



# G-Consult, spol. s r.o.

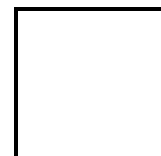
## PETŘVALD

revitalizace školní družiny a jídelny  
*průzkumy*

***Závěrečná zpráva***

Číslo zakázky	2019 0089
Evidenční číslo Geofondu	
Účel	inženýrskogeologický, hydrogeologický průzkum, měření radonu
Etapa	jednoetapový průzkum
Katastrální území	Petřvald u Karviné
Kraj	Moravskoslezský
Objednatel	KANIA a.s.

Zpracoval	Ing. Soňa ŠIMKOVÁ
Schválil	Ing. Šárka ŠIŠKOVÁ
Datum zpracování	květen 2019



Řešení uvedené v předkládané zprávě je duševním vlastnictvím společnosti G-Consult, spol. s r.o. Jeho veřejná publikace a další použití nad rámec původního smluvního určení je vázáno na souhlas zpracovatele.

Prvotní dokumentace je uložena v archívu společnosti G-Consult, spol. s r.o.

.....  
Ing. Michal KOFROŇ  
ředitel společnosti

**Rozdělovník:**

Vyhotovení č. 1 - 4 : KANIA a.s.  
Vyhotovení č. 5 : Archív G-Consult, spol. s r.o. (elektronická verze)  
Vyhotovení č. 6 : ČGS-Geofond, Praha



## OBSAH

	strana
1. ÚVOD .....	5
1.1. Úvodní údaje.....	5
1.2. Cíl průzkumných prací .....	5
1.3. Stavební dispozice.....	5
2. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ .....	6
2.1. Přípravné práce .....	6
2.2. Vrtné práce .....	6
2.3. Vzorkovací práce .....	6
2.3.1. Vzorkování podzemní vody .....	7
2.4. Laboratorní rozborů.....	7
2.4.1. Laboratorní analýzy zemin.....	7
2.4.2. Laboratorní analýzy podzemní vody .....	8
2.5. Měřické práce .....	8
2.6. Interpretace a syntéza výsledků průzkumných prací .....	9
3. STRUČNÝ PŘEHLED PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ LOKALITY .....	9
3.1. Dosavadní geologická prozkoumanost.....	9
3.2. Morfologické poměry.....	9
3.3. Hydrologické poměry .....	9
3.4. Klimatické poměry.....	10
3.5. Geologické poměry širšího okolí .....	11
3.6. Hydrogeologické poměry širšího okolí.....	12
3.7. Geohazardy .....	12
3.7.1. Svahové nestability .....	12
3.7.2. Seismické poměry.....	12
3.7.3. Vlivy důlní činnosti.....	12
4. PODROBNÁ ČÁST.....	13
4.1. Charakteristika geotechnických typů zemin.....	13
4.1.1. GT 0 - navážka.....	14
4.1.2. GT 1e – eolický prachovitý jíl F6 CI, tuhý .....	14
4.1.3. GT 1g – glaciakustrinní prachovitý až písčito-prachovitý jíl F6 CL, F4 CS, tuhý .....	14
4.1.4. GT 2g <sub>s</sub> - glaciakustrinní prachovitý písek S5 SC, středně ulehlý.....	15
4.2. Hydrogeologické poměry .....	15
4.3. Utrácení srážkových vod.....	16
4.4. Geotechnické poměry .....	16
5. ZÁVĚR.....	17
6. LITERATURA .....	18



## **SEZNAM TABULEK V TEXTU**

	strana
Tabulka č. 1. - Vymezení zájmové oblasti .....	5
Tabulka č. 2. - Přehled provedených vrtných prací.....	6
Tabulka č. 3. - Přehled odběru vzorků zemin .....	6
Tabulka č. 4. - Přehled odběru vzorků podzemní vody .....	7
Tabulka č. 5. - Přehled laboratorních analýz vzorků zemin.....	7
Tabulka č. 7. - Přehled laboratorních analýz podzemní vody.....	8
Tabulka č. 8. - Přehled stanovených charakteristik podzemní vody .....	8
Tabulka č. 10. - Geomorfologické členění .....	9
Tabulka č. 11. - Klimatické členění .....	10
Tabulka č. 12. - Hydrogeologická rajonizace.....	12
Tabulka č. 13. - Přehled geotechnických typů zemin.....	13
Tabulka č. 15. - Charakteristické fyzikálně-mechanické vlastnosti GT zemin.....	14
Tabulka č. 18. - Agresivita podzemní vody dle ČSN EN 206+A1 a ČSN 03 8375 .....	16

## **PŘÍLOHY**

1. Přehledná situace, M 1 : 25 000
2. Situace rozmístění vrtů, M 1 : 1 000
3. Geotechnické profily realizovaných vrtů, M 1 : 100
4. Dokumentace archivních vrtů
5. Výsledky laboratorních zkoušek zemin
6. Výsledky analytického rozboru podzemní vody
7. Fotografická dokumentace jader vrtů



## 1. ÚVOD

### 1.1. Úvodní údaje

V předkládané závěrečné zprávě jsou uvedeny výsledky geologických prací provedených v rámci úkolu „PETŘVALD – revitalizace školní družiny a jídelny – průzkumy“. Průzkum byl zpracován dle objednatel (KANIA a.s.) schválené nabídky ze dne 17.05.2019 a na základě objednávky ze dne 17.05.2019. Geologické práce byly provedeny v květnu 2019.

### 1.2. Cíl průzkumných prací

Cíle průzkumných prací byly definovány v nabídce následovně:

- ♦ realizace 1 jádrového vrtu do hloubky 5.0 m
- ♦ realizace 1 jádrového vrtu, dočasně vystrojeného PVC pažnicí do hloubky 4 m,
- ♦ odběr a analýza vzorků zemin,
- ♦ dokumentace, zaměření vrtů,
- ♦ provedení vsakovací zkoušky,
- ♦ měření radonových emanací,
- ♦ vyhotovení závěrečné zprávy.

### 1.3. Stavební dispozice

Zájmová oblast průzkumu se nachází v sz. části areálu ŽŠ Školní v Petřvaldě, v mírně svažitém terénu se spádem k JZ (příloha č. 1).

Předmětem projektu jsou stavební úpravy školní družiny a jídelny v Petřvaldě s cílem zvýšení kapacity jídelny a družiny a rozdělení na veřejnou a neveřejnou část. Součástí projektu jsou zpevněné plochy před objektem. Stavební úpravy spočívají v odstranění stávajícího spojovacího krčku a zádveří v 1.NP a toalet v 2.NP a vytvoření nové části navazující na stávající pavilony školy. Objekt je nepodsklepený. Plocha přístavby je 328 m<sup>2</sup>.

