

REKONSTRUKCE ŽST. VLKOV U TIŠNOVA

**SO 01-19-06**

**Žst. Vlkov u Tišnova, Most v km 50,253**

**GEOTECHNICKÝ A STAVEBNĚTECHNICKÝ PRŮZKUM**



Objednatel: SUDOP BRNO, spol. s r.o.  
Kounicova 26, 611 36 Brno  
Zhotovitel: GeoTec-GS, a.s.  
Chmelová 2920/6, 106 00 Praha 10  
Název zakázky zhotovitele: Vlkov u Tišnova – Křižanov, doplňkový průzkum  
Zakázkové číslo zhotovitele: 2021–074

**SO 01-19-06**

**Žst. Vlkov u Tišnova, Most v km 50,253**

**Geotechnický a stavebnětechnický pasport**

Přílohy:

Situace sond, měřítko 1:1000  
Geologická dokumentace IG vrtu  
Schéma umístění diagnostických vrtů a zkoušek v rámci konstrukce  
Schéma kopaných sond pro ověření rozměrů křídel  
Dokumentace diagnostických vrtů  
Stanovení přilnavosti vrstev a pevnosti v tahu povrchových vrstev  
Výsledky měření hloubky karbonátce  
Výsledky laboratorních zkoušek  
Zpráva o provedení zkoušek mrazuvzdornosti betonu  
Fotodokumentace

Praha, květen 2022

Zpracovali: Mgr. Vladimír Vala  
odpovědný řešitel

Mgr. Aleš Kubát

Schválil: Mgr. Filip Dudík  
ředitel společnosti

## SO 01-19-06

## Žst. Vlkov u Tišnova, Most v km 50,253

## Geotechnický a stavebnětechnický pasport

## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

<u>Základní údaje o objektu:</u>	stávající železniční jednopolevý klenbový most v km 50,253 přes silnici číslo II/390  Nosnou konstrukci (NK) tvoří klenba z prostého betonu. Spodní stavba (SS) je provedena z prostého betonu.  dle objednatele se u objektu uvažuje se sanací objektu
<u>Cíl průzkumu:</u>	posouzení základových poměrů  vizuální ověření technického stavu přístupných částí konstrukce, ověření skrytých rozměrů NK a SS opěry Křižanov, ověření pevnostních charakteristik betonu NK a SS opěry Křižanov (pevnost betonu v tlaku, pevnost povrchových vrstev betonu v tahu), chemická analýza betonu SS pro posouzení přítomnosti chloridů, stanovení mrazuvzdornosti betonu, ověření skrytých rozměrů křídel.

## 2. ROZSAH PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

<u>Průzkumné sondy, zkoušky a práce IN-SITU:</u>	
Vizuální prohlídka:	rámcová, cílená na poruchy a ověřované části objektu, výstup v podobě fotodokumentace a komentáře v textu
Jádrové IG vrty:	J106 – hloubka 4,50 m
Diagnosticke jádrové vrty:	V2 – 2,80 m, vodorovný vrt pro ověření rozměrů opěry Křižanov Š2 – 4,00 m, vrt pod úroveň základové spáry opěry Vlkov K2 – 1,55 m, vrt pro ověření rozměrů klenby K3 – 2,00 m, vrt pro ověření rozměrů klenby N1 – 0,30 m, návrt pro odebrání vzorku ke stanovení mrazuvzdornosti betonu N2 – 0,35 m, návrt pro odebrání vzorku ke stanovení mrazuvzdornosti betonu
Pevnost povrchových vrstev betonu v tahu:	3x odtrhová zkouška – NK Vlkov 3x odtrhová zkouška – SS Vlkov 3x odtrhová zkouška – NK Křižanov 3x odtrhová zkouška – SS Křižanov
Mocnost karbonatované vrstvy:	1x lokalita NK Vlkov 1x lokalita SS Vlkov 1x lokalita NK Křižanov 1x lokalita SS Křižanov <i>Bylo provedeno nedestruktivně na vývrtech příklepovou vrtačkou tzv. fenolftaleinovým testem</i>
Kopané sondy:	2x kopaná sonda pro ověření rozměrů křídel

<u>Odebrané vzorky a laboratorní zkoušky:</u>	
Zeminy:	J106 – hl. 2,60-2,90 m – 1x základní klasifikační rozbor
Horniny:	J106 – hl. 4,10-4,40 m – 1x pevnost v prostém tlaku, 1x objemová hmotnost
Podzemní voda:	J106 – hl. 1,30 m – 1x zkrácený chemický rozbor
Zdící prvky – beton:	V2 – 0,00-2,00 m – 1x pevnost v prostém tlaku Š2 – 0,00-3,00 m – 1x pevnost v prostém tlaku K2 – 0,60-1,37 m – 1x pevnost v prostém tlaku K3 – 0,00-1,25 m – 1x pevnost v prostém tlaku N1 – 0,00-0,30 m – stanovení mrazuvzdornosti N2 – 0,00-0,35 m – stanovení mrazuvzdornosti
Fotodokumentace:	uvedena v příloze, zahrnuje profil jádrových vrtů a výstup z vizuální prohlídky
Archivní práce: *)	
Diagnostické jádrové vrty:	V1 – 2,40 m, vodorovný vrt pro ověření rozměrů opěry Vlkov Š1 – 3,40 m, vrt pod úroveň základové spáry opěry Vlkov K1 – 1,40 m, vrt pro ověření rozměrů klenby

Archivní podklady:

\*) - Novák V. (2016): Rekonstrukce traťového úseku Vlkov u Tišnova (mimo) – Křižanov (mimo) – geotechnický a stavebnětechnický průzkum. GeoTec-GS, a.s., Praha, MS

Podklady:

- [1] TKP 31: Opravy betonových konstrukcí.
- [2] TP SSBK III: Technické podmínky pro sanace betonových konstrukcí.

**3. GEOTECHNICKÉ POMĚRY**Geologické poměry území:

Posouzení geotechnických poměrů bylo provedeno na základě inženýrskogeologického vrtu s označením J106, jeho makroskopického popisu a terénní rekognoskace nejbližšího okolí zájmového objektu.

Kvartérní pokryv:

- celková mocnost kvartérního pokryvu je cca 3,00 m
- přirozený kvartérní pokryv je tvořen fluvio-deluviálními a deluviálními jemnozrnnými sedimenty
- svrchu byla zastižena ornice mocnosti cca 0,30 m, pod kterou byly ověřeny jemnozrnné zeminy charakteru hlín písčitých (F3 MS) tuhé konzistence, lokálně měkké konzistence

**Předkvartérní podklad:**

- byl zastižen v hloubce 3,00 m pod úrovní okolního terénu
- je tvořen metamorfovanými horninami proterozoického stáří
- tyto horniny jsou na lokalitě zastoupeny pararulami (případně migmatity)
- pod zeminami kvartérního pokryvu byla zastižena poloha zcela zvětralých pararul (R6) charakteru štěrků hlinitých (G4 GM) mocnosti cca 1,00 m
- v jejich podloží byly dokumentovány mírně zvětralé střípkovitě a úlomkovitě rozpadavé pararuly (R4)

Zeminy a horniny zastižené průzkumem rozdělujeme do následujících geotechnických typů: (zařazení jednotlivých zemín je uvedeno dle ČSN 73 6133)

**Kvartér (Q):**

Geotechnický typ Q1:	Jemnozrnné zeminy – hlíny písčité (F3 MS) tuhé konzistence
----------------------	--

**Proterozoikum (Pr):**

Geotechnický typ Pr1:	Zcela zvětralá pararula (R6) charakteru štěrků hlinitých (G4 GM)
-----------------------	--

Geotechnický typ Pr2:	Mírně zvětralá pararula (R4) střípkovitě a úlomkovitě rozpadavá
-----------------------	---

***Pozn.:** Geotechnické typy a hloubková rozmezí jsou uvedeny v geologické dokumentaci vrtu („G typ“)*

**4. HYDROGEOLOGICKÉ ÚDAJE**

Hladina podzemní vody byla naražena v hloubce 1,50 m pod povrchem terénu (508,21 m n. m.). Hladina se ustálila v hloubce 1,30 m (508,41 m n. m.). Propustnost zastižených kvartérních zemín a zcela zvětralých proterozoických hornin je průlinová, propustnost mírně zvětralých proterozoických hornin je puklinová. Hladina podzemní vody je mírně napjatá, a může sezónně, v závislosti na intenzitě atmosférických srážek, kolísat.

Údaje o hladině podzemní vody ve vrtu v době průzkumu:

Sonda	Naražená hladina		Ustálená hladina		Datum
	[m] pod ter.	[m n. m.]	[m] pod ter.	[m n. m.]	
J106	1,50	508,21	1,30	508,41	8.9.2021

**5. ZÁKLADOVÉ POMĚRY****Základové poměry (podle ČSN 73 1001): složitě**

- podzemní voda byla zastižena v hloubce 1,50 m pod úrovní terénu
- základy objektu jsou trvale pod úrovní hladiny podzemní vody
- základová půda se v prostoru objektu pravděpodobně výrazně nemění

**Agresivita kapalného prostředí (podle ČSN EN 206): - slabě agresivní (X A1)**

- podle provedeného chemického rozboru vzorku podzemní vody z vrtu J106 je kapalně prostředí slabě agresivní (X A1) vůči betonovým konstrukcím – **agresivní oxid uhličitý – 19,5 mg/l**

**Agresivita kapalného prostředí na ocel (podle ČSN 03 8375):**

- podle chemického rozboru podzemní vody z vrtu J106 je stupeň agresivity zvodnělého prostředí: **velmi nízká I.** – pH, chloridy + sírany, **velmi vysoká IV.** – konduktivita, agresivní oxid uhličitý

**6. GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY ZÁKLADOVÝCH PŮD**

Geotechnický typ	Zatřídění dle SŽDC S4 (ČSN 73 6133)	Objemová tíha $\gamma_n$ [kN.m <sup>-3</sup> *)	Ulehlost	Konzistence	Modul deformace $E_{def}$ [MPa]	Poissonovo číslo $\nu$	$\phi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\phi_u$ [°]	$c_u$ [kPa]	Třída vrtatelnosti pro piloty VC 800-2	Třídy těžitelnosti podle ČSN 73 3050/ ČSN 73 6133
<b>Q1</b>	F3 MS	18,0	-	0,6	6	0,35	26	12	0	60	I.	I./3.
<b>Pr1</b>	R6 (G4)	20,0	(1,0)	-	60	0,30	30	5	-	-	I.	I./4.
<b>Pr2</b>	R4	23,0	-	-	250	0,25	35	100	-	-	II.	II./5.

**Pozn:**

- \*) - pod hladinou podzemní vody je nutné příslušné charakteristiky upravit
- \*\*) - u hornin se jedná o hodnoty zdánlivé smykové pevnosti
- ( ) - hodnoty uvedené v závorce jsou pouze orientační

**7. STAVEBNĚTECHNICKÝ PRŮZKUM**

Stavebnětechnický průzkum byl zaměřen na NK a SS opěry Křižanov – viz cíl průzkumu uvedený v kapitole č. 1. **Byly převzaty výsledky stavebnětechnického průzkumu z minulé fáze průzkumu (rok 2015).** Průzkum lze rozdělit na následující tematické okruhy:

- |   |   |
|---|---|
| a) vizuální prohlídka                       | e) měření hloubky karbonatace                                 |
| b) diagnostické jádrové vrtý                | f) stanovení mrazuvzdornosti betonu                           |
| c) pevnost betonu v tlaku                   | g) chemická analýza betonu pro posouzení přítomnosti chloridů |
| d) pevnost povrchových vrstev betonu v tahu | h) kopané sondy pro ověření rozměrů křídel                    |

**a) vizuální prohlídka**

V rámci vizuální prohlídky a při dokumentaci vrtných prací bylo souhrnně zjištěno:

- jedná se o stávající jednoplošný most silnici číslo II/390, rozdělený svislou dilatační spárou přes SS a NK na dvě identické dílčí části
- schéma objektu je uvedeno v příloze za textem zprávy

**Nosná konstrukce (NK):**

- NK tvoří klenba z prostého, monolitického betonu
- NK je rozdělena pracovní spárou na dvě dilatační části

- beton je v líci pevný, zdravý a suchý. V líci NK jsou patrné pracovní spáry vzniklé přerušováním betonáže během výstavby.
- v místech pracovních spár často prosakuje voda a v líci dochází k tvorbě karbonátových usazenin vyloužených z pojiva
- v oblasti průsaků dochází k postupné korozi betonu a jeho povrchovým opadům
- vnitřní beton NK je, na základě dokumentace vrtů K1, K2 a K3, nehomogenní, proměnlivě pevný, pórovitý, místy až mezerovitý
- diagnostickými vrtů K1 a K3 byla na rubu NK ověřena 2x asfaltová hydroizolace

**Spodní stavba (SS):**

- SS obou opěr je provedena z prostého, monolitického betonu a je nedělená – pracovní spára z NK nezasahuje do spodní stavby obou opěr objektu
- beton je v líci většinou pevný a neporušený (cca 60-80 % plochy), lokálně je, v místech pracovních spár vzniklých přerušením betonáže při realizaci, porušený s opady do betonu do hl. 1-2, ojediněle až 4 cm (cca 20-40 %).
- v místech pracovních spár jsou patrné průsaky vody
- vnitřní beton SS opěry Vlkov je, na základě diagnostických vrtů nehomogenní, proměnlivě pevný, pórovitý, vytrříděný, s proměnlivým obsahem písčité frakce
- šikmá křídla a čela objektu jsou provedena z kamenného zdiva, které je v líci řádkované a pojené maltou. Kameny jsou tvrdé a zdravé kvádry granitoidů. Vyspárování je zachovalé a bez poruch.
- čela a nároží NK a SS jsou z kamenného řádkového zdiva, kameny jsou pevné, zdravé jemně opracované kvádry granitoidů. Spáry jsou z malty cementové, pevné a bez poruch.
- římsy jsou provedeny z tvrdých a zdravých kamenných kvádrů granitoidů, které jsou odděleny od podkladu – cca 1-2 ks kvádrů jsou vychýleny oproti původní pozici
- na římsách je nainstalováno ocelové zábradlí
- fotodokumentace je uvedena v příloze

**b) diagnostické jádrové vrtů**

Hlavní informace získané průzkumem uvádíme v následujících bodech:

- tloušťka opěry Vlkov je v místě vrtu V1 cca **2,00 m**
- základová spára opěry Vlkov je v místě vrtu Š1 cca **7,50 m** pod spodním lícem vrcholu klenby
- tloušťka klenby je v místě vrtu K1 cca **1,10 m**
- tloušťka opěry Křižanov je v místě vrtu V2 cca **2,00 m**
- základová spára opěry Křižanov je v místě vrtu Š2 cca **7,85 m** pod spodním lícem vrcholu klenby
- tloušťka klenby je v místě vrtu K2 cca **1,37 m**
- tloušťka klenby je v místě vrtu K3 cca **1,25 m**
- podrobné informace o charakteru zastižených materiálů v konstrukci prezentujeme v dokumentaci diagnostických vrtů v příloze a v části vizuální prohlídka

**c) pevnost betonu**

Hlavní informace získané průzkumem uvádíme v následujících bodech:

- přehled pevnostních charakteristik betonu NK a SS obou opěr získaných z destruktivních zkoušek provedených na vzorcích odebraných z konstrukce uvádíme v následující tabulce
- na základě výsledků z destruktivních zkoušek lze beton nosné konstrukce (klenby) nad opěrou Vlkov orientačně zařadit takto:
  - dle ČSN 731201 jako **B 10**, dle ČSN EN 206-1 pak jako **C 8/10**
- na základě výsledků z destruktivních zkoušek lze beton spodní stavby opěry Vlkov orientačně zařadit takto:
  - dle ČSN 731201 jako **B 10**, dle ČSN EN 206-1 pak jako **C 8/10**
- na základě výsledků z destruktivních zkoušek lze beton spodní stavby opěry Křižanov orientačně zařadit takto:
  - dle ČSN 731201 jako **B 15**, dle ČSN EN 206+A1 pak jako **C 12/15**
- na základě výsledků z destruktivních zkoušek lze beton nosné konstrukce (klenby) nad opěrou Křižanov vlevo orientačně zařadit takto:
  - dle ČSN 731201 jako **B 10**, dle ČSN EN 206+A1 pak jako **C 8/10**
- na základě výsledků z destruktivních zkoušek lze beton nosné konstrukce (klenby) nad opěrou Křižanov vpravo orientačně zařadit takto:
  - dle ČSN 731201 jako **B 25**, dle ČSN EN 206+A1 pak jako **C 20/25**

