

II/360 Velké Meziříčí - JV obchvat

Česká geologická služba 3403/2023

Zak. č.: 23.0424

Výtisk č.:

Název zakázky:	II/360 Velké Meziříčí – JV obchvat
Zhotovitel:	GEOSTAR, spol. s r.o. Tuřanka 240/111, 627 00 Brno Tel.: 545 221 218 geostar@geostar.cz www.geostar.cz IČO: 13690337 DIČ: CZ 13690337
Objednatel:	Stráský, Hustý a partneři s.r.o. Bohunická 133/50 619 00 Brno
Identifikační číslo zakázky:	23.0424
Datum ukončení zakázky:	srpen 2023
Zpracovali:	Mgr. Adam Zachař, Ph.D. – inženýrskogeologický průzkum Mgr. Viktor Valtr – geofyzikální průzkum
Zodpovědný řešitel:	Ing. Jaroslav Hauser, CSc.

razítko a podpis

ROZDĚLOVNÍK

Výtisk č.0	GEOSTAR, spol. s r.o.
Výtisk č.1-3	Stráský, Hustý a partneři s.r.o.
Výtisk č.4	ČGS

Obsah

1	ÚVOD	4
2	ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ	5
2.1	Terénní práce	5
2.1.1	Přípravné práce	5
2.1.2	Vrtné práce	5
2.1.3	Vzorkovací práce	6
2.1.4	Geofyzikální průzkum	6
2.2	Laboratorní rozbory zemin	6
3	PŘÍRODNÍ POMĚRY ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	6
3.1	Geomorfologické poměry	6
3.2	Klimatické poměry	7
3.3	Geologické poměry	7
3.4	Sesuvná území	8
3.5	Hydrogeologické poměry	8
3.6	Hydrologické poměry	9
3.7	Seismická území	9
3.8	Nerostné suroviny a poddolovaná území	9
3.9	Zvláště chráněná území, ochranná pásma	9
4	VÝSLEDKY PRŮZKUMNÝCH PRACÍ	10
4.1	Archivní vrtná prozkoumanost	10
4.2	Výsledky vrtných prací	10
4.3	Podrobná geotechnická charakteristika vymezených geotypů	11
4.3.1	Odvozené geotechnické charakteristiky zemin	14
4.3.2	Výsledky zkoušek Proctor Standart, CBR a IBI	15
4.4	Geofyzikální průzkum	15
5	GEOTECHNICKÉ ZHODNOCENÍ	16
6	ZÁVĚR	17
7	POUŽITÁ LITERATURA	18

Přílohy

- Příloha 01 Podrobná situace vrtů i archivních
- Příloha 02 Geologická dokumentace sond
- Příloha 03 Laboratorní rozbory a zkoušky zemin
- Příloha 04 Geofyzikální průzkum
- Příloha 05 Fotodokumentace

1 ÚVOD

Na základě objednávky společnosti Stráský, Hustý a partneři s r.o. ze dne 14.6.2023 zpracovala firma GEOSTAR, spol. s r.o. inženýrskogeologický průzkum pro akci **“Velké Meziříčí – JV obchvat”**. Tato práce je doplňkovým průzkumem k hlavnímu inženýrskogeologickému průzkumu, který firma Geostar, s r.o. vypracovala r. 2021 (č. zakázky G03421).

Cílem průzkumu je zpracování geotechnického průzkumu podle Technických podmínek Ministerstva dopravy ČR – Odboru silniční infrastruktury z roku 2009: Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace, TP-76, část A – Zásady geotechnického průzkumu a část B – Provádění geotechnického průzkumu. Podkladová dokumentace je vypracována pro stavbu komunikace II/360 týkající se jihovýchodního obchvatu města Velkého Meziříčí. Navržená průzkumná díla byla vytyčena objednavatelem, zároveň byl zohledněn průběh inženýrských sítí a požadavky výše uvedených TP-76.

Umístění zájmového území a rozmístění průzkumných sond je patrné z obrázku 1 a detailnější pohled v **příloze č.1**.

Obrázek 1: Situace zájmového území (mapy.cz, upraveno)



2 ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

Rozsah průzkumu vycházel z požadavku objednatele a byl stanoven na 2 jádrové inženýrskogeologické (dále jen IG) vrty, navržené do hloubky 3,0 m s pracovním označením JVT-1 a JVT-2. Vrty sloužily na popis geologických vrstev s důrazem na hodnocení vlastností zastižených zemin.

Pro realizaci a vyhodnocení prací byly použity zejména následující vstupní podklady:

- geologické mapy
- archivní podklady týkající se geologických poměrů v zájmovém území a jeho okolí
- výsledky terénních prací

2.1 Terénní práce

Terénní průzkumné práce zahrnovaly práce přípravné, vrtné a dokumentační.

2.1.1 Přípravné práce

V rámci přípravných činností byl geologický průzkum v souladu s § 7 zákona č. 62/1988 Sb. o geologických pracích a o Českém geologickém úřadu v platném znění evidován u České geologické služby – Geofond pod evidenčním číslem **3403/2023**. Před započítím terénních prací bylo projednáno povolení ke vstupu a ověřeno vedení tras podzemních inženýrských sítí.

