

GEOTECHNICKÝ PASPORT

Rekonstrukce mostu km 138,187 TÚ 1201 na trati Znojmo – Okříšky



WALTEC GDS, s.r.o.

Masarykova 1355/12

678 01 Blansko

duben 2023

Objednatel: DMC Havlíčkův Brod, s.r.o.
Průmyslová 941
580 01 Havlíčkův Brod

Zpracovatel: WALTEC GDS, s.r.o.
Masarykova 1355/12
678 01 Blansko

Autorský kolektiv:

Ing. Josef Vašina
Ing. Adam Vašina
Lubomír Strejček
Ing. Dagmar Vašinová
Ing. Josef Vašina, CSc.
Ing. Jan Štefaňák Ph.D.
GEOtest, a.s. Brno

Výtisk č. 1–6 DMC Havlíčkův Brod, s.r.o.
7 archiv WALTEC GDS, s.r.o.

OBSAH

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE	4
2. ROZSAH PRŮZKUMNÝCH PRACÍ.....	4
3. VÝCHOZÍ PODKLADY	4
4. LABORATORNÍ PRÁCE	4
5. GEOLOGICKÉ A GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY ZÁJMOVÉ LOKALITY	4
6. HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY	5
7. ÚDAJE O CHRÁNĚNÝCH ÚZEMÍCH, STABILITNÍ POMĚRY, SEISMICITA, TEKTONIKA A SVAHOVÉ DEFORMACE	5
8. TERÉNNÍ ZKOUŠKY A MĚŘENÍ.....	6
9. VYHODNOCENÍ SONDÁŽNÍCH PRACÍ	7
10. FYZIKÁLNĚ MECHANICKÉ PARAMETRY ZEMIN VRTU JV1	10
11. ZÁKLADOVÉ POMĚRY, ZALOŽENÍ OBJEKTU, GEOTECHNICKÉ KATEGORIE.....	10
12. TĚŽITELNOST A VRTATELNOST ZEMIN A HORNIN	11
13. TECHNICKÉ ZÁVĚRY	11

SEZNAM PŘÍLOH:

1. *Situace zájmové oblasti*
2. *Situace s geologickou stavbou*
3. *Situace výškopisná schématická*
4. *Situace sond v zájmové oblasti*
5. *Geologická dokumentace JV1/DPS1*
6. *Protokoly dynamických penetračních zkoušek DPS 1,2*
7. *Protokol o zkoušce zemin č. 3203-0087/23*
8. *Protokol o zkoušce pod. vody č. 3201-1070/2023*
9. *Protokol o zkoušce pod. vody č. 3201-1168/2023*

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Železniční most km 138,187 TÚ 1201 se nachází na trati Znojmo – Okříšky v Moravských Budějovicích.

2. ROZSAH PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

Na základě požadavků objednatele DMC Havlíčkův Brod, s.r.o. byl proveden jeden jádrový vrt a 2 dynamické penetrační zkoušky umístěné pouze na jedné straně mostního objektu z důvodu velkého množství inženýrských sítí a jejich ochranných pásem.

3. VÝCHOZÍ PODKLADY

Pro potřeby interpretace výsledků průzkumných prací byla z archivu Geofondu ČGS využita data nejbližších archivních vrtů GDO 416045, 416046, 416084, 416099, 416914, 578245, 578246, 620543, 620550 a 692106. Dále byla využita geologická a hydrogeologická mapa ČR list 23–44 Moravské Budějovice M 1:50 000 Česká geologická služba /on-line/.

4. LABORATORNÍ PRÁCE

Odebrané vzorky zemin byly předány do akreditované laboratoře mechaniky zemin GEOTestu Brno, a.s., ke klasifikačním rozborům a následnému zatřídění zeminy.

5. GEOLOGICKÉ A GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY ZÁJMOVÉ LOKALITY

Podle geomorfologického členění České republiky [Geomorfologické jednotky České republiky – Jan Bína, Jaromír Demek, Academia Praha 2012] zájmová lokalita náleží do Česko-moravské soustavy, podsoustavy Českomoravská vrchovina, celku Jevišovická pahorkatina a podcelku vymezeném jako Jaroměřická kotlina.

