

**II/268 KLÁŠTER-HRADIŠTĚ N.J., MOST  
EV. Č. 268-007 PŘES JIZERU PŘED OBCÍ  
KLÁŠTER-HRADIŠTĚ NAD JIZEROU**



# **ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA**

## **PODROBNÉHO GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU**

### **II/268 KLÁŠTER-HRADIŠTĚ N.J., MOST EV. Č. 268-007 PŘES JIZERU PŘED OBCÍ KLÁŠTER-HRADIŠTĚ NAD JIZEROU**

Číslo zakázky: 18-165-1

**Investor:**

**Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje**  
**Zborovská 11, 150 21 Praha 5**

**Řešitel:**

**Zdeněk Lukáš**

**Odpovědný řešitel:**

**Mgr. Michal Jezný, PhD.**

**Geodetické práce:**

**PRAGOPROJEKT, a.s.**

**Vrtné práce:**

**Stavební geologie – IGHG Tachlovice s.r.o.,**

**Korozní průzkum:**

**RNDr. Pavel Nikl, GEONIKA, s.r.o**

**Praha, leden 2021**



OBSAH:

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Základní informace</b>	<b>5</b>
2.1	Situace průzkumu, rozsah prací	5
2.1.1	Vrtný průzkum	5
2.1.2	Normativní podklady	6
2.1.3	Projektové podklady (projektová dokumentace stavby)	7
2.1.4	Terénní inženýrskogeologické práce	7
2.1.5	Odběry vzorků, program laboratorních zkoušek	7
2.2	Záměr stavby	7
2.2.1	Základní charakteristika mostního objektu	8
2.3	Sřety zájmů, majetkoprávní vztahy v oblasti	8
2.3.1	Majitelé pozemků	8
2.3.2	Nájemci pozemků	8
2.3.3	Zvláště chráněná území	8
<b>3</b>	<b>Geologické poměry</b>	<b>9</b>
3.1	Geomorfologické a klimatické poměry	9
3.1.1	Celková charakteristika	9
3.1.2	Pokryvné útvary – kvartér	10
3.1.3	Předkvartérní podklad	12
3.1.4	Zóny zvětrání předkvartérního podkladu	13
3.2	Hydrogeologické poměry	13
3.3	Agresivita podzemní vody na betonové konstrukce	14
<b>4</b>	<b>Laboratorní a terénní geotechnické zkoušky</b>	<b>15</b>
4.1	Úkol a rozsah zkoušek	15
4.1.1	Laboratorní zkoušky	15
4.2	Použité metody	15
4.3	Výsledky zkoušek a jejich posouzení	15
4.3.1	Základní fyzikální vlastnosti zemin	15
4.3.2	Pevnost při bodovém zatížení horniny	16
4.3.3	Edometrický modul přetvárnosti	16
<b>5</b>	<b>Geotechnické zhodnocení</b>	<b>17</b>
5.1	Geotechnický řez	17
5.2	Odvozené geotechnické charakteristiky zemin a hornin	17
5.3	Těžitelnost a vrtatelnost zemin a hornin	20
5.4	Technologické zhodnocení zemin a hornin	21
5.5	Agresivita horninového prostředí a chemismus podzemní vody	21
5.6	Rizika geologického původu	22
5.6.1	Svahové pohyby	22
5.6.2	Poddolování	22
5.6.3	Seizmická aktivita	22
5.6.4	Výskytu ložisek nerostných surovin	23
5.6.5	Záplavová území	23
5.6.6	Zamokření	23
<b>6</b>	<b>Závěr</b>	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>Literatura</b>	<b>26</b>

### **Přílohy u zprávy:**

- 1. Situace průzkumných sond, měřítko 1 : 2 000**  
situace nových a archivních sond, trasa mostního objektu, umístění geotechnického řezu
- 2. Geotechnický řez 1 : 200/200**  
souhrnné grafické zobrazení poznatků z nových i archivních průzkumných prací
- 3. Dokumentace průzkumných sond a výchozu**  
dokumentace nových vrtů a dokumentace skalního výchozu, převzaté archivní vrtý
- 4. Protokoly laboratorních zkoušek**  
výsledky laboratorních rozborů a zkoušek zemin a hornin, výsledky terénních zkoušek ve vrtech  
    Základní klasifikační rozborů zemin  
    Stanovení stlačitelnosti zemin v edometru  
    Laboratorní zkoušky hornin  
    Pevnosti v prostém tlaku  
    Laboratorní rozborů podzemních vod
- 5. Korozní průzkum**  
geoelektrický průzkum korozivity prostředí v okolí mostního objektu (GEONIKA, s.r.o.)
- 6. Vrtná technická zpráva**  
technická zpráva vrtů (Stavební geologie-IGHG, spol. s r.o.)
- 7. Měřičská zpráva**  
(PRAGOPROJEKT, a. s.)

# 1 Úvod

Předkládaná zpráva obsahuje výsledky podrobného geotechnického průzkumu pro projektovanou opravu komunikace II/268 a předpolí mostu (ev. č. 268-007) přes Jizeru před obcí Klášter Hradiště nad Jizerou na silnici II/268.

Zpráva je vypracována pro opravu komunikace v předpolí mostu přes údolí řeky Jizery. Podrobný geotechnický průzkum obsahuje zhodnocení inženýrskogeologických a geotechnických poměrů, zpracovaných na základě studia archivních materiálů a především 10ti nových průzkumných sond a dokumentačního bodu v terénu.

Geotechnický průzkum v celém svém rozsahu byl ohlášen a pod **evidenčním číslem 3061/2018** zaevidován 26.6.2018 u České geologické služby. Geotechnický průzkum byl proveden v souladu s technickými podmínkami Ministerstva dopravy ČR - odbor silniční infrastruktury MD ČR, 2009: TP-76 - část A a B schválené: MD-OSI č.j. 485/09-910-IPK/1 ze dne 17.6.2009 s účinností od 1.července 2009 a v souladu s ČSN EN 1997-1 (Navrhování geotechnických konstrukcí – část 1: Obecná pravidla) a ČSN EN 1997-2 (Navrhování geotechnických konstrukcí – část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy).

Tato závěrečná zpráva shrnuje **výsledky podrobného geotechnického průzkumu pro most ev. č. 268-007 přes Jizeru před obcí Klášter Hradiště nad Jizerou a opravu komunikace II/268.**

## Identifikační údaje projektu:

**Název stavby:** „II/268 Klášter-Hradiště n.J., most ev. č. 268-007 přes Jizeru před obcí Klášter-Hradiště nad Jizerou“

**Místo stavby:** Středočeský kraj, okres Mladá Boleslav, k. ú. Klášter Hradiště nad Jizerou a Mnichovo Hradiště

**Investor:** Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje  
Zborovská 11, 150 21 Praha 5

**Dodavatel průzkumných prací:** PRAGOPROJEKT, a. s.

K Ryšánci 1668/16, 147 54 Praha 4

Podrobný GT průzkum byl realizován firmou **PRAGOPROJEKT, a. s.** v rozsahu odpovídajícímu požadavkům platných norem a vyhlášek. Jeho součástí jsou doporučení pro založení mostního objektu, zhodnocení základových poměrů, včetně celkového zhodnocení oblasti z inženýrskogeologického hlediska.

Předkládaná zpráva obsahuje zhodnocení území z hlediska inženýrskogeologických poměrů, zpracované na základě studia dostupných archivních materiálů a průzkumů. Toto zhodnocení bylo dále doplněno realizací 10ti inženýrskogeologických vrtů a jednoho dokumentačního bodu. Dále jsme při zpracování podrobného geotechnického průzkumu vycházeli z mapových podkladů uvedených na stránkách sítě www (portál veřejné správy ČR, portál Geofond ČR, portál České geologické služby, Geoportál ČZÚK, Portál Českého Hydrometeorologického ústavu).



- geologické poměry území
- geotechnické charakteristiky zemin a hornin
  - pevnostní a přetvárné vlastnosti zemin a hornin v trase mostního objektu
  - technologické vlastnosti zemin a hornin (rozpojitelnost, těžitelnost a vrtatelnost zemin a hornin, použitelnost zastižených materiálů)
- doporučení založení mostního objektu a další opatření související s realizací stavby
- zhodnocení území z hlediska agresivity prostředí na stavební konstrukce
- zhodnocení rizik geologického původu v souvislosti s návrhem a další přípravou stavby
- doporučení pro další přípravu stavby z hlediska prozkoumanosti území

## 2.1 Situace průzkumu, rozsah prací

Základním zdrojem pro určení geologické stavby oblasti byly nově provedené vrty společně s jejich doplněním archivními průzkumnými pracemi a poznatky získanými průzkumem terénu a studiem dostupné literatury. Popisy nových vrtů jsou společně s archivním vrtem uvedeny v samostatné příloze č. 3. Souhrnný přehled provedených průzkumných prací je uveden v následující tabulce č. 1.

5

Průzkumné sondy byly realizovány postupně od 18. září do 2. října vrtnou firmou Stavební geologie – IGHG Tachlovice s.r.o. za použití pásové soupravy typu RDBS.

Dle předpokladů z archívní dokumentace byla část průzkumných vrtů realizována v odolných horninách diamantovým vrtným nástrojem s použitím vodního výplachu.