**Souhrn výsledků zkoušek pevnosti betonu v tlaku:**

Diagnostikovaný prvek konstrukce a typ zkoušek		Pevnostní charakteristiky ze statického zpracování výsledků				
		průměr $f_b, \text{prum, cube}$	minimum $f_b, \text{min, cube}$	maximum $f_b, \text{max, cube}$	$V_x$	poznámka
nosná konstrukce (klenba)	destruktivní	16,4*	7,3*	23,4*	39,4 %*	beton je nehomogenní
spodní stavba opěra Vlkov	destruktivní	16,8**	11,4**	21,3**	21,2 %**	beton je nehomogenní

\* - vyhodnoceno ze souboru 6ti dílčích vzorků, žádný vzorek vyloučen

\*\* - vyhodnoceno ze souboru 6ti dílčích vzorků, žádný vzorek vyloučen

**Souhrn výsledků zkoušek pevnosti betonu v tlaku:**

Diagnostikovaný prvek konstrukce a typ zkoušek		Pevnostní charakteristiky ze statického zpracování výsledků				
		průměr $f_{m(n), is}$ [MPa]	minimum $f_{is, min}$ [MPa]	maximum $f_{is, max}$ [MPa]	směrodatná odchylka $s$	variační koeficient $V_x$
spodní stavba opěra Křižanov <sup>1)</sup>	destruktivní	19,6	17,4	22,8	1,8	9,1
Nosná konstrukce nad opěrou Křižanov vlevo <sup>2)</sup>	destruktivní	21,7	18,8	24,3	2,8	12,8
Nosná konstrukce nad opěrou Křižanov vpravo <sup>3)</sup>	destruktivní	28,9	26,7	30,1	1,9	6,5



**Poznámka:**

- 1) vyhodnoceno ze souboru 7 dílčích vzorků, 2 vzorky byly ze souboru vyloučeny
- 2) vyhodnoceno ze souboru 3 dílčích vzorků, 1 vzorek byl ze souboru vyloučen
- 3) vyhodnoceno ze souboru 3 dílčích vzorků, 1 vzorek byl ze souboru vyloučen

**Odhad pevnostních tříd betonu****Nosná konstrukce (klenba) nad opěrou Vlkov****Stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci pro zařazení do pevnostních tříd:**

Dle ČSN EN 13791, čl. 7.3.3. - postup B

Počet zkoušek  $n = 6$  (0 vzorků vyloučeno). Krajní mez k malému počtu zkoušek (v závislosti na  $n$ ): 7

Odhad charakteristické pevnosti betonu v tlaku je nižší hodnota z následujících dvou hodnot:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 16,4 - 7 = \mathbf{9,4 \text{ MPa}} \quad f_{ck, is} = f_{is, min} + 4 = 7,3 + 4 = \mathbf{11,3 \text{ MPa}}$$

Kritérium shody dle tab. 1, ČSN EN 13791

$$f_{ck, is, cube} = \mathbf{9,4 > 9,0 \text{ MPa}} = f_{ck, is, min, cube} \text{ (pro beton pevnostní třídy C 8/10)}$$

**SPODNÍ STAVBA – opěra Vlkov****Stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci pro zařazení do pevnostních tříd:**

Dle ČSN EN 13791, čl. 7.3.3. - postup B

Počet zkoušek  $n = 6$  (0 vzorků vyloučeno). Krajní mez k malému počtu zkoušek (v závislosti na  $n$ ): 7

Odhad charakteristické pevnosti betonu v tlaku je nižší hodnota z následujících dvou hodnot:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 16,8 - 7 = \mathbf{9,8 \text{ MPa}} \quad f_{ck, is} = f_{is, min} + 4 = 11,4 + 4 = \mathbf{15,4 \text{ MPa}}$$

Kritérium shody dle tab. 1, ČSN EN 13791

$$f_{ck, is, cube} = \mathbf{9,8 > 9,0 \text{ MPa}} = f_{ck, is, min, cube} \text{ (pro beton pevnostní třídy C 8/10)}$$

**Spodní stavba – opěra Křižanov****Stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci pro zařazení do pevnostních tříd:**

Dle ČSN EN 13791, čl. 8.1 - ověření na základě dat ze zkoušek, vzorky odebrané ze stávající konstrukce

Počet zkoušek  $n = 7$  (2 vzorky vyloučeny) Směrodatná odchylka  $s = 1,8$ Součinitel odhadu 5% kvantilu  $k_n = 2,09$ . Marže pro  $f_{is, min}$   $M = 3,0$ *Poznámka: Vx hodnotíme jako neznámý z důvodu nízkého poznání konstrukce.*

Odhad charakteristické pevnosti betonu v tlaku je nižší hodnota z následujících dvou hodnot:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k_n \times s = 19,6 - 2,09 \times 1,8 = \mathbf{15,8 \text{ MPa}} \quad f_{ck, is} = f_{is, min} + M = 17,4 + 3,0 = \mathbf{20,4 \text{ MPa}}$$

Kritérium shody s využitím minimálních pevností betonu:

$$f_{ck, is, cyl} = \mathbf{15,8 > 13,0 \text{ MPa}} = f_{ck, is, min, cyl} \text{ (pro beton pevnostní třídy C 12/15)}$$

**Nosná konstrukce (klenba) nad opěrou Křižanov – vlevo****Stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci pro zařazení do pevnostních tříd:**

Dle ČSN EN 13791, čl. 8.1 - ověření na základě dat ze zkoušek, vzorky odebrané ze stávající konstrukce

Počet zkoušek  $n = 3$  (1 vzorek vyloučen) Směrodatná odchylka  $s = 2,8$ Součinitel odhadu 5% kvantilu  $k_n = 3,37$ . Marže pro  $f_{is, min}$   $M = 3,0$ *Poznámka: Vx hodnotíme jako neznámý z důvodu nízkého poznání konstrukce.*

Odhad charakteristické pevnosti betonu v tlaku je nižší hodnota z následujících dvou hodnot:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k_n \times s = 21,7 - 3,37 \times 2,8 = \mathbf{12,3 \text{ MPa}} \quad f_{ck, is} = f_{is, min} + M = 18,8 + 3,0 = \mathbf{21,8 \text{ MPa}}$$

Kritérium shody s využitím minimálních pevností betonu:

$$f_{ck, is, cyl} = \mathbf{12,3 > 9,0 \text{ MPa}} = f_{ck, is, min, cyl} \text{ (pro beton pevnostní třídy C 8/10)}$$

**Nosná konstrukce (klenba) nad opěrou Křižanov – vpravo****Stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci pro zařazení do pevnostních tříd:**

Dle ČSN EN 13791, čl. 8.1 - ověření na základě dat ze zkoušek, vzorky odebrané ze stávající konstrukce

Počet zkoušek  $n = 3$  (1 vzorek vyloučen) Směrodatná odchylka  $s = 1,9$ Součinitel odhadu 5% kvantilu  $k_n = 3,37$ . Marže pro  $f_{is, min}$   $M = 3,0$ *Poznámka: Vx hodnotíme jako neznámý z důvodu nízkého poznání konstrukce.*

Odhad charakteristické pevnosti betonu v tlaku je nižší hodnota z následujících dvou hodnot:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k_n \times s = 28,9 - 3,37 \times 1,9 = \mathbf{22,5 \text{ MPa}} \quad f_{ck, is} = f_{is, min} + M = 26,7 + 3,0 = \mathbf{29,7 \text{ MPa}}$$

Kritérium shody s využitím minimálních pevností betonu:

$$f_{ck, is, cyl} = \mathbf{22,5 > 21,0 \text{ MPa}} = f_{ck, is, min, cyl} \text{ (pro beton pevnostní třídy C 20/25)}$$

Diagnostikovaný prvek konstrukce a typ zkoušek		Pevnostní třída betonu	
		třída dle výsledků zkoušek	poznámka
nosná konstrukce (klenba) nad opěrou Vlkov	destruktivně z vývrtů	<b>C 8/10</b> (ČSN EN 206) <b>B 10</b> (dle ČSN 73 1201)	zatřídění betonu je, vzhledem k jeho nehomogenitě, orientační
spodní stavba opěra Vlkov	destruktivně z vývrtů	<b>C 8/10</b> (ČSN EN 206) <b>B 10</b> (dle ČSN 73 1201)	zatřídění betonu je, vzhledem k jeho nehomogenitě, orientační
spodní stavba opěra Křižanov	destruktivně z vývrtů	<b>C 12/15</b> (ČSN EN 206+A1) <b>B 15</b> (dle ČSN 73 1201)	zatřídění betonu je, vzhledem k jeho nehomogenitě, orientační
nosná konstrukce (klenba) nad opěrou Křižanov vlevo	destruktivně z vývrtů	<b>C 8/10</b> (ČSN EN 206+A1) <b>B 10</b> (dle ČSN 73 1201)	zatřídění betonu je, vzhledem k jeho nehomogenitě, orientační
nosná konstrukce (klenba) nad opěrou Křižanov vpravo	destruktivně z vývrtů	<b>C 20/25</b> (ČSN EN 206+A1) <b>B 25</b> (dle ČSN 73 1201)	zatřídění betonu je, vzhledem k jeho nehomogenitě, orientační

#### d) pevnost povrchových vrstev betonu v tahu

Stanovení pevnosti povrchových vrstev betonu v prostém tahu bylo provedeno pomocí odtrhových zkoušek. Stanovení přilnavosti vrstev a pevnosti v tahu povrchových vrstev dle ČSN 73 6242, příl. B, které byly provedeny přímo na ověřované konstrukci. Ověření bylo provedeno na spodní stavbě obou opěr a na NK (klenbě) nad oběma opěrami (viz schéma objektu).

Zkušební místa byla po obvodu předvrtána a následně připravena přebroušením a odstraněním prachu z povrchu. Na srovnaný a očištěný povrch byly lepidlem nalepeny kovové terčíky, po vytvrzení lepidla byly terčíky odtrženy přístrojem Proceq DY/2. O provedení zkoušek byl proveden protokol, včetně fotodokumentace.

#### Komentář k výsledkům:

- jako orientační hodnotící kritérium se používá hodnota požadované minimální pevnosti povrchových vrstev betonu v tahu (pro beton třídy C 25/30) min. 1,4 MPa dle ČSN 73 6242. Finální zhodnocení výsledků zkoušek provede objednatel.
- na nosné konstrukci splnila výše uvedené kritérium polovina zkoušek – 3 ze 6
- na spodní stavbě obou opěr splnila výše uvedené kritérium většina zkoušek – 5 ze 6
- z měření byly vyloučeny zkoušky (v tabulce uvedeny kurzívou) pro současnou nadměrnou plochu nevhodného porušení (více jak 25 % plochy při lomové ploše skupiny -/Y, Y, Y/Z) a nízkou hodnotu  $R_t$  (nižší než požadované kritérium, např. 1,4 MPa) – viz ČSN 73 6242, čl. B.6.4
- průměrná hodnota pevnosti zkoušených povrchových vrstev betonu klenby a spodní stavby splňuje požadavek na průměrnou pevnost v tahu 1,4 MPa,
- zároveň byla u všech jednotlivých zkoušek splněna podmínka minimální jednotlivé hodnoty  $> 0,8$  MPa dle předpisu *TSSBK/III* [2]. To samé platí i pro předpis *TKP 31* [1], který požaduje minimální hodnotu 1,2 MPa, tuto podmínku splnily téměř všechny zkoušky (10 z 12).

*Protokol o provedení uvedených zkoušek a grafické schéma umístění jednotlivých zkoušek v rámci konstrukce jsou uvedeny v přílohách za textem zprávy.*

Diagnostikovaný prvek konstrukce		číslo zkoušky	typ zkoušek	Pevnost v tahu [MPa]		poznámka
				dílčí $R_{ti}$	průměr za prvek $R_{t, \text{prum}}$	
Opěra Křižanov	NK	P1	destruktivní	0,99 <sup>v)</sup>	1,62 <sup>1)</sup>	Beton je v líci pevný, drsný a mírně degradovaný
		P2		1,13 <sup>v)</sup>		
		P3		1,62		
	SS	P4		1,69	2,09 <sup>2)</sup>	Beton je v líci pevný, drsný a mírně degradovaný
		P5		1,52		
		P6		3,06		
Opěra Vlkov	NK	P7		1,95	1,89 <sup>2)</sup>	Beton je v líci pevný, drsný a mírně degradovaný
		P8		2,32		
		P9		1,40		
	SS	P10		1,53	1,53 <sup>2)</sup>	Beton je v líci pevný, drsný a mírně degradovaný
		P11		1,87		
		P12		1,19		

*Poznámka:*

1) vyhodnoceno ze souboru 3 dílčích zkoušek, s vyloučením 2 dílčích vstupních hodnot

2) vyhodnoceno ze souboru 3 dílčích zkoušek, bez vyloučení dílčích vstupních hodnot

v) hodnota vyloučena z měření a dalšího zpracování pro současnou nadměrnou plochu nevhodného porušení a nízkou hodnotu  $R_t$

### e) měření hloubky karbonatace

V rámci průzkumu bylo provedeno měření hloubky karbonatace betonu spodní stavby a nosné konstrukce (klenby) mostu. Výsledky z měření shrnujeme v následujících bodech:

#### Dřík nosné konstrukce (klenby) nad opěrou Křižanov:

- změřená hloubka karbonatace betonu dříku se pohybuje v rozmezí 30-77 mm
- průměrná změřená hloubka karbonatace je 61,3 mm
- interpretovaná hloubka karbonatace (při vynechání 4 % krajních hodnot) z měřených hodnot dosahuje 30-94 mm

#### Dřík opěry Křižanov:

- hloubka karbonatace betonu dříku je více než 100 mm

#### Dřík nosné konstrukce (klenby) nad opěrou Vlkov:

- hloubka karbonatace betonu dříku se pohybuje v rozmezí 12-71 mm
- průměrná hloubka karbonatace je 39,3 mm
- interpretovaná hloubka karbonatace (při vynechání 4 % krajních hodnot) z měřených hodnot dosahuje 8-72 mm

#### Dřík opěry Vlkov:

- hloubka karbonatace betonu dříku se pohybuje v rozmezí 29-87 mm
- průměrná hloubka karbonatace je 62,4 mm

- interpretovaná hloubka karbonatace (při vynechání 4 % krajních hodnot) z měřených hodnot dosahuje 26-98 mm

Výsledky měření hloubky karbonatace betonu jsou uvedeny v příloze zprávy.

#### f) stanovení mrazuvzdornosti betonu


Zkouška mrazuvzdornosti byla provedena na vzorcích betonu odebraných z konstrukce opěr mostu. Jeden zmrazovací cyklus sestával ze 4 hodin zmrazování o teplotě  $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  a 2 hodiny rozmrazování ve vodě o teplotě  $20 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Hodnocení a celkový stav zkušebních vzorků je uveden v následující tabulce:

**Tabulka 5: Vyhodnocení zkoušky mrazuvzdornosti**

Most v km 50,253; Vlkov u Tišnova - Křižanov									
Označení vzorku	Relativní dynamický modul pružnosti $RMD_{UPTT}$ [%]					Vizuální hodnocení stavu vzorku / hmotnostní úbytek			
	Před zkouškou	Po 25 cyklech	Po 50 cyklech	Po 75 cyklech	Po 100 cyklech	Po 25 cyklech	Po 50 cyklech	Po 75 cyklech	Po 100 cyklech
N1	100%	-	-	-	-	CR / 10,8 %	R	-	-
N2	100%	84%	44%	-	-	B / 0 %	B / 0 %	CR / 3,1 %	CR / 10,5 %

Vysvětlivky k tabulce:

 Vzhledem k porušení vnitřní struktury během zkoušky nebylo po přesném počtu cyklů možné stanovit dobu průchodu ultrazvukového impulsu

B - vzorek vizuálně bez porušení

R - celkový rozpad vzorku (viz fotodokumentace)

CR - částečný rozpad vzorku (viz fotodokumentace)

Zpráva o provedení výše uvedených zkoušek je uvedena v příloze za textem zprávy.