V zájmové oblasti se nachází inženýrské sítě.

**Tabulka č. 1. - Vymezení zájmové oblasti**

<b>Region soudržnosti (NUTS2)</b>	Moravskoslezsko
<b>Kraj (NUTS3)</b>	Moravskoslezský
<b>Okres (LAU1)</b>	Karviná
<b>Obec s rozšířenou působností</b>	Orlová
<b>Obec (LAU2)</b>	Petřvald
<b>Katastrální území</b>	Petřvald u Karviné (720488)
<b>List mapy 1 : 50 000</b>	15-44
<b>List mapy 1 : 25 000</b>	15-441
<b>List mapy 1 : 10 000</b>	15-44-06
<b>List mapy 1 : 5 000</b>	Ostrava 5-1



## 2. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

### 2.1. Přípravné práce

Přípravné práce zahrnovaly následující činnosti:

- ♦ studium archívních materiálů o geologických poměrech území (archív G-Consult, spol. s r.o., Geofond Praha, příslušná literatura),
- ♦ rekognoskaci lokality,
- ♦ splnění podmínek zákona č. 62/1988 Sb. (o geologických pracích) - ohlašovací povinnosti vůči obci, evidenci geologických prací (v souladu s Vyhláškou č. 282/2001 Sb. o evidenci geologických prací),
- ♦ uzavření "Dohod o provádění geologických prací",
- ♦ zajištění informací o podzemních inženýrských sítích.

### 2.2. Vrtné práce

V rámci průzkumu byly v zájmové oblasti realizovány následující vrtné práce.

**Tabulka č. 2. - Přehled provedených vrtných prací**

Název vrtu	Projektovaná metráž (m)	Realizovaná metráž (m)
J-1	5.0	5.0
PV-2	4.0	3.0
<b>Celkem</b>	9.0	8.0

Místa realizovaných vrtů jsou vyznačena v příloze č. 2. Vrty byly realizovány mobilní vrtanou soupravou MRZB na pásovém podvozku. Vrtáno bylo jádrovnicí o průměru 115 mm, nasucho, s maximálním výnosem jádra. Vrtné jádro bylo umístěno do normovaných vzorkovnic o délce 1.0 m. V průběhu vrtání byla zaznamenávána úroveň hladiny podzemní vody. Vrtání byl po celou dobu přítomen geolog, který usměrňoval průběh vrtání. Po provedení prvotní dokumentace (včetně fotodokumentace) a odběru vzorků zemin a podzemní vody bylo vrtné jádro skartováno a vrt likvidován zpětným záhozem vytěženou zeminou.

Práce byly dne 22.05.2019 provedeny pracovníky terénní skupiny pod vedením L. Pěluchy. Profily vrtů jsou uvedeny v příloze č. 3., fotodokumentace vrtného jádra v příloze č. 7.

### 2.3. Vzorkovací práce

Vzorky zemin byly odebírány z jádrových vrtů tak, aby ověřený geologický profil byl podložen potřebnými hodnotami základních fyzikálně-mechanických vlastností jednotlivých zastižených zeminových typů. Odběr vzorků byl prováděn bezprostředně po jejich odvrtání podle instrukcí řešícího geologa. Pro laboratorní zpracování byly odebrány následující vzorky:

**Tabulka č. 3. - Přehled odběru vzorků zemin**

Typ vzorku	Označení vzorku	Třída kvality vzorku dle ČSN EN ISO 22475-1	Počet vzorků		Způsob odběru
			odebráno	projekt	
Poloporušený	PLP (pP)	3	3	2	Odebrán do PE sáčků, do 10 kg.



### 2.3.1. Vzorkování podzemní vody

Pro laboratorní zpracování byl odebrán vzorek podzemní vody z vrtu J-1:

**Tabulka č. 4. - Přehled odběru vzorků podzemní vody**

Typ vzorku	Označení vzorku	Počet vzorků		Způsob odběru vzorku
		projektováno	odebráno	
Vzorek podzemní vody	J-1	1	1	Vzorek podzemní vody byl odebrán dynamickým způsobem, po odvrtání vrtu, do PE lahve o obsahu 2 l a PE lahve o obsahu 0.25 l se stabilizací mletým mramorem.

Odběr vzorku podzemní vody provedl pracovník G-Consult, spol. s r.o. dne 22.05.2019.

## 2.4. Laboratorní rozbor

### 2.4.1. Laboratorní analýzy zemín

Na odebraných vzorcích zemín byly provedeny následující analýzy:

**Tabulka č. 5. - Přehled laboratorních analýz vzorků zemín**

Vzorek	Parametr	Symbol	Počet analýz	Předpis
PLP	vlhkost zeminy	$w_n$	3	ČSN CEN ISO/TS 17892-1
PLP	konzistenční meze - mez tekutosti	$w_L$	3	ČSN CEN ISO/TS 17892-12
PLP	konzistenční meze - mez plasticity	$w_p$	3	ČSN CEN ISO/TS 17892-12
PLP	objemová hmotnost vlhké zeminy	$\rho_n$	3	ČSN CEN ISO/TS 17892-2
PLP	objemová hmotnost suché zeminy	$\rho_d$	3	ČSN CEN ISO/TS 17892-2
PLP	zdánlivá hustota pevných částic zemín pomocí pyknometru	$\rho_s$	3	ČSN CEN ISO/TS 17892-3
PLP	zrnitost zeminy	-	3	ČSN CEN ISO/TS 17892-4

Na základě zjištěných fyzikálních parametrů zemín byly laboratorně doloženy následující parametry:

**Tabulka č. 6. - Přehled vypočtených fyzikálních parametrů zemín**

Vzorek	Parametr	Symbol	Počet analýz	Předpis
PLP	číslo plasticity	$I_p$	3	ČSN EN ISO 14688-2
PLP	stupeň konzistence	$I_c$	3	ČSN EN ISO 14688-2
PLP	pórovitost	$n$	3	metodicky dle standardních operačních postupů laboratoře
PLP	stupeň nasycení	$S_r$	3	
PLP, P	koeficient hydraulické vodivosti	$k$	3	metoda Carman-Kozeny
PLP, P	klasifikace zeminy	-	3	ČSN EN ISO 14688-2
PLP, P	klasifikace zeminy	-	3	ČSN 73 6133, ČSN 73 1005

Laboratorní analýzy mechaniky zemín byly realizovány v laboratoři UNIGEO a.s.