**Tab. č. 1: Přehled realizovaných průzkumných prací**

úsek/ objekt	Sondy	Souřadnice sond S-JTSK		Hloubka sondy		Hladina podzemní vody			Počet odebraných vzorků					
Typ SO	Nově zalisované	x	y	Inženýrsko-geologické vrtání [m]	Archivní sondy [m]	Narážená HPV	Ustálená HPV	pata pilot p. l. / výš. N / hl. Z (m)	pažení (m)	Porušené vzorky	Neporušené vzorky	Vzorek horniny - pevnost v tlaku	Technologický vzorek	Agresivita voda/zemina
Most	J1	699 159.67	1 000 417.95	23.0		3.50			9.5	2				
Most	J2	699 133.78	1 000 395.24	17.0		3.50			9.4	1	1	1		
Most	J3	699 102.59	1 000 402.73	15.0		4.50			9.5	2				1
Most	J4	699 041.61	1 000 416.36	16.0		3.20	2.00		10.7	2		1		
Most	J5	699 014.00	1 000 424.25	15.0		3.20			10	2				
Most	J6	698 985.57	1 000 431.90	15.0		3.00	1.80		8	2		1		
Most	J7	698 957.96	1 000 438.39	15.0		3.00	2.00		8	2				
Most	J8	698 926.27	1 000 445.89	15.7		1.60	1.60		9	2		1		1
Most	J9	698 898.49	1 000 451.93	15.0		2.00	1.80		9	2				
Most	J10	698 864.12	1 000 456.23	15.0		3.00	2.00		9	1	1	1		
	<b>celkem</b>			<b>161.7</b>	<b>0.0</b>				<b>82.6</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

Všechny vrtý byly hloubeny pomocí pojízdné pásové soupravy s technologií rotačního jádrového vrtání na sucho s tvrdokovovými korunkami, a to v zeminách profilem umožňujícím odběr neporušených vzorků (min. Ø 156 mm). V prostředí hornin předkvartérního podkladu (ve skalních horninách) se použilo technologie jádrového vrtání s diamantovými vrtnými korunkami při použití vodního vrtného výplachu. V závislosti na hloubce vrtu a charakteru podložních zemin byly vrtý realizovány buď s nutností pracovního pažení, nebo bez nutnosti pracovního pažení.

### 2.1.2 Normativní podklady

V předešlých průzkumech byly zeminy zatřídovány podle dnes již neplatné normy ČSN 73 1001. Nově vyhloubené sondy jsou klasifikovány podle v současné době platné ČSN 73 6133 a ČSN P 73 1005, které generelně přebírají značení z normy původní. Zatřídění zemin u nových vrtů je provedeno také podle ČSN EN ISO 14688.

V archívních průzkumech bylo použito zatřídění podle dnes již neplatné ČSN 73 3050. V současné době se provádí zatřídění těžitelnosti podle ČSN 73 6133 a ČSN P 73 1005, které mají zcela jiný princip členění.

Při zpracování průzkumu byly také plně využity technické podmínky ŘSD TP 76, část A a B – Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace.

### **2.1.3 Projektové podklady (projektová dokumentace stavby)**

Podkladem pro zpracování podrobného GTP byla situace umístění vrtů v měřítku 1:2000 z 05/2018, podélný profil v měřítku 1:200/200. Z těchto podkladů námi prováděný podrobný GTP vycházel.

### **2.1.4 Terénní inženýrskogeologické práce**

Pro zhodnocení širší geologické stavby bylo využito také starších průzkumů realizovaných v předešlých letech v této oblasti (viz seznam literatury na konci zprávy) a dalších dostupných zdrojů. Neméně důležité byly také poznatky získané při osobních návštěvách území.

Vrtné jádro bylo ukládáno do standardních vzorkovnic, ve kterých bylo děleno na úseky dlouhé 1 m a bylo bezprostředně zakrýváno igelitovou plachtou pro zamezení degradace vrtného jádra povětrnostními vlivy. Bez zbytečného odkladu pak bylo popisováno přítomným geologem. Zároveň byly v průběhu inženýrskogeologického popisu vrtného jádra odebírány vzorky zemin, hornin a vody pro pozdější laboratorní rozbor.

Umístění průzkumných vrtů odpovídá navrženým místem dle projektové dokumentace, menší posuny se provedly pouze u sondy J1, který byl zapříčiněn kolizí s vedením inženýrských sítí.

Dle konzultace s projektantem (PRAGOPROJEKT, a. s.) nové mostní konstrukce, byly v průběhu vrtných prací operativně upraveny hloubky vrtů J3 až J10.

Při průzkumných pracích bylo pro doplnění inženýrskogeologického modelu postupnými dokumentačními pochůzkami geologicky zmapováno zájmové území.

### **2.1.5 Odběry vzorků, program laboratorních zkoušek**

Odběr vzorků hornin, zemin a podzemní vody byl realizován v rozsahu odpovídajícímu v nejvyšší možné míře zadávací dokumentaci (projektem PoGTP). V některých případech bylo nezbytné upravit počty odebíraných vzorků podle aktuálně zastížených hornin a zemin. Podrobně jsou výsledky zkoušek zpracovány v kapitole č. 4. Souhrnné protokoly jednotlivých zkoušek a rozborů jsou uvedeny v samostatné příloze č. 4.

## **2.2 Záměr stavby**

Jedná se o zpracování PD (jednostupňové) na předpolí mostu ev. č. 268-007 v ku. Mnichovo Hradiště, tj. v rozsahu DZS/PDPS sloužící pro ohlášení údržby a výkon autorského dozoru po dobu výstavby (AD) při dodržení platných norem (např. ČSN 73 6201, 73 6101) TKP a TP.

Rekonstrukce bude prováděna za omezení dopravy. Oprava silnice II/268 v km 13,170 – 14,230, bude řešeno odvodnění silnice a obnova dopravního značení. Stávající mostní objekt se nachází na silnici II/268 mezi obcemi Mnichovo Hradiště a Klášter-Hradiště nad Jizerou. Účelem mostu je převedení silnice II/268 přes inundační území řeky Jizery, vlastní koryto řeky Jizery, potok Zábrdka a dvě polní cesty (za pilířem P9 a před svahem u opěry O11).

Na základě provedené mimořádné prohlídky mostního objektu (ze dne 15. 05. 2018) byl stavebně technický stav mostního objektu vyhodnocen jako špatný (V) až velmi špatný (VI). Následně investor rozhodl o demolici tohoto mostu a nahrazením mostem novým.



Z důvodu minimalizace zásahu do okolí mostu je nový most navržen s respektováním stávajících teoretických os uložení - opěry a pilíře jsou navrženy ve stávajících polohách, původní založení mostního objektu (velkopřůměrové piloty Ø 1,80 m) bude zachováno a využito pro založení nového mostu. Šířkové uspořádání na mostě se u v prostoru vozovky nemění. Dochází pouze k zúžení chodníku na pravé římsy z původních 1,53 m na nových 1,00 m (min. normou požadovaná šířka veřejného chodníku na mostě). Návrh nového mostu respektuje požadavek povodí Labe o odstranění pilíře P8 z koryta řeky Jizery, v prostoru kterého se v dnešní době zachycují nečistoty, větve, kmeny a ostatní nečistoty a snižují průtok pod mostem.

### **2.2.1 Základní charakteristika mostního objektu**

Silnice II/268 s mostem ev. č. 268-007 spojuje obec Klášter Hradiště nad Jizerou s městem Mnichovo Hradiště a dále pokračuje k dálnici D10. Nosná konstrukce je navržena jako spojitá konstrukce o 9-ti polích s proměnným příčným řezem a podélným náběhem. Základní příčný řez nosné konstrukce je tvořen dvoutrámem s úzkými trámy (š. 1,0 m). V polích 6,7 a 8 je navržen podélný náběh nosné konstrukce a změna z dvoutrámového na komorový průřez. Tato změna je nutná z důvodu vynechání pilíře v korytě řeky Jizery. Šířka nosné konstrukce je po délce mostu konstantní 11,60 m. Výška dvoutrámové konstrukce je navržena 1,70~1,97 m a komorové konstrukce 1,97~2,80 m. Horní a dolní povrch nosné konstrukce respektují příčný sklon vozovky na mostě 2,5% (pravostranný sklon) s úžlabím a protispádem na nižší straně NK ve sklonu 4,0%. Na obou koncích nosné konstrukce je koncový příčník s kapsou pro osazení mostního dilatačního závěru.

## **2.3 Střety zájmů, majetkoprávní vztahy v oblasti**

### **2.3.1 Majitelé pozemků**

V průběhu přípravy terénních prací byly dle katastrální mapy, daných souřadnic průzkumných sond a podrobné rekognoskace terénu zjištěni majitelé dotčených pozemků. Majitelé byli následně obesláni žádostí (ve smyslu §7 zákona č. 62/1988 Sb) o povolení vstupu na pozemky za účelem provedení průzkumných vrtů.

Písemné žádosti byly zpracovány a zarchivovány v souladu s předpisem GDPR u zhotovitele podrobného průzkumu.

### **2.3.2 Nájemci pozemků**

Se všemi nájemci dotčených pozemků byla uzavřena písemná dohoda o realizaci průzkumných sond společně s oznámením, kde se zhotovitel zavazuje uvést pozemek do původního stavu a nahradit případné škody na pozemku.

### **2.3.3 Zvláště chráněná území**

Zájmové území mostního objektu nezasahuje do žádného ochranného pásma zvláště chráněného území.