2.1.2 Vrtné práce

Inženýrskogeologické vrty

Inženýrskogeologické vrty byly prováděny technologií rotačního jádrového vrtání nasucho s TK-korunkami o průměru 175 mm vrtanou soupravou Mercedes Unimog (vrtmistr Z. Konicar). Vrty byly provedeny bez nutnosti pracovního pažení. Vrty sloužily k přímé dokumentaci dotčených geologických prostředí, stanovení naražené a ustálené hladiny podzemní vody.

Vrtné práce probíhaly po etapách za nepřetržitě přítomnosti geologického dozoru zpracovatele průzkumu, aby bylo možné vrtné jádro okamžitě zpracovávat a ukládat do třípříhradkových plastových vzorkovnic, zastižené zeminy dokumentovat a popisovat neprodleně po odvrtání. Geologická dokumentace provedených inženýrskogeologických vrtů tvoří **přílohu č. 2**.

Vrtná jádra byla v celé délce barevně fotograficky zdokumentována (**příloha č. 5**). Po skončení vrtných prací byly inženýrskogeologické vrty zlikvidovány hutněným záhozem.

Tabulka č. 1 podává přehled o dosažené hloubce vrtů.

Tabulka 1: Tabulka realizovaných průzkumných sond

Označení vrtu	Označení Souřadnice JTSK/Křováč		Hloubka vrtu (m)	Hladina podzemní vody (m p.t.)	
	X	Y		naražená	ustálená
JVT-1	637775,3	1139638,9	3,0	-	-
JVT-2	639389,9	1139545,0	3,0	-	-

2.1.3 Vzorkovací práce

Vzorkovací práce byly požadovány v tomto rozsahu:

- 2 ks porušených vzorků zemin (P) se zachováním původní vlhkosti do polyetylenových sáčků pro stanovení přirozené vlhkosti, Atterbergových mezí a zrnitosti dle ČSN 73 6133
- 2 ks technologických vzorků (T) pro stanovení Proctor Standard, CBR, IBI s pojivy

2.1.4 Geofyzikální průzkum

Geofyzikální měření bylo provedeno metodou mělké refrakční seismiky (MRS) firmou Sihaya, s.r.o. V rámci geofyzikálních měření byly ve zkoumaném úseku komunikace proměřeny celkem 4 profily A-D. Podélný profil A s délkou 141 m byl veden v ose budoucí silnice; ostatní profily B-D o délce 73,5 m vedly na tento profil kolmo až kose. Metodika provedeného průzkumu je popsána v **příloze č. 4**, kapitole 3.

2.2 Laboratorní rozbor zemin

Laboratorní rozbor zemin byly provedeny v laboratoři mechaniky zemin firmy GEOSTAR, spol. s r.o. Výsledky, použitá metodika a protokoly jsou součástí **přílohy č. 3**.

3 PŘÍRODNÍ POMĚRY ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Zájmová oblast se nachází na katastrálním území Velké Meziříčí, okres Žďár nad Sázavou, kraj Vysočina.

3.1 Geomorfologické poměry

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

Tabulka 2: Zatřídění dle geomorfologického systému.

Začlenění dle geomorfologického systému	
SYSTÉM	Hercynský
PROVINCIE	Česká vysočina
SUBPROVINCIE	Česko-moravská soustava
OBLAST	Českomoravská vrchovina
CELEK	Křižanovská vrchovina
PODCELEK	Bítešská vrchovina
OKRSEK	Velkomeziříčská pahorkatina

Z hlediska širšího zařazení do orografických celků náleží zájmová oblast do okrsku Velkomeziříčské pahorkatiny (IIC-5A-k), podcelku Bítešská vrchovina, (IIC-5A), celku Křižanovská vrchovina (IIC-5), oblasti Českomoravské vrchoviny (IIC), subprovincie Česko-moravská soustava (II), provincie Česká vysočina, systému Hercynského. Zájmové území je situováno pahorkatinné krajiny s vodními toky v strmě, ale mělce zařezaných údolích v nadmořských výškách 433 m.n.m. (JVT-1), resp. 482 m.n.m. (JVT-2).

3.2 Klimatické poměry

Zájmový úsek silnice II/360 leží v mírně teplé klimatické oblasti mírně teplé MT9 (Quitt 1971) s krátkým, mírně až mírně chladným létem, přechodné období je delší s mírným až s mírně chladným jarem a podzimem. Zima je zde delší, mírná až mírně chladná a vlhká, suchá a normálně dlouhá s dlouhým trváním sněhové pokrývky. Průměrná roční teplota vzduchu je 8,7 °C. V lednu klesá teplotní průměr až na -0,5°C; nejteplejším měsícem je zpravidla srpen s průměrnou teplotou 18,5 °C.