#### g) chemická analýza betonu pro posouzení přítomnosti chloridů

Chemická analýza byla provedena na 4 vzorcích odebraných z různých intervalů povrchových vrstev betonu jednotlivých opěr.

Přepočet obsahu  $\text{Cl}^-$  ve vzorku betonu na obsah k hmotnosti cementu byl proveden za předpokladu, že je v betonu cca 350 kg cementu /  $\text{m}^3$  a při odhadované objemové hmotnosti betonu 2100 kg /  $\text{m}^3$ .

Výsledky chemických rozborů shrnujeme v následující tabulce:

Označení vzorku	Hloubka odběru [mm]	Chloridy Cl <sup>-</sup> v % hmotnosti suchého vzorku	Přepočet obsahu Cl <sup>-</sup> na cement v množství přibližně 350 kg v 1 m <sup>3</sup> betonu [%]
<b>Opěra Křižanov</b>			
1	0-15	0,010	0,06
	15-30	0,008	0,05
	30-45	0,004	0,02
2	0-15	0,009	0,05
	15-30	0,008	0,05
	30-45	0,005	0,03
<b>Opěra Vlkov</b>			
1	0-15	0,003	0,02
	15-30	0,005	0,03
	30-45	0,007	0,04
2	0-15	0,005	0,03
	15-30	0,006	0,04
	30-45	0,006	0,04

**Limitní hodnota:**

dle ČSN EN 206+A2 je:

- pro beton s ocelovou výztuží nebo jinými kovovými vložkami max. **0,4 %**
- pro beton s předpjatou ocelovou výztuží v přímém kontaktu s betonem max. **0,2 %**
- pro prostý beton max. **1,0 %**

**Nejistota měření:**

Rozšířená nejistota měření obsahu chloridových iontů je 0,01%

Standardní nejistota odpovídá jedné směrodatné odchylce a byla vypočtena jako kombinovaná. Uvedená nejistota je rozšířená nejistota, která byla vypočtena s použitím koeficientu rozšíření  $k=2$ , což odpovídá hladině spolehlivosti přibližně 95 %.

**Vyhodnocení měření:**

V lícové vrstvě betonu opěr je průměrný obsah chloridových iontů nízký a splňuje požadavky ČSN EN 206+A2.

Kompletní výsledky chemických analýz včetně metodiky jejich provedení, jsou uvedeny v samostatné příloze předkládaného pasportu, resp. v expertní zprávě č. 2100 J 469 - Kloknerův ústav ČVUT.

**h) kopané sondy pro ověření rozměrů křídel**

Cílem této části průzkumu bylo ověření skrytých rozměrů křídel. Celkem byly provedeny dvě kopané sondy.

V rámci průzkumu bylo souhrnně zjištěno:

- lícové zdivo křídla je kamenné a je pojené maltou. Kameny jsou kvádry zdravého granitoidu. Spárování je zachovalé a většinou bez poruch. Rozšíření křídla je z prostého betonu.
- kopaná sonda **KS1** byla provedena ve směru staničení u levého křídla opěry Vlkov
- šířka lícového zdiva je 0,45 m. V hloubce 0,20 m bylo naraženo na betonové rozšíření křídla, které se postupně svažuje do hloubky 0,40 m, kde má maximální šířku 0,35 m. Poté pokračovalo kolmo dolů až do maximální hloubky kopané sondy.
- kopaná sonda byla provedena do hloubky 1,00 m, kde byly zastiženy těžko rozpojitelné kameny a balvany pararuly
- kopaná sonda **KS2** byla provedena ve směru staničení u pravého křídla opěry Křižanov
- šířka lícového zdiva je 0,40 m. V hloubce 0,20 m bylo naraženo na betonové rozšíření křídla, které se postupně svažuje do hloubky 0,35 m, kde má maximální šířku 0,45 m. Poté pokračovalo kolmo dolů až do maximální hloubky kopané sondy.
- kopaná sonda byla provedena do hloubky 0,90 m, kde byly zastiženy těžko rozpojitelné kameny a balvany pararuly

*Fotodokumentace a schémata kopaných sond je uvedena v příloze.*

**8. TECHNICKÉ ZÁVĚRY**Informace o objektu:

- stávající železniční jednopolevý klenbový most v km 50,253 přes silnici číslo II/390
- nosnou konstrukci (NK) tvoří klenba z prostého betonu. Spodní stavba (SS) je provedena z prostého betonu.

Geotechnický průzkum:

Na základě geotechnického průzkumu bylo zjištěno:

- sondou J106 byly zastiženy kvartérní zeminy i předkvartérní horniny
- kvartérní zeminy jsou zastoupeny fluvio-deluviálními a deluviálními jemnozrnnými zeminami mocnosti cca 3,00 m
- předkvartérní podklad je tvořen zcela zvětralými (R6) a mírně zvětralými (R4) pararulami
- základové poměry jsou složité, základy objektu jsou trvale pod úrovní hladiny podzemní vody, základová půda se však v rámci objektu výrazně nemění
- dle výsledků stavebnětechnického průzkumu je objekt založen v prostředí proterozoických mírně zvětralých hornin G typu Pr2
- hladina podzemní vody se nachází v úrovni cca 1,50 m (508,21 m n. m.) pod povrchem terénu, ustálila se v hloubce 1,30 m (508,41 m n. m.)
- podle rozboru podzemní vody je kapalně prostředí slabě agresivní (stupeň X A1) vůči betonovým konstrukcím

Stavebnětechnický průzkum:

- výsledky průzkumu jsou podrobně prezentovány v kapitole č. 7 a v přílohách zprávy
- tloušťka opěry Vlkov je v místě vrtu V1 cca **2,00 m**
- základová spára opěry Vlkov je v místě vrtu Š1 cca **7,50 m** pod spodním lícem vrcholu klenby
- tloušťka klenby je v místě vrtu K1 cca **1,10 m**
- tloušťka opěry Křižanov je v místě vrtu V2 cca **2,00 m**
- základová spára opěry Křižanov je v místě vrtu Š2 cca **7,85 m** pod spodním lícem vrcholu klenby
- tloušťka klenby je v místě vrtu K2 cca **1,37 m**
- tloušťka klenby je v místě vrtu K3 cca **1,25 m**
- beton spodní stavby opěry Vlkov lze zatřídit dle ČSN 731201 jako **B 10**, dle ČSN EN 206-1 pak jako **C 8/10**
- beton nosné konstrukce klenby nad opěrou Vlkov lze zatřídit dle ČSN 731201 jako **B 10**, dle ČSN EN 206 pak jako **C 8/10**
- beton spodní stavby opěry Křižanov lze zatřídit dle ČSN 731201 jako **B 15**, dle ČSN EN 206+A1 pak jako **C 12/15**
- beton nosné konstrukce klenby nad opěrou Křižanov vlevo lze zatřídit dle ČSN 731201 jako **B 10**, dle ČSN EN 206+A1 pak jako **C 8/10**
- beton nosné konstrukce klenby nad opěrou Křižanov vpravo lze zatřídit dle ČSN 731201 jako **B 25**, dle ČSN EN 206+A1 pak jako **C 20/25**
- pevnost povrchových vrstev betonu v tahu opěry Vlkov je **1,53 MPa**, opěry Křižanov pak **2,09 MPa**
- pevnost povrchových vrstev betonu v tahu klenby nad opěrou Vlkov je **1,89 MPa**, klenby nad opěrou Křižanov pak **1,62 MPa**
- v lícové vrstvě betonu opěr je průměrný obsah chloridových iontů nízký a splňuje požadavky ČSN EN 206+A2



**PŘÍLOHOVÁ ČÁST****SO 01-19-06****Žst. Vlkov u Tišnova, Most v km 50,253**

Obsah:

Situace sond, měřítko 1:1000

Geologická dokumentace IG vrtu

Schéma umístění diagnostických vrtů a zkoušek v rámci konstrukce

Schéma kopaných sond pro ověření rozměrů křídel

Dokumentace diagnostických vrtů

Stanovení přilnavosti vrstev a pevnosti v tahu povrchových vrstev

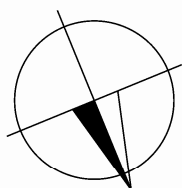
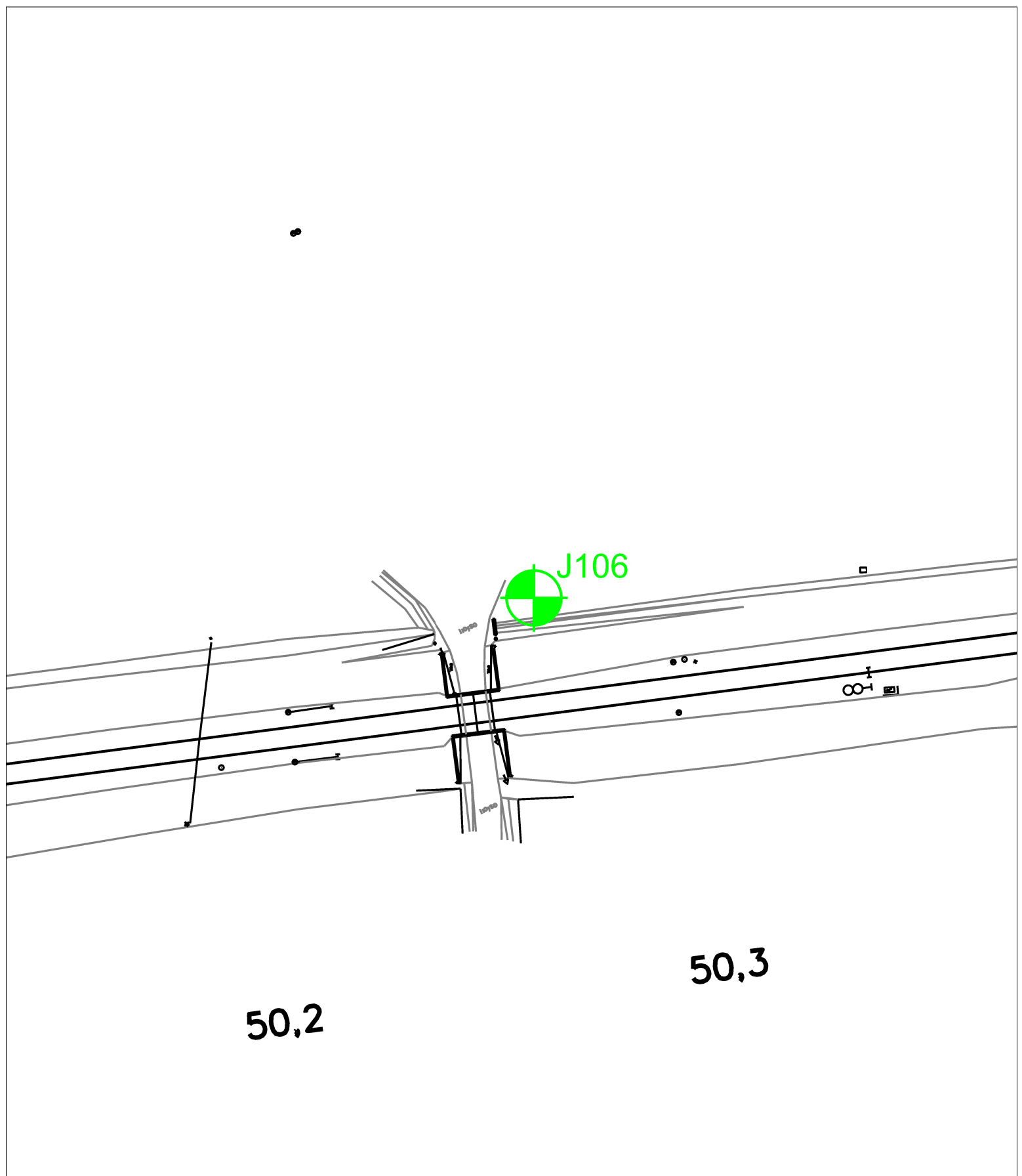
Výsledky měření hloubky karbonátce

Výsledky laboratorních zkoušek

Zpráva o provedení zkoušek mrazuvzdornosti betonu

Fotodokumentace

Název zakázky:	Vlkov u Tišnova – Křižanov, doplňkový GTP		
Číslo zakázky:	2021–074	Objednatel:	SUDOP BRNO, spol. s r.o.
Datum:	05/2022	Zpracoval:	Mgr. Vladimír Vála
Počet stran:	42	Schválil:	Mgr. Filip Dudík



Vysvětlivky:



- inženýrskogeologický jádrový vrt

SITUACE PRŮZKUMNÝCH SOND, MĚŘÍTKO 1:1000  
SO 01-19-06 ŽST. VLKOV U TIŠNOVA, MOST V KM 50,253

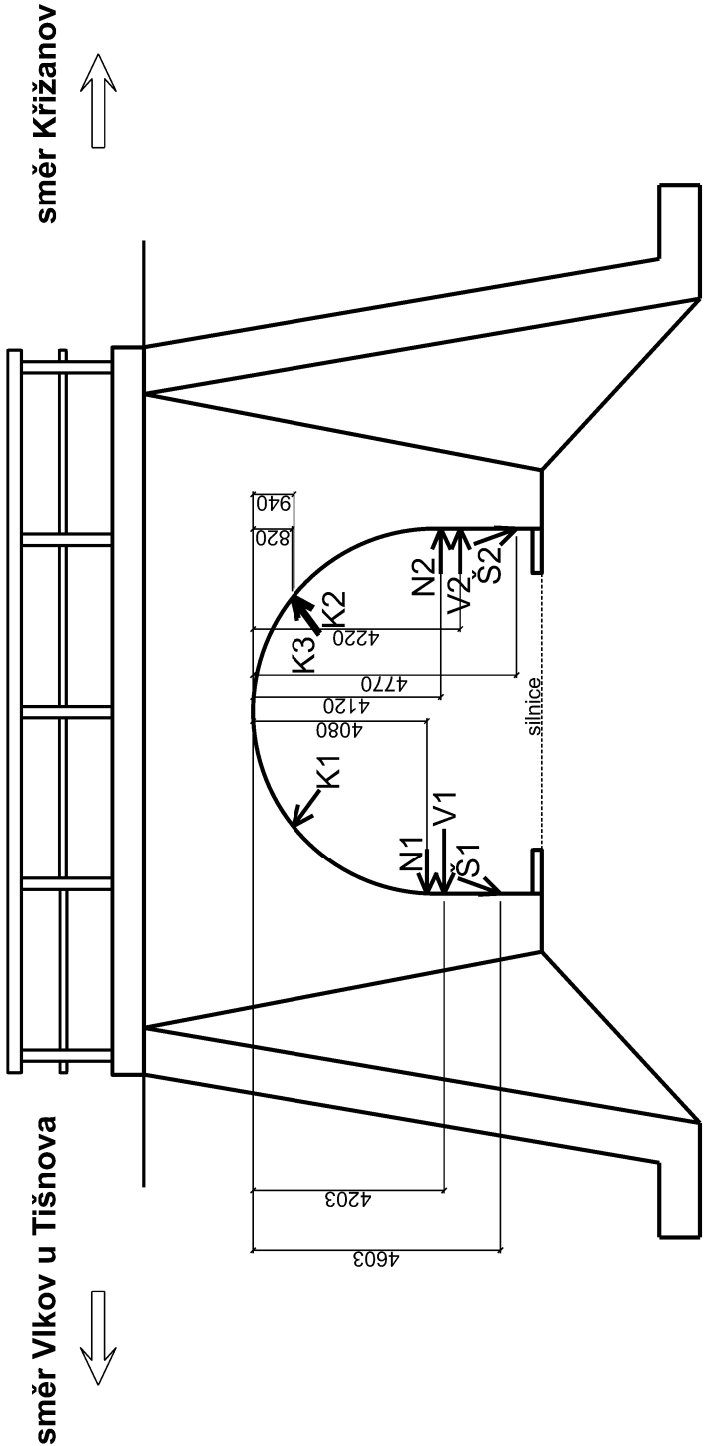
GeoTec-GS, a.s. Chmelová 2920/6 106 00 Praha 10	Vlkov u Tišnova - Křižanov, doplňkový GTP	2021-074	Vypracoval: Mgr. Vladimír Vala	Příloha: 1
---	--	----------	-----------------------------------	---------------