Z hlediska geologické stavby se zájmová lokalita nachází v moldanubické oblasti, tvořené metamorfovanými horninami moldanubika pestré série, tvořené, jemně až drobně zrnitými biotitickými pararulami, slabě až středně migmatizovanými střídajícími se s migmatity, s vložkami mramoru a kvarcitů. Terciární sedimenty se uchovaly v podobě neogenních fluvialních až fluvioakustinních nepevněných sedimentů jako štěrky, písčité štěrky a písky s vložkami jílu. Kvartérní pokryv v širším okolí tvoří především fluvialní nivní sedimenty, fluviodeluviální a deluvioeolické sedimenty.

V oblasti železničního mostu byly vrtem JV1, pod antropogenními navážkami o mocnosti 1,1 m, zastiženy kvartérní sedimenty o mocnosti 1,6 m hlíny jílovité, hnědé místy šedohnědé,

slídnaté, přecházející v deluviální usazeniny jílu štěrkovitého až jílu písčitého s vrstvou písčitého ostrohranného štěrku o velikosti zrn do průměru 1 cm a ojediněle až 6 cm. Dále od hloubky 5,2 m byly zastiženy eluvia charakteru písčitých jílu o mocnosti cca 4,3 m. Podloží tvoří pararuly v různé míře navětrání – od silně zvětralých, po eluvia charakteru hlinitopísčitých zemin.

Dle inženýrskogeologických rajónů se zájmová oblast nachází na rozhraní rajónu Mv vysokometamorfovaných hornin a rajónu Nk rajónu střídajících se jemnozrnných, písčitých a štěrkovitých sedimentů.

6. HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmová oblast náleží do hydrogeologického rajónu ID 6550 Krystalinikum v povodí Jihlavy tvořeném horninami krystalinika, proterozoika a paleozoika. Zájmová oblast náleží hydrologicky do hlavního povodí Dunaj a povodí Dyje.

Tok: Rokytka

ID toku (dle HEIS): 41800000100

Správce: Povodí Moravy, s.p.

Jedná se o puklinový kolektor hydrogeologického masivu se zvýšenou propustností v přípovrchové zóně rozvolnění a rozpojení puklin – biotitické pararuly s nízkou transmisivitou horninového prostředí, kde koeficient transmisivity T je $1,4 \cdot 10^{-5}$ – $1,4 \cdot 10^{-4}$ m²/s.

7. ÚDAJE O CHRÁNĚNÝCH ÚZEMÍCH, STABILITNÍ POMĚRY, SEISMICITA, TEKTONIKA A SVAHOVÉ DEFORMACE

- Dle MŽP – mapy pro místní informační systém, bezejmenný přítok ID toku 418 780 00 600 se vlévá do vodního toku Rokytka ID 418 700 000 100, oblasti Rokytná horní, která náleží do povodí **kaprových vod**, dle NV 71/2003 Sb. Číslo stanovené vody: 73, typ stanovené vody: K (kaprová).
- Dle mapy povodňových rizik Povodňového informačního systému se zájmové území, tedy úsek železniční trati a mostní objekt nenacházejí v aktivní zóně Q100.
- Dle mapy svahových nestabilit se v zájmovém území nenacházejí sesuvy nebo jiné nebezpečné svahové deformace.
- Dle územních údajů ČGS o projevech těžební činnosti není zájmové území dotčeno těžbou, tj. v blízkosti se nenachází důlní díla ani poddolovaná území.
- Dle HEIS VUV se zájmové území nenachází v ochranném pásmu přírodních léčivých zdrojů.

- Dle HEIS VÚV zájmové území není součástí chráněné oblasti přirozené akumulace vod CHOPAV.
- V mapě seismických oblastí České republiky – ČSN EN 1988-1, sestavené podle velikosti referenční hodnoty špičkového zrychlení podloží pro seismickou oblast Moravské Budějovice není definované žádné seismické zatížení $a_{gR}=0,00g$.

8. TERÉNNÍ ZKOUŠKY A MĚŘENÍ

Dynamické penetrační zkoušky byly provedeny tzv. střední dynamickou penetrační soupravou (DPM) typ WILL dle normy ČSN EN ISO 22476-2, soupravou s následujícími technickými parametry:

- Hmotnost beranu 30 kg
- Výška pádu beranu 0.5 m
- Průměr tyčí 0.032 m, dl. 1 m
- Průměr hrotu 0,0437 m
- Plocha průřezu hrotu 0,0015 m²

K sondování byly použity ztracené hroty s vrcholovým úhlem 90°. Podle doporučení zmíněné normy je možné hodnotu měrného dynamického penetračního odporu vypočítat podle tzv. holandského vzorce ve tvaru:

$$q_{dyn} = \frac{Q}{Q + q} \cdot \frac{Q \cdot h}{A \cdot s} [MPa] \quad (1)$$

Q – tíha beranu [kN]

q – tíha soutyčí, kovadliny a hrotu v příslušné hloubce, kde určujeme q_{dyn}

s – zaražení hrotu 1 úderem [m]

h – výška pádu beranu [m]

Průzkumný vrt JV-1 byl proveden vrtnou soupravou WIRTH-B1 pomocí dvojitého jednobřitého jádrovku bez výplachu (tzv. na „suchu“) v kombinaci s vrtnou spirálou použitou ve štěrkovitých polohách.

Provedené sondážní práce:

- JV-1 Jádrový vrt
- DPS-1 dynamická penetrace (v blízkosti vrtu JV-1)
- DPS-2 dynamická penetrace

9. VYHODNOCENÍ SONDÁŽNÍCH PRACÍ

9A) INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÉ POMĚRY VE VRTU JV1

Vrtem JV-1 byl zjištěn následující geologický profil:

----- GEOTYP GTN -----

- 0,00 – 0,30 m **humózní vrstva**
- 0,30 – 1,10 m **navážka** – hlíny černé/hnědé, štěrk zaoblený do D 2-3 cm, ostrohranný do 10 cm
- 1,10 – 2,70 m **hlína jílovitá** – hnědá, místy šedohnědá, slídnatá, ojediněle štěrk, ostrohranná zrna do D 0,5 cm

----- GEOTYP GT1 -----

- 2,70 – 4,00 m **jíl štěrkovitý** – s příměsí písku, s ostrohrannými křemeny do D 5 cm
- 4,00 – 5,20 m **jílovité písky, štěrky** – ostrohranné do D 1 cm vydatně, ojediněle do D 6 cm

----- GEOTYP GT2 -----

- 5,20 – 7,50 m **R6 – eluvia** charakteru písčitých jíků, šedohnědé až rezavohnědé, mírně slídnaté s polohami silně slídnatými, konz. tuhá (ČSN 73 6133), konz. pevná (ČSN EN ISO - 14688-2), nevápnité

----- GEOTYP GT3 -----

- 7,50 – 9,50 m **R6 – eluvia** charakteru písčitých jíků, rezavohnědé, silně slídnaté, od 8 m se zcela zvětřalými úlomky pararul, konz. pevná (ČSN 73 6133), konz. pevná (ČSN EN ISO - 14688-2), nevápnité

----- GEOTYP GT4 -----

- 9,50 – 11,00 m **R6/R5** – zcela zvětřalé pararuly s místy písčitých jíků a silně zvětřalých pararul
- od 11,00 vrt předčasně ukončen z důvodu klínování vrtného nářadí

Byly odebrány 2 neporušené vzorky z hl. 5,50 m a 8,50 m [PŘÍLOHA 7] protokol 3203-0087/23.



OBR. 9.1 VLEVO MĚKKÉ JÍLOVITÉ HLÍNY (2,7 m) , VPRAVO ZVODNĚLÉ JÍLOVITÉ ŠTĚRKY (4,0 m)

9B) HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY VE VRTU JV1

Hloubka:

- 2,20 m USTÁLENÁ HPV
- 5,00 m NARAŽENÁ HPV

Ve vrtu JV-1 byla HPV naražena v hl. 5,0 m (442,50 m n.m.) na rozhraní jílovito-písčitých štěrků a eluvií charakteru písčitých jílů. HPV nastoupila do výšky 2,2 m (445,30 m n.m.) (HPV je napjatá – možné vztahové účinky na konstrukci). Vrstva 2,70 – 5,20 jílovitých písků a štěrků může být tedy zcela zvodnělá.

Zájmová oblast je mimo jiné součástí systémů SZ – JV puklinových a zlomových líní, které stahují a přivádí vodu z plochy spádového povodí k objektu [PŘÍLOHA 3].

Byl odebrán vzorek podzemní vody pro hydrochemický rozbor [PŘÍLOHA 8] 3201-1070/2023 **tvrdost** a 3201-1168/2023 [PŘÍLOHA 9] **agresivita**. Z hlediska chemického působení zeminy dle ČSN EN 206 **na beton není agresivní**. Agresivita půdy **na ocel dle ČSN 03 8375 je velmi nízká (I)**.

Vodní režim zjištěný ve vrtu JV1 odpovídá aktuální situaci v době jeho provádění a v průběhu ročních období se může výrazně měnit. (vystrojení vrtu a následný monitoring nebyly objednatelem požadovány).

9C) INTERPRETACE DYNAMICKÉHO PENETRAČNÍHO SONDOVÁNÍ DPS1/2

Interpretace průměrného měrného dynamického odporu q_{dyn} z penetrační sondy DPS-1 (447,50 m n.m., DPM 30kg) v hloubkových intervalech:

- 0,00 – 1,10 m $q_{dyn}= 3,3$ MPa – NAVÁŽKY
- 1,10 – 2,00 m $q_{dyn}= 0,8$ MPa konzistence měkká
- 2,00 – 2,70 m $q_{dyn}= 1,5$ MPa konzistence tuhá
- 2,70 – 4,00 m $q_{dyn}= 4,0$ MPa konzistence pevná
- 4,00 – 4,30 m $q_{dyn}= 10,0$ MPa středně ulehlá
- 4,30 – 4,60 m $q_{dyn}= 21,7$ MPa ulehlá

Interpretace průměrného měrného dynamického odporu q_{dyn} z penetrační sondy DPS-2 (447,90 m n.m., DPM 30kg) v hloubkových intervalech:

- 0,00 – 0,20 m HUMÓZNÍ VRSTVA
- 0,20 – 0,80 m $q_{dyn}= 3,1$ MPa – NAVÁŽKY
- 0,80 – 1,90 m $q_{dyn}= 1,1$ MPa konzistence měkká
- 1,90 – 2,90 m $q_{dyn}= 2,3$ MPa konzistence tuhá
- 2,90 – 3,70 m $q_{dyn}= 4,4$ MPa konzistence pevná
- 3,70 – 4,20 m $q_{dyn}= 15,7$ MPa středně ulehlá

Dynamické penetrace ukončeny 50ti údery ve vrstvě jílovitých štěrků bez dalšího postupu.

10. FYZIKÁLNĚ MECHANICKÉ PARAMETRY ZEMIN VRTU JV1

Následující údaje jsou výčtem důležitých parametrů z laboratorních zkoušek z příslušných protokolů:

GEOTYP	ČÍSLO VZORKU	DLE PEVNOSTI HORNIN. MAT. SŽDC S4 (73 6133)	POPIS	ZATRŘÍDĚNÍ ZEMIN DLE ČSN EN 14688-2 / ČSN 736133	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	ϕ_u [°]	c_u [kPa]	w [%]
GTN	-		NAVÁŽKA	-	-	-	-	-	-	-
GT1	-		JÍL. PÍSKY, JÍL. ŠTĚRKY	-	-	-	-	-	-	-
GT2	38823	R6	PÍŠČITÝ JÍL	sasiCL / F4 CS	20,0	26,0	11	-	-	26,7
GT3	38824	R6	PÍŠČITÝ JÍL	sasiCI / F4 CS	20,9	30,0	4	-	-	15,9
GT4	-	* R6/ R5	-	-	-	-	-	-	-	-
Pozn.: *) Horniny vykazují měnící se míru zvětrání a nelze prokázat rostoucí kvalitu skalního podkladu s hloubkou.										

Tab. 10.1 PŘEHLED JEDNOTLIVÝCH GEOTYPŮ VE VRTU JV-1

11. ZÁKLADOVÉ POMĚRY, ZALOŽENÍ OBJEKTU, GEOTECHNICKÉ KATEGORIE

Podle ČSN P 73 1005 a v souladu s ČSN EN 1997-1 zájmová lokalita spadá do:

- **složitých geologických poměrů.**

Uvažovaná konstrukce se s přihlédnutím ke statickým hlediskům jeví jako:

- **nenáročná**

Předběžné zařazení do geotechnické kategorie (kategorii je nutné zpřesnit na základě třídy rizik, tj. velikosti škod a pravděpodobnosti vzniku nežádoucího jevu):

- **2. geotechnická kategorie**

12. TĚŽITELNOST A VRTATELNOST ZEMIN A HORNIN

Zeminy zastižené průzkumnými pracemi v místě vrtu JV1 lze dle ČSN 73 6133 příl. D zařadit do následující třídy těžitelnosti:

- Tř.: I do hloubky 4.5 m.
- Tř.: II od hloubky 4.5 m do 11 m.

Z hlediska vrtatelnosti podle OTSKP (příloha č.5 2019) lze zařadit ve vrtu JV1 štěrkové polohy do třídy III. a podkladní pararuly **do třídy IV.** z důvodu jejich měnícího se stupně zvětrání.

13. TECHNICKÉ ZÁVĚRY

Mostní objekt leží na zlomové zóně směru SZ-JV, která sdružuje vody ze spádového povodí směrem k objektu. Vlivem této zlomové zóny vykazuje skalní podklad různé stupně zvětrání, které je zřejmě nejvýznamnější v ose terénní deprese (na základě dat z vrtu JV-1).

Z podkladů archivních vrtů (ČGS) a dat z provedených sondážních prací vyplývá, že se polohy a mocnosti jílovitých štěrků a písků v ploše budoucího objektu podstatně mění. Zastižená hladina podzemní vody je vzhledem k převýšení terénu napjatá a lze očekávat její významné proudění. Tyto podzemní přítoky mohou být značné a způsobovat tak další požadavky na technologie zakládání.

Z důvodu velkého množství inženýrských sítí a jejich ochranných pásem byly všechny sondážní práce situovány pouze u znojemské opěry mostního objektu (vrt JV-1 cca 20 m od znojemské opěry, cca 40 m pak od okříšské opěry). Polohy očekávaných nezvětralých hornin (pararul) nebyly vrtem JV-1 ani penetrační sondami DPS1 a DPS2 zastiženy.

Z důvodu výše zmíněného je nutné provést doplňující průzkum (po demolici stávající mostní konstrukce, kdy dojde k obnažení problematických inženýrských sítí) v místech nově budovaných mostních opěr, který prokáže kvalitu podkladu a zpřesní hloubky vertikálního založení objektu.

V případě založení technologií vrtaných pilot je nutné provést pažení minimálně přes polohy zvodnělých jílovitých štěrků a písků a předejít tak zavalování vrtného náradí a samotného vrtu. Pažení bude nutné přes tyto polohy ponechat zejména pro ochranu čerstvého betonu piloty před možnými negativními dopady proudící vody. Zastižené polohy eluvií (R6) a zcela zvětralých hornin (R5) ve spodních partiích nelze považovat za dostatečně únosné pro samotné opření či vetknutí paty pilot. Únosnost pilot je nutné ověřit příslušným statickým výpočtem.

V případě plošného založení je nutné počítat s čerpáním podzemních vod, potřebou těsnících pažicích konstrukcí a ochrany dna stavební jámy proti účinkům tlakové vody apod. Upozorňujeme také na zónu v hloubkové úrovni 1,1 až 2,7 m (vrt JV-1), která je tvořena neúnosnými jílovitými hlínami měkké konzistence s nízkým modulem deformace.