

4.4. Hydrodynamické zkoušky

Hydrodynamické zkoušky byly projektovány jako ověřovací zkoušky v délce trvání jeden den ve vrtech A5, A9, A12 a B2.

Hydrodynamické zkoušky byly realizovány ve vrtech A5, A12 a B2. Ve vrtu A9 nebylo možné zkoušku realizovat z důvodu minimální hladiny podzemní vody.

Technická zpráva a protokoly z hydrodynamických zkoušek tvoří **přílohu č. 8**.

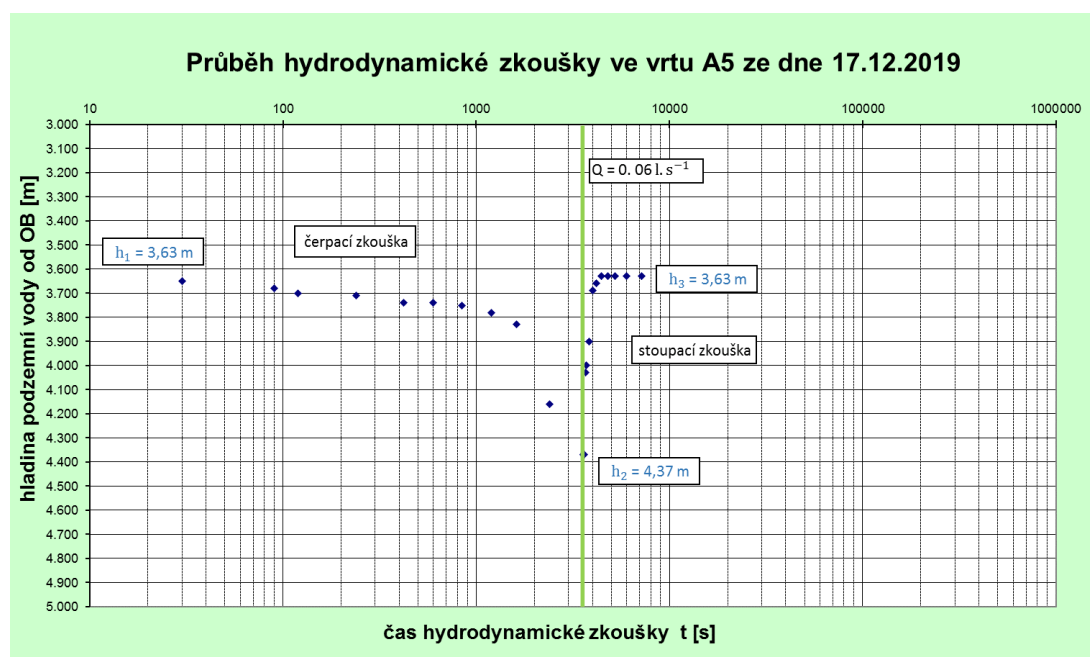
Hodnoty základních hydraulických charakteristik horninového prostředí – hydraulická vodivost neboli filtrační součinitel k a transmisivita T byly vypočítány ze semilogaritmických grafů závislosti snížení na čase jednotlivých zkoušek.

Hydrodynamická zkouška ve vrtu A5

Hydrodynamická zkouška ve vrtu A5 byla provedena v režimu neustáleného proudění. Sestávala z čerpací části o délce 1 hod. a stoupací části o téže délce. Čerpání probíhalo při vydatnosti $Q = 0,06 \text{ l/s}$. Při čerpání vrtu A5 byla hladina snížena o 0,72 m, z úrovně 3,65 m na úroveň 4,37 m. Při stoupací zkoušce hladina podzemní vody dosáhla výchozí úrovně před čerpáním, respektive před zapuštěním čerpadla do vrtu 3,63 m.