Pro zhodnocení klimatických poměrů byla využita data z portálu ČHMÚ pro kraj Vysočina. Data ukazují měsíční úhrny srážek a průměrné měsíční teploty vzduchu ve srovnání s dlouhodobým normálem 1981-2010 za rok 2019, rok 2020 a operativní data z roku 2021. Hodnocení vlhkosti jednotlivých měsíců a roku bylo provedeno na základě Réthlyho klasifikace, Tab. 3:

Tabulka 3: Réthlyho klasifikace vlhkosti měsíců, roků a období

% dlouhodobého normálu		slovní označení	symbol
měsíce	rok, období		
< 10	<60	mimořádně suchý	SSS
10 – 49	60 – 79	velmi suchý	SS
50 - 79	80 – 89	suchý	S
80 - 120	90 – 110	normální	N
121 – 150	111 – 120	vlhký	V
151 – 190	121 - 140	velmi vlhký	VV
> 190	> 140	mimořádně vlhký	VVV

3.3 Geologické poměry

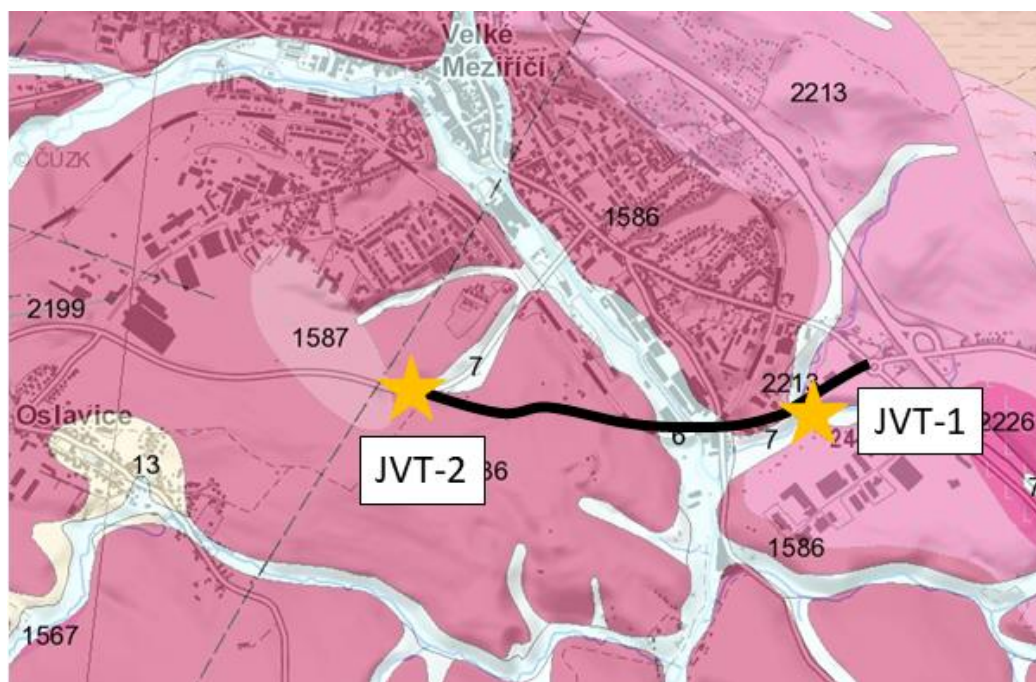
Z hlediska regionálně-geologického členění České republiky spadá zájmová oblast do krystalinika Českého masivu a jeho plošně rozsáhlé části moldanubika. Moldanubická oblast je tvořena několika příkrovy, jejichž horninovou náplní jsou především různé typy pararul, dále amfibolity, granulity, ortoruly, kvacity, mramory, serpentinity a další. Tyto vysoce metamorfované soubory hornin jsou proniknuty různě velkými granitoidními tělesy variského stáří (svrchní devon-karbon), mezi které patří také třebíčský pluton. Toto plošně rozsáhlé těleso je budováno (amfibol-) biotitickými melagranity, zkráceně nazývanými **durbachity**. Tyto horniny kromě vysokého obsahu K, Mg a P vynikají také vysokou přirozenou radioaktivitou. V minulosti byly tyto horniny nazývány také syenity.

Blízké okolí Velkého Meziříčí je budováno několika varietami durbachitů, které jsou pronikány žilami turmalinických granitů a pegmatitů.

Na svazích nebo při úpatí svahů se vyskytují kvartérní deluviální hlinito-písčité sedimenty s místy šterkovitou kamenitou příměsí, popřípadě sutě. Údolní nivy vodních toků jsou vyplněny deluviofluviálními a fluviálními sedimenty charakteru náplavových hlín, písků a šterků.

Geologické poměry jsou zobrazeny na obr. 2.

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



kvartér			
KENOZOIKUM			
KVARTÉR			
6	nivní sediment	1586	granit až syenit křemenný
7	smíšený sediment	2213	granit až syenit křemenný
13	kamenitý až hlinito-kamenitý sediment	neznámé stáří	
moldanubická oblast (moldanubikum)		1587	granit až syenit křemenný
magmatity v moldanubiku		metamorfni jednotky v moldanubiku	
PALEOZOIKUM		PROTEROZOIKUM–PALEOZOIKUM	
KARBON		1190	pararula až migmatit
1567	melanokratiní granit až granodiorit		
2199	granit		

3.4 Sesuvná území

Podle evidence vedené na informačním serveru České geologické služby (ČGS) nejsou ve zkoumaném úseku trasy II/360 Velké Meziříčí, JV obchvat žádná sesuvná území.