## 3 Geologické poměry

### 3.1 Geomorfologické a klimatické poměry

Podle regionálního členění reliéfu (Zeměpisný lexikon ČSR 1987) náleží zájmové území do následujících geomorfologických jednotek:

<i>Systém:</i>	Hercynský
<i>Provincie:</i>	Česká vysočina
<i>Soustava (subprovincie):</i>	Česká tabule
<i>Podsoustava (oblast):</i>	Severočeské tabule
<i>Celek:</i>	Jičínská pahorkatina
<i>Podcelek:</i>	Turnovská pahorkatina
<i>Okrsek:</i>	Mnichovohradištská kotlina

Povrch zájmového území je rovinatý až mírně zvlněný. Nadmořská výška se pohybuje v rozmezí cca 218 - 226 m n.m.. Most přechází údolní nivou řeky Jizery s nadmořskou výškou v rozmezí cca 222,9 – 226,2 m n.m.

Území v bližším okolí zájmového objektu je odvodňováno řekou Jizerou (číslo hydrologického pořadí 1-05-02-0510). Celá oblast patří do povodí Labe, která je ve správě Povodí Labe, s.p. Hradec Králové.

Dle klimatické klasifikace (Quitt, 1971) náleží zájmové území do mírně teplé klimatické oblasti, podoblasti **MT 11**, která je charakterizován dlouhým teplým a suchým létem a velmi krátkým přechodným obdobím s mírně teplým až teplým jarem a podzimem. Zima je zde krátká, mírně teplá, suchá až velmi suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky.

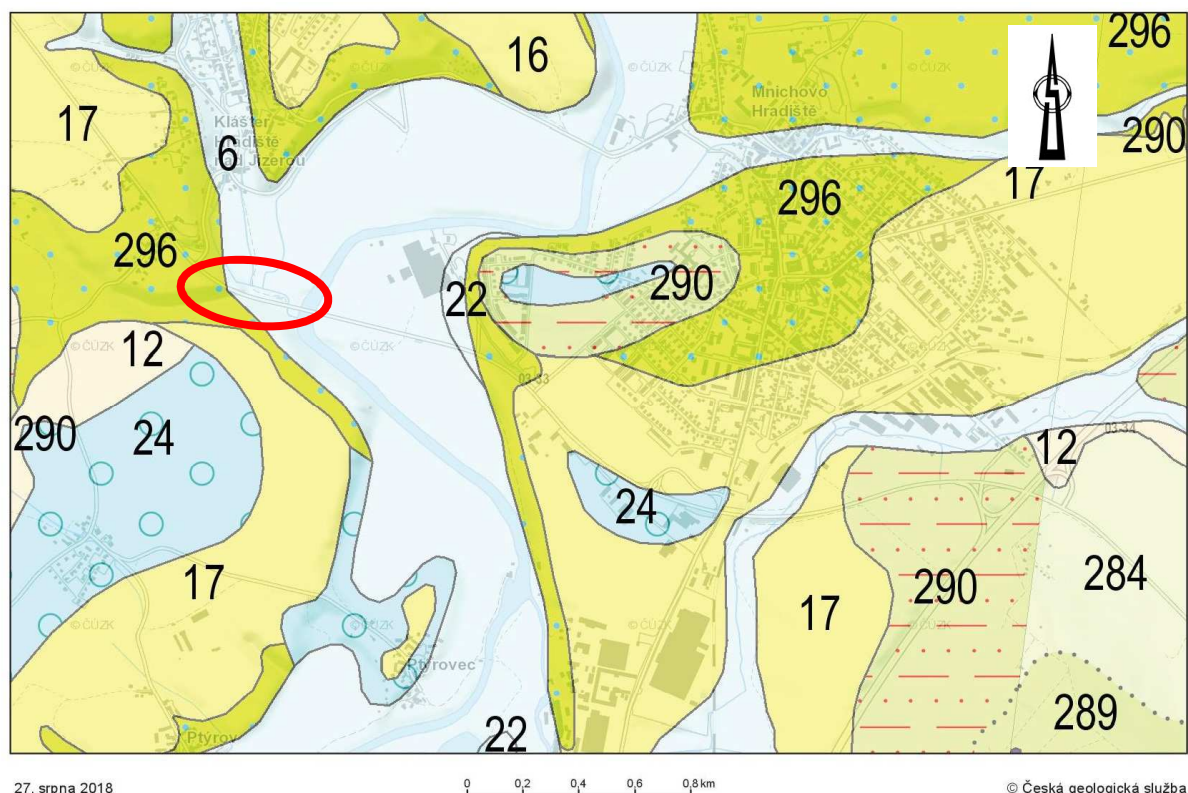
Průměrný roční úhrn srážek je 651 - 700 mm, průměrná roční teplota 7 - 8 °C. Vegetační období (průměrná teplota je vyšší než 10 °C) trvá 140-160 dnů (od 1. -7. 5. do 28. - 30. 9.). Maximum srážek bylo naměřeno v červenci, minimum v dubnu a říjnu. Sněhová pokrývka trvá 50-60 dnů.

#### 3.1.1 Celková charakteristika

Výsledky průzkumu potvrdily, že místní geologické poměry jsou převážně jednoduché. Na trase mostního objektu je horninový fundament tvořen horninami svrchní křída, spodní – střední turon, *jizerské souvrství*, na které konkordantně nasedají horniny svrchní křída, coniak - svrchní turon, *teplické souvrství*, reprezentované jejími bazálními sladkovodními sedimenty. Komplex křídových hornin je na údolní nivě překryt kvartérními říčními (fluviálními) sedimenty.

Celkový geomorfologický vývoj území lze během kvartéru doložit z rozsahu zachovaných pleistocenních sedimentů Jizery, které jsou akumulovány v blízkosti koryta řeky a na nich leží mladší holocenní nivní a povodňové sedimenty.

V následujícím textu jsou stručně popsány jednotlivé typy zemin a hornin, tak jak se vyskytují od povrchu území směrem do podloží v případě pokryvných útvarů. Alfabetické symboly jednotlivých horizontů souhlasí se symboly v geotechnickém řezu, (přílohy č. 2), kde jsou znázorněny geologické poměry včetně předpokládaného průběhu a mocností jednotlivých vrstev. Tyto symboly odpovídají jednotlivým definovaným geotechnickým typům (geotypům).



Obr. č. 2: Výřez z geologické mapy ČR s vyznačením zájmové oblasti

### Geologická mapa 1 : 50 000

Hranice hornin GeoČR50

— hranice zjištěná

Horniny GeoČR50

Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity

- |     |   |
|-----|---|
| 17  | spraš a sprašová hlína  |
| 199 | ol. nefelinit s bazaltickou brekcií                                       |
| 22  | písek, štěrk  |
| 290 | vápnité jílovce, slínovce a prachovce, podřadné vložky jílovitého vápence |
| 296 | pískovce vápnito-jílovité, glaukonitické                                  |
| 12  | písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment                               |
| 6   | nivní sediment  |
| 284 | vápnitý jílovec, slínovec, vápnitý prachovec                              |

### 3.1.2 Pokryvné útvary – kvartér

Pokryvné útvary v zájmovém území jsou geneticky fluvialního původu. Fluvialní sedimenty jsou zastoupeny holocenními a pleistocenními uloženinami v okolí toku Jizery.

Holocenní sedimenty v inundačním území Jizery a v úzkém pruhu podél toku Zábrdka reprezentují převážně jílovité, písčitojílovité a jílovitopísčité zeminy, často s organickou příměsí. Dosahují mocnosti cca 0,5 až 3,0 m.

Pokryvné útvary jsou v zájmovém území místy překryty navážkami různého charakteru a různé mocnosti.

Konzistence kvartérních zemin, či jejich jemnozrnné složky, nevykazovala značnou proměnlivost v závislosti. Většina technických průzkumných prací probíhala prakticky za konstantního počasí.

Na základě genetického původu a mechanických vlastností zastižené pokryvné útvary rozdělujeme na jednotlivé geotechnické typy (dále také geotypy) - **recentní sedimenty (Q1)**, **holocenní sedimenty (Q2)** a **pleistocenní sedimenty (Q3)**. Podle jejich inženýrskogeologických vlastností, rozšíření, významu a stratigrafie je rozlišujeme na:

**RECENT** – k recentním sedimentům řadíme v zájmovém území 2 základní typy zemin. Jedná se o **navážky** a **půdní horizont**.

**Q1a – Navážky** klasického typu ve formě přemístěných původních zemin a úlomků stavebních materiálů byly v průzkumných sondách dokumentovány pouze v těsné blízkosti stávajících opěr a u přechodových oblastí mostu. Jedná se zejména o podklady cest a zásypy terénních nerovností a místní deponie materiálů vytěžených při dřívější výstavbě mostních pilířů.

Generelně lze tuto vrstvu hodnotit pro zakládání staveb jako převážně velmi obtížně použitelnou pro svojí značnou horizontální i vertikální proměnlivost. V rámci stavby je třeba počítat zejména s jejich proměnlivou těžitelností a vrtatelností. Podle ČSN 73 6133 a ČSN P 73 1005 je řadíme vesměs do I. Navážky s výrazným podílem betonu mohou dosahovat třídy těžitelnosti až II.