### 2.4.2. Laboratorní analýzy podzemní vody

Na vzorku podzemní vody byly provedeny následující analýzy:

**Tabulka č. 7. - Přehled laboratorních analýz podzemní vody**

Vzorek	Stanovované složky	Počet analýz	Předpis
J-1	<b>Zkrácený chemický rozbor:</b> absorbance, zákal, pH, rozpuštěné látky (105°C, 550°C - RAS), ztráta žiháním, elektrická konduktivita, KNK-8.3, KNK-4.5, ZNK-4.5, ZNK-8.3, tvrdost (celková Ca+Mg, vápenatá Ca, hořečnatá Mg, uhličitánová), CHSK (Mn), stanovení forem CO <sub>2</sub> (volný, Heyer, agresivní, Langelierův index), hydrogenuhličitany (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), uhličitany (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ), hydroxidové ionty (OH <sup>-</sup> ), amonné ionty, chloridy, sírany, vápník Ca, hořčík Mg	1	metodicky dle standardních operačních postupů laboratoře, viz protokol v příloze č. 6

Na základě laboratorně zjištěných složek podzemní vody byly stanoveny následující charakteristiky:

**Tabulka č. 8. - Přehled stanovených charakteristik podzemní vody**

Vzorek	Parametr	Počet	Předpis
J-1	agresivita na betonové konstrukce	1	ČSN EN 206+A1
	agresivita na ocel	1	ČSN 03 8375

Laboratorní analýzy podzemní vody byly realizovány ve Středisku ekologické a analytické laboratoře Unigeo, a.s. Ostrava (laboratoř je akreditována ČIA pod evidenčním číslem 1412.3).

## 2.5. Měřické práce

Vrty byly v terénu vytýčeny dle předané situace, za přítomnosti školníka, který předal informace o vedení podzemních inženýrských sítí. Po realizaci byly vrty zaměřeny GNSS přístrojem South S82 (2013) a handheldem Getac PS336 s akreditovaným programem SurvCE. Terénní data GNSS byla převedena do systémů S-JTSK a Balt po vyrovnání pomocí akreditovaného programu Transform MAX. Práce provedl pracovník G-Consult s.r.o. dne 22.05.2019. Rozmístění vrtů a sondy je zaneseno do digitální situace v měřítku M 1 : 1 000 v příloze č. 2.

**Tabulka č. 9. - Seznam souřadnic průzkumných děl**

Vrty	S-JTSK		Balt p. v.
	X (m)	Y (m)	Z <sub>ústi</sub> (m n. m.)
J-1	1 102 476.94	463 237.35	275.32
PV-2	1 102 463.05	463 223.35	274.26





## 2.6. Interpretace a syntéza výsledků průzkumných prací

Veškeré práce související se sledem, řízením a koordinací prací, dokumentací a závěrečným zhodnocením provedli pracovníci firmy G-Consult, spol. s r.o.

V průběhu prací byl prováděn trvale sled a řízení tak, aby v případě, že by zjištěné skutečnosti byly v rozporu s předpoklady projektu, mohl být modifikován postup a užita vhodnější průzkumná metoda či pozměněno navržené rozvržení průzkumných děl.

## 3. STRUČNÝ PŘEHLED PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ LOKALITY

### 3.1. Dosavadní geologická prozkoumanost

Geologická prozkoumanost zájmové oblasti (území školy) je nízká. Na území školy se v databázi Geofondu [20] nenachází žádné archivní vrtů. V širším okolí školy cca v okruhu 150 m se nachází několik archivních vrtů. Byly vybrány a zakoupeny 3 archivní vrtů, které jsou využity pro ověření širších geologických poměrů.

### 3.2. Morfologické poměry

Z pohledu geomorfologického [8] řadíme zájmovou oblast následovně:

**Tabulka č. 10. - Geomorfologické členění**

<b>Systém</b>	Alpsko-himalájský
<b>Provincie</b>	Západní Karpaty
<b>Subprovincie</b>	Vněkarpatské sníženiny
<b>Oblast</b>	Severní vněkarpatské sníženiny
<b>Celek</b>	Ostravská pánev
<b>Podcelek</b>	Ostravská pánev
<b>Okrsek</b>	Orlovská plošina

Lokalita náleží Orlovské plošině, která má generelně plochý povrch akumulárního charakteru. Je budována glacienními a eolickými sedimenty. Povrch plošiny je členěný drobnými erozními údolími. Nadmořská výška stávajícího terénu v řešeném prostoru je cca 274 - 276 m n. m., mírně klesá směrem k JZ.

### 3.3. Hydrologické poměry

Z pohledu hydrologického [7] zájmová oblast náleží hornímu okraji povodí 4. řádu 2-03-02-0050 potoku Petřvaldská Stružka.



### 3.4. Klimatické poměry

Dle klimatické regionalizace ČSR leží zájmová lokalita v mírně teplé klimatické oblasti (kód MT10) s dlouhým, teplým a mírně suchým létem, s krátkým přechodným obdobím, mírně teplým jarem a podzimem, krátkou, mírně teplou a velmi suchou zimou a krátkým trváním sněhové pokrývky. Detailnější informace klimatologických charakteristik jsou přehledně uvedeny v následující tabulce.

**Tabulka č. 11. - Klimatické členění**

Klimatická regionalizace dle Moravce - Votýpky (klimatická data z let 1961 - 1990)											
Třída						II					
Průměrný počet dní s teplotou vzduchu 10°C a vyšší						160 - 177					
Vybrané klimatické charakteristiky dle Atlasu podnebí ČR (období 1960 - 2000)											
Průměrná roční teplota vzduchu						8 - 9°C					
Průměrná sezónní teplota vzduchu - jaro						8 - 9°C					
Průměrná sezónní teplota vzduchu - léto						16 - 17°C					
Průměrná sezónní teplota vzduchu - podzim						8 - 9°C					
Průměrná sezónní teplota vzduchu - zima						-1 - 0°C					
Průměrný roční počet mrazových dní						100 - 120					
Průměrný roční počet ledových dní						<30					
Průměrný roční počet dní bez mrazu						240 - 260					
Průměrný roční počet letních dní						40 - 50					
Průměrný měsíční úhrn srážek (mm):											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
20-30	20-30	20-30	40-50	60-80	80-100	80-100	60-80	50-60	30-40	30-40	20-30
Absolutní maxima srážek						1-denní		2-denní		3-denní	
						81 - 100 mm		121 - 150 mm		201 - 250 mm	
Průměrný sezónní počet dní se sněhovou pokrývkou						50 - 60					
Průměrná roční relativní vlhkost vzduchu						75 - 80%					
Průměrný roční úhrn referenční evapotranspirace						650 - 700 mm					
Průměrná roční vláhová bilance						50 - 100 mm					
Klimatická oblast dle Köppenovy klasifikace						Oblast Cfb - mírně teplá, s rovnoměrným rozložením srážek v průběhu roku, s teplým létem					
Klimatická oblast dle Quittovy klasifikace						Oblast MT10					
Klimatická oblast dle Atlasu podnebí (1958)						Mírně teplá, mírně vlhká oblast B3 s mírnou zimou					

### 3.5. Geologické poměry širšího okolí

Předkvartérní fundament budují marinní neogenní pelitické sedimenty. Kvartérní pokryv budují glacigenní sedimenty sálského glaciálu a nadložní eolické jíly, které spolu tvoří (mimo navážky) svrchní pokryvnou vrstvu celého zájmového území.