3.5 Hydrogeologické poměry

Sledovaná oblast je součástí hydrogeologického rajónu 6550 – Krystalinikum v povodí Jihlavy (Olmer et al. 2006). Hydrogeologické poměry jsou ovlivněny geologickou stavbou. Pro naše účely má význam svrchní zvrstvení vázaná především na kvartérní pokryv, zónu zvětrávání a podpovrchového rozpojení hornin. Hloubka oběhu je dána úrovní místní erozní báze. Hladina podzemní vody je většinou volná až mírně napjatá a sleduje konformně terén. Nejčastějším způsobem odvodnění mělkého oběhu podzemních vod je skrytý příron do údolních niv, příp. přímo do vodotečí. Uplatňuje se zde propustnost průlinová, která směrem do hloubky přechází v propustnost puklinovou.

3.6 Hydrologické poměry

Hydrograficky leží zájmové území v povodí Dunaje. Podrobněji spadají dle hydrologického povodí 2. řádu do povodí Jihlava a Svratka od Jihlavy po ústí (4-16), dle hydrologického povodí 3. řádu do povodí Oslava a Jihlava od Oslavy po Rokytou (4-16-02) a dle hydrologického povodí 4. řádu do povodí Oslava (4-16-02-0470-0-00).

3.7 Seismicita území

Podle ČSN EN 19981 (Eurokódu 8): Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – Část 1: Obecná pravidla, seismická zatížení a pravidla pro pozemní stavby (září 2013), národní přílohy NA, bude pro námi zájmový úsek vedený JV obchvatem od Velkého Meziříčí dle Eurokódu 8, stanovena hodnota referenčního špičkového zrychlení podloží typu A takto:

$$a_{gR} = 0,00 - 0,02 \text{ g pro Velké Meziříčí}$$

Podle Eurokódu 8, čl. NA 2. se za případy velmi malé seizmicity (kdy není třeba dodržovat ustanovení ČSN EN 1998-1) v ČR považují takové, kdy hodnota součinu $a_{gR} \cdot \kappa \cdot S$, použitého pro výpočet seismického zatížení, není větší než 0,05.

3.8 Nerostné suroviny a poddolovaná území

Podle evidence vedené na informačním serveru České geologické služby (ČGS) není zkoumaný úsek trasy veden po poddolovaném území.

3.9 Zvláště chráněná území, ochranná pásma

Zájmové území leží mimo ochranných pásem zvláště chráněných území (CHÚ), nejedná se o plochu přírodního parku. Zájmové území je součástí zemědělského půdního fondu. V km cca 1,6 až 1,7 prochází trasa přes záplavové území řeky Oslavy.

4 VÝSLEDKY PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

4.1 Archivní vrtná prozkoumanost

Z údajů z archivní vrtné prozkoumanosti (ČGS) je pro nejbližší okolí studované lokality patrná přítomnost. V zájmovém území byla provedena řada průzkumných prací:

STÁRKOVÁ I. (1989): Podrobné geologické mapování 1:10 000 okolí Velkého Meziříčí, Uranový průzkum, Liberec.

BOUČEK Z., HENEŠOVÁ A., SCHWARZEROVÁ I. (1993): Velké Meziříčí - KABLO s. p., doplňkový hydrogeologický průzkum, GEOtest, a.s.

ŘEZNÍČEK P. (2006): II/360 - Velké Meziříčí, JV obchvat, doplňkový IG průzkum; závěrečná zpráva - trasa silnice, mostní objekt, GEOtest, a.s.

MORIC P., MUŠEL V. (2010): Projektová dokumentace pro stavební povolení s výkazem výměr pro výběr zhotovitele – protipovodňová opatření města Velké Meziříčí. Geotechnický průzkum, Pöyry Environment a.s.

BEČKA A., POPELÁŘOVÁ V. (2017): Sil. II/360 Velké Meziříčí – JV obchvat, předběžný IG průzkum, Geostar, spol. s r.o.

POLÁŠKOVÁ E. (2021): II/360 Velké Meziříčí – JV obchvat, PD podrobný geotechnický průzkum. Geostar, spol. s r.o.

V těsné blízkosti vrtu JVT-1 byly realizovány vrtty JV-16 až JV-19 (Polášková 2021), které se vyznačují poměrně uniformní stratigrafií. Pod 0,2-0,3 m mocným pokryvem humózních hlín byla zastížena deluvia syenitu (durbachitu) sahající do hloubek 1,0-1,2 m. Lze je klasifikovat třídami S2 SP, F4 CS, G3 G-F a S4 SM. Pod těmito zeminami byly situovány různě zvětralé syenity (durbachity) eluviálního charakteru a tříd S3 S-F až S5 SC, částečně však již charakteru silně zvětralých hornin třídy R4-R5. V případě vrtu JVT-2 dosahují humózní hlíny mocnosti až 0,6 m. Poté do hloubek 2,0-2,7 m zaujímají profil deluvia/eluvia charakteru F4 CS ve svrchní části, G1 GW a S5 SC v částech hlubších. Níže byl zjištěn již zvětralý durbachit.