**Q1b – Půdní horizont** lze v rámci stavby očekávat v místech mimo plochy kryté antropogenními materiály. V některých místech byl půdní horizont dokumentován také nad vrstvou navážek. Geotechnickým složením se jedná převážně o hlíny písčité s organickou příměsí. Jeho mocnost se v rámci úseku pohybuje od téměř zanedbatelných mocností až po mocnosti dosahující 0,9 m v lokálních depresích. Půdní horizont doporučujeme, v souladu se zákonnou povinností, před výstavbou skrýt a následně použít pro rekultivaci a úpravy okolí. V případě půdního horizontu vyskytujícího se na vrstvě navážek (materiál již jednou na rekultivaci použitý), nebo eventuálně pod vrstvou navážek (půdní horizont v místech, kde nebyla před zavezením provedena jeho skrývka) bude třeba rozhodnout o jeho využití přímo při stavbě, dle aktuálně zastižené kvality materiálu a jeho příměsí.

**KVARTÉR – Holocén** – k holocenním sedimentům řadíme **jemnozrnné fluvialní sedimenty** - nivní a povodňové sedimenty v inundačním území Jizery a v úzkém pruhu podél toku Zábrdka.

**Q2 – Fluvialní sedimenty jemnozrnné** se nacházejí v celém zájmovém území. Byly v průzkumných vrtech zastiženy jako typické fluvialní sedimenty říčních toků. Byly dokumentovány jílovité sedimenty s organickou příměsí, svědčící o klidné sedimentaci. Střídají se zde jíly písčité až písky jílovité. Tyto sedimenty, dokumentované jsou převážně měkké až tuhé konzistence, vzhledem k obsahu organické složky silně stlačitelné a pro zakládání náročnějších objektů nevhodné.

**KVARTÉR – Pleistocén** – k pleistocenním sedimentům řadíme **hrubozrnné fluvialní sedimenty** – řeky Jizery.

**Q3 – Fluvialní sedimenty hrubozrnné** - Celkový geomorfologický vývoj území lze během kvartéru doložit z rozsahu zachovaných pleistocenních terasových sedimentů Jizery. Nápadný je především výskyt hrubého valounového materiálu, velikosti 8-12 cm. Litologicky se jedná převážně o špatně zrněné štěrky až písky se štěrky s valouny křemene do velikosti až 12 cm, jsou ulehle až středně ulehle. Svými geomechanickými vlastnostmi generelně odpovídají štěrku nejčastěji špatně zrněnému. Z genetického hlediska se však mohou lišit zejména zřetelným střídáním hrubozrnnějších a jílovitopísčitéjších poloh, svědčících o

cyklických změnách sedimentačního procesu. Hrubozrnné polohy často obsahují významnou příměs písku a valouny křemene, jsou převážně rezavohnědé a světle šedě zbarvené. Polohy se mohou často střídát v intervalech nižších jednotek centimetrů.

### 3.1.3 Předkvartérní podklad

V zájmovém území se uplatní sedimenty české křídové pánve oblasti jizerské, stratigraficky řazené k turonu až coniaku. Skalní podloží je v této oblasti zastoupeno souvrstvím svrchně křídových vápnitých až vápnito-jílovitých pískovců. V průběhu křídového období proběhla na našem území rozsáhlá mořská transgrese v rámci, které byly sedimentovány velmi mocné polohy sedimentů (cca 15-200 m). Tyto sedimenty měly v blízkosti březní linie charakter převážně pískovcové sedimentace, zatímco v klidnějších a hlubších částech, celkově mělkého moře, docházelo k sedimentaci převážně vápnitých slínovců s občasnými přechody jak do jemnozrnnějších sedimentů, tak i k sedimentaci klasičtější.

Tyto křídové sedimenty jsou mírně ukloněny ke středu sedimentačního prostoru (k severu až severovýchodu) a částečně postiženy tektonickými procesy souvisejícími s alpínskou orogenezí.

Typické pro turonské sedimenty je střídání poloh jednotlivých typů sedimentace a dle stupně zvětrání je v rámci geotechnického průzkumu plánované rekonstrukce komunikace jsme dokumentovali:

#### **Pískovce vápnito-jílovité (geotyp K1-K5)**

- pískovec zcela zvětralý (K1) – eluvium křídových pískovců charakteru jílu písčitého (symbol F4, CS), pevné konzistence. Dle ČSN 73 6133 je řazen do třídy R6.
- pískovec silně a mírně zvětralý (K2-K3) – hornina nižší pevnosti, subhorizontálně deskovitě až tence deskovitě vrstevnatý, kusovitě až úlomkovitě rozpadavý, v ruce obtížně lámatelný, slabě mechanicky odolná. Dle ČSN 73 6133 je řazen převážně do třídy R4, R5.
- pískovec navětralý (K4) – vápnito-jílovitý, jemnozrnný až středně zrný, hustota diskontinuit střední, obtížně rozpojitelný kladívkem, Dle ČSN 73 6133 je řazen převážně do třídy R3 až R2.
- pískovec zdravý (K5) – vápnito-jílovitý, jemnozrnný, hustota diskontinuit malá až střední, Dle ČSN 73 6133 je řazen převážně do třídy R2 až R3.

Nedaleko zájmového území, kde byl proveden dokumentační bod DB1, se nachází skalní výchoz PP Skalní sruby Jizera (přírodní památka). Viz. obrázek č.: 3

Rozšíření jednotlivých typů hornin je patrné z geotechnického řezu (příloha č. 2) a z popisů vrtů (příloha č. 3). Bližší geotechnické charakteristiky jednotlivých hornin jsou uvedeny v kapitole 5.3.



**Obr 3:** přehledná mapa s vyznačením PP Skalní sruby Jizera



### 3.1.4 Zóny zvětrání předkvartérního podkladu

U hornin skalního podloží byly rozlišeny následující zóny zvětrání ve smyslu odpovídajícím nyní neplatné ČSN 72 1001. Aktuálně platná norma ČSN EN ISO 14689-1 zachovává princip členění avšak s odlišným alfanumerickým značením. Pro zachování návaznosti na předešlé etapy průzkumu bylo použito následující členění hornin:

- |                   |                                   |
|-------------------|-----------------------------------|
| • rozložené,      | W5 – >75% zvětralých minerálů     |
| • silně zvětralé, | W4 – 35 – 75% zvětralých minerálů |
| • mírně zvětralé, | W3 – 10 – 35% zvětralých minerálů |
| • navětralé,      | W2 – 3 – 10% zvětralých minerálů  |
| • zdravé,         | W1 – 0 – 3% zvětralých minerálů   |

V geotechnickém řezu – **příloha č. 2.** čárkovaně nakreslené rozhraní mezi jednotlivými stupni zvětrání skalního podloží. Představuje průměrnou hodnotu mocnosti zvětrání a skutečná mocnost se může lokálně, vlivem tektonického narušení a případně různého petrografického složení, změnit.

## 3.2 Hydrogeologické poměry

Z hydrogeologického hlediska spadá počátek stavby do hydrogeologického rajónu č. 4430 Jizerská křída levobřežní v povodí Labe. Jedná se o fluvialní štěrkopískový kolektor s průlinovou propustností. Chemismus vody je závislý na typu přítomných hornin.

V území trasy mostu se mohou vyskytovat celkem tři druhy podzemní vod:

- **voda poříční** – ve fluvialních náplavech Zábrdského potoka a řeky Jizery je hlavně tvořena vodou infiltrovanou z potoka a její hladina je tedy závislá na množství vody protékající v potoce. Na okraji údolní nivy je tato voda sycena průlinovou vodou ze svahů deprese eluvii a deluvií. Poříční voda bude mít vliv na zakládání objektu.

- **měkká podpovrchová voda průlinového typu** – je většinou vázaná na spodní vrstvy fluvialních sedimentů nad málo propustnými pískovci. Většina této vody, která je přímo ovlivněna srážkami, odtéká do níže položených míst.

- **voda puklinová** - je vázaná na otevřené pukliny v pískovcích. Dá se předpokládat, že vydatnost tohoto horizontu bude malá.

**Z hydrogeologického hlediska** je v daném území podzemní voda vázána zejména na **holocenní náplavy Jizery a potoka a Zábrdky**. Kvartérní holocenní kolektor s průlinovou propustností je tak omezen na **slabé zvodně vsakující se vody** v jílovitopísčitých a písčitých náplavech s celkově malou propustností. Výskyt této podpovrchové vody je v malých hloubkách (převážně kolem 1,5 – 3,0 m) pod terénem je rovněž výrazně závislý na okamžitých atmosférických podmínkách a ročním období.

V místě plánované rekonstrukce mostů je hladina podzemní vody **v hloubkách 1,6-2,0 m** pod terénem. Jedná se o vodu poříční a vodu průlinového typu. Předpokládaná úroveň hladiny podzemní vody je znázorněna v příloženém geotechnickém řezu **příloha č. 2.**

### **3.3 Agresivita podzemní vody na betonové konstrukce**

V rámci průzkumu byly z geologických vrtů J3 a J8 odebrány vzorky podzemní vody. Odběry byly provedeny jako statické hladinovým vzorkovačem.

Důvodem hydrochemického zhodnocení podzemní vody bylo zjistit její agresivní účinky na stavební konstrukce. Vzorky jsme odebrali do 1,0 l resp. 0,25 l PE vzorkovnic pro realizaci stavebního rozboru včetně zkoušky na agresivní CO<sub>2</sub> dle Heyera. Vzorkovaná voda byla čirá bez zápachu. Protokol z analytické laboratoře je v příloze č. 4.