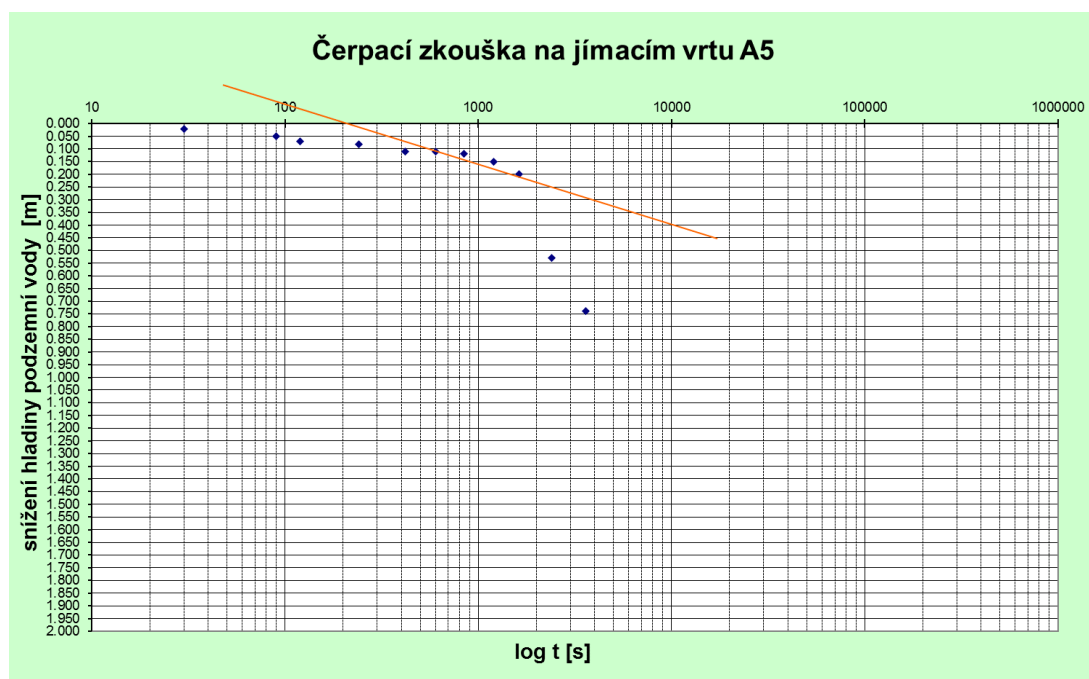
Průběh hydrodynamické zkoušky ve vrtu A5 je znázorněn na obrázku č. 3.

Obrázek 3: Průběh hydrodynamické zkoušky ve vrtu A5



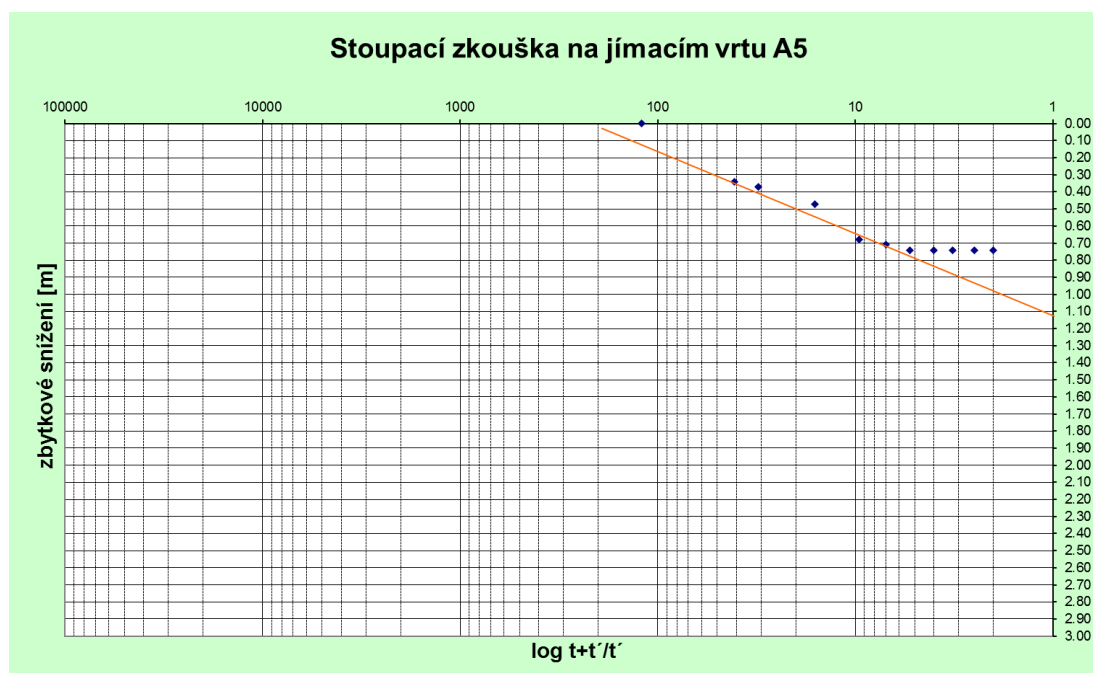
Další následující obrázek č. 4 znázorňuje závislost snížení hladiny podzemní vody na logaritmu času v průběhu čerpací zkoušky. Vypočtená hodnota transmisivity z čerpací zkoušky ve vrtu A5 činí $T = 4,39 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, hodnota hydraulické vodivosti $k = 3,66 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$; při průměrné mocnosti zvodně cca 1,2 m.