4.2 Výsledky vrtných prací

JVT-1

Pod 0,1 m mocným pokryvem humózní hlíny s vegetací byl zachycen 0,3 m mocný horizont charakteru písčitého jílu s občasnými úlomky hornin do vel. 1 cm, hnědé barvy, měkké konzistence. Vzhledem k přítomnosti drobné cihlové drtě a antropogenním úlomkům v hlubších partiích vrtu se jedná o navážku, třídy YF4 CS, a jedná se pravděpodobně o přemístěné deluvio-fluviální sedimenty, podobně jako další zastížené vrstvy. V rozsahu hloubek 0,4-1,3 m byly přítomny šedočerné, slídnaté, písčité jíly s občasnými úlomky granitu a pegmatitu velkými až 4 cm. Konzistence je měkká až tuhá, zatřídění YF4 CS/YS5 SC. Z této partie byl odebrán technologický vzorek. Níže vrt zachytil až do hloubky 2,2 m tuhý písčitý jíl až jílovitý písek šedé barvy, obdobného zatřídění jako předchozí vrstva. Spodní část vrtu až do 3,0 m zaujímaly písčité jíly s občasnými úlomky granitu a betonu velkými až 10 cm, třídy YF4 CS. Hladina podzemní vody nebyla zastížena.

JVT-2

Pod 0,2 m mocným pokryvem humózní hlíny s vegetací byl zachycen 0,3 m mocný horizont charakteru písčité hlíny, sypké, barvy hnědé, s úlomky K-živce do 1 cm, třídy F3 MS. Následující 1 m byl tvořen deluviem durbachitu o charakteru hlinitého písku s úlomky K-živce, slabě zajílovaného, tmavošedohnědé barvy. Z následující polohy v hloubkách 1,2-1,6 m byl odebrán technologický vzorek: jedná se o zcela zvětralé eluvium durbachitu charakteru slabě zajílovaného písku (S4 SM/S5 SC). Podloží této polohy až do hloubky 2,1 m je již silně zvětralý durbachit na drolivé kvádry o velikosti několika cm, třídy R5. Spodní část vrtu do 3,0 m byla tvořena mírně zvětralým durbachitem zvětralým na 5-10 cm mocné desky, rozpadající se na kvádry velké až 5x20 cm, které již spadají do třídy R3.

4.3 Podrobná geotechnická charakteristika vymezených geotypů

Na základě získaných poznatků o geologické stavbě území, petrografického popisu vrtů, výsledků laboratorních zkoušek a jimi zjištěnými geotechnickými parametry byly vyčleněny **4 geotechnické typy** (dále jen GT). V následující *tabulce č. 4* se nachází podrobné rozdělení výše zmiňovaných zemin do geotechnických typů, kde je použita klasifikace ve smyslu Poláškové (2021).

Tabulka 4: Rozdělení zemin a hornin do geotechnických typů

Geotechnický typ		Geologické stáří	Genetický původ	Litologie	Zatřídění ČSN 73 6133	GT subtyp
označení	název					
GT 0	antropogenní sedimenty	kvartér (antropogén)	antropogenní	navážka písčito-hlinitá	YF3 MS	GT 0.1
				navážka písčito-jílovitá	YS4 SM	GT 0.2
GT 1	humózní hlíny	kvartér	pedogeneze, organogenní	hlína písčitá	OF3 MS	GT 1
GT 2	kvartérní písčité a štěrkovité sedimenty	kvartér	pedogeneze, deluviální, fluviální, soliflukce, zvětrávání	hlína písčitá	F3 MS	GT 2.2
				písek s jemnozrnnou příměsí	S3 S-F	GT 2.3
GT 4	durbachit	spodní karbon	magmatický	silně zvětralý durbachit	R5	GT 4.1
				zvětralý durbachit	R3	GT 4.4

Zatřídění zemin bylo prováděno makroskopicky dle normy ČSN 73 6133 (Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací) a současně s využitím výsledků laboratorních rozborů odebraných vzorků.

GEOTECHNICKÝ TYP GT 0 – antropogenní sedimenty

Subtyp 0.1 – navážka písčito-hlinitá; subtyp 0.2 – navážka písčito-jílovitá

Distribuce antropogenních sedimentů je v zájmovém území vázána na materiál zásepového tělesa objektu kanalizační výpusti u vrtu JVT-1.

<u>stratigrafie:</u>	kvartér (antropogén)
<u>geneze:</u>	antropogenní sediment
<u>konzistence:</u>	u obou subtypů zpravidla měkká
<u>výskyt:</u>	subtyp 0.1 ve svrchní vrstvě, subtyp 0.2 v hlubších partiích
<u>makroskopický popis:</u>	antropogenní vrstvy zařídíme do třídy Y. Podle geologického popisu zeminy lze klasifikovat jako třídu Y, YF3 MS v případě písčito-hlinité navážky s drobnými úlomky hornin, YG5 GC v případě písčito-jílovité vrstvy s rozptýleným hrubým štěrkem.

těžitelnost dle ČSN 73 6133: I.

těžitelnost dle ČSN 73 3050: 1.

vrtatelnost dle VC 800-2: I.

GEOTECHNICKÝ TYP GT 1 – humózní hlíny

<u>stratigrafie:</u>	kvartér
<u>geneze:</u>	pedogeneze, organogenní
<u>konzistence:</u>	měkká až tuhá
<u>výskyt:</u>	svrchní vrstva obou profilů
<u>makroskopický popis:</u>	tmavě hnědá písčitá hlína s úlomky K-živců třídy F3 MS
<u>těžitelnost dle ČSN 73 6133:</u>	I.
<u>těžitelnost dle ČSN 73 3050:</u>	1.
<u>vrtatelnost dle VC 800-2:</u>	I.

GEOTECHNICKÝ TYP GT 2 – deluvia až eluvia

Podtyp 2.2 – hlinito-písčité deluvium; podtyp 2.3 – písčité deluvium až eluvium

<u>stratigrafie:</u>	kvartér
<u>geneze:</u>	pedogeneze, deluviální, fluviální, soliflukce
<u>ulehlost/třída:</u>	měkký
<u>výskyt:</u>	GT 2.2 pod kvartérními hlínami; GT 2.3 v hlubších úrovních (JVT-2)
<u>makroskopický popis:</u>	GT 2.2: hlína písčitá F3 MS, s příměsí drobného štěrčiku (úlomky K-živců a durbachitu), měkké až tuhé konzistence; GT2.3: písky S3 S-F, sypké, kypré, slídnaté
<u>těžitelnost dle ČSN 73 6133:</u>	I. pro oba typy
<u>těžitelnost dle ČSN 73 3050:</u>	1.
<u>vrtatelnost dle VC 800-2:</u>	I.

GEOTECHNICKÝ TYP GT 4 – durbachity

Podtyp 4.1 – durbachit silně zvětralý

Podtyp 4.4 – durbachit mírně zvětralý

<u>stratigrafie:</u>	spodní karbon
<u>geneze:</u>	magmatická hornina
<u>konzistence:</u>	R5 u GT 4.1, R3 u GT 4.4
<u>výskyt:</u>	spodní část vrtu JVT-2
<u>makroskopický popis:</u>	GT 4.1 je eluviem durbachitů na přechodu zeminy do horniny třídy G3 G-F/R5; GT 4.4 představuje podstatně méně zvětralé durbachity rozpukané na drobné bloky, třídy R3
<u>těžitelnost dle ČSN 73 6133:</u>	II-III. pro oba typy
<u>těžitelnost dle ČSN 73 3050:</u>	4. pro oba typy
<u>vrtatelnost dle VC 800-2:</u>	II.

4.3.1 Odvozené geotechnické charakteristiky zemin

V následujících *tabulce č. 5* jsou pro jednotlivé typy zemin uvedeny odvozené hodnoty geotechnických charakteristik. Protokoly všech laboratorních rozborů zemin jsou uvedeny v samostatné **příloze č. 3**.

V následujícím tabelárním přehledu uvádíme základní fyzikálně-mechanické parametry zemin a hornin. Popis konzistence je veden dle terminologie podle ČSN 73 6133 a popis ulehlosti dle ČSN P 73 1005.

- tučně zvýrazněné hodnoty v tabulkách jsou zjištěny laboratorně;
- zařazení zemin dle výsledků indexových zkoušek provedeno v souladu s ČSN 73 6133;
- * konzistence byly přepočteny dle F. Vrtka;
- hodnoty objemové tíhy byly převzaty z ČSN 73 1001 (již neplatná);
- 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 (převzato z ČSN 73 1001 – již neplatné).

Tabulka 5: Odvozené geotechnické charakteristiky zastižených zemin.

geotyp			GT 0.1	GT 0.2	GT 1	GT 2.2	GT 2.3	GT 4.1	GT 4.4
			navážky		hlíny	deluvia		durbachity	
Vlhkost zeminy	w	%	36	13,30	36	36	5,30	-	-
Mez tekutosti	w _L	%	46	37,30	46	46	-	-	-
Mez plasticity	w _P	%	28	23,60	28	28	-	-	-
Index plasticity	I _P	%	18	13,70	18	18	-	-	-
*Stupeň konzistence	I _C		-	1,09	-	-	-	-	-
Poissonovo číslo	v		0,35	0,30	0,35	0,35	0,30	0,25	0,20
Objemová tíha	γ	kN.m ⁻³	18,0	19,5	18,0	18,0	17,5	19	
Tabulková výpočtová únosnost	R _{dt}	kPa	400	250	100	100	260	700	800
Deformační modul přetvárnosti	E _{def}	MPa	3-6	40-60	3-6	3-6	15	90-100	200-500
Totální soudržnost	c _u	°	30	-	30	30	-	-	-
Totální úhel vnitřního tření	φ _u	kPa	0	-	0	0	-	-	-
Efektivní soudržnost	c _{ef}	kPa	8-16	6	8-16	8-16	0	0	-
Efektivní úhel vnitřního tření	φ _{ef}	°	22-27	30	22-27	22-27	-	33-38	-
Pevnost v prostém tlaku	σ _c	MPa	-	-	-	-	-	-	15-50
CBR bez aditiva		%	-	13	-	-	10	-	-
CBR upravená zemina 2%		%	-	-	-	-	-	-	-
IBI bez aditiva		%	-	20	-	-	25	-	-
IBI upravená zemina 2%		%	-	-	-	-	-	-	-
Proctor standard	W _{opt}	%	-	16	-	-	14	-	-
Proctor standard	ρ _{d,max}	Kg.m ⁻³	-	1750	-	-	1780	-	-
Konzistence/ulehlost		slovně	měkká	pevná	měkká	měkká až tuhá	kyprá	ulehlá	-
Zatřídění dle ČSN 73 6133			YF3 MS	YG5 GC	F3 MS	F3 MS	S3 S-F	G3 G-F/R5	R3
Vhodnost do násypu			Podm.vh.	Podm.vh.	Podm.vh.	Podm.vh.	Vh.	Vh.	-
Vh. do aktivní zóny			Podm.vh.	Podm.vh.	Podm.vh.	Podm.vh.	Podm.vh	Vh.	-
Namrzavost			NN	MN	NN	NN	MN	-	-

Vysvětlivky: MN – mírně namrzavé, NN – nebezpečně namrzavé.