Stupeň korozního ohrožení materiálu na bázi cementu byl určen podle fyzikálně-chemických vlastností zemin a podzemní vody v souladu s ČSN 73 1214 a ČSN EN 206+A1. Z výsledků realizovaných rozborů vyplývá, že agresivní složky vody dosahují jak neagresivní tak i dosahují střední agresivity na beton XA2 (obsah CO<sub>2</sub> agresivní). Protokoly realizovaných rozborů vod jsou obsahem přílohy č. 4.

## 4 Laboratorní a terénní geotechnické zkoušky

### 4.1 Úkol a rozsah zkoušek

#### 4.1.1 Laboratorní zkoušky

Laboratorní zkoušky byly provedeny v subdodávce pracovníky společnosti **SG Geotechnika, a.s.** **Laboratorní zkoušky** byly zaměřeny na zjištění **základních fyzikálních** (zrnitost, konzistenční meze, objemová hmotnost, přirozená vlhkost), **mechanických vlastností** (pevnost v tlaku hornin a u zemin stanovení stlačitelnosti zemin v edometru) zemin pokryvných útvarů i hornin skalního podloží. Pro vyšetření těchto vlastností bylo odebráno celkem:

▪ porušené vzorky zemin	18
▪ neporušené vzorky zemin	2
▪ technologické vzorky zemin	0
▪ vzorky hornin	5

U těchto odebraných vzorků byly uskutečněny následující laboratorní zkoušky a rozborů:

▪ soubor indexových zkoušek zemin („neporušený vzorek“)	2
▪ soubor indexových zkoušek hornin	18
▪ pevnost v prostém tlaku hornin	5
▪ zkrácený rozbor podzemní vody	2

Protokoly jednotlivých zkoušek a rozborů jsou přiloženy souhrnně v příloze č. 4 zprávy.

### 4.2 Použité metody

- **Přirozená vlhkost  $w$  (%)** (zemin i hornin) je stanovena postupem podle ČSN CEN ISO/TS 17892-1.
- **Objemová hmotnost - hustota  $\gamma_n$  ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )** – je (pro zeminy i horniny) určena z odebraných vzorků podle ČSN CEN ISO/TS 17892-2.
- **Konzistenční meze - mez tekutosti  $w_L$  (%)**, **mez plasticity  $w_P$  (%)** a **číslo plasticity  $I_P$  (%)** jsou určeny podle ČSN CEN ISO/TS 17892-12.
- **Zrnitostní skladba zemin** je stanovena kombinací síťové analýzy a hustoměrné metody (podle Cassagrandeho), v souladu s ČSN CEN ISO/TS 17892-4. Jmenný symbol zemin je následně určen podle a ČSN EN ISO 14688-2, ČSN 73 6133 a též podle původní ČSN 72 1001.
- **Pevnost v jednoosém tlaku hornin** byla zjištěna na opracovaných částech vrtného jádra v lisu.

### 4.3 Výsledky zkoušek a jejich posouzení

#### 4.3.1 Základní fyzikální vlastnosti zemin

Výsledky celkem **20 realizovaných zkoušek základních fyzikálních vlastností zemin** (zrnitostní složení, přirozená vlhkost, konzistenční meze atp., event. i objemová hmotnost) jsou podrobně dokumentovány v komplexním tabulkovém přehledu a jednotlivých protokolech v příloze č. 4. U jednotlivých geotypů byly zjištěny následující charakteristiky a zařazení:

**a) Fluviální sedimenty holocénní – geotyp Q2**  
symbol podle ČSN 73 6133, resp. ČSN P 73 1005

(celkem 5 vzorků + 2 neporušený)  
**F4 CS** (2x), **S4 SM** (2x), **S5 SC** (1x)

konzistence podle EN ISO 14688-2, resp. ČSN P 73 1005 měkká (2x), tuhá (1x), pevná (2x),

**b) Fluviální sedimenty pleistocénní (terasa Jizery) – geotyp Q3** (celkem 14 vzorků)

symbol podle ČSN 73 6133, resp. ČSN P 73 1005

**G-F** (2x), **GP** (1x), **SM** (2x), **GC** (1x), **GM** (4x),  
**GW** (3x), S-F (1x)

konzistence podle EN ISO 14688-2, resp. ČSN P 73 1005

tuhá (2x), pevná (2x), nesoudržná zemina (10x)

**c) Zvětralé pískovce – geotyp K1**

(celkem 1 vzorků)

symbol podle ČSN 73 6133, resp. ČSN P 73 1005

**F4 CS** (1x),

konzistence podle EN ISO 14688-2, resp. ČSN P 73 1005

pevná (1x)

Z uvedených výsledků je zřejmé, že převládající strukturní charakter zkoušených vzorků zemin a zcela zvětralých hornin s charakterem zeminy je v souladu s jejich stratigrafickým a genetickým zařazením i s výsledky archivních zkoušek a rozborů realizovaných v obdobném geologickém prostředí.

### 4.3.2 Pevnost při bodovém zatížení horniny

Hodnota indexu pevnosti při bodovém zatížení byla zkoušena na hrubě opracovaných, nepravidelných úlomcích vrtného jádra z realizovaných vrtů celkem 5 vzorků.

**a) pískovec K4/W2**

(celkem 2 vzorky)

pevnost v prostém tlaku

$\sigma_c = 43,3$  MPa

zatřídění podle ČSN 73 6133

tř. R3

**b) pískovec K5/W1**

(celkem 3 vzorky)

pevnost v prostém tlaku

$\sigma_c = 36,6 - 51,24$  (Ø 41,9) MPa

zatřídění podle ČSN 73 6133

tř. R3 až R2

### 4.3.3 Edometrický modul přetvárnosti

Podrobné výsledky edometrických zkoušek s grafy stlačitelnosti jsou uvedeny v příloze č. 4. Přehledně jsou edometrické moduly přetvárnosti  $E_{\text{sed}}$  sestaveny do tabulky, která je doplněna odvozenými hodnotami modulů přetvárnosti  $E_{\text{def}}$ . Zjištěné moduly přetvárnosti odpovídají charakteru odzkoušených zemin.

**Tab. č. 2 Přehled výsledků edometrických zkoušek stlačitelnosti**

Výsledky laboratorních rozborů z podrobného geotechnického průzkumu												
Číslo vzorku / třída	Sonda	Hloubka	GT typ	Zatříd. zeminy dle ČSN 73 6133	Zdánlivá hustota	Edometrický modul $E_{\text{sed}}$ (MPa) pro zatěžovací stupeň (kPa - kPa)				Odvozený modul přetvárnosti $E_{\text{def}}$ (MPa) pro zatěžovací stupeň (kPa - kPa)		
						50-100	100-200	200-300		50-100	100-200	200-300
		m			(kg/m <sup>3</sup> )	(MPa)	(MPa)	(MPa)	$c_v$	(MPa)	(MPa)	(MPa)
60129	J2	3.2-3.4	Q2	S4 SM/S5 SC	2700	2.15	3.25	5.3	1.60E-07	1.59	2.41	3.92
60296	J10	1.0-1.3	Q2	F4 CS	2600	4.4	6.59	9.11	5.10E-06	2.73	4.09	5.65

## 5 Geotechnické zhodnocení

### 5.1 Geotechnický řez

Podle výsledků nových sond, archivních průzkumů, zjištěných skutečností při práci v terénu byl sestaven podélný geotechnický řez osou mostního objektu. Pro sestrojení geotechnického řezu byly použity nejnovější dostupné projektové podklady, odpovídající stavu projektové přípravy přeložky v srpnu 2018 (PRAGOPROJEKT a.s.).

Podélný geotechnický řez je sestrojen jako nepřevýšený v souladu s dostupnou projektovou dokumentací v měřítku 1:200/200.

Nové a archivní sonda jsou většinou umístěné v ose, resp. v její bezprostřední blízkosti (označeny jako průmět). Sondy byly promítány vždy kolmo k ose řezu a zobrazení průmětu sondy nemusí souhlasit s úrovní zobrazeného terénu. Při sestrojení řezu bylo vždy přihlédnuto ke skutečné pozici sondy zejména vzhledem ke svahové expozici místa skutečné realizace sondy a pravděpodobnému průběhu úrovně skalního podkladu.

Při sestrovování geotechnického řezů bylo třeba také přistoupit k některým zjednodušením. V geotechnickém řezu tak nejsou, pro svoji značnou prostorovou proměnlivost, zobrazeny přechodné typy sedimentů, ačkoliv jsou uvedeny v popisech vrtů (příloha č. 3). Proměnlivost, zejména zrnitostního složení, povrchových útvarů je také výrazně různá, než bylo možné zobrazit v geotechnickém řezu. Vzhledem k omezenému množství údajů o úrovni hladiny podzemní vody (HPV), je HPV uvedena jako předpokládaná vždy zcela souhlasně s úrovní ustálenou v průzkumných vrtech, dále je přihlédnuto i k jejímu pravděpodobnému průběhu v širším okolí. V geotechnickém řezu je uvažován předpoklad dlouhodobě ustálené hladiny podzemní vody, která byla dokumentována v průzkumných sondách.