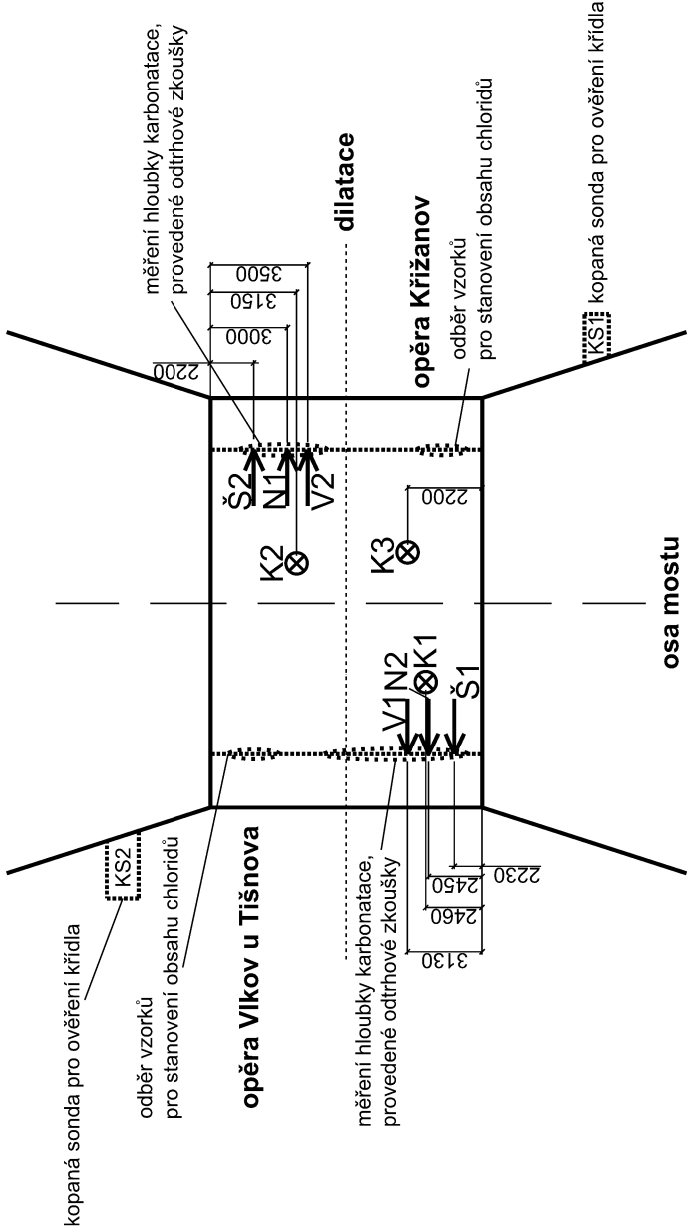
Žst. Vlkov u Tišnova, most v ev. km 50,253

Schéma umístění diagnostických zkoušek v rámci konstrukce

Pohled



Půdorys

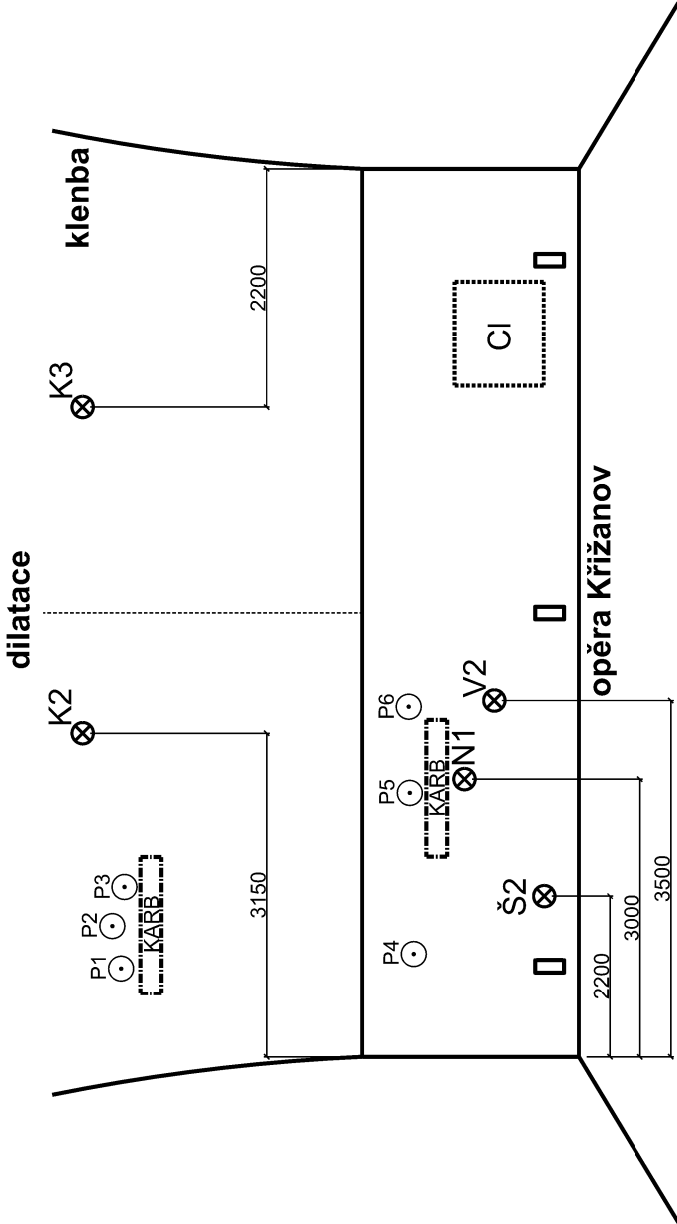
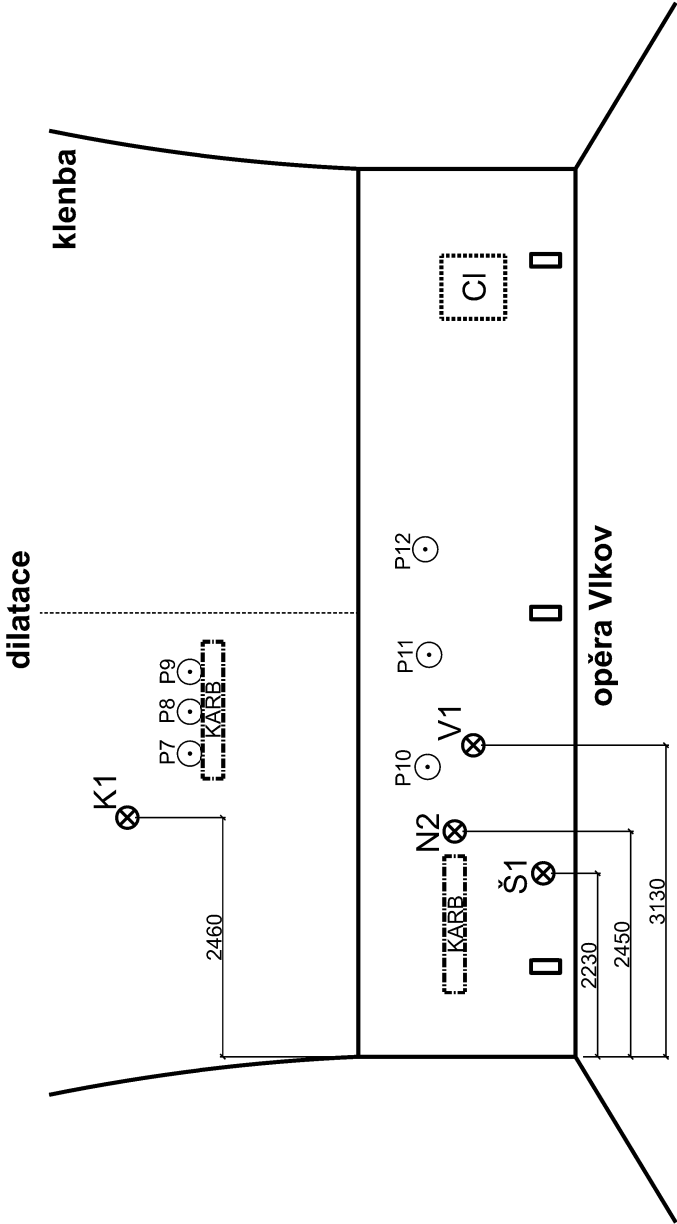


Vysvětlivky:

- ↑ ⊗ - umístění diagnostického vrtu
- V1 - vodorovný vrt
- Š1 - šikmý vrt
- K1 - vrt do klenby
- N1 - návrt pro odběr vzorku

- CI - odběr vzorků pro stanovení obsahu chloridů
- KARB - měření hloubky karbonatce
- P1 - místo provedení odtrhové zkoušky

Poznámka: rozměry jsou uváděny v mm



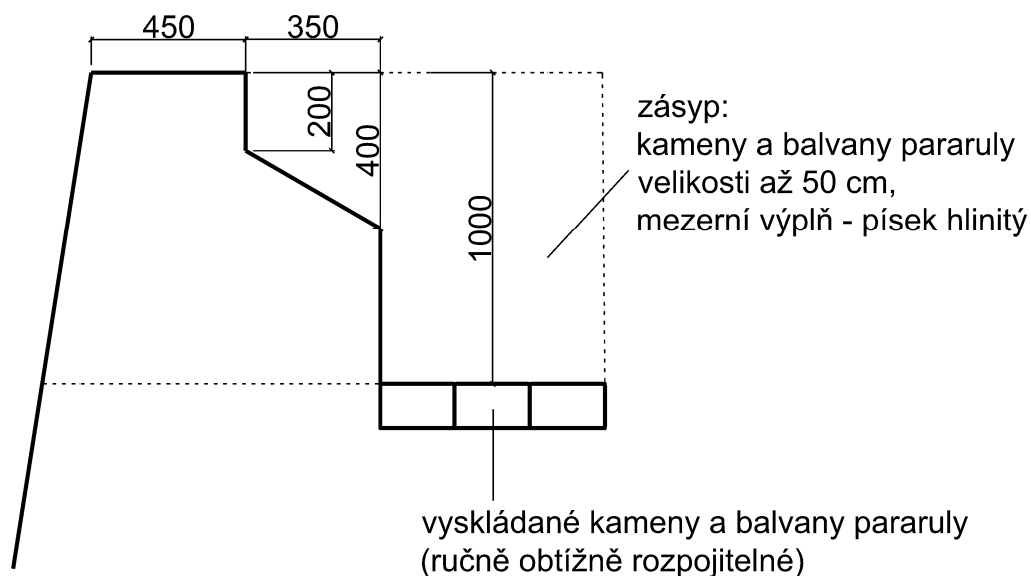
Název zakázky:  
Číslo zakázky:

Vlkov u Tišnova - Křižanov, doplňkový GTP  
2021-074

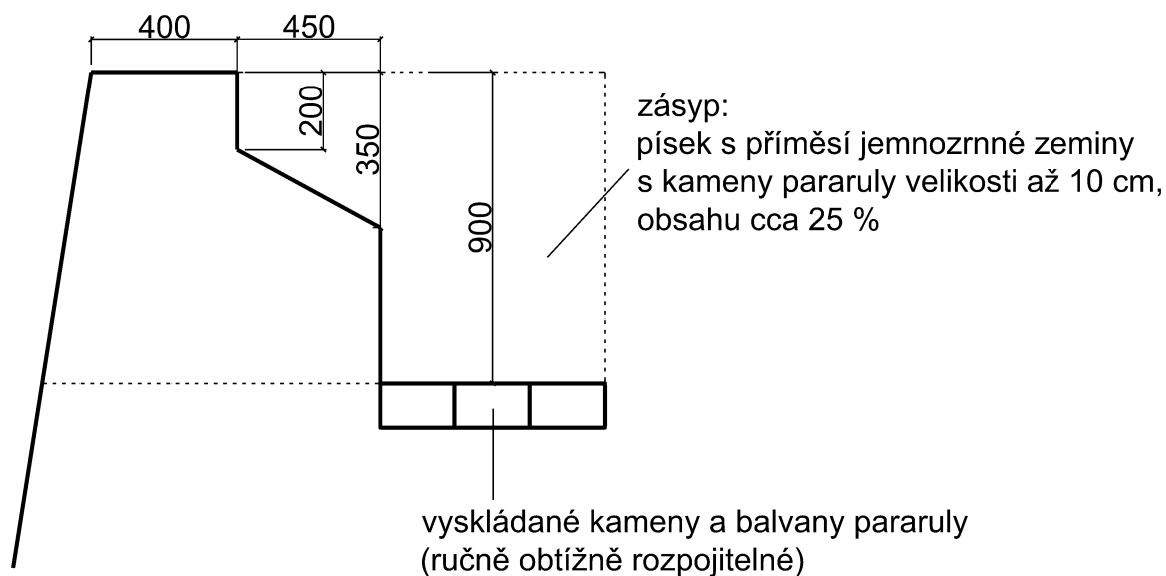
## Žst. Vlkov u Tišnova, most v ev. km 50,253

### Schéma kopaných sond provedených pro ověření rozměrů křídel

#### Kopaná sonda KS1 u levého křídla u opěry Vlkov



#### Kopaná sonda KS2 u pravého křídla u opěry Křižanov



**Objekt: Most v ev. km 50,253****Sonda : Š1**

Lokalizace vrtu : opěra Vlkov

Hloubeno dne : 16.12.2015

Výška ústí vrtu : 4,603 m pod vrcholem klenby

Souprava : HILTI DD200 / 80

Úklon vrtu od svislé : 20°

Dokumentoval : M. Záruba

Hloubka [m]

ve směru vrtu

od do

0,00 - 3,05

**Beton** - nehomogenní, pevný, se středním obsahem pojiva, světle šedý až béžový, pórovitý, s proměnlivým obsahem písčité frakce - v 0,00-0,90 m s převahou těžného pískukamenivo: drcené (70%) a těžné (30%), o velikosti do cca 6 cmvýnos: v podobě kusů jader délky 10 - 45 cm (90%) a rozvrtaných úlomků kamene do vel. cca 5 cm (10%), výnos 100%

3,05 - 3,40

**Pararula** - silně zvětřalá, rezavě hnědá, limonitizovaná, kladivem lehce rozbitelná (třída R4)

Odebrané vzorky : J (beton) - 0,00 - 3,05 m, jádro sloučeno s jádrem z vrtu V1

Vodní tlaková zkouška : -

Poznámka : základová spára zastižena v hloubce cca 3,05 m

**Objekt: Most v ev. km 50,253****Sonda : V1**

Lokalizace vrtu : opěra Vlkov

Hloubeno dne : 16.12.2015

Výška ústí vrtu : 4,203 m pod vrcholem klenby

Souprava : HILTI DD200 / 80

Úklon vrtu od svislé : 90°

Dokumentoval : M. Záruba

Hloubka [m]

ve směru vrtu

od do

0,00 - 2,00

**Beton** - nehomogenní, proměnlivě pevný, se středním obsahem pojiva, světle šedý, pórovitý, s proměnlivým obsahem písčité frakce - v 0,00-1,10 m s převahou těžného pískukamenivo: drcené (40%) a těžné (60%), o velikosti do cca 6 cmvýnos: v podobě kusů jader délky 10 - 50 cm (90%) a rozvrtaných úlomků betonu do vel. cca 5 cm (10%), výnos 100%