**Neogén** je v zájmovém území zastoupen vápnitými nevrstevnatými jíly spodnobadenské mořské transgrese [3]. Mocnost těchto pelitických sedimentů je v zájmové oblasti redukována, dosahuje desítek metrů, v závislosti na průběhu karbonského fundamentu. Jíly jsou převážně monotónní, modravě šedé, jemně slídnaté, jemně písčité, místy s písčito-prachovitými vložkami, vzácně pak s vložkami světle šedých vápnitých písků. Jíly jsou překonsolidované, jejich konzistence je ve svrchní části převážně tuhá až pevná, s hloubkou se zvyšuje na konzistenci pevnou až tvrdou. Do konečné hloubky aktuálně provedených i archivních vrtů a sond (4 - 10 m) zastiženy nebyly.

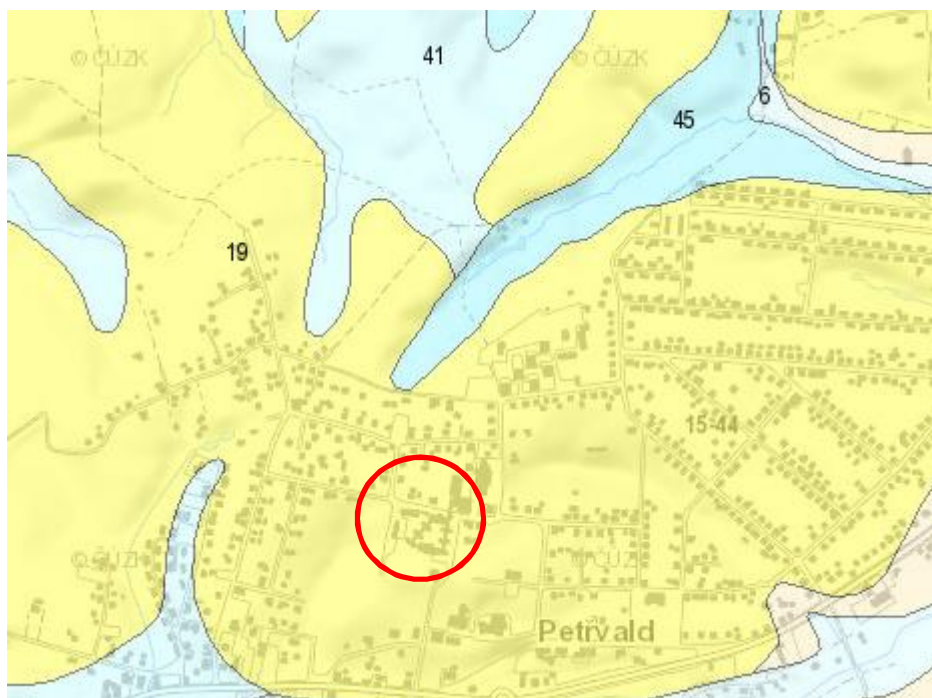
Na povrch neogenních jílu nasedají **kvartérní uloženiny**. V zájmovém území se jedná o komplex **glacifluviálních a glacilakustrinních sedimentů sálského glaciálu** [1]. Celková mocnost glacigenního komplexu je proměnlivá, dle archivních sond přesahuje 10 m. Na bázi komplexu se jedná především o hrubší glacilakustrinní sedimenty písčité, směrem k povrchu se vyskytují vrstvy jemnozrnných zemin s hojnými vložkami písku. Nesoudržné zeminy lze charakterizovat v nejvyšších polohách jako středně ulehlé, hlouběji uložené vrstvy jsou ulehlé. Stratigraficky je řadíme do středního pleistocénu.

V nadloží glacigenních sedimentů se nachází jemnozrnné **eolické jíly** (svrchní pleistocén). Jde převážně o světle okrově hnědé jíly, s šedými laminami plastičtějších jílu. Mocnosti se pohybuje se mezi 2 až 3 m, v závislosti na průběhu podložního fundamentu - starší glacigenní akumulace.

V širší zájmové oblasti jsou akumulace glacigenních a eolických zemin rozčleněny erozními depresiemi, vyplněné mělkými fluviálními, resp. deluviofluviálními zeminami.

Stratigrafický profil je ukončen navážkami proměnlivé mocnosti a složení.

**Obrázek 1. - Zakrytá geologická mapa 1 : 50 000 [19]**



Vysvětlivky:

*Kvartérní pokryv*

- 6 *nivní sediment, hlína, písek, štěrk, inundovaný za vyšších vodních stavů (holocén)*
- 19 *sprašová hlína, eolické jíly a hlíny (pleistocén)*
- 41 *písek a štěrk, glacifluviální až glacilakustrinní (pleistocén)*
- 45 *till, glacigenní nevytříděné jíly a písky (pleistocén)*

### 3.6. Hydrogeologické poměry širšího okolí

Zkoumaná oblast je dle hydrogeologické rajonizace ČR [6] klasifikována následovně:

**Tabulka č. 12. - Hydrogeologická rajonizace**

<b>Hydrogeologické rajony základní vrstvy</b>	Rajony v terciérních a křídových pánvích (2)
	Neogenní sedimenty vněkarpatských a vnitrokarpatských pánví (22)
	<b>Ostravská pánev - ostravská část (2261)</b>

Nejvýznamnější hydrogeologickou strukturou v zájmovém území jsou glacialakustrinní písky až glaciáluviální štěrky (štěrky aktuálními průzkumnými sondami nezastiženy). Struktura buduje hydrogeologický kolektor, který má zhruba subhorizontální uložení na podložním izolátoru - spodnobadenských marinních jílech. Mocnost kolektoru je nepravidelná, propustné nesoudržné polohy se často střídají s nepatrně propustnými jíly až slabě propustnými písčitými jíly. Propustnost kolektorských zemin charakterizujeme jako průlinovou, s proměnlivým koeficientem hydraulické vodivosti v řádu  $n \cdot 10^{-6}$  až  $n \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Zvodeň je generelně mírně napjatá až napjatá. Nadložní izolátor tvoří eolické jíly s propustností velmi slabou až nepatrnou (koeficient hydraulické vodivosti  $k$  se pohybuje v řádu  $n \cdot 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

V prostředí navážek, za zvýšených srážek a optimálních geologických podmínek (dostatečně propustné zeminy s nepropustným podložím) mohou vznikat dočasné pseudozvodně se statickou zásobou podzemní vody.