### 5.2 Odvozené geotechnické charakteristiky zemin a hornin

Jedná se o **odvozené geotechnické charakteristiky** a vlastnosti zastižených zemin a hornin jednotlivých geotechnických typů (geotypů) u zájmového objektu mostu. Tyto charakteristiky byly získány na základě výsledků souborů laboratorních a terénních zkoušek a jejich statistického zpracování. Doporučené hodnoty geotechnických parametrů jednotlivých typů zemin/hornin jsou shrnuty v následujících tabulkách č. 3 a 4 a s výjimkou výpočtové únosnosti mají všechny v nich uvedené hodnoty hmotnostních, pevnostních a přetvárných parametrů vždy povahu **místních normových charakteristik**, které již není ve statickém posouzení podle mezních stavů nutno redukovat prostřednictvím koeficientů spolehlivosti základové půdy.

Hodnoty zemin pro jednotlivé geotechnické typy jsou uváděny většinou rozptyly hodnot, přičemž nižší hodnoty označených charakteristik platí pro zeminy s nižší konzistencí, naopak hodnoty vyšší platí pro zeminy s vyšším stupněm konzistence. Konzistenci zemin v daném území, či místě, lze vyčíst jednak z dokumentace příslušných vrtů (příloha č. 3), jednak z geotechnického profilu (příloha č. 2).

Horninové prostředí a příslušné geotechnické charakteristiky jsou přitom uvažovány jako **kvazihomogenní**, tzn., že je uvažována postupná změna vlastností v důsledku postupně se snižujícího stupně zvětrání a rozpukání směrem do hloubky, avšak se zanedbáním dalšího rozptylu geotechnických parametrů v důsledku proměnlivého stupně rozpukání, diagenetického zpevnění atp., jehož uvažování by mělo za následek i částečné překrývání hodnot geotechnických parametrů sousedních vrstev. Pro každý horizont, charakterizovaný



stupněm zvětrání, tedy tabulka uvádí vždy jedinou hodnotu hmotnostních, pevnostních a přetvárných charakteristik.

Pro opravu komunikace také doporučujeme použít lokálně upřesněné geotechnické parametry. Hodnoty výpočtové únosnosti u náročných objektů je nutno stanovit výpočtem (např. podle ČSN EN 1997-1 nebo podle původní ČSN 73 1001 či obdobným postupem), s uvažováním skutečné hloubky založení, vlivu podzemní vody apod. Uvedené hodnoty výpočtové únosnosti pak mají spíše orientační platnost.

Tab. 3: Odvozené charakteristiky základových půd – kvartérní zeminy

GEOTECHNICKÝ TYP	Q1	Q2	Q3
Geneze zemin	KVARTÉRNÍ SEDIMENTY A FLUVIÁLNÍ ULOŽENINY		
Třídy zemin podle ČSN 73 6133	navážky	F4 CS, S4 SM, S5 SC	S4 SM, G5 GC, G3 G-F, G4 GM, G1 GW
Ulehlost / konzistence		měkké až pevné	stř. ulehlé/ulehlé
Geotechnická veličina			
$w_n$ (%)	nehodnoceno	8,4 – 22,2 (Ø 16,9)	3,8 – 24,4 (Ø 10,2)
$w_L$ (%)		19,1 – 26,5 (Ø 22,3)	14,1 – 19,1 (Ø 16,6)
$w_P$ (%)		13,4 – 18,3 (Ø 15,3)	11,1 – 12,0 (Ø 11,5)
$I_P$		5,7 – 8,2 (Ø 7,0)	3,0 – 7,4 (Ø 16,9)
$I_c$		0,23 – 1,6 (Ø 0,9)	0,5 – 1,7 (Ø 1,1)
$\gamma$ (kN.m <sup>-3</sup> ) <sup>(1)</sup>		18,5	19,0
$\nu$ <sup>(1)</sup>		0,35	0,3
$E_{oed}$ (MPa)*		0/3.27/4.92/7.2	-/-/-/-
$E_{def}$ (MPa) <sup>(1)</sup>		0/2.16/3.25/4.79	60
$\phi_{ef}$ (°) <sup>(1)</sup>		17	29
$c_{ef}$ (kPa) <sup>(1)</sup>		6	3
Těžitelnost TKP4/ ČSN 73 6133	I. – II.	I.	I. – II.
Vrtatelnost pro piloty VC 800 - 2	I. – II.	I.	II.

\* pro zatěžovací stupně 50-100-200-300 kPa

Tab. 4: Odvozené charakteristiky základových půd – horniny křídý - pískovce

GEOTECHNICKÝ TYP	K1	K2	K3	K4	K5
Geneze horniny	KŘÍDA - PÍSKOVCE				
Třídy zemin podle ČSN 73 6133	R6/F4 CS	R5	R4	R3	R3, R2,
Stupeň zvětrání	W5	W4	W3	W2	W1
Geotechnická veličina					
$w_n$ (%)	19,7	-	-	1,7 – 3,2 (Ø 2,5)	2,2 – 5,2 (Ø 3,3)
$w_L$ (%)	26,5	-	-	-	-
$w_P$ (%)	19,0	-	-	-	-
$I_P$	6,2	-	-	-	-
$I_c$	1,36	-	-	-	-
$\gamma$ (kN.m <sup>-3</sup> ) <sup>1)</sup>	19,0	19,5 <sup>1)</sup>	21,5	22,0	23,0
$\nu$ <sup>(1)</sup>	0,35	0,25	0,20	0,15	0,1
$E_{oed}$ (MPa)	6.8/9.92/10.63/14.81	-	-	-	-
$E_{def}$ (MPa) <sup>(1)</sup>	10.2	30,0 <sup>(1)</sup>	45 <sup>(1)</sup>	120	-
$\sigma$ (MPa) <sup>(1)</sup>	0,5 – 1,5 <sup>(1)</sup>	1,5 – 5,0 <sup>(1)</sup>	5,0-15,0 <sup>(1)</sup>	40,66 – 45,93 (Ø 43,3) <sup>(2)</sup>	36,6 – 51,2 (Ø 41,9) <sup>(2)</sup>
$\phi_{ef}$ (°) <sup>(1)</sup>	30	32	37	41	45
$c_{ef}$ (kPa) <sup>(1)</sup>	8	10	20	30	40
Těžitelnost TKP4/ ČSN 73 6133	I.	I.	II.	III.	III.

1) – orientační údaje

$\gamma$  - objemová tíha zeminy

$I_c$  - stupeň konzistence (\*)

$I_D$  - relativní hutnost (\*\*)

$E_{def}$  - modul přetvárnosti

$\nu$  - Poissonovo číslo

$\phi_u$  - totální úhel vnitřního tření

$c_u$  - totální soudržnost

$\phi_{ef}$  - efektivní úhel vnitřního tření

$c_{ef}$  - efektivní soudržnost

$\sigma$  - pevnost v prostém tlaku

## 5.3 Těžitelnost a vrtatelnost zemin a hornin

Při klasifikaci hornin a zemin z hlediska těžitelnosti a vrtatelnosti je použito jednak zatřídění **podle aktuálně platné ČSN 73 6133**, rozlišující pro stavby pozemních komunikací tři třídy těžitelnosti, jednak stále široce vžitá **klasifikace podle původní již neplatné ČSN 73 3050**. Je uvedeno rovněž **zatřídění vrtatelnosti pro piloty** podle Katalogu popisu a směrných cen stavebních prací 800-2 a převládající symbol zatřídění zemin a hornin podle ČSN 73 6133 resp. ČSN P 73 1005. Všechna zatřídění uvádíme rovněž v tabulce geotechnických charakteristik č. 5 předcházející kapitoly a pro přehlednost souhrnně rovněž na tomto místě. Na základě podrobných průzkumných prací a výsledků laboratorních zkoušek mohlo být celkové obecné zatřídění jednotlivých geotypů.

**Tab. č. 5: Klasifikace zemin a hornin podle těžitelnosti a vrtatelnosti**

typ zeminy/horniny	symbol geotypu	symbol / třída podle ČSN 73 6133 a ČSN P 73 1005	třída těžitelnosti		vrtatelnost pilot dle ČSN P 73 1005
			ČSN 73 3050	ČSN 73 6133	
KVARTÉRNÍ POKRYVY					
RECENT - NAVÁŽKY					
Jílovito - až hlinitopísčité, převážně pevné, (stavební suť)	Q1	F3 MS, S4 SM, S4 S-F, Y	2 - 3	I (II)	I - II
KVARTÉR – FLUVIALNÍ SEDIMENTY					
jílovitopísčité hlíny, převážně pevné, místy tuhé	Q2	F4 CS, S4 SM, S5 SC	2 - 3	I	I
šterky hlinité, převážně pevné	Q3	S4 SM, G5 GC, G3 G-F, G4 GM, G1 GW	3 - 4	I - II	I - II
SKALNÍ PODLOŽÍ - KŘÍDA					
PÍSKOVCE – JIZERSKÉ SOUVRSTVÍ TYP K1 až K5					
zcela zvětralé	K1	F4, R6	3	I	I
silně zvětralé	K2	R5	3 - 4	I	I - II
mírně zvětralé	K3	R4	4 - 5	I-II	II
navětralé	K4	R3	5 - 6	III*	III
zdravé	K5	R3, R2	6 - 7	III	IV

\* ) v závislosti na vzdálenosti diskontinuit

## 5.4 Technologické zhodnocení zemin a hornin

V následujícím textu jsou popsány **hlavní geotechnické typy** materiálů, které tvoří podloží mostního objektu a jsou shrnuty jejich důležité technologické vlastnosti, použitelnost a způsob případných uprav slabě únosného podloží.

**a) geotyp Q1a - různorodé navážky** představují v podloží komunikací i pro tělesa násypů buď **podmínečně vhodný** (jedná-li se o překopané rostlé zeminy ostatních geotypů, viz následující odstavce), spíše však **nevhodný materiál**, který lze použít nejvýše do zcela nenáročných zemních konstrukcí (v případě nestejnorodých navážek s příměsí stavebního odpadu, betonu, cihel, kusů dřev atp.).

**geotyp Q1b - humózní vrstva** nejsou nevhodné pro použití do zemních těles a musí být před započítáním stavby odstraněny

**b) geotyp Q2 – jemnozrnné fluvialní sedimenty** představují v podloží komunikací i pro tělesa násypů svým strukturním charakterem **podmínečně vhodný** (bez úprav) **až nevhodný materiál**. Jsou stlačitelné a namrzavé až nebezpečně namrzavé. **Bez úprav nelze zeminy tohoto typu na pláni komunikace a v její aktivní zóně podle ČSN 73 6133 použít.**

**c) geotyp Q3 – hrubozrnné fluvialní sedimenty** představují v podloží komunikací i pro tělesa násypů svým strukturním charakterem **podmínečně vhodný až vhodný materiál** a v úrovni aktivní zóny tvoří **dostatečně únosné podloží**. Při zpracování je nutno věnovat zvýšenou pozornost, aby u nich za nepříznivého počasí nedocházelo k rozbředění jejich jemnozrnné hlinité/jílovité pojící složky.

**d) geotyp K1 – vápnito-jílovité pískovce (eluvium)** představují v podloží komunikací i pro tělesa násypů svým strukturním charakterem **podmínečně vhodný** (bez úprav) **až vhodný materiál** a v úrovni aktivní zóny tvoří **únosné podloží**. Jsou namrzavé až **nebezpečně namrzavé**. **Bez úprav nelze zeminy tohoto typu na pláni komunikace a v její aktivní zóně podle ČSN 73 6133 použít.** Po vytěžení rychle nabývají povahy šterkovitopísčité zeminy podobné strukturní skladby jako u geotypu Q3 a rovněž jejich využitelnost i event. nezbytné úpravy tak budou obdobné.

**e) geotypy K2, K3, K4 a K5** – mírně navětralé až zdravé **vápnito-jílovité** pískovce představují po odtěžení vhodnou kamenitou sypaninu pro jejich využití na stavbě za předpokladů vyhovující velikosti frakce.

Téměř veškeré podloží mostního objektu, které bude zastiženo, bude mít charakter jemnozrnných zemin, a bude je proto při stavbě nutno **chránit před degradací vlivem vody a mrazu**.

Použitelnost jednotlivých geotypů zemin a hornin v podloží komunikace a v tělesech násypů podle klasifikace ČSN 73 6133 je uvedena i v souhrnných tabulkách geotechnických charakteristik předcházející kapitoly 5.2.

## 5.5 Agresivita horninového prostředí a chemismus podzemní vody

Průzkumnými IG vrtů byla podzemní voda zastižena. V rámci průzkumu byly tedy odebírány dva vzorky podzemní vody pro určení agresivity na stavební konstrukce. Protokoly laboratorních rozborů vody z průzkumných vrtů jsou uvedeny v příloze č. 4.

Přehled hodnot jednotlivých parametrů zjištěných laboratorními rozborů je uveden v příložených tabulkách.

V jednom případně byla **zjištěna neagresivní** (vzorek z vrtu J3) u druhého vzorku byla zaznamenána **střední agresivita XA2** (vzorek z vrtu J8) **na CO<sub>2</sub>**.

V celém rozsahu stavby tak doporučujeme uvažovat stupeň agresivity **XA2**.

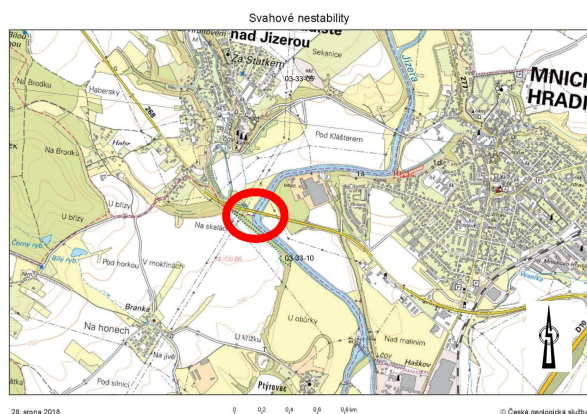
Podzemní vody nejsou kontaminované ropnými látkami – koncentrace NEL (nepolární extrahovatelné látky) jsou ve všech vzorcích pod limitem použité analytické metody. Také obsah celkového organického uhlíku (TOC) a chemická spotřeba kyslíku (CHSK-Mn) neukazují na přítomnost drobného organického detritu.

## 5.6 Rizika geologického původu

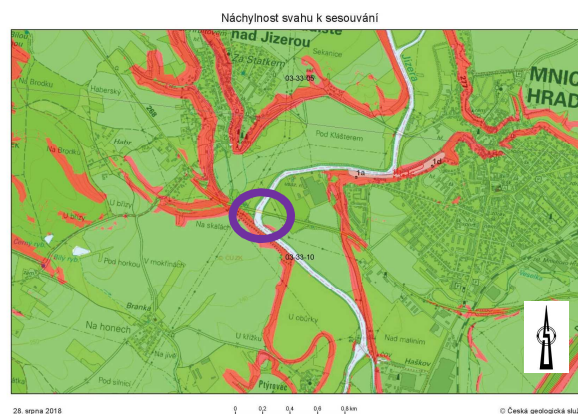
### 5.6.1 Svahové pohyby

Registrace svahových pohybů je dlouhodobě vedena v České geologické službě - Geofond. V současnosti nejsou registrovány v širším okolí navrhované stavby mostu na internetových stránkách [www.geology.cz](http://www.geology.cz) – geologický mapový server (stav ke dni 1. 9. 2018) **žádné sesuvy**. Ve výřezu mapy (obr. 5) lze identifikovat červené pásmo svahu náchylné k sesouvání svahu. Jedná se o chráněné území PP Skalní sruby Jizery v nárazovém břehu řeky Jizery.



Obr č.: 4 Svahové nestability



Obr č.: 5 Náchylnost svahu k sesouvání



#### Náchylnost svahu k sesouvání

- |   |   |   |
|---|---|---|
|  | 1 | Třída nízké náchylnosti – jsou oblasti s nejméně vhodnými podmínkami pro vznik svahových deformací v dané oblasti             |
|  | 3 | Třída vysoké náchylnosti – definuje části oblastí, kde zohledněné podmínky jsou nejvíce vhodné pro vznik svahových nestabilit |

V rámci trasy stávajícího mostu nejsou **zaznamenány projevy nestability svahů** a ani se **nejedná o území náchylné k sesuvům podle databáze sesuvů ČGS**.

### 5.6.2 Poddolování

Lokalita **nespadá do území ohroženého vlivem poddolování**.

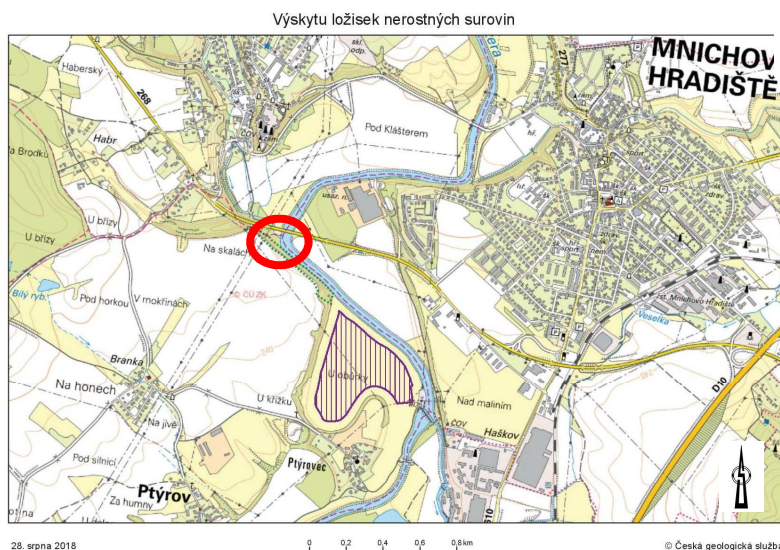
### 5.6.3 Seismická aktivita

Ve smyslu ČSN EN 1998-1 (73 0036) o „Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení, část 1“ **nedosahuje zájmové území ani malé úrovně seismicity**, tj. referenční zrychlení základové půdy je menší než 0,02 g a není tedy nutné posuzovat stavební konstrukce z tohoto hlediska.



## 5.6.4 Výskytu ložisek nerostných surovin

Z pohledu výskytu ložisek nerostných surovin se v nejbližším okolí mostu vyskytuje dosud netěžené ložisko nevyhrazených nerostů v katastru obce Ptýrovec (štěrkopísek), ale bezprostředně nezasahuje do zájmové oblasti.



Obr. č. 6: Mapa výskytu ložisek nerostných surovin

### Surovinový informační systém

Ložiska a prognózní zdroje

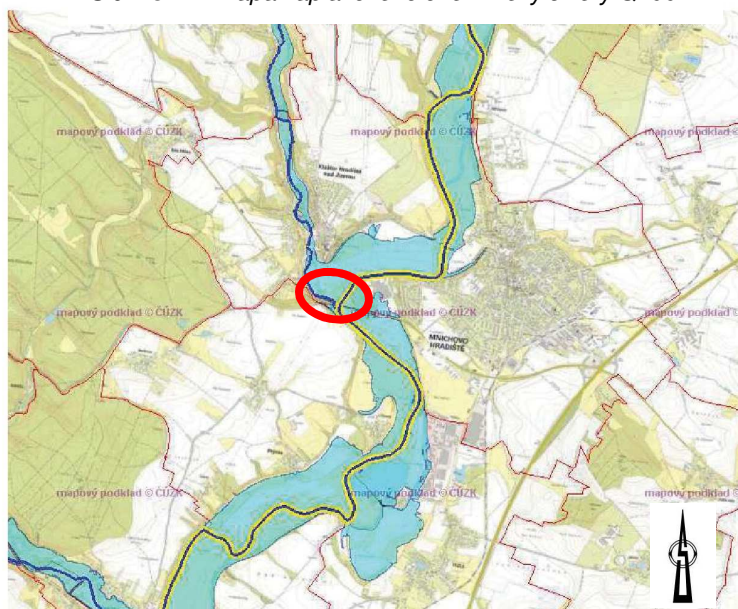
Ložiska nevyhrazených nerostů plocha



## 5.6.5 Záplavová území

Most se vyskytuje v záplavovém území stoleté vody řeky Jizery. Kóta úrovně hranice stoleté vody Q100 (hladina na kotě 220,44 m n.m., Bpv) je vynesena v inženýrskogeologickém řezu (příloha č. 2).

Obr. č. 7: Mapa záplavového území řeky Jizery Q100



- Říční síť s vyhlášením záplavových území
- DIBAVOD
  - Základní jevy povrchových a podzemních vod
  - Záplavová území
    - Záplavová území Q100
    - Historické povodně
  - Účelová klasifikace povrchových a podzemních vod
  - Chráněná území
  - Měřicí a kontrolní místa povrchových vod
  - Měřicí a kontrolní místa podzemních vod
  - Objekty subsystému užívání vody
  - Objekty na toku
- ISVS - Voda
  - typy vodních toků
  - kategorie správců
- Správní členění
  - Hranice katastrálních území (ČSU) aktivní od 1:50 000
  - Rastrové katastrální mapy (od 1:5 000)

## 5.6.6 Zamokření

V zájmovém území nebyly dokumentovány rozsáhlejší oblasti zamokření, pouze lokální.

## 5.7 Korozní měření

V zájmovém prostoru byly vytyčeny a změřeny 4 registrační body BP1 až BP4, které byly situovány v blízkosti mostního objektu směrem od Z – před mostem bod BP1 k V – body BP2, BP3 a BP4. Na registračních bodech byly stanoveny hustoty bludných proudů a měrné odpory a orientační mocnosti geoelektrických vrstev.

Na základě zjištěných výsledků geofyzikálního průzkumu a měření bludných proudů s ohledem na normu ČSN 03 8372 prostředí je z hlediska agresivity vůči kovovým konstrukcím klasifikováno v prostoru mostního objektu následujícím způsobem:

- **podle měrných odporů hornin:** stupeň I - III,
- **podle hustoty bludných proudů:** stupeň II - III.

Podobné výsledky měření a souhrn požadavků primární, sekundární ochrany a konstrukčních opatření jsou uvedeny v samostatné příloze č. 5 - Korozní průzkum.

## 6 Závěr

V rámci průzkumných prací podrobného geotechnického průzkumu pro opravu komunikace II/268 v předpolí mostu (ev. č. 268-007) bylo realizováno 10 nových průzkumných vrtů o celkové délce 161,7 m s odpovídajícím počtem laboratorních zkoušek a rozborů různých typů, které poskytly rozsáhlý objem informací, dat a výsledků.

Objekt mostu v zájmovém území je nutno zařadit do **II. geotechnické kategorie**, tj. převážně náročná stavba v jednoduchých geologických podmínkách. Geomorfologie území a navrhovaná niveleta komunikace a mostu způsobuje, že trasa je vedena nad úroveň terénu na tělese násypu (přechodové oblasti mostu) přes údolí řeky Jizery a potoka Zábrdky.

Z hlediska geologické skladby se na trase komunikace výrazně uplatní zejména křídové horniny – turon, jizerské souvrství a pokryv zastoupený fluviálními sedimenty řeky Jizery a toku Zábrdky.

U mostních objektů je navrhováno hlubinné založení na velkopřůměrových pilotách. V rámci hloubení bude vytěžen materiál, který převážně nebude vhodný pro případné úpravy podloží komunikace a náročnější násypy, a tak bude třeba vyřešit jejich alternativní využití.

Zájmové území není náchylné k svahovým pohybům. V registru svahových nestabilit nebyly nalezeny žádné záznamy o nestabilitě území z hlediska geodynamických jevů.

Zájmové území **nepadá do území ohroženého vlivem poddolování**, ani jím v současnosti neprochází **podzemní stavby**.

Území nepatří k oblastem s alespoň malou seizmicitou dle ČSN EN 1998-1 a není tedy nutné posuzovat stavební konstrukce z tohoto hlediska.

Z hlediska agresivních účinků podzemní vody na betonové konstrukce ve skalním podloží doporučujeme počítat se středním stupněm **agresivity XA2**.

Projektované dno stavebních jam se bude nacházet v úrovni hladiny podzemní vody a je třeba uvažovat s odvodněním základové spáry nebo s izolací.

GTP ověřil základové poměry stávajícího objekt – most č. 262-001. Mostní objekt je založen na kvarterních fluviálních sedimentech řeky Jizery a potoka Zábrdka. Části pilot u mostu jsou vetknuty do skalního podloží, které je tvořené navětralými křídovými vápnito-jílovitými pískovci.

## 7 Literatura

- 1 ČSN 72 1001: Pojmenování a popis hornin v inženýrské geologii, 1989
- 2 ČSN 72 1002: Klasifikace zemin pro dopravní stavby, 1993
- 3 ČSN P 73 1005: Inženýrskogeologický průzkum, 2016
- 4 ČSN EN ISO 22476-4 (72 1004): Geotechnický průzkum a zkoušení – terénní zkoušky – část 4: Zkouška presiometrem Ménard, 2013.
- 5 ČSN CEN ISO/TS 17892-2 (72 1007): Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin - Část 2: Stanovení objemové hmotnosti jemnozrnných zemin, 2005.
- 6 ČSN CEN ISO/TS 17892-1 (72 1007): Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin - Část 1: Stanovení vlhkosti zemin, 2005.
- 7 ČSN CEN ISO/TS 17892-12 (72 1007): Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin - Část 12: Stanovení konzistenčních mezí, 2005.
- 8 ČSN EN 13286-2 (736185): Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy - Část 2: Zkušební metody pro stanovení laboratorní srovnávací objemové hmotnosti a vlhkosti - Proctorova zkouška, 2005.
- 9 ČSN CEN ISO/TS 17892-4 (72 1007): Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin - Část 4: Stanovení zrnitosti zemin, 2005.
- 10 ČSN CEN ISO/TS 17892-10 (72 1007): Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin - Část 10: Krabicová smyková zkouška, 2005.
- 11 ČSN 72 1017: Stanovení zrnitosti zemin pro geotechniku, 1995
- 12 ČSN 73 1002: Pilotové základy, 1987
- 13 EUROKÓD 7 – ČSN EN 1997-1 (73 1000): Navrhování geotechnických konstrukcí, část 1: Obecná pravidla, 2006
- 14 EUROKÓD 7 – ČSN EN 1997-2 (73 1000): Navrhování geotechnických konstrukcí, část 2: Průzkum a zhodnocení základové půdy.
- 15 ČSN EN ISO 14688-1 (72 1003): Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 1: Obecná pravidla, 2003
- 16 ČSN EN ISO 14688-2 (72 1003): Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování, 2005
- 17 ČSN EN ISO 14689-1 (72 1005): Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování hornin – Část 1: Pojmenování a popis, 2004
- 18 EUROKÓD 8 – ČSN EN 1998-1 (73 0036): Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení, Část 1: Obecná pravidla, 2006
- 19 ČSN EN 206+A1: Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. 2018.
- 20 ČSN EN 1998-1 (73 0036): Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – Část 1. 2006
- 21 ČSN 73 6133: Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací, 2010
- 22 Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace - technické podmínky (TP 76, část A a B), MDS ČR, 2009.
- 23 Navrhování vozovek pozemních komunikací - technické podmínky (TP 77), MDS ČR, 1995.
- 24 CHLUPÁČ, I. (2002): Geologická minulost České republiky, Academia, Praha
- 25 JEZNÝ, M. (2018): II/268 Klášter-Hradiště n.j., most ev. č. 268-007 přes Jizeru před obcí Klášter-Hradiště nad Jizerou, projekt geotechnického průzkumu, PRAGOPROJEKT, a.s., Praha