4.3.2 Výsledky zkoušek Proctor Standart, CBR a IBI

Pro posouzení zemin v aktivní zóně komunikace byly na vybraném vzorku zeminy zjišťovány parametry zhutnitelnosti (Proctor standart) a poměry únosnosti (CBR). V následující *tabulce* č. 6 se uvádí celkový přehled parametrů zhutnitelnosti zemin a hodnot CBR zjištěných laboratorními zkouškami.

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 kg.m⁻³ pro násyp, $\rho_{d,max}$ PS < 1600 kg.m⁻³ pro aktivní zónu.

Tabulka 6: Odvozené geotechnické charakteristiky zastižených zemin.

Označení vrtu	Třída zeminy dle ČSN 73 6133	Hloubka odběru (m)	GT	W _n [%]	Proctor standart			CBR bez aditiva	IBI (%) bez aditiv
					W _{opt} [%]	$\Delta w_n - W_{opt}$ [%]	$\rho_{d, max}$ [kg.m ⁻³]		
JVT-1	G5 GC	1,3-2,2	0.2	13,30	16	-2,7	1750	13	20
JVT-2	S3 S-F	1,2-1,6	2.2	5,30	14	-8,7	1780	10	25

Maximální laboratorně zjištěné objemové hmotnosti zeminy z vrtů JVT-1 a JVT-2 **vyhovují** požadavku pro použití pro násyp, nebo pro použití do aktivní zóny.

Laboratorními zkouškami zemin zjištěné maximální objemové hmotnosti se pohybovaly v rozmezí 1750 – 1780 kg.m⁻³. Následně byly zeminy po dobu 96 h syceny ve vodě. Poté byla na vzorcích provedena laboratorní zkouška CBR.

Dle ČSN 73 6133 bod 4.1.3 odst. 4a je zeminu použít bez úpravy do aktivní zóny vozovky, pokud je hodnota CBR_{sat} rovna minimálně 15% pro podloží P III, 30% pro podloží P II a 50% pro podloží P I. Hodnoty CBR na vzorcích tyto podmínky (P II) **nesplňují**.

Hodnoty IBI (bez aditiv) mají pro podloží násypu dosáhnout min. 5% a pro násyp min. 10%. U obou vzorků zjištěné hodnoty tyto podmínky **splňují**.

4.4 Geofyzikální průzkum

Geofyzikálním průzkumem byla zjištěna geologická stavba území, vyznačující se vertikální variabilitou zvětrání horninového prostředí, modifikovanou různou mírou zvětrání horninového prostředí a jeho tektonickým postižením. Hloubka pevnějšího skalního podloží se pohybuje od 0,05 do 6 m pod povrchem. Svrchní horizont je tvořen především zkypřenými, snadno těžitelnými hlínami, či případně navážkami. Podložní vrstva je charakteru eluvio-deluviálního a vyznačuje se oproti předchozí větší ulehlostí, pevností nebo vlhkostí, při bázi také vyšším zastoupením skeletu matečné hornin, který postupně přechází do poloskalního podloží. Podrobné výsledky viz **příloha č.4**.

5 GEOTECHNICKÉ ZHODNOCENÍ

Provedený inženýrskogeologický průzkum měl za cíl ověřit vhodnost zemin do násypu budoucí, ve stejných místech vedoucí, silnice. Stratigrafie u obou vrtů se poněkud liší, přestože byly situovány ve stejné geologické pozici – na durbachitech třebečského plutonu. Zatímco vrt JVT-1 zachytil v celém svém profilu písčito-hlinité až písčito-jílovité navážky s příměsí štěrku (GT 0.1 a 0.2) charakteru YF3 MS a YG5 GC (pravděpodobně redeponované deluviálně-fluviální sedimenty), ve vrtu JVT-2 byl zachycen zvětrávací profil durbachitů od slabě písčitých hlín (GT 1, F3 MS), přes písčité hlíny (GT 2.2; F3 MS) a písky (S3 S-F; GT 2.3) do silně zvětralé (GT 4.1; G3 G-F) až navětralé matečné horniny (GT 4.4; R3).

Hladina spodní vody nebyla v žádném z vrtů naražena.

Laboratorními zkouškami byla zjištěna **vhodnost** obou vzorků do násypu i aktivní zemin z pohledu objemové hmotnosti, optimální vlhkosti, konzistence a IBI bez aditiv (zkouška IBI s aditivou tím pádem nebylo třeba vykonávat). Parametry CBR pro P II ($\geq 30\%$) však **splněny nebyly**. Obě zeminy bude také pro další účely třeba přivlhčit.

V případě, že zeminy budou v aktivní zóně vozovky, bude nezbytné je upravit vhodným pojivem (obvyklé je přidání 1 - 2 % pojiva) 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.

Geofyzikální průzkum prokázal variabilní hloubku zvětrání, sahající **obvykle do hloubky 2-3 m**, výjimečně až 6 m. Pevnější, či ulehlejší nebo vlhčí zeminy, patrně (štěrko-)písčitého charakteru, jsou situovány od hloubky 1-3 m. Tyto **zeminy lze korelovat s geotypy GT 2.2 ve vyšších úrovních a GT 2.3 v hlubších úrovních těchto poloh**. Horninové prostředí je významně modifikováno tektonicky. Tektonické postižení je patrné zejména v profilu A, neboť převládající zlomové struktury jsou přibližně SSV-JJZ směru. Stejněho směru jsou také několik metrů mocné žíly leukokratického turmalinického granitu, patrně mezi vrty JV-7a a JV-7 b a pravděpodobně také poblíž vrtu JV-8. V příčných profilech je zřetelná tektonika přibližně kolmého směru na struktury v profilu A.

V doplňkovém průzkumu byly zastiženy vrtem JVT-2 pevnější horniny než v průzkumu podrobném, a v souladu s geofyzikálním průzkumem jsou tyto geotypy (4.1 a 4.4) řazeny do II.- III. třídy těžitelnosti. Tento fakt byl s objednatelem konzultován.

6 ZÁVĚR

Na základě objednávky firmy SHP, s.r.o. byl proveden **inženýrskogeologický** průzkum pro stavbu silničního obchvatu Velkého Meziříčí, jmenovitě posouzení vhodnosti zemin z podloží stavby do násypu a pro jejich prostorovou distribuci proveden geofyzikální průzkum metodou **mělké refrakční seismiky** (MRS).

V rámci průzkumu byl realizován 2 jádrové vrtý do hloubky 3,0 m. Průzkumné práce nezjistily přítomnost **podzemní vody**.

Z inženýrsko-geologického hlediska byly na základě litologických a geomechanických vlastností vyčleněny **4 geotechnické typy** zemin a jejich podtypy.

Inženýrskogeologický průzkum poskytl zpřesnění znalostí místní geologické stavby a definoval parametry zastižených zemin. Zeminy požadovaných parametrů, spadající do třídy S4 SM, nebyly v ani jednom z vrtů zastiženy, resp. se jim blíží zeminy zastiženého geotypu GT 2.3. Jejich polohy budou vyvinuty v nepravidelných mocnostech. Ve skutečnosti odebrané vzorky zemin, odpovídající třídám S3 S-F a G5 GC (GT 2.3), jsou však po dovlhčení pro použití do násypů i tak **vhodné**.

Z pohledu geofyzikálního průzkumu lze korelovat svrchní kyprý horizont s geotypem GT 1. Zeminy deluvio-eluviální povahy, v geofyzikálních profilech vyznačené světle modrou barvou, odpovídají geotypům GT 2.2 a 2.3/4.1. Z těchto zemin až poloskalních poloh se postupně vyvíjejí zvětralé durbachity (GT 4.4). Z geofyzikálního průzkumu vyplývá největší hloubkový rozsah GT 2.2 a 2.3 v severovýchodní části studovaného území, tedy mezi ve výseči profilů C, A a D, méně také západně od profilu B. Naopak nejnižší mocnosti dosáhnou tyto GT typy podél osy hřbetu mezi betonárnou a kótou 463 m.

7 POUŽITÁ LITERATURA

KRÁSNÝ J., CÍSLEROVÁ M., ČURDA S., DATEL J. V., DVOŘÁK J., GRMELA A., HRKAL Z., KŘÍŽ H., MARSZALEK H., ŠANTRŮČEK J., ŠILAR J. (2012): Podzemní vody České republiky. Česká geologická služba.

MICHLÍČEK E. ET AL. (1986): Hydrogeologické rajóny ČSR. Svazek 2. Povodí Moravy a Odry. – Geotest, Brno.

OLMER M., HERMANN Z., KADLECOVÁ R. (2006): Hydrogeologická rajonizace České republiky; sborník geologických věd = Hydrogeological Zones of the Czech Republic [online]. Praha: Česká geologická služba.

QUITT E. ET AL. (1971): Klimatické oblasti Československa. Academia, Studia Geographica 16, GÚ ČSAV Brno.

VRTEK F. (1998): Mechanika zemin. Inženýrská geologie a hydrogeologie v praxi. Brno.

Související právní dokumenty, normy:

ČSN EN 1997–1 Eurokód 7	Navrhování geotechnických konstrukcí: Část 1: Obecná pravidla, Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy.
ČSN EN ISO 14688-1	Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 1: Pojmenování a popis.
ČSN EN ISO 14688-2	Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování.
ČSN EN ISO 17892-3	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin – Část 3: Stanovení zdánlivé hustoty pevných částic. Praha: Český normalizační institut, 2016.
ČSN P 73 1005	Inženýrskogeologický průzkum.
ČSN 73 6133	Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací.
ČSN 73 1001	Základová půda pod plošnými základy.
Zákon 62/1988 Sb.	Zákon o geologických pracích (v platném znění).
Vyhláška 369/2004 Sb.	Vyhláška o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací.
Vyhláška 282/2001 Sb.	Vyhláška o evidenci geologických prací.

Internetové zdroje:

www.geology.cz;

geoportal.gov.cz;

www.mapy.cz