### 3.7. Geohazardy

#### 3.7.1. Svahové nestability

Dle databáze České geologické služby v zájmové oblasti nejsou registrovány žádné svahové nestability [21].

#### 3.7.2. Seismické poměry

Dle ČSN EN 1998-1 je lokalita součástí seismické zóny charakterizované hodnotou referenčního špičkového zrychlení základové půdy  $a_{gR} = 0.06 \text{ g}$ . Účinky zemětřesení jsou definované makroseismickou intenzitou v intervalu 7 - 7¼ (dle stupnice EMS-98). Z makroseismických pozorování vyplývá, že řešená oblast, nacházející se na styku Českého masivu a Západních Karpat, disponuje menšími oblastmi koncentrace ohnisek zemětřesení (přirozená seismická). Doložena jsou např. zemětřesení z února 1786 (hloubka epicentra cca 40 km, epicentrální intenzita  $I_0 = 7.5^\circ \text{ MSK-64}$ ), roj 23 zemětřesení, zaznamenaný v roce 1994 seismickou stanicí VŠB v Ostravě-Krásném Poli, resp. zemětřesení s mag. 3.5 s epicentrem v okolí Markvartovic (prosinec 2017).

Dle ČSN EN 1998-1 lze předběžně vymezit typ základových půd E - povrchové aluviální vrstvy na tužším podkladě.

#### 3.7.3. Vlivy důlní činnosti

Dle informace mapového portálu České geologické služby [22] je zájmové území historicky poddolováno těžbou černého uhlí: pod názvem Petřvald II (klíč 4572), stáří před i po 1945, projevy na povrchu - haldy, otevřená ústí, propadliny. Ve vzdálenosti 230 až 300 m od zájmového území se nachází stará důlní díla: Jáma č. XV, Jáma č. IX, Jáma Bedřich, Jáma Viktorín, Jáma Kutací VII - s ukončením provozu do 19. století.

Z hlediska aktuálních důlních podmínek se jedná o plochu M - plochy bez podmínek zajištění stavby proti účinkům poddolování [23]. Závazné stanovisko vydá krajský úřad.



## 4. PODROBNÁ ČÁST

### 4.1. Charakteristika geotechnických typů zemin

Pro účely vyhodnocení geotechnických poměrů bylo vyčleněno **5 geotechnických typů** materiálů a zemin (tzv. G-typy, dále v textu a přílohách označeny symbolem **GT**), které hodnotíme v následujících kapitolách. Geotechnické typy charakteru jemnozrnných zemin (prachy, jíly) jsou označeny číslem 1 a doplněny symbolem geneze. Polohy písčitých zemin jsou označeny symbolem č. 2 a doplněny symbolem geneze.

**Tabulka č. 13. - Přehled geotechnických typů zemin**

Symbol GT	Typ GT	Třída ČSN 73 1005	Třída ČSN EN 14688-2	Konzistence / Ulehlost
<b>Navážky</b>				
<b>0</b>	navážka (heterogenní)	YO/ML Y/CL	MgOrcSi MgclSi	tuhá
<b>Kvartérní zemin</b>				
<i>Jemnozrnné zemin</i>				
<b>1e</b>	eolické prachovitý jíl	F6 CI	siCl	tuhý
<b>1g<sub>1</sub></b>	glacilakustrinní prachovitý až písčitoprachovitý jíl	F6 CL	siCl sasiCl	tuhý
<b>1g<sub>2</sub></b>	glacilakustrinní písčitoprachovitý až písčítý jíl	F4 CS	sasiCl saCl	tuhý
<i>Písčité zemin</i>				
<b>2g</b>	glacilakustrinní prachovitý až jílovitý písek	S5 SC	siSa	středně ulehlý

Charakteristické fyzikálně-mechanické parametry jednotlivých geotechnických typů zemin jsou vyhodnoceny v tabulce č. 15. Technologické parametry jednotlivých geotechnických typů uvádíme v tab. č. 14. Dále v textu následuje popis geotechnických typů, provedený na základě makroskopického popisu realizovaných i archivních vrtů.

**Tabulka č. 14. - Technologické vlastnosti GT zemin**

GT zemin	Klasifikace GT (ČSN P 73 1005 / ČSN 73 6133)	ČSN 73 6133 / zrušená ČSN 73 3050 těžitelnost	ČSN 73 6133 vhodnost do podloží komunikace	ČSN 73 6133 vhodnost do násypu komunikace	Namrzavost (Scheibleho kritérium)	Třída vrtatelnosti (katalog 800-2, URS)
<b>1e</b>	F6 CI	I/2	NE	PV	NN	I
<b>1g<sub>1</sub></b>	F4 CS	I/2	PV	PV	NN	I
<b>1g<sub>2</sub></b>	F6 CI	I/2	NE	NE	NN	I
<b>2g</b>	S4 SM	I/2	PV	PV	MN-N	I

Poznámky:

Vhodnost použití dle ČSN 73 6133

V vhodné  
PV podmíněně vhodné  
NE nevhodné

Namrzavost

NE nenamrzavé  
MN mírně namrzavé  
N namrzavé  
NN nebezpečně namrzavé  
VN vysoce namrzavé



**Tabulka č. 15. - Charakteristické fyzikálně-mechanické vlastnosti GT zemin**

Litologicko-genetický typ			eolické jíly	glacilakustrinní jíly	glacilakustrinní písčité jíly	glacilakustrinní písky
Zatřídění			F6 Cl	F6 CL	F4 CS	S5 SC
Geotechnický typ			<b>1e</b>	<b>1g1</b>	<b>1g2</b>	<b>2g</b>
Konzistence / ulehlost / stupeň zvětrání			tuhá	tuhá	tuhá	středně ulehle
Počet vzorků			1	0	1	1
Vlhkost přirozená	$w_n$	%	22.8		16.5	18.3
Vlhkost na mezi tekutosti	$w_L$	%	40		35	22
Vlhkost na mezi plasticity	$w_p$	%	18		13	13
Číslo plasticity	$I_p$	%	22		22	10
Stupeň konzistence	$I_c$		0.79		0.83	0.39
Objemová hmotnost zeminy	$r_n$	$\text{kgm}^{-3}$	2040	2100*	2170	2080
Objemová hmotnost	$r_d$	$\text{kgm}^{-3}$	1660		1860	1760
Zdánlivá hustota pevných	$r_s$	$\text{kgm}^{-3}$	2720		2690	2690
Pórovitost	$n$	%	39		31	35
Stupeň nasycení	$S_r$	%	0.98		1.00	0.93
Koeficient hydraulické	$k$	$\text{ms}^{-1}$	2.3E-09	1.0E-09	4.2E-09	1.4E-07
Modul přetvárnosti	$E_{\text{def}}$	MPa	4*	4.5*	5*	10*
Efektivní úhel vnitřního tření	$f'$	°	19*	21*	24*	28*
Efektivní soudržnost	$c'$	kPa	12*	14*	10*	5*
Totální úhel vnitřního tření	$f_u$	°	0*	0*	0*	
Totální soudržnost	$c_u$	kPa	50*	50*	50*	
Výpočtová únosnost	$R_{\text{dt}}$	$\text{kgm}^{-3}$	100*	100*	150*	175*
Opravný součinitel přetížení	$m$		0.2*	0.2*	0.2*	0.3*
Poissonovo číslo	$\nu$		0.40*	0.40*	0.35*	0.35*
Poznámky:						
* směrné normové parametry dle neplatné ČSN 73 1001, převzaté na základě místní zkušenosti						

**4.1.1. GT 0 - navážka**

Svrchní pokryvnou vrstvu v řešeném území představují redeponované humózní hlíny a písčitojilovité hlíny mocnosti 0.5 m. Svrchní část představují, humózní hlíny, tmavě hnědé barvy, s kořínky, obsahující slabou příměs zrn šterku a střípků cihel (do 0.5 %), konzistence tuhá, mocnosti 0.3 m. Písčitojilovité hlíny, světle okrově hnědé, nízké plasticity, pevné konzistence byly zastíženy v mocnosti 0.2 m.

**4.1.2. GT 1e – eolický prachovitý jíl F6 Cl, tuhý**

Tento geotechnický typ představuje původní pokryvnou vrstvu zájmové oblasti. Stratigraficky je řadíme k střednímu pleistocénu. Prachovití jíly byly ověřeny v obou sondách o mocnosti 1.0 - 1.9 m. Barva zeminy je mramorovaná - světle okrově hnědá, světle šedá, zemina je slabě písčitá, plasticita je střední, konzistence tuhá. Zeminy jsou nevápnité (sekundárně odvápněné), nebezpečně namrzavé, po nasycení vodou rozbídné, silně stlačitelné, neúnosné.

**4.1.3. GT 1g – glacilakustrinní prachovitý až písčito-prachovitý jíl F6 CL, F4 CS, tuhý**

Pod vrstvou eolických zemin je uložena výrazně mocná (dle archivních vrtů více než 10 m) akumulace glacilakustrinních zemin, která je charakteristická střídáním prachovitých, jílovitých a písčitých poloh. Stratigraficky je řadíme k střednímu pleistocénu.

Zastížené jemnozrnné glacilakustrinní sedimenty zastupují prachovité jíly (GT 1g<sub>1</sub> / F6 CL) až písčito-prachovité jíly (GT 1g<sub>2</sub> / F4 CS). Barva zeminy je světle okrově hnědá, lokálně s okrově hnědými a šedými laminami a čočkami, písčité čočky a laminy jsou jemné. Plasticita je nízká, konsisten-





ce tuhá. Zeminy jsou nevápnité, nebezpečně namrzavé, po nasycení vodou rozbídné, silně stlačitelné, neúnosné.

#### 4.1.4. GT 2g<sub>s</sub> - glacialakustrinní prachovitý písek S5 SC, středně ulehý

Glacialakustrinní písky GT 2g byly ověřeny / interpretovány v rámci řešeného prostoru v obou sondách. Makroskopicky se jedná o prachovité až jílovité písky (S5 SC), světle okrově hnědé až světle žlutobéžové, střední až hrubé, nasycené. Příměs šterku je slabá, místy zcela chybí. Zemina je mírně namrzavá až namrzavá (dle obsahu jemného podílu).

## 4.2. Hydrogeologické poměry

**Tabulka č. 16. - Hydrofyzikální charakteristika GT zemín**

Geotechnický typ zemín (GT)		ČSN P 73 1005	Koeficient hydraulické vodivosti $k$ ( $m.s^{-1}$ )	Propustnost ve smyslu Jetela [2]	Charakteristika
1e	eolické jíly	F6 CI	2.3E-09	nepatrně propustné	Izolátor. V rámci řešeného prostoru průběžný.
1g <sub>1</sub>	glacialakustrinní jíly	F6 CL	1E-09	nepatrně propustné	Izolátor. V rámci řešeného prostoru průběžný.
1g <sub>2</sub>	glacialakustrinní písčité jíly	F4 CS	1E-08 až 1E-07	velmi slabě až slabě propustné	Poloizolátor. Vrstvy jílu obsahující polohy s vyšší písčitou příměsí - relativně propustnější.
2g	glacialakustrinní písky	S4SM	1E-06	dosti slabě propustné	Kolektor. V rámci širšího řešeného prostoru neprůběžný. Propustnost průlinová.

V následující tabulce uvádíme úrovně přehled naražené a ustálené hladiny podzemní vody v provedených vrtech. Upozorňujeme, že údaje z archivních vrtů jsou neaktuální a mají pouze informativní hodnotu.

**Tabulka č. 17. - Úroveň hladiny podzemní vody**

Název vrtu / sondy	Naražená hladina (m p. t., m n. m.)	Ustálená hladina (m p. t., m n. m.)	Nadmořská výška ústí vrtu (m n. m.)	Hloubka vrtu (m)	Doba realizace
Realizované vrtý					
J1	3.5 (271.8)	3.3 (272.0)	275.32	5.0	22.05.2019
PV-2	2.3 (272.0)	1.9 (272.4)	274.26	3.0	22.05.2019
Archivní vrtý					
345220	-	3.2 (269.0*)	272.20*	10	1978
245218	-	1.0 (274.0*)	275.10*	6.0	1978
344172	vrt suchý	-	266.50	9.0	1986

Pozn.: \* v databázi Geofondu u vrtu uváděná nadmořská výšky v systému Jadran-Lišov

Agresivita podzemní vody na betonové a ocelové konstrukce byla hodnocena laboratorně na vzorku odebraném z vrtu J-1. Výsledky analýz jsou uvedeny v příloze č. 6.

Podzemní voda vykazuje dle ČSN EN 206+A1 střední XA2 agresivitu na beton.

Dle ČSN 03 8375 podzemní vykazuje velmi vysokou agresivitu na ocel vzhledem k hodnotě vodivosti a obsahem agresivního CO<sub>2</sub>.



**Tabulka č. 18. - Agresivita podzemní vody dle ČSN EN 206+A1 a ČSN 03 8375**

Vrt	ČSN EN 206+A1					ČSN 03 8375			
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	pH	CO <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	vodivost	pH	SO <sub>3</sub> + Cl	CO <sub>2</sub>
	mg.l <sup>-1</sup>	-	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	μS.cm <sup>-1</sup>	-	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>
J-1	90.7	6.0	77	0.32	17	503	6.0	115	77
	*	<b>XA1</b>	<b>XA2</b>	*	*	<b>IV.</b>	<b>III.</b>	<b>II.</b>	<b>IV.</b>

Poznámky:

\* hodnota nižší než spodní mez klasifikace

ČSN EN 206+A1: stupně agresivity chemického prostředí XA1 - slabá, XA2 - střední, XA3 - vysoká

ČSN 03 8375: agresivita prostředí I. - velmi nízká, II. - střední, III. - zvýšená, IV. - velmi vysoká

#### 4.3. Utrácení srážkových vod

V zájmové území byl projektován vrt PV-2 s dočasným vystrojením PVC pažnicí o průměru 75 mm, hloubky 4 m. Vrt byl projektován za účelem provedení vsakovací zkoušky a ověření možnosti utrácet srážkové vody vsakováním do zeminového prostředí.

Během realizace vrtu byla naražena hladina podzemní vody již v hloubce 2.3 m p.t. Vrt byl v hloubce 3.0 m p.t. ukončen, hladina se po 3 hodinách ustálila na úrovni 1.9 m p.t. Přítomností hladiny podzemní vody mělko pod terénem byla znemožněna realizace vsakovací zkoušky.

Hodnocení přírodních poměrů pro vsakování vychází z ČSN 75 9010. Hydrogeologické podmínky pro zasakování srážkových vod jsou dány charakterem zeminy, do které budou srážkové vody zasakovány:

- zastižené pokryvné eolické a glacialakustrinní jílovité hlíny F6 Cl, CL, siCl, jsou nepatrně propustné - koeficient hydraulické vodivosti  $2.3E-09 \text{ m.s}^{-1}$ . Ve smyslu ČSN 75 9010 patří dle tab. E1 do skupiny V.3. - zeminy málo vhodné až nevhodné pro vsakování.
- Glacialakustrinní sedimenty ověřené v zájmovém území jsou tvořeny střídáním hlinitých, jílovitých a písčitých poloh s komplikovaným hydraulickým systémem.
- hladina podzemní vody se nachází mělce pod terénem a je napjatá. Ve vrtu PV-2 byla zastižena v hloubce 2.3 m p. t. (272.0 m n. m.). Během 3 hod v otevřeném vrtu se ustálila v hloubce 1.9 m p. t. (272.4 m n. m.)

Na základě místních zkušeností byl proveden odborný odhad koeficientu vsaku:

$$kv = 5E-08 \text{ m.s}^{-1}.$$

Přírodní poměry pro vsakování jsou v zájmovém území **složitě**. Pro utrácení srážkových vod (za dodržení podmínky zasakování min 1 m nad hladinou podzemní vody) by bylo nutné vybudovat zasakovací zařízení plošně rozsáhlé. V zájmovém území je řešena přístavba stávajícího objektu, přilehlé pozemky jsou částečně zastavěné a zatížené existencí podzemních inženýrských sítí. Dispoziční prostory pro vybudování plošně rozsáhlého zasakovacího zařízení jsou stísněné.

Vzhledem k výše uvedeným podmínkám stavby doporučujeme utrácet srážkové vody regulovaným odváděním do dešťové kanalizace. Alternativně lze uvažovat provedení mělkého podzemního vsakovacího objektu s retencí, případně plošných vsakovacích prvků umístěných v travnatých plochách např. formou průlehů, jejichž objem dočasně zadrží srážkové vody, v kombinaci s přepadem do dešťové kanalizace. Definitivní návrh vsakovacího objektu je předmětem projektu autorizovaného inženýra vodohospodářských staveb.

#### 4.4. Geotechnické poměry

Předmětem projektu jsou stavební úpravy školní družiny a jídelny v Petřvaldě s cílem zvýšení kapacity jídelny a družiny a rozdělení na veřejnou a neveřejnou část. Součástí úprav je vytvoření nové části navazující na stávající pavilony školy. Objekt přístavby bude nepodsklepený o ploše 328 m<sup>2</sup>.

V místě přístavby byl proveden vrt J-1, jeho profil je uveden v příloze č.3





Charakteristické fyzikálně-mechanické parametry jednotlivých zastižených vrstev - geotechnických typů zemín - jsou podány v kap. 4.1.

Kompetentní, únosná a průběžná vrstva, v ekonomicky únosné hloubce, kterou lze uvažovat bez podmínek, jako vhodnou pro umístění základové spáry nebyla v rámci průzkumu ověřena. Pod vrstvou redeponovaných humózních hlín se nachází vrstva eolických jílovitých hlín, která nasedá na poměrně mocnou akumulaci kvartérních glaciakustrinních sedimentů, tvořenou střídajícími se jíly, písčitymi jíly a písky.

Hladina podzemní vody byla ve vrtu J-1 zastižena v hloubce 3.5 m p. t. (271.8 m n. m.). Během 1 hod v otevřeném vrtu se ustálila v hloubce 3.3 m p. t. (272.0 m n. m.). Podzemní voda vykazuje střední agresivitu na betonové konstrukce.

Projektovaná základová spára nepodsklepeného objektu přístavby se bude nacházet ve vrstvě neúnosných prachovitých jílu GT 1e. Pro plošné založení bude nutné provést **zvýšení únosnosti podloží** pod základovou spárou,

- výměnou zeminy v podloží za certifikovaný, objemově stálý, šterkový materiál (PDK, hlušinová sypanina apod.). Předběžná mocnost výměny cca 500 mm (hutnění po 2 vrstvách). Podloží přehutnit na míru zhutnění dle požadavků ČSN 72 1006 a položení separační geotextilie.
- pro účinnější zvýšení únosnosti podloží je vhodné použít stabilizační geomříž pod šterkový materiál,
- pro zemní plán v úrovni HTÚ doporučujeme: Modul přetvárnosti zeminy:  
 $E_{\text{def},2} \geq 60 \text{ MPa}$  a zároveň poměr  $E_{\text{def},2} / E_{\text{def},1} \leq 2,5$ .

Při návrhu založení přístavby objekty školní družiny a jídelny je nutno klást důraz na minimalizaci ovlivnění podloží pod stávajícím objektem. Vznik poruch na stávajícím objektu může nastat během výkopových prací při nové výstavbě. Při vlastním provádění je nutné vyvarovat se zejména: obnažení sousedních základů v delším úseku, umožnění přístupu vody do podloží pod sousední základy a odkopání zeminy pod základovou spárou sousedních základů.

Během přítěžování základové spáry novostavbou bude docházet k jejímu sedání, je nutno zabránit vlivu sedání na původní základ a zamezit jeho sedání, aby nedošlo k rozvoji poruch přilehlých konstrukcí.

Všechny typy zemín zastižené na zájmové lokalitě a v dosahu předpokládaných výkopů jsou v souladu s ČSN 73 6133 zařazeny do I. třídy těžitelnosti, což znamená, že těžbu je možné provádět běžnými výkopovými mechanismy (buldozery, rypadla, ručně prováděné výkopy).

## 5. ZÁVĚR

V rámci geologického úkolu „PETŘVALD – revitalizace školní družiny a jídelny – průzkumy“ byly vrtnými sondami ověřeny geotechnické poměry pro projekt přístavby školní družiny a jídelny ZŠ Školní v Petřvaldě. Ve zprávě jsou popsány geologické, hydrogeologické, inženýrskogeologické a další údaje charakterizující přírodní a geotechnické poměry. V příloze č. 2 je uvedena situace se zakreslením realizovaných a archivních vrtů. V příloze č. 3 jsou uvedeny geologické profily vrtů realizovaných vrtů, v příloze č. 4 je dokumentace archivních vrtů, v příloze č. 7 je uvedena fotodokumentace jader provedených vrtů.

Zeminy jsou podrobně popsány a klasifikovány podle platných norem. Z geotechnického hlediska bylo geologické prostředí rozděleno celkem do 5 geotechnických typů, které jsou podrobně specifikovány v rámci kapitoly 4.1.

Základové poměry hodnotíme jako složité, v zájmovém prostoru se nenacházejí v ekonomicky dosažitelné hloubce únosné základové zeminy. Při navrhování základové konstrukce doporučujeme v souladu s ČSN P 73 1005 postupovat podle zásad 2. geotechnické kategorie.

Utrácení srážkových vod v zájmovém území řeší kapitola 4.4.



## 6. LITERATURA

### Textové poklady

- [1] MACOUN, Jaroslav, et al. *Kvartér Ostravska a Moravské brány*. Praha: Ústřední ústav geologický, 1965.
- [2] JETEL, Ján. *Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech*. Praha: Ústřední ústav geologický, 1982.
- [3] MÜLLER, Vlastimil, et al. *Vysvětlivky k souboru geologických a účelových map přírodních zdrojů v měřítku 1 : 50 000. List 15 - 43 Ostrava*. Praha: Český geologický ústav, 1992. ISBN 80-7075-111-8.
- [4] DOPITA, Miloslav et al. *Geologie české části hornoslezské pánve*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 1997. ISBN 80-7212-011-5.
- [5] CHLUPÁČ, Ivo et al. *Geologická minulost České republiky*. 1. Vydání. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0914-0.
- [6] OLMER, Miroslav et al. *Hydrogeologická rajonizace České republiky*. In Sborník geologických věd č. 23. Praha: Česká geologická služba, 2006. ISBN 80-7075-660-8.
- [7] Vyhláška č. 393/2010 Sb. o oblastech povodí.
- [8] BÍNA, Jan, DEMEK, Jaromír. *Z nížin do hor*. Praha: Academia, 2012. ISBN 978-80-200-2026-0.

### Legislativa a normativy (v platném znění)

- [9] Zákon č. 62/1988 Sb. (geologický zákon),
- [10] Zákon č. 254/2001 Sb. (vodní zákon)
- [11] Vyhláška č. 282/2001 Sb. (o evidenci geologických prací)
- [12] Vyhláška č. 393/2010 Sb. o oblastech povodí.
- [13] ČSN EN ISO 14688-1 Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zařizování zemin - Část 1: Pojmenování a popis
- [14] ČSN EN ISO 14688-2 Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zařizování zemin - Část 2: Zásady pro zařizování
- [15] ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla
- [16] ČSN EN 1998-1 Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení - Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby
- [17] ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
- [18] ČSN P 73 1005 Inženýrskogeologický průzkum

### Mapové podklady

- [19] *Soubor geologických a účelových map. 1 : 50 000*. [online]. Praha: Česká geologická služba, 2018 [citováno 28.01.2019]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/index.php>
- [20] *Informace z databáze ČGS-Geofondů*. [online]. Praha: Česká geologická služba, 2019 [citováno 28.01.2019]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/app/gdo/>
- [21] *Registr svahových nestabilit*. [online]. Praha: Česká geologická služba, 2019 [citováno 28.01.2019]. Dostupné z: [https://mapy.geology.cz/svahove\\_nestability/](https://mapy.geology.cz/svahove_nestability/)
- [22] *Důlní díla a poddolování* [online]. Praha: Česká geologická služba, 2019 [citováno 28.01.2019]. Dostupné z: [https://mapy.geology.cz/dulni\\_dila\\_poddolovani/](https://mapy.geology.cz/dulni_dila_poddolovani/)
- [23] *Vlivy důlní činnosti*. [online]. Ostrava: Mapový server KÚ Moravskoslezského kraje, 2019 [citováno 28.01.2019]. Dostupné z <http://geoportal.msk.cz/Html5Viewer/?viewer=geologie&LayerTheme=0>
- [24] *Hydroekologický informační systém*. [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2019 [citováno 28.01.2019]. Dostupné z: <http://heis.vuv.cz>
- [25] *Síť monitoringu povrchových vod* [online]. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2019 [citováno 28.01.2019]. Dostupné z: <http://hydro.chmi.cz/hydro/>