Obrázek 4: Čerpací zkouška ve vrtu A5



Následující obrázek č. 5 znázorňuje závislost zbytkového snížení hladiny podzemní vody na logaritmu poměru celkového času a okamžitého času v průběhu stoupací zkoušky.

Obrázek č. 5: Stoupací zkouška ve vrtu A5



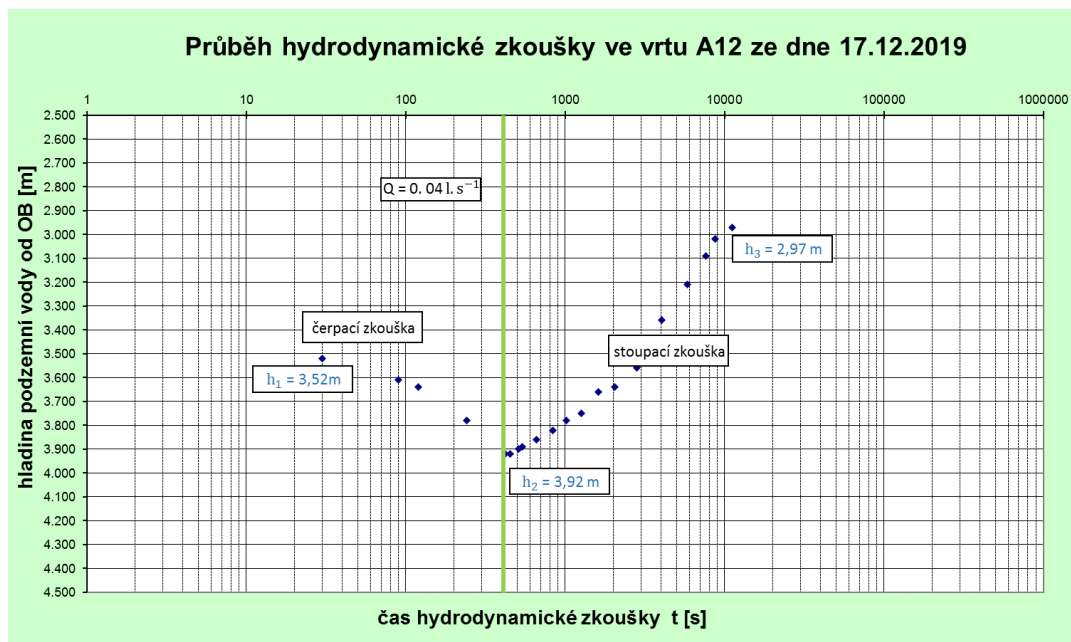
Ze stoupací zkoušky ve vrtu A5 byla vypočtena hodnota transmisivity $T = 2,00 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ a hodnota hydraulické vodivosti $k = 1,66 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$; při průměrné mocnosti zvodně cca 1,2 m.

Hydrodynamická zkouška ve vrtu A12

Hydrodynamická zkouška ve vrtu A12 byla provedena v režimu neustáleného proudění. Sestávala z velmi krátké čerpací části o délce 7 min. a stoupací části o délce 3 hod. Čerpání probíhalo při vydatnosti $Q = 0,04 \text{ l/s}$. Při čerpání vrtu A12 byla hladina snížena o 0,40 m, z úrovně 3,52 m na úroveň 3,92 m. Při stoupací zkoušce hladina podzemní vody nastoupala o 0,95 m, do úrovně 2,97 m, čímž překročila výchozí hladinu ze začátku čerpání o 0,55 m.

Průběh hydrodynamické zkoušky ve vrtu A12 je znázorněn na obrázku č. 6.

Obrázek 6: Průběh hydrodynamické zkoušky ve vrtu A12

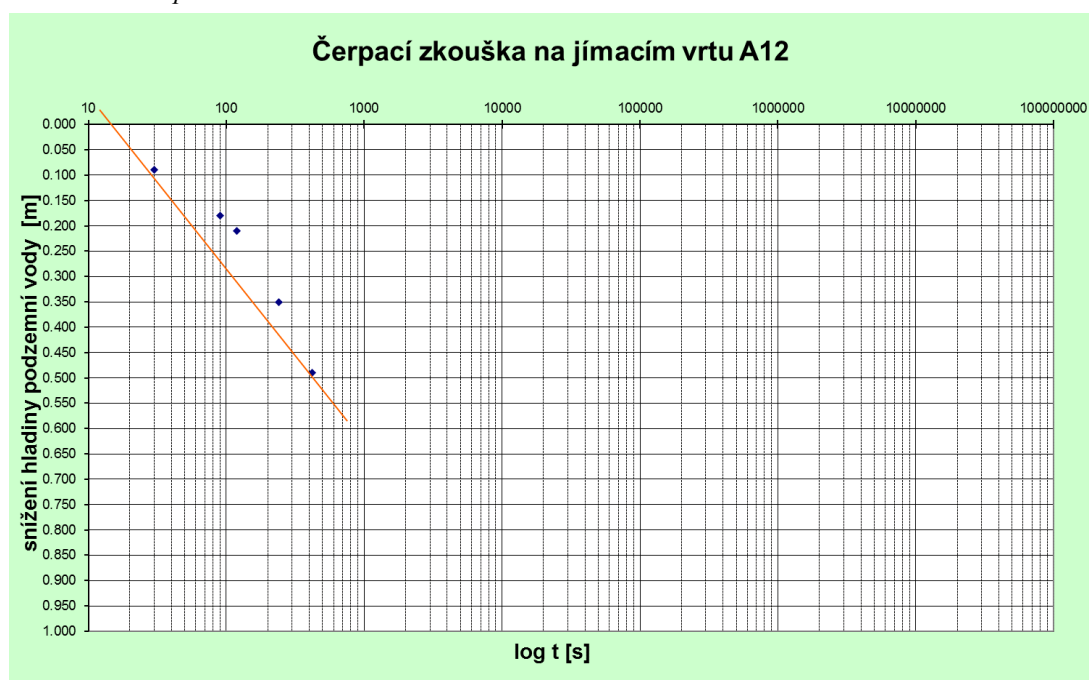


Následující obrázek č. 7 znázorňuje závislost snížení hladiny podzemní vody na logaritmu času v průběhu čerpací zkoušky. Vzhledem ke krátkému trvání čerpací zkoušky nebyly hydraulické parametry (T a k) z této části zkoušky vypočítány. Vypočtené hodnoty by neodpovídaly skutečnosti.

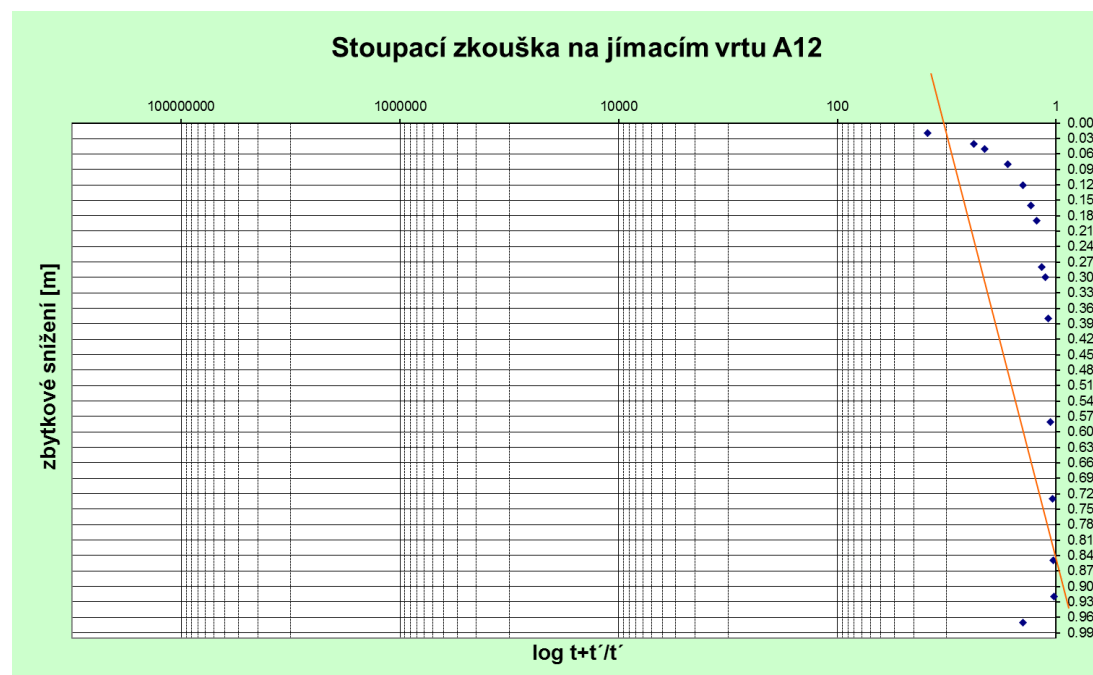
Obrázek č. 8 znázorňuje závislost zbytkového snížení hladiny podzemní vody na logaritmu poměru celkového času a okamžitého času v průběhu stoupací zkoušky.

Ze stoupací zkoušky ve vrtu A12 byla vypočtena hodnota transmisivity $T = 2,44 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, hodnota hydraulické vodivosti $k = 3,49 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$; při průměrné mocnosti zvodně cca 0,7 m.

Obrázek 7: Čerpací zkouška ve vrtu A12



Obrázek 8: Stoupací zkouška ve vrtu A12



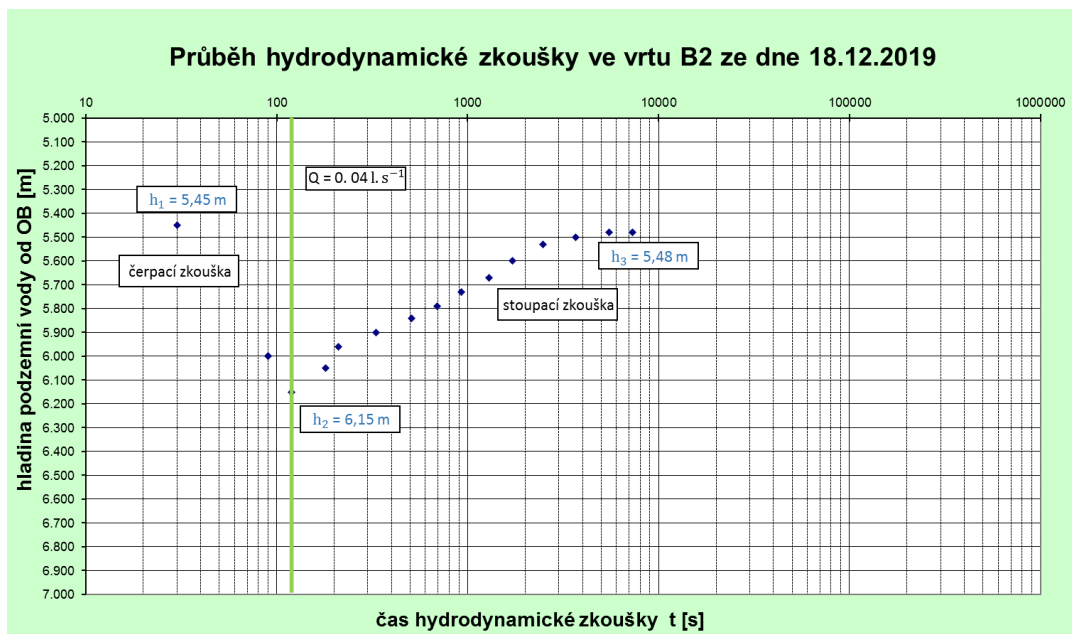
Hydrodynamická zkouška ve vrtu B2

Hydrodynamická zkouška ve vrtu B2 byla provedena v režimu neustáleného proudění. Podobně jako ve vrtu A12 sestávala z velmi krátké čerpací části o délce cca 2 min. a stoupací části o délce 2 hod. Čerpání probíhalo při vydatnosti $Q = 0,04$ l/s. Při čerpání vrtu B2 byla hladina snížena o 0,70 m, z úrovně 5,45 m na úroveň 6,15 m. Při stoupací zkoušce hladina podzemní vody nedosáhla výchozí úrovně ze začátku čerpání; k dorovnání scházely 3 cm.

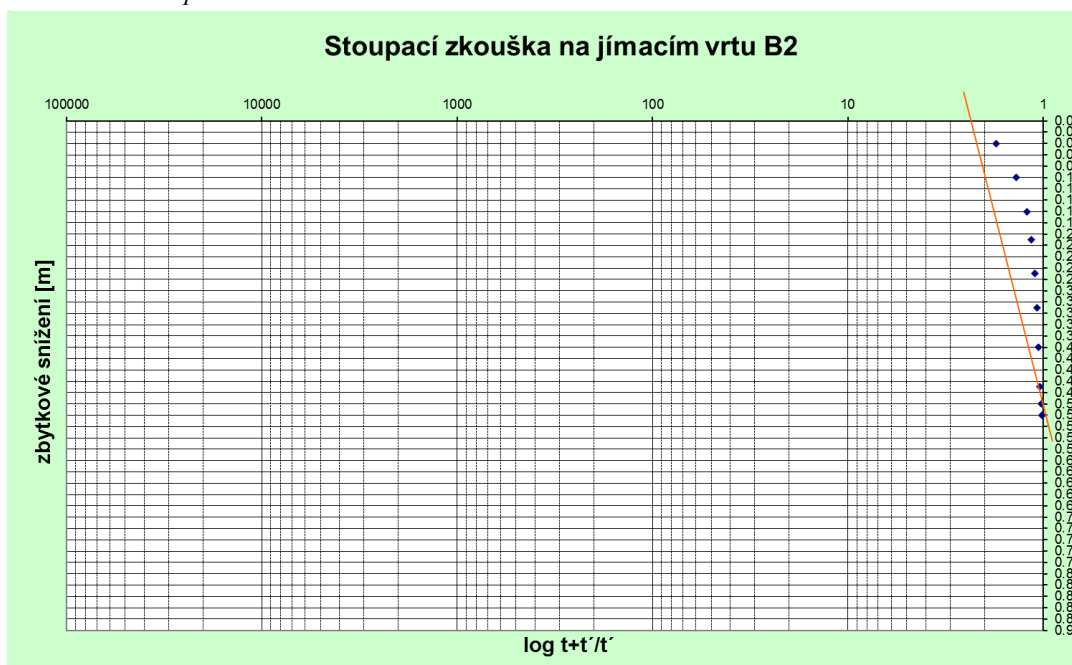
Průběh hydrodynamické zkoušky ve vrtu B2 je znázorněn na obrázku č. 9. Další obrázek č. 10 znázorňuje závislost zbytkového snížení hladiny podzemní vody na logaritmu poměru celkového času a okamžitého času v průběhu stoupací zkoušky.

Podobně jako ve vrtu A12 i zde byly hydraulické parametry horninového prostředí vypočteny ze stoupací zkoušky. Hodnota transmisivity činí $T = 7,32 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, hodnota hydraulické vodivosti $k = 6,10 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$; při průměrné mocnosti zvodně cca 1,2 m.

Obrázek 10: Průběh hydrodynamické zkoušky ve vrtu B2



Obrázek 9: Stoupací zkouška ve vrtu B2



Dle klasifikace Krásného (1976) je transmisivita T testovaného horninového prostředí nízká ($10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}^2$) až střední ($10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}^2$), třída transmisivity IV až III. Podle hydraulické vodivosti k je horninové prostředí mírně propustné (10^{-5} m/s) až dosti silně propustné (10^{-4} m/s) (Jetel 1973); třída propustnosti IV až III.

5. ZÁVĚR

Tato zpráva obsahuje výsledky inženýrsko-geologického a hydrogeologického průzkumu pro akci „**Multifunkční sportovní a kulturní centrum Brno**“. Cílem průzkumu bylo zjištění geotechnických vlastností základových půd včetně posouzení kontaminace zemin a podzemních vod v místech plánované výstavby komunikace a parkoviště.

V rámci IG a HG průzkumu byly realizovány 4 HG vrty hloubek 5,0 - 7,0 m, 13 IG vrtů hloubek 3,0 – 5,0 m a 6 jádrových vrtů pro realizaci vsakovacích zkoušek. Dále byla provedena rešerše 18 archivních vrtů z databáze Geofondu ČGS.

V kapitole 4 jsou zastižené zeminy podrobně popsány a rozčleněny do geotechnických typů a podtypů s uvedením jejich parametrů.

Realizované i archivní sondy potvrdily přítomnost kvartérních sedimentů tvořených převážně ze štěrkopísků a povodňových hlín, neogenních, paleozoických a proterozoických sedimentů. Graficky jsou geologické poměry znázorněny v geologických řezech (**příloha 2**).

V realizovaných a archivních sondách byl většinou zastižen následující sled zemin:

- Navážka (GT 0) do hloubek 0,8 – 2,4 m;
- Kvartérní jílovité sedimenty (GT 1) do hloubek 1,8 – 5,0 m;
- Kvartérní písčito-štěrkovité sedimenty (GT 2) do hloubek 4,0 – 4,8 m;
- Neogenní sedimenty (GT 3) s ověřenou hloubkou 2,5 - 5,0 m;
- Paleozoické slepence a arkózy (GT 4) v hloubce 2,8 – 5,0 m;
- Proterozoické granodiority a diority (GT 5) – hloubka 2,5 – 5,0 m.

Hladina podzemní vody

byla naražena v rozmezí hloubek 1,5 – 6,1 m pod terénem (198,06 - 204,46 m n.m.) a ustálila se v hloubkách od 1,3 - 5,8 m (198,36 - 204,66 m n.m.). Jednalo se o volnou až mírně napjatou hladinu podzemní vody. V archivních vrtech byla hladina podzemní vody naražena v rozmezí od 3,60 do 6,00 m, ustálená hladina podzemní vody byla dokumentována v hloubkách od 1,80 do 3,40 m.

Geotechnické zhodnocení komunikace

Po odstranění konstrukčních vrstev stávající vozovky bude zemní pláš tvořena v místě vrtů A5, A6, A14 a B1 štěrky písčitými (G3 G-F), případně v místech vrtů A8, A11 a B2 štěrky jílovitými antropogenního původu (G5 GC). V místě vrtů A4 a A7 je pláš tvořena jíly písčitými a jíly se střední plasticitou (F4 CS a F6 CI). Maximální objemové hmotnosti typů zemin zjištěné laboratorní zkouškou Proctor standard vyhovují požadavku ČSN 73 6133 pro aktivní zónu i násyp. Požadavkům ČSN 73 6133 na hodnotu CBR tyto zeminy nevyhovují pro podloží P III. Hodnoty CBR u zemin dosahovaly méně než 15 %, což je minimální hranice pro použití do aktivní zóny. V případě, že zeminy budou v aktivní zóně vozovky ponechány, bude nezbytné je upravit vhodným pojivem. Lze je též vyměnit v mocnostech dle tabulky 5 v ČSN 73 6133. Dávkování a typ pojiva se stanoví laboratorními zkouškami (TP 94 Úprava zemin), při nichž se potvrdí dosažení předepsaných hodnot CBR dle ČSN 73 6133. Únosnost IBI doporučujeme znovu prověřit v rámci stavby.

Vodní režim podloží vozovky (podle ČSN 73 6114)

V areálu Brněnského výstaviště byl zjištěn u vrtů A4, A8 a A11 příznivý (difúzní) vodní režim, u vrtu A7 pendulární (nepříznivý) vodní režim podloží vozovky. V ulici Křížkovského byl zjištěn u vrtu B2 příznivý (difúzní) vodní režim podloží vozovky.

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

Ověření kvalitativních parametrů zemin a podzemní vody

Součástí průzkumu bylo ověření kvalitativních parametrů zemin a podzemní vody, respektive ověření případné kontaminace a možnost použití zemin k úpravám na povrchu terénu.

V případě zemin je ze srovnání výsledků s Metodickým pokynem MŽP Indikátory znečištění (2013) patrné, že stanovené výsledky jsou vyhovující a ve vzorkovaných zeminách nebyla zjištěna kontaminace.

Porovnáním výsledků s limity vyhlášky č. 294/2005 Sb. je zřejmé, že dle tabulky č. 10.2 (ekotoxická) jsou výsledky vyhovující, nicméně dle tabulky č. 10.1 požadavkům nevyhovují zeminy z vrtu A1 a oba vzorky z vrtu B2. Testované zeminy z těchto vrtů vykazují přítomnost ropných látek, což je ve vrtu B2 indikováno nadlimitní koncentrací uhlovodíků $C_{10}-C_{40}$ a sumy PAU (polycyklické aromatické uhlovodíky) a ve vrtu A1 pouze lehce nadlimitní koncentrací sumy PAU. Zeminy z vrtu B2 a A1 nemohou být bez úpravy použity na povrchu terénu.

V případě odebraných vzorků podzemní vody z vrtů A5, A9, A8, A15 a B2 je patrné, že žádný vzorek vody nesplňuje parametry pitné vody dle vyhlášky č. 252/2004 Sb.

S výjimkou vrtu A8 byly ověřeny ropné látky, detekované nadlimitními koncentracemi uhlovodíků $C_{10}-C_{40}$ a sumy PAU, respektive benzo(a)pyrenu. Dále podzemní voda většinou vykazuje zvýšené obsahy chloridů, manganu, amonných iontů, nevyhovující tvrdost a zvýšenou mineralizaci. Ojedinele se vyskytuje nadlimitní obsah dusitanů (B2) a antimonu (A8). Všechny odebrané vzorky vody vykazují mikrobiologické oživení, což je u surových vod běžný jev.

Protokoly z laboratorních rozborů tvoří **přílohu 6**. Výsledky rozborů jsou shrnuty v **kapitole 4.2**.

Vsakovací poměry

V rámci průzkumu bylo provedeno posouzení vsakovacích poměrů lokality (**kapitola č. 4.3**). Byly zjištěny zeminy s hodnotou koeficientu vsaku k_v větší než 10^{-6} m/s které lze klasifikovat jako zeminy vhodné pro zasakování srážkových vod, ale i zeminy s hodnotou koeficientu vsaku k_v menší než 10^{-6} m/s (zde G5 GC, GT 0.5), které jsou klasifikované jako zeminy nevhodné pro zasakování srážkových vod. Nicméně i jejich vsakování je možné za podmínky dostatečné kapacitní retence, nebo možnosti část těchto vod regulovaně odvádět do kanalizace nebo recipientu. Při projektování a realizaci vsakovacích prvků je dle ČSN 75 9010 nezbytné dodržet vzdálenost 1,0 m mezi bází vsakovacího prvku a hladinou podzemní vody.

Hydrodynamické zkoušky

Na základě hydrodynamických zkoušek byly ověřeny hydraulické parametry testovaného horninového prostředí. Hodnota transmisivity T se pohybuje v rozpětí od $2,0 \cdot 10^{-5}$ m²/s do $2,44 \cdot 10^{-4}$ m²/s, což dle klasifikace Krásného (1976) odpovídá nízké až střední transmisivitě (třída transmisivity IV až III). Hydraulická vodivost se pohybuje od $1,66 \cdot 10^{-5}$ m/s do $3,49 \cdot 10^{-4}$ m/s. Jedná se o prostředí mírně propustné až dosti silně propustné (Jetel 1973); třída propustnosti IV až III.

Doporučení do další etapy průzkumu

V další etapě doporučujeme:

- Únosnost IBI znovu prověřit v rámci stavby komunikace.
- Monitoring kvality podzemní vody by měl být prováděn min. 2x ročně v obdobích s předpokládanými maximálními a minimálními stavy podzemních vod.