2,00 - 2,05

**Propad** vrtného nářadí

2,05 - 2,40

**Kamenná rovinina** - uložen úlomek granitu o délce cca 20 cm a vel. přes průměr vrtu (80%), granit navětralý, tvrdý, šedohnědý, limonitizovaný

Odebrané vzorky : J (beton) - 0,00 - 2,60 m, jádro sloučeno s jádrem z vrtu Š1

Vodní tlaková zkouška : -

Poznámka : rub opěry zastižen v hloubce cca 2,00 m

**Objekt: Most v ev. km 50,253****Sonda : K1**

Lokalizace vrtu : vrt do klenby ve směru Vlkov

Hloubeno dne : 16.12.2015

Výška ústí vrtu : cca v ¼ délky oblouku klenby

Souprava : HILTI DD200 / 80

Úklon vrtu od svislé : 45°

Dokumentoval : M. Záruba

Hloubka [m]

ve směru vrtu

od do

0,00 - 1,09

**Beton** - nehomogenní, nepravidelně a málo pevný, se středním obsahem pojiva, světle šedý, pórovitý, s proměnlivým obsahem písčité frakcekamenivo: drcené (30%) a těžené (70%), o velikosti do cca 6 cmvýnos: v podobě kusů jader délky cca 10-40 cm, výnos 100%

1,09

**Hydroizolace** - asfaltová, tl. cca 5 mm

1,09 - 1,15

**Betonový potěr**

1,15

**Hydroizolace** - asfaltová, tl. cca 5 mm

1,15 - 1,20

**Betonový potěr**1,20 - 1,40**Štěrk hlinitý** - hnědý, úlomky hornin o vel. do cca 1 cm, ojediněle až 5 cm, jemnozrnná výplň vrtáním vyplavena

Odebrané vzorky : J (beton) - 0,00 - 0,75 m

Vodní tlaková zkouška : -

Poznámka : rub klenby zastižen v hloubce cca 1,09 m

**Most v km 50,253**

Lokalizace vrtu: opěra Křižanov  
Výška ústí vrtu: 4,22 m pod vrcholem klenby  
Úklon vrtu od svislé: 90°

**Sonda: V2**

Hloubeno dne: 2.12.2021  
Souprava: HILTI DD350 Ø 80 cm  
Dokumentoval: Vala

Hloubka [m]

ve směru vrtu

od do  
0,00 - 2,00

**Beton opěry mostu** – nehomogenní, proměnlivě pevný, bez mezer, světle šedý až béžový, pórovitý, se středním množstvím pojiva

Kamenivo: drcené a těžené, ostrohranné úlomky velikosti až 5 cm

Výnos: 100 %, v podobě celých kusů jádra velikosti 10-33 cm a úlomků velikosti 2-6 cm

2,00 - 2,80

**Kamenný zásyp** – úlomky žuly a pararuly velikosti 2-8 cm

Odebrané vzorky: V2 – 0,00-2,00 m

Vodní tlaková zkouška: -

Poznámka: Rub opěry zastižen v hloubce 2,00 m.

**Most v km 50,253**

Lokalizace vrtu: opěra Křižanov  
Výška ústí vrtu: 4,77 m pod vrcholem klenby  
Úklon vrtu od svislé: 20°

**Sonda: Š2**

Hloubeno dne: 2.12.2021  
Souprava: HILTI DD350 Ø 80 cm  
Dokumentoval: Vala

Hloubka [m]

ve směru vrtu

od do  
0,00 - 3,30

**Beton opěry mostu** – nehomogenní, proměnlivě pevný, místy mezerovitý, světle šedý až béžový, pórovitý, s dostatečným množstvím pojiva

Kamenivo: drcené a těžené, ostrohranné úlomky a kameny velikosti až 8 cm

Výnos: 100 %, v podobě celých kusů jádra velikosti 10-45 cm

3,30 - 4,00

**Pararula mírně zvětralá** – okrově hnědá a šedá, vrstevnatá, silně slídnatá, na plochách odlučnosti je limonitizovaná, lze snadno až středně těžce rozbít kladivem

Odebrané vzorky: Š2 – 0,00-3,00 m

Vodní tlaková zkouška: -

Poznámka: Základová spára byla zastižena v hloubce 3,30 m.



**Most v km 50,253**

Lokalizace vrtu: opěra Křižanov  
Výška ústí vrtu: 0,94 m pod vrcholem klenby  
Úklon vrtu od svislé: 45°

**Sonda: K2**

Hloubeno dne: 2.12.2021  
Souprava: HILTI DD350 Ø 80 cm  
Dokumentoval: Vala

**Hloubka [m]**

ve směru vrtu

od do

0,00 - 1,37

**Beton klenby** – prostý, nehomogenní, nepravidelně pevný, mezerovitý, béžový až šedý, pórovitý, se středním množstvím pojiva

Kamenivo: drcené a těžené, ostrohranné úlomky velikosti až 5 cm

Výnos: 100 %, v podobě celých kusů jádra velikosti až 40 cm a úlomků velikosti 0,5-6 cm

1,37 - 1,38

**Hydroizolace** – asfaltová, černá, tloušťky cca 1 cm

1,38 - 1,43

**Betonový potěr**

1,43 - 1,55

**Štěrka hlinitý** – středně ulehlý, hnědý, ostrohranné a poloopravené úlomky velikosti do 3 cm, výplň tvoří písek, hlína a horninová drť, místy zajiřovaný

Odebrané vzorky: K2 – 0,60-1,37 m

Vodní tlaková zkouška: -

Poznámka: Rub klenby zastižen v hloubce 1,37 m.

**Most v km 50,253**

Lokalizace vrtu: opěra Křižanov  
Výška ústí vrtu: 0,82 m pod vrcholem klenby  
Úklon vrtu od svislé: 45°

**Sonda: K3**

Hloubeno dne: 2.12.2021  
Souprava: HILTI DD350 Ø 80 cm  
Dokumentoval: Vala

**Hloubka [m]**

ve směru vrtu

od do

0,00 - 1,25

**Beton klenby** – prostý, nehomogenní, nepravidelně pevný, mezerovitý, béžový až šedý, pórovitý, se středním množstvím pojiva

Kamenivo: drcené a těžené, ostrohranné úlomky velikosti až 5 cm

Výnos: 100 %, v podobě celých kusů jádra velikosti až 40 cm a úlomků velikosti 0,5-6 cm

1,25 - 1,26

**Hydroizolace** – asfaltová, černá, tloušťky cca 1 cm

1,26 - 1,31

**Betonový potěr**

1,31 - 1,32

**Hydroizolace** – asfaltová, černá, tloušťky cca 1 cm

1,32 - 1,38

**Betonový potěr**

1,38 - 2,00

**Štěrk hlinitý** – středně uhlý, hnědý, ostrohranné a poloopravené úlomky velikosti do 3 cm, výplň tvoří písek, hlína a horninová drť, místy zajílovaný

Odebrané vzorky: K3 – 0,00-1,25 m

Vodní tlaková zkouška: -

Poznámka: Rub klenby zastižen v hloubce 1,25 m.

**Most v km 50,253**

Lokalizace vrtu: opěra Křižanov  
Výška ústí vrtu: 4,08 m pod vrcholem klenby  
Úklon vrtu od svislé: 90°

**Sonda: N1**

Hloubeno dne: 2.12.2021  
Souprava: HILTI DD350 Ø 80 cm  
Dokumentoval: Vala

Hloubka [m]

ve směru vrtu

od do  
0,00 - 0,30

**Beton opěry mostu** – nehomogenní, proměnlivě pevný, bez mezer, světle šedý až béžový, pórovitý, se středním množstvím pojiva

Kamenivo: drcené a těžené, ostrohranné úlomky velikosti až 5 cm

Výnos: 100 %, v podobě celého kusu jádra velikosti 30 cm

Odebrané vzorky: N1 – 0,00-0,30 m

Vodní tlaková zkouška: -

Poznámka: Návrh provedený za účelem odběru vzorku betonu pro stanovení mrazuvzdornosti.

**Most v km 50,253**

Lokalizace vrtu: opěra Vlkov  
Výška ústí vrtu: 4,12 m pod vrcholem klenby  
Úklon vrtu od svislé: 90°

**Sonda: N2**

Hloubeno dne: 2.12.2021  
Souprava: HILTI DD350 Ø 80 cm  
Dokumentoval: Vala

Hloubka [m]

ve směru vrtu

od do  
0,00 - 0,35

**Beton opěry mostu** – nehomogenní, proměnlivě pevný, bez mezer, světle šedý až béžový, pórovitý, se středním množstvím pojiva

Kamenivo: drcené a těžené, ostrohranné úlomky velikosti až 5 cm

Výnos: 100 %, v podobě celého kusu jádra velikosti 35 cm

Odebrané vzorky: N2 – 0,00-0,35 m

Vodní tlaková zkouška: -

Poznámka: Návrh provedený za účelem odběru vzorku betonu pro stanovení mrazuvzdornosti.

# **PROTOKOL O ZKOUŠKÁCH**

**Stanovení přilnavosti vrstev a pevnosti v tahu povrchových vrstev dle ČSN 73 62 42, příloha B**

Název zakázky:	Vlkov u Tišnova - Křižanov, doplňkový GTP
Číslo zakázky:	2021-074
Objekt:	Most v km 50,253
Zhotovitel zkoušek:	GeoTec - GS, a.s., Chmelová 2920/6, 106 00 Praha 10
Objednatel zkoušek:	SUDOP BRNO, spol. s r.o.
Zkušební zařízení:	Proceq DY/2
Rozměr terče, průměr:	50mm
Druh lepidla:	MC-Quicksolid

## **Identifikace měřeného místa a příprava zkoušek**

Označení zkoušky	Měřené místo, část konstrukce	Datum přípravy místa a lepení terče	Hloubka návrtu	Teplota ovzduší	Teplota povrchu konstrukce	Pracovník provádějící zkoušky
-	-	-	[mm]	[°C]	[°C]	-
P1	dřík klenby Křižanov	02.12.2021	5	3°C	2.5°C	P. Vávra
P2	dřík klenby Křižanov	02.12.2021	5	3°C	2.5°C	P. Vávra
P3	dřík klenby Křižanov	02.12.2021	5	3°C	2.5°C	P. Vávra
P4	dřík opěry Křižanov	02.12.2021	5	3°C	2.5°C	P. Vávra
P5	dřík opěry Křižanov	02.12.2021	5	3°C	2.5°C	P. Vávra
P6	dřík opěry Křižanov	02.12.2021	5	3°C	2.5°C	P. Vávra
P7	dřík klenby Vlkov	02.12.2021	5	3°C	2.5°C	P. Vávra
P8	dřík klenby Vlkov	02.12.2021	5	3°C	2.5°C	P. Vávra
P9	dřík klenby Vlkov	02.12.2021	5	3°C	2.5°C	P. Vávra
P10	dřík opěry Vlkov	02.12.2021	5	3°C	2.5°C	P. Vávra
P11	dřík opěry Vlkov	02.12.2021	5	3°C	2.5°C	P. Vávra
P12	dřík opěry Vlkov	02.12.2021	5	3°C	2.5°C	P. Vávra

## **Výsledky zkoušek:**

Označení zkoušky	Měřené místo, část konstrukce	Rychlost zatěžování	Pevnost v tahu $R_t$	Popis druhu a plochy lomové plochy	Datum zkoušky
-	-	[Mpa / s]	[MPa]	-	-
P1	dřík klenby Křižanov	0.189	0.99	60% A, 20% -Y, 20% Y/Z	03.12.2021
P2	dřík klenby Křižanov	0.200	1.13	70% A, 20% -Y, 10% Y/Z	03.12.2021
P3	dřík klenby Křižanov	0.214	1.62	65% A, 30% -Y, 5% Y/Z	03.12.2021
P4	dřík opěry Křižanov	0.215	1.69	95% -Y, 5% A	03.12.2021
P5	dřík opěry Křižanov	0.216	1.52	100% A	03.12.2021
P6	dřík opěry Křižanov	0.225	3.06	neodtrženo, dosažena maximální síla	03.12.2021
P7	dřík klenby Vlkov	0.218	1.95	100% A	03.12.2021
P8	dřík klenby Vlkov	0.221	2.32	100% -Y	03.12.2021
P9	dřík klenby Vlkov	0.213	1.40	100% A	03.12.2021
P10	dřík opěry Vlkov	0.210	1.53	100% -Y	03.12.2021
P11	dřík opěry Vlkov	0.216	1.87	100% A	03.12.2021
P12	dřík opěry Vlkov	0.204	1.19	100% A	03.12.2021

## **Střední hodnota pevnosti v tahu:**

Celek	Vymezení celku	Počet hodnot v celku	Průměrná pevnost v tahu $R_{t,prum}$	Poznámka k vyhodnocení:
1	klenba Křižanov	3	<b>1.62</b>	beton je v lici pevný, drsný a mírně degradovaný
2	opěra Křižanov	3	<b>2.09</b>	beton je v lici pevný, drsný a mírně degradovaný
3	klenba Vlkov	3	<b>1.89</b>	beton je v lici pevný, drsný a mírně degradovaný
4	opěra Vlkov	3	<b>1.53</b>	beton je v lici pevný, drsný a mírně degradovaný

Poznámky: zařídění lomových ploch dle ČSN 73 6242, Tabulky B.2:

A - kohezní porucha podkladu	Y - kohezní porucha lepidla
-Y - porušení adheze mezi poslední vrstvou (betonem) a lepidlem terče	Y/Z - porušení adheze mezi lepidlem a terčem

Zkušební místa P1 a P2 byla vyloučena z vyhodnocení z důvodu > 25 % lomové plochy skupiny -Y; Y nebo Y/Z při současně  $R_t < 1,4$  MPa.

## **Prohlášení:**

Prohlašujeme, že výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušeného předmětu v příslušném místě a reprezentují jeho stav v době provádění zkoušky. Bez písemného souhlasu zhotovitele zkoušek se nesmí tento protokol reprodukovat jinak, než celý.

**Příloha č. 6****Výsledky měření hloubky karbonátace**

Zhotovitel zkoušek:	GeoTec - GS, a.s., Chmelová 2920/6, 106 00 Praha 10
Objednatel zkoušek:	SUDOP BRNO, spol. s r.o.
Pracovník provádějící zkoušky:	Vávra, Vala
Název zakázky:	Vlkov u Tišnova - Křižanov, doplňkový GTP
Číslo zakázky:	2021-074
Objekt:	Most v km 50,253
Zkoušené části konstrukce:	klenba, opěra
Zkušební postup:	ve shodě s ČSN EN 14630
Datum, čas zkoušky, počasí:	02.12. 2021, 09:50, zataženo 3°C

**Výsledky měření hloubky karbonátace**

Měřené místo		Počet měření	Zjištěné dílčí hloubky karbonátace na prvcích [mm]											
1	klenba (Křižanov)	12	65	74	68	62	65	44	68	73	77	30	35	75
2	opěra (Křižanov)	12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	klenba (Vlkov)	12	39	44	35	12	48	54	20	30	71	55	28	35
4	opěra (Vlkov)	12	41	60	51	43	29	75	66	81	67	78	71	87

**Statistické vyhodnocení měření hloubky karbonátace**

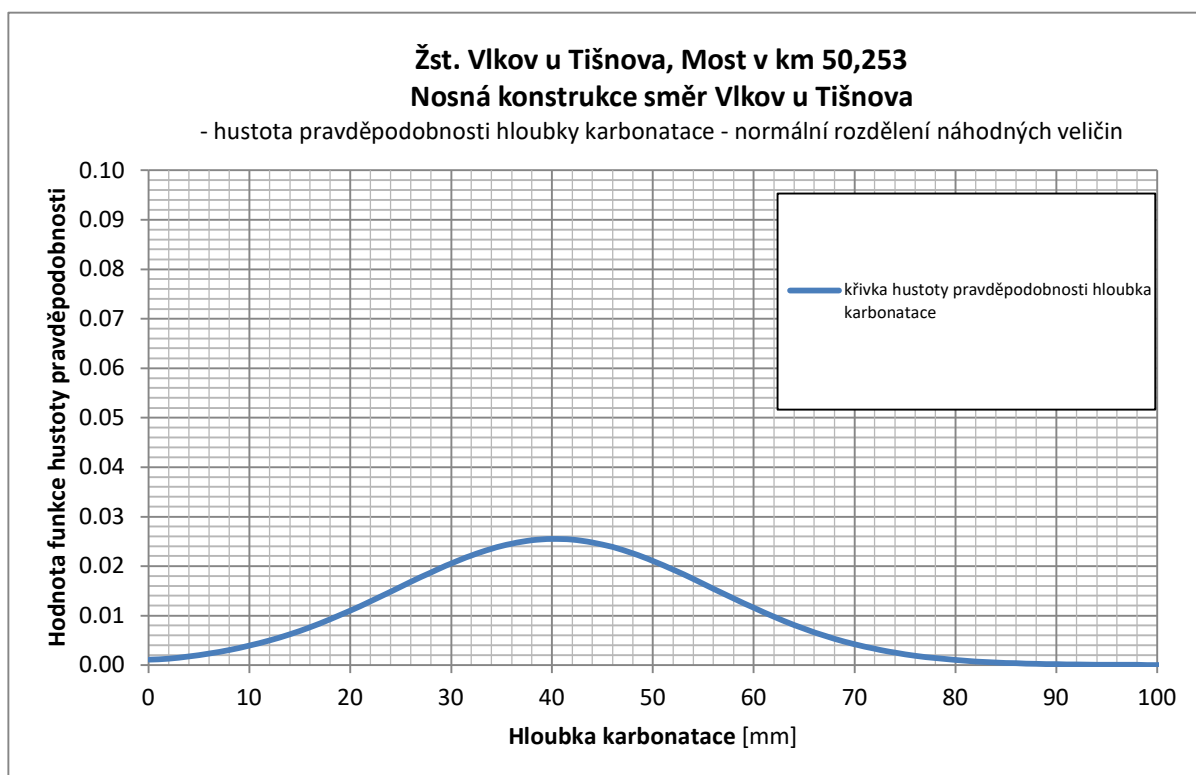
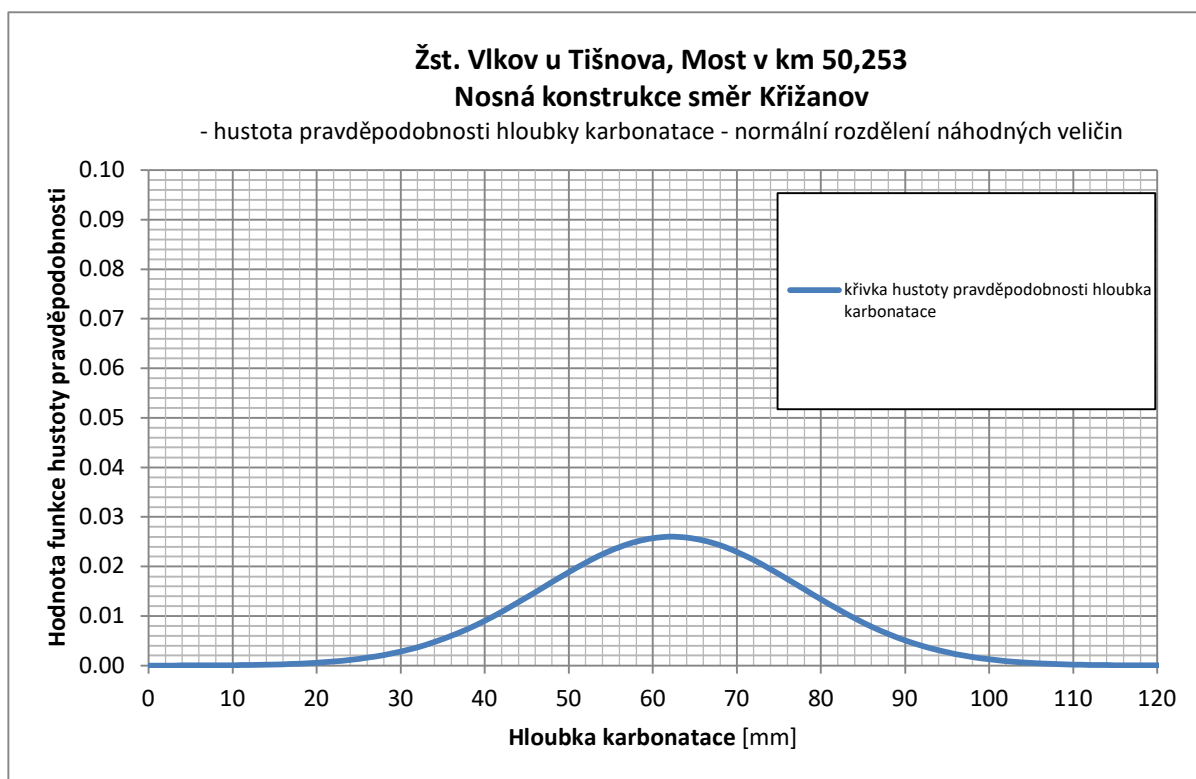
Měřené místo		Počet měření	Min. hloubka karbonátace [mm]	Max. hloubka karbonátace [mm]	Průměrná hloubka karbonátace celková [mm]	Medián hloubky karbonátace [mm]	Variační koeficient celkový	Směrodatná odchylka celková
1	klenba (Křižanov)	12	30	77	61.3	66.5	0.25	15.33
2	opěra (Křižanov)	12	100	100	100.0	100	0.00	0.00
3	klenba (Vlkov)	12	12	71	39.3	37	0.40	15.64
4	opěra (Vlkov)	12	29	87	62.4	66.5	0.28	17.19

Poznámka:

opěra (Křižanov) - hloubka návrtu **>100 mm** (větší než velikost použitého vrtáku):  
nedošlo k červenofialovému zbarvení, pH je nižší než 9,5, **výztuž koroduje!!!**

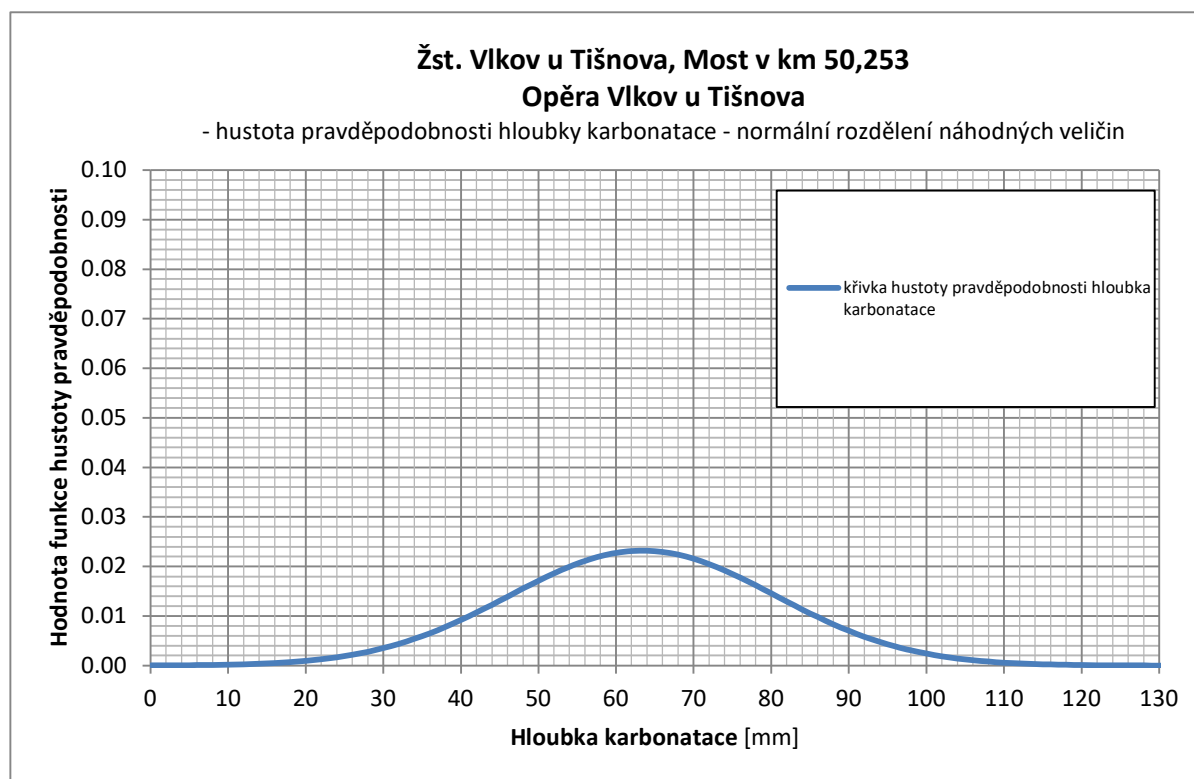
**Příloha č. 7.1**

**Hustota pravděpodobnosti hloubky karbonátce**



**Příloha č. 7.2**

**Hustota pravděpodobnosti hloubky karbonátce**



Název zakázky: Vlkov u Tišnova - Křižanov, DGTP

Číslo zakázky: 2021-074

**PROTOKOL O ZKOUŠCE Č. 19/B/21/ZR/km 50,253  
FYZIKÁLNÍ A INDEXOVÉ VLASTNOSTI ZEMIN**

**Identifikace zkušebních postupů:** Stanovení zrnitosti zemin dle ČSN EN ISO 17892-4  
Stanovení vlhkosti zemin dle ČSN EN ISO 17892-1  
Stanovení meze tekutosti a meze plasticity, indexu plasticity a stupně konzistence dle ČSN EN ISO 17892-12  
Stanovení kapilární vztlakovosti dle PP-05  
Stanovení čísla nestejnozrnnosti a čísla křivosti dle PP-06

**Identifikační údaje objednatele:** GeoTec-GS, a.s., Chmelová 2920/6, 106 00 Praha 10

**Odběr vzorků:** Mgr. Vala V., Mgr. Jaroš O., Láška M., Kočan J., Holub L.  
**Datum odběru vzorků:** 08.09.-12.11.2021  
**Datum převzetí vzorků v laboratoři:** 17.09.-26.11.2021  
**Zkoušku provedl:** Haráková D., Ledinová L., Bc. Němcová I., Bc. Oulehla V., Bc. Petříková I.  
**Datum zpracování zakázky:** 01.11.2021-07.01.2022  
**Celkový počet stran:** 2

Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře nesmí být tento protokol reprodukován jinak, než celý. Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků.

Laboratoř neodpovídá za odběr vzorků. Výsledky zkoušek se vztahují na vzorky v dodaném stavu. Informace o odběru vzorku dodal zákazník.

**Související dokumenty a normy:**

ČSN EN ISO 14688-2: Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatřídování zemin – Část 2: Zásady pro zatřídování, 2005\*

ČSN 73 6133: Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací + Z1

ČSN 72 1002: Klasifikace zemin pro dopravní stavby, 1993\*

Výše uvedené zkušební postupy jsou prováděny v prostorách laboratoře GeoTec-GS, a.s. Laboratoř mechaniky zemin, hornin a polních zkoušek, sídlící na ulici Franzova 922/70 v Brně.

Při interpretaci a výroku o shodě nejsou uvažovány hodnoty nejistot.

**Poznámky:**

Křivky zrnitosti zemin jsou získány z hodnot stanovených na základě postupu dle ČSN EN ISO 17892-4. Zatřídění zemin je provedeno na základě křivky zrnitosti zemin dle klasifikace dle ČSN 73 6133 "Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací" a dle ČSN EN ISO 14688-2 "Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatřídování zemin – Část 2: Zásady pro zatřídování".<sup>1)</sup>

Vhodnost do násypu a pro podloží vozovky byla stanovena dle ČSN 73 6133.<sup>1)</sup>

Scheibleho kritérium namrzavosti je uvedeno dle ČSN 72 1002\*.<sup>1)</sup>

Filtrační součinitel byl stanoven výpočtem dle Jákyho.<sup>2)</sup>

V případě, že není laboratorně stanovena hodnota zdánlivé hustoty pevných částic, byla do výpočtu použita odhadnutá hodnota:  $2,7 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$  pro jemnozrné zeminy a  $2,65 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$  pro hrubozrné zeminy.

\* neplatná norma

<sup>1)</sup> charakter interpretace

<sup>2)</sup> mimo rozsah akreditace

Datum vystavení protokolu:

07.01.2022

Protokol vystavil a schválil:

Mgr. Pavlína Frýbová, Ph.D.  
vedoucí laboratoře





Název zakázky: Vlkov u Tišnova - Křižanov, DGTP

Číslo zakázky: 2021-074

### PROTOKOL O ZKOUŠCE Č. 19/B/21/ZR/km 50,253 FYZIKÁLNÍ A INDEXOVÉ VLASTNOSTI ZEMIN

Označení sondy: **J106**  
 Hloubka sondy [m]: **2,6-2,9**  
 Číslo vzorku: **6602**  
 Objekt: **Most v km 50,253**  
 Typ vzorku: **porušený**

#### VÝSLEDKY LABORATORNÍCH ZKOUŠEK

Vlhkost dle ČSN EN ISO 17892-1	$w$	[%]	42,3
Mez tekutosti dle ČSN EN ISO 17892-12	$w_L$	[%]	59
Mez plasticity dle ČSN EN ISO 17892-12	$w_P$	[%]	42
Index plasticity dle ČSN EN ISO 17892-12	$I_P$	[%]	17
Stupeň konzistence dle ČSN EN ISO 17892-12	$I_C$	[-]	0,96
Číslo nestejnozrnnosti	$C_u$	[-]	---
Číslo křivosti	$C_c$	[-]	---
Posouzení kapilární vztlakovosti dle ČSN 72 1002	$H_s$	[m]	2,85
	$H_{max}$	[m]	9,70

#### VÝSLEDKY DALŠÍCH HODNOCENÍ

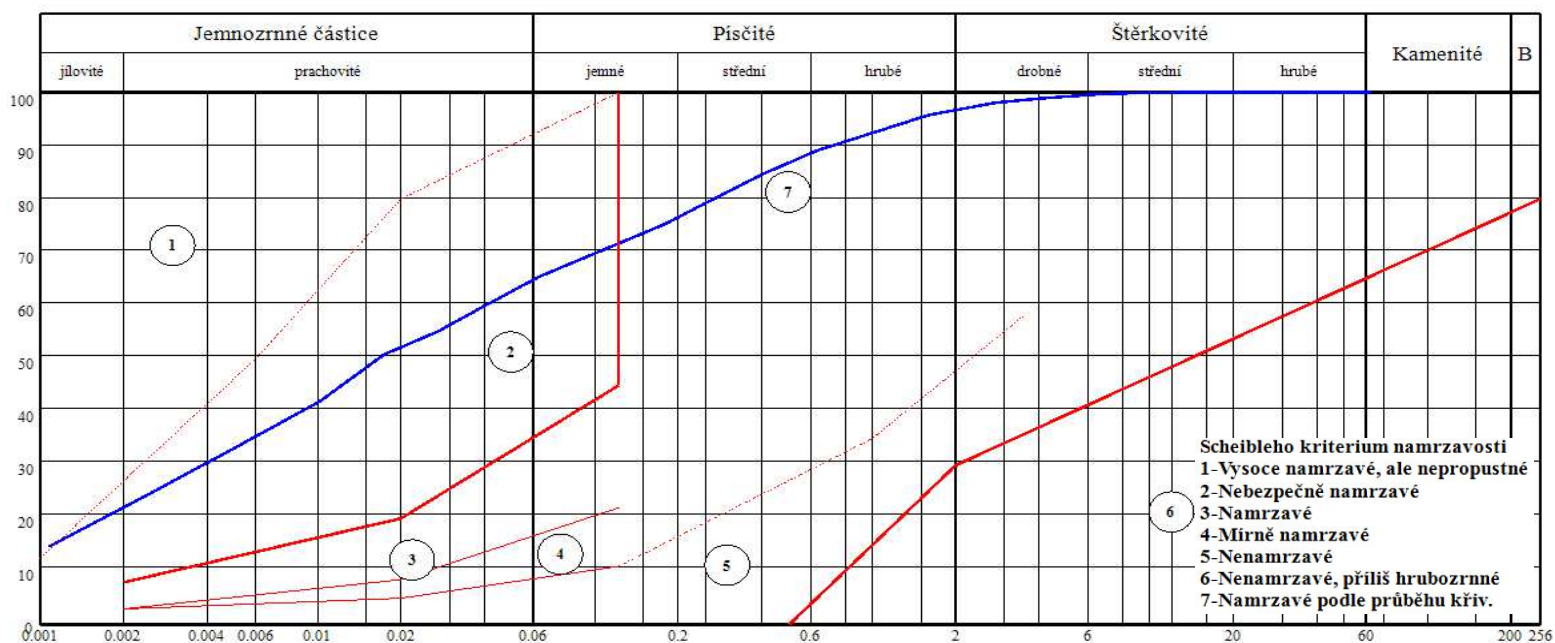
Klasifikace dle ČSN 73 6133 <sup>1)</sup>			<b>F3 MS</b>
Klasifikace dle ČSN EN ISO 14688-2 <sup>1)</sup>			<b>sasiCl</b>
Vhodnost do násypu dle ČSN 73 6133 bez úpravy zeminy <sup>1)</sup>			PV
Vhodnost pro podloží vozovky (pro aktivní zónu) dle ČSN 73 6133 bez úpravy zeminy <sup>1)</sup>			PV
Filtrační součinitel dle Jákyho <sup>2)</sup>	$k$	[m/s]	2,79E-08

Poznámky:

V - vhodný

PV - podmíněčně vhodný

N - nevhodný



Název zakázky: Vlkov u Tišnova - Křižanov, DGTP

Číslo zakázky: 2021-074

**PROTOKOL O ZKOUŠCE Č. 19/B/21/PLT/50,253  
PEVNOST V TLAKU METODOU DRCENÍ PŘI BODOVÉM ZATÍŽENÍ (PLT)**

**Identifikace zkušebních postupů:** Determination of the Point Load Strength Index of Rock and Application to Rock Strength Classifications, ASTM D5731-16, čl. 1-10  
Stanovení vlhkosti kameniva dle ČSN EN 1097-5  
Stanovení objemové hmotnosti dle PP-04

Identifikační údaje objednatele: GeoTec-GS, a.s., Chmelová 2920/6, 106 00 Praha 10

Odběr vzorků: Mgr. Vala V., Mgr. Jaroš O.  
Datum odběru vzorků: 08.09.-02.12.2021  
Datum převzetí vzorků v laboratoři: 17.09.-06.12.2021  
Zkoušku provedl: Sedlačík P., Hlista F., Ing. Šotek M.  
Datum zpracování zakázky: 27.10.2021-07.01.2022  
Celkový počet stran: 2

Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře nesmí být tento protokol reprodukován jinak, než celý. Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků.

Laboratoř neodpovídá za odběr vzorků. Výsledky zkoušek se vztahují na vzorky v dodaném stavu. Informace o odběru vzorku dodal zákazník.

Výše uvedené zkušební postupy jsou prováděny v prostorách laboratoře GeoTec-GS, a.s. Laboratoř mechaniky zemin, hornin a polních zkoušek, sídlící na ulici Franzova 922/70 v Brně.

**Související dokumenty a normy:**

ČSN P 73 1005: Inženýrskogeologický průzkum

**Poznámky:**

Nebylo možné zkoušet počet zkušebních vzorků daných normou ASTM 5731-16 vzhledem k množství dodaného materiálu, kde jsou možnosti odběru omezeny tím, že se jedná o vrtanou sondu, kde je množství vzorku omezeno průměrem vrtného jádra.

<sup>1)</sup> charakter interpretace

Datum vystavení protokolu:

07.01.2022

Protokol vystavil a schválil:

Mgr. Pavlína Frýbová, Ph.D.  
vedoucí laboratoře

Název zakázky: Vlkov u Tišnova - Křižanov, DGTP

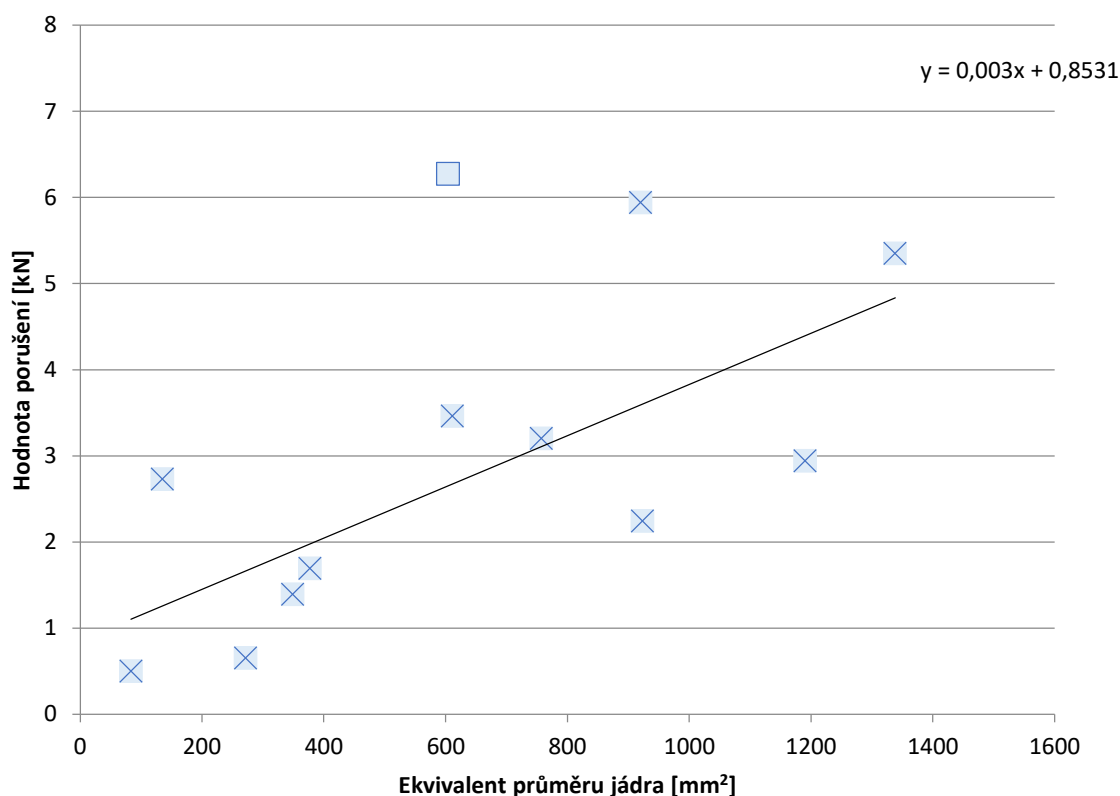
Číslo zakázky: 2021-074

### PROTOKOL O ZKOUSCE Č. 19/B/21/PLT/50,253 PEVNOST V TLAKU METODOU DRCENÍ PŘI BODOVÉM ZATÍŽENÍ (PLT)

Označení sondy: **J106**  
 Hloubka sondy [m]: **4,10-4,40**  
 Číslo vzorku: **6768**  
 Název objektu: **Most v km 50,253**  
 Typ vzorku: **hornina**

#### VÝSLEDKY LABORATORNÍCH ZKOUŠEK

Vlhkost	$w$	2,2	[%]
Objemová hmotnost přirozená	$\rho_n$	2,58	[Mg/m <sup>3</sup> ]
Objemová hmotnost suchá	$\rho_d$	2,52	[Mg/m <sup>3</sup> ]
Index pevnosti $I_{s50}^{1)}$	$I_{s50}$	3,32	[MPa]
Použitý korelační koeficient $K^{1)}$	$K$	18	[-]
Pevnost v prostém tlaku stanovená při bodovém zatížení (PLT) <sup>1)</sup>	$\sigma_c$	59,7	[MPa]
Klasifikace dle ČSN P 73 1005 <sup>a)</sup>	-	R2	



Poznámky:  Zkušební vzorek vyloučen z výpočtu

Objemová hmotnost je uvedena jako průměr z hodnot zjištěných na jednotlivých zkušebních vzorcích.

## Protokol o zkoušce č. PR2189599

Zákazník	: GeoTec - GS, a.s.	Datum přijetí vzorku	: 20.9.2021
Adresa	: Franzova 922/70 614 00 Brno, Česká republika	Datum zkoušky	: 21.9.2021-30.9.2021
Lokalita	: Vlkov u Tišnova - Křižanov, doplňkový GTP	Vzorkoval	: zákazník Mgr. Vladimír Vala
		Stránka	: 1 z 2

### Výsledky zkoušek

#### Posudek dle ČSN EN 206 + A1 Beton - specifikace, vlastností, výroba a shoda

Matrice: VODA (PR2189599-001)

Název vzorku

J106

Parametr	Jednotka	výsledek	Stupeň XA1	Stupeň XA2	Stupeň XA3
elektrická konduktivita (25°C)	mS/m	50.1	-	-	-
pH	-	7.60	6.5 - 5.5	5.5 - 4.5	4.5 - 4.0
Tvrdost	mmol/l	1.54	-	-	-
zásadová neutralizační kapacita (acidita) pH 8.3	mmol/l	<0.150	-	-	-
kyselinová neutralizační kapacita (alkalita) pH 4.5	mmol/l	1.20	-	-	-
Chloridy	mg/l	32.0	-	-	-
CO2 agresivní	mg/l	19.5	15 - 40	40 - 100	>100
amoniak a amonné ionty	mg/l	1.52	15 - 30	30 - 60	60 - 100
sírany	mg/l	46.5	200 - 600	600 - 3000	3000 - 6000
RL sušené (105°C)	mg/l	324	-	-	-
Ca	mg/l	40.4	-	-	-
Mg	mg/l	12.9	300 - 1000	1000 - 3000	>3000
Siřičitany jako Na2SO3	mg/l	<8.0	-	-	-
Siřičitany jako SO3 (2-)	mg/l	<5.0	-	-	-

Výsledky analýz podzemní vody odpovídají stupni agresivity XA1, voda je slabě agresivní vůči betonu.

#### Posudek dle ČSN 03 8375 Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi

Matrice: VODA (PR2189599-001)

Název vzorku

J106

Parametr	Jednotka	výsledek	Agresivita prostředí I.	Agresivita prostředí II.	Agresivita prostředí III.	Agresivita prostředí IV.
elektrická konduktivita (25°C)	μS/cm	501	<100	200 - 100	430 - 200	>430
pH	-	7.6	6.5 - 8.5	8.5 - 14	6.0 - 6.5	<6.0
Tvrdost	mmol/l	1.54	-	-	-	-
zásadová neutralizační kapacita (acidita) pH 8.3	mmol/l	<0.150	-	-	-	-
kyselinová neutralizační kapacita (alkalita) pH 4.5	mmol/l	1.2	-	-	-	-
chloridy	mg/l	32	-	-	-	-
CO2 agresivní	mg/l	19.5	0	0	5	5
amoniak a amonné ionty	mg/l	1.52	-	-	-	-
suma síranů a chloridů	mg/l	78.6	<100	100 - 200	200 - 300	>300
sírany	mg/l	46.5	-	-	-	-
RL sušené (105°C)	mg/l	324	-	-	-	-
Ca	mg/l	40.4	-	-	-	-
Mg	mg/l	12.9	-	-	-	-

Výsledky analýz podzemní vody odpovídají agresivitě IV., voda má velmi vysokou agresivitu vůči oceli.

#### Poznámka:

V tomto protokolu o zkoušce je uveden výsledek CO2 agresivní korigovaný na obsah železa dle ČSN 83 0520-35, výsledek je neakreditovaný. Původní stanovená hodnota CO2 agresivního je 19.5 mg/l, stanovená hodnota železa je 0.0033 mg/l.

Hodnocení agresivity půd a vod na ocel bylo provedeno s přihlédnutím k související normě ČSN 03 8361

Zásady měření při protikorozi ochraně kovových zařízení uložených v zemi. Fyzikálně chemický rozbor zemin a vod.

## Výsledky zkoušek

### Konec výsledkové části protokolu o zkoušce

#### Přehled zkušebních metod

Analytické metody	Popis metody
Místo provedení zkoušky: Bendlova 1687/7, Česká Lípa, 470 01, Česká republika	
W-SO3-TIT	CZ_SOP_D06_07_131 (M. Horáková a kol.: Chemické a fyzikální metody analýzy vod) Stanovení siřičitanů titračně po destilaci.
Místo provedení zkoušky: Na Harfě 336/9, Praha 9 - Vysočany, 190 00, Česká republika	
W-ACID-PCT	CZ_SOP_D06_02_073 (ČSN 75 7372) Stanovení zásadové neutralizační kapacity (acidity) potenciometrickou titrací.
W-ALK-PCT	CZ_SOP_D06_02_072 (ČSN EN ISO 9963-1) Stanovení kyselinové neutralizační kapacity (alkality) potenciometrickou titrací.
W-CL-IC	CZ_SOP_D06_02_068 (ČSN EN ISO 10304-1) Stanovení rozpuštěných fluoridů, chloridů, bromidů, dusitanů, dusičnanů a síranů.
W-CO2A-TIT2	CZ_SOP_D06_02_119 (ČSN 83 0530 - 14) Stanovení agresivního oxidu uhličitého podle Heyera výpočtem z alkality.
W-CON-PCT	CZ_SOP_D06_02_075 (ČSN EN 27 888, SM 2520 B, ČSN EN 16192) Stanovení elektrické konduktivity.
W-HARD-FL	CZ_SOP_D06_02_006 Stechiometrické výpočty a výpočty anorganických parametrů z naměřených hodnot akreditovanými metodami (výpočet tvrdosti ze sumy rozpuštěného vápníku a rozpuštěného hořčíku).
W-METAXFL1	CZ_SOP_D06_02_001 (US EPA 200.7, ISO 11885, ČSN EN 16192, US EPA 6010, SM 3120, příprava vzorku dle CZ_SOP_D06_02_002 kap. 10.1 a 10.2) Stanovení prvků metodou ICP-OES a stechiometrické výpočty obsahů sloučenin z naměřených hodnot. Vzorek byl před analýzou filtrován mikrofiltrem porozity 0.45 µm a následně fixován přídavkem kyseliny dusičné.
W-NH4-SPC	CZ_SOP_D06_02_019 (ČSN EN ISO 11732, ČSN EN ISO 13395, ČSN EN 16192, SM 4500-NO2(-) a SM 4500-NO3(-)) Stanovení NH4+, NO2-, NO3- pomocí diskretní spektrofotometrie a výpočet forem dusíku.
W-PH-PCT	CZ_SOP_D06_02_105 (ČSN ISO 10523, US EPA 150.1, ČSN EN 16192, SM 4500-H(+) B) Stanovení pH potenciometricky.
*W-SO4CL-CC	Výpočet sumy síranů vyjádřených jako SO4(2-) a chloridů vyjádřených jako Cl(-).
W-SO4-IC	CZ_SOP_D06_02_068 (ČSN EN ISO 10304-1, ČSN EN 16192) Stanovení rozpuštěných fluoridů, chloridů, bromidů, dusitanů, dusičnanů a síranů.
W-TDS-GR	CZ_SOP_D06_02_071 (ČSN 757346, ČSN 757347, ČSN EN 16192) Stanovení RL, RAS a ztráty žháním RL (s použitím filtrů ze skleněných vláken porozity 1,5 µm- Environmental Express)

#### Poznámky

Bez písemného souhlasu laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak, než celý.

Laboratoř prohlašuje, že výsledky zkoušek se týkají pouze vzorků, které jsou uvedeny na tomto protokolu.

Pokud je na protokolu o zkoušce v části "Vzorkoval" uvedeno: „Vzorkoval Zákazník“ pak platí, že výsledky se vztahují ke vzorku, jak byl přijat.

Vzorek(y) PR2189599/001-005, metoda W-ALK-PCT, W-ACID-PCT, W-CON-PCT, W-PH-PCT, W-CO2A-TIT2 byl(y) před analýzou dekantován(y). Vzorek(y) PR2189599/001-005, metoda W-CL-IC, W-SO4-IC, W-NH4-SPC, W-TDS-GR byl(y) před analýzou dekantován(y).

#### Za správnost odpovídá

Jméno oprávněné osoby  
Zdeněk Jiráček



Pozice  
Environmental Business Unit  
Manager

Zkušební laboratoř č. 1163  
akreditovaná CIA dle  
CSN EN ISO/IEC 17025:2018



Název zakázky: Vlkov u Tišnova - Křižanov, DGTP

Číslo zakázky: 2021-074

**PROTOKOL O ZKOUŠCE Č. 19/B/21/PTB/50,253  
PEVNOST V PROSTÉM TLAKU A OBJEMOVÁ HMOTNOST BETONU**

**Identifikace zkušebních postupů:** Stanovení pevnosti v prostém tlaku na vývrtech betonu dle ČSN EN 12504-1\*, ČSN EN 12390-1\*, čl. 3 a 4, příloha B a ČSN EN 12390-3\*, čl. 7 a 8, příloha A  
Objemová hmotnost ztvrdlého betonu dle ČSN EN ISO 12390-7\*

Identifikační údaje objednatele: GeoTec-GS, a.s., Chmelová 2920/6, 106 00 Praha 10

Odběr vzorků: Mgr. Vala V., Mgr. Jaroš O.  
Datum odběru vzorků: 08.09.-02.12.2021  
Datum převzetí vzorků v laboratoři: 17.09.-06.12.2021  
Zkoušku provedl: Sedlačík P., Hlista F., Ing. Šotek M.  
Datum zpracování zakázky: 27.10.-20.12.2021  
Celkový počet stran: 5

Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře nesmí být tento protokol reprodukován jinak, než celý. Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků.

Laboratoř neodpovídá za odběr vzorků. Výsledky zkoušek se vztahují na vzorky v dodaném stavu. Informace o odběru vzorku dodal zákazník.

Výše uvedené zkušební postupy jsou prováděny v prostorách laboratoře GeoTec-GS, a.s. Laboratoř mechaniky zemin, hornin a polních zkoušek, sídlící na ulici Franzova 922/70 v Brně.

Při interpretaci a výroku o shodě nejsou uvažovány hodnoty nejistot.

**Poznámky:**

Objemová hmotnost byla určena výpočtem z rozměrů (výška a průměr) zkušebních těles a jejich hmotnosti dle postupu v čl. 5.2 ČSN EN 12390-7\*.

\* Norma byla aktualizována v rámci aktualizace normativních dokumentů.

Datum vystavení protokolu: 20.12.2021  
Protokol vystavil a schválil: Mgr. Pavlína Frýbová, Ph.D.  
vedoucí laboratoře





Název zakázky: Vlkov u Tišnova - Křižanov, DGTP

Číslo zakázky:

2021-074

# **PROTOKOL O ZKOUŠCE Č. 19/B/21/PTB/50,253** **PEVNOST V PROSTÉM TLAKU A OBJEMOVÁ HMOTNOST BETONU**

Označení sondy: **K2**  
 Hloubka sondy [m]: **0,60-1,37**  
 Číslo vzorku: **7292**  
 Název objektu: **Most v km 50,253**  
 Typ vzorku: **vývrt betonu**

Metoda přípravy/úpravy zkušební vzorku: řezání, koncování broušením/cementem  
 Podmínky při zkoušce/skladování:  $20 \pm 3$  [°C]  
 Rozměry zkušební vzorku (d x ø): 340,0 x 73,0; 110,0 x 73,0 [mm]  
 Maximální zjištěná velikost zrna kameniva: 16,7 [mm]

## **VÝSLEDKY LABORATORNÍCH ZKOUŠEK**

Označení zkušební tělesa	Druh tělesa	ø délka tělesa	ø průměr vzorku	hmotnost zkušeb. tělesa	ø plocha průřezu	Štíhlostní poměr	Objemová tíha	Zatížení při porušení	Pevnost v prostém tlaku	Průměrná pevnost v prostém tlaku	Poznámky k tělesu a průběhu zkoušky
		[mm]	[mm]	[g]	[mm <sup>2</sup> ]	[-]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[N]	[MPa]	[MPa]	
		<i>h</i>	<i>d</i>	<i>m</i>	<i>A<sub>c</sub></i>	<i>λ</i>	<i>γ</i>	<i>F</i>	<i>f<sub>c,cyl</sub></i>	<i>f<sub>c,cyl</sub></i>	
1	válec	74,1	73,8	661,96	4278	1,00	20,9	97900	22,9	20,4	
2	válec	74,0	74,0	653,45	4301	1,00	20,5	88800	20,6		
3	válec	73,9	73,8	605,84	4278	1,00	19,2	75800	17,7		
4	válec	73,8	73,9	688,14	4289	1,00	21,7	128200	29,9		2)

### **Poznámky:**

Povrch zkušebních těles byl před zkoušením upraven koncováním pomocí malty připravené z cementu CEM I 52,5 R.

Vzhledem k množství dodaného materiálu se ze statistického hlediska jedná o nedostatečný soubor dat k vyhodnocení.

Objemová hmotnost je přepočtena na objemovou tíhu z hodnot zjištěných na jednotlivých zkušebních tělesech.

<sup>1)</sup> Zkušební těleso vyloučeno z vyhodnocení z důvodu nevhodného porušení dle ČSN EN 12390-3\*.

<sup>2)</sup> Hodnota zjištěná na zkušebním tělese byla vyloučena z vyhodnocení jako odlehlá.

<sup>3)</sup> Zkušební těleso nevyhovuje požadavku na poměr maximální velikosti zrna kameniva k průměru vývrtu (max. 1:3) dle ČSN EN 12504-1\*.

<sup>4)</sup> Ve zkušebním tělese byla zjištěna výztuž.

Název zakázky: Vlkov u Tišnova - Křižanov, DGTP

Číslo zakázky:

2021-074

# **PROTOKOL O ZKOUŠCE Č. 19/B/21/PTB/50,253** **PEVNOST V PROSTÉM TLAKU A OBJEMOVÁ HMOTNOST BETONU**

Označení sondy: **K3**  
Hloubka sondy [m]: **0,00-1,25**  
Číslo vzorku: **7293**  
Název objektu: **Most v km 50,253**  
Typ vzorku: **vývrt betonu**

Metoda přípravy/úpravy zkušebního vzorku: řezání, koncování broušením/cementem  
Podmínky při zkoušce/skladování:  $20 \pm 3$  [°C]  
Rozměry zkušebního vzorku (d x ø): 250,0 x 74,0; 230,0 x 74,0 [mm]  
Maximální zjištěná velikost zrna kameniva: 17,3 [mm]

## **VÝSLEDKY LABORATORNÍCH ZKOUŠEK**

Označení zkušebního tělesa	Druh tělesa	ø délka tělesa	ø průměr vzorku	hmotnost zkušeb. tělesa	ø plocha průřezu	Štíhlostní poměr	Objemová tíha	Zatížení při porušení	Pevnost v prostém tlaku	Průměrná pevnost v prostém tlaku	Poznámky k tělesu a průběhu zkoušky
		[mm]	[mm]	[g]	[mm <sup>2</sup> ]	[-]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[N]	[MPa]	[MPa]	
		<i>h</i>	<i>d</i>	<i>m</i>	<i>A<sub>c</sub></i>	<i>λ</i>	<i>γ</i>	<i>F</i>	<i>f<sub>c,cyl</sub></i>	<i>f<sub>c,cyl</sub></i>	
1	válec	72,0	74,0	714,52	4301	0,97	23,1	114320	26,6	28,5	
2	válec	74,3	74,0	742,79	4301	1,00	23,2	126700	29,5		
3	válec	74,1	74,0	737,18	4301	1,00	23,1	126100	29,3		
4	válec	73,7	74,0	724,84	4301	1,00	22,9	89100	20,7		2)

### Poznámky:

Povrch zkušebních těles byl před zkoušením upraven koncováním pomocí malty připravené z cementu CEM I 52,5 R.

Vzhledem k množství dodaného materiálu se ze statistického hlediska jedná o nedostatečný soubor dat k vyhodnocení.

Objemová hmotnost je přepočtena na objemovou tíhu z hodnot zjištěných na jednotlivých zkušebních tělesech.

<sup>1)</sup> Zkušební těleso vyloučeno z vyhodnocení z důvodu nevhodného porušení dle ČSN EN 12390-3\*.

<sup>2)</sup> Hodnota zjištěná na zkušebním tělese byla vyloučena z vyhodnocení jako odlehlá.

<sup>3)</sup> Zkušební těleso nevyhovuje požadavku na poměr maximální velikosti zrna kameniva k průměru vývrtu (max. 1:3) dle ČSN EN 12504-1\*.

<sup>4)</sup> Ve zkušebním tělese byla zjištěna výztuž.



Název zakázky: Vlkov u Tišnova - Křižanov, DGTP

Číslo zakázky:

2021-074

# **PROTOKOL O ZKOUŠCE Č. 19/B/21/PTB/50,253** **PEVNOST V PROSTÉM TLAKU A OBJEMOVÁ HMOTNOST BETONU**

Označení sondy: Š2  
Hloubka sondy [m]: 0,00-3,00  
Číslo vzorku: 7291  
Název objektu: Most v km 50,253  
Typ vzorku: vývrt betonu

Metoda přípravy/úpravy zkušebního vzorku: řezání, koncování broušením/cementem  
Podmínky při zkoušce/skladování: 20 ± 3 [°C]  
Rozměry zkušebního vzorku (d x ø): 430,0 x 75,0 [mm]  
Maximální zjištěná velikost zrna kameniva: 15,2 [mm]

## **VÝSLEDKY LABORATORNÍCH ZKOUŠEK**

Označení zkušebního tělesa	Druh tělesa	ø délka tělesa	ø průměr vzorku	hmotnost zkušeb. tělesa	ø plocha průřezu	Štíhlostní poměr	Objemová tíha	Zatížení při porušení	Pevnost v prostém tlaku	Průměrná pevnost v prostém tlaku	Poznámky k tělesu a průběhu zkoušky
		[mm]	[mm]	[g]	[mm <sup>2</sup> ]	[-]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[N]	[MPa]	[MPa]	
		<i>h</i>	<i>d</i>	<i>m</i>	<i>A<sub>c</sub></i>	<i>λ</i>	<i>γ</i>	<i>F</i>	<i>f<sub>c,cyl</sub></i>	<i>f<sub>c,cyl</sub></i>	
1	válec	75,3	74,3	706,47	4336	1,01	21,6	70800	16,3	18,7	
2	válec	74,4	74,3	743,83	4336	1,00	23,0	93010	21,5		
3	válec	74,6	74,3	693,76	4336	1,00	21,4	83400	19,2		
4	válec	74,8	74,3	685,15	4330	1,01	21,1	77420	17,9		
5	válec	73,9	74,4	764,13	4342	0,99	23,8	141490	32,6		2)

### Poznámky:

Povrch zkušebních těles byl před zkoušením upraven koncováním pomocí malty připravené z cementu CEM I 52,5 R.

Vzhledem k množství dodaného materiálu se ze statistického hlediska jedná o nedostatečný soubor dat k vyhodnocení.

Objemová hmotnost je přepočtena na objemovou tíhu z hodnot zjištěných na jednotlivých zkušebních tělesech.

<sup>1)</sup> Zkušební těleso vyloučeno z vyhodnocení z důvodu nevhodného porušení dle ČSN EN 12390-3\*.

<sup>2)</sup> Hodnota zjištěná na zkušebním tělese byla vyloučena z vyhodnocení jako odlehlá.

<sup>3)</sup> Zkušební těleso nevyhovuje požadavku na poměr maximální velikosti zrna kameniva k průměru vývrtu (max. 1:3) dle ČSN EN 12504-1\*.

<sup>4)</sup> Ve zkušebním tělese byla zjištěna výztuž.

Název zakázky: Vlkov u Tišnova - Křižanov, DGTP

Číslo zakázky:

2021-074

### PROTOKOL O ZKOUŠCE Č. 19/B/21/PTB/50,253

#### PEVNOST V PROSTÉM TLAKU A OBJEMOVÁ HMOTNOST BETONU

Označení sondy: **V2**  
 Hloubka sondy [m]: **0,00-2,00**  
 Číslo vzorku: **7290**  
 Název objektu: **Most v km 50,253**  
 Typ vzorku: **vývrt betonu**

Metoda přípravy/úpravy zkušební vzorku: řezání, koncování broušením/cementem  
 Podmínky při zkoušce/skladování:  $20 \pm 3$  [°C]  
 Rozměry zkušební vzorku (d x ø): 330,0 x 75,0; 150,0 x 75,0 [mm]  
 Maximální zjištěná velikost zrna kameniva: 18,2 [mm]

#### VÝSLEDKY LABORATORNÍCH ZKOUŠEK

Označení zkušební tělesa	Druh tělesa	ø délka tělesa	ø průměr vzorku	hmotnost zkušeb. tělesa	ø plocha průřezu	Štíhlostní poměr	Objemová tíha	Zatížení při porušení	Pevnost v prostém tlaku	Průměrná pevnost v prostém tlaku	Poznámky k tělesu a průběhu zkoušky
		[mm]	[mm]	[g]	[mm <sup>2</sup> ]	[-]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[N]	[MPa]	[MPa]	
		<i>h</i>	<i>d</i>	<i>m</i>	<i>A<sub>c</sub></i>	<i>λ</i>	<i>γ</i>	<i>F</i>	<i>f<sub>c,cyl</sub></i>	<i>f<sub>c,cyl</sub></i>	
1	válec	74,4	75,0	685,94	4418	0,99	20,9	75400	17,1	18,1	
2	válec	74,2	75,0	670,79	4418	0,99	20,5	80300	18,2		
3	válec	74,7	75,0	655,94	4418	1,00	19,9	84500	19,1		
4	válec	74,4	75,1	690,20	4430	0,99	20,9	58600	13,2		2)

#### Poznámky:

Povrch zkušebních těles byl před zkoušením upraven koncováním pomocí malty připravené z cementu CEM I 52,5 R.

Vzhledem k množství dodaného materiálu se ze statistického hlediska jedná o nedostatečný soubor dat k vyhodnocení.

Objemová hmotnost je přepočtena na objemovou tíhu z hodnot zjištěných na jednotlivých zkušebních tělesech.

<sup>1)</sup> Zkušební těleso vyloučeno z vyhodnocení z důvodu nevhodného porušení dle ČSN EN 12390-3\*.

<sup>2)</sup> Hodnota zjištěná na zkušebním tělese byla vyloučena z vyhodnocení jako odlehlá.

<sup>3)</sup> Zkušební těleso nevyhovuje požadavku na poměr maximální velikosti zrna kameniva k průměru vývrtu (max. 1:3) dle ČSN EN 12504-1\*.

<sup>4)</sup> Ve zkušebním tělese byla zjištěna výztuž.



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**K L O K N E R Ů V Ú S T A V**  
**Šolínova 7, 166 08 Praha 6 - Dejvice**

**Expertní zpráva č.  
2100 J 469**

**Datum vydání zprávy**

21. ledna 2022

**Oddělení KÚ**

Experimentální  
tel. +420 224 353 537

**Objednatel:** GeoTec-GS, a.s.  
Mgr. Vladimír Vala  
Chmelová 2920/6  
106 00 Praha 10

**Expertní zpráva:**

**Stanovení charakteristik materiálů odebraných v rámci akce:  
„Most v km 50,253; Vlkov u Tišnova – Křižanov, doplňkový GTP“**

**Vypracoval:**

Ing. Tomáš Mandlík

**Spolupráce:**

Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D.  
Ruslan Matyas

**Odpovědný řešitel:**

Ing. Tomáš Mandlík

**Vedoucí oddělení:**

Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

**Ředitel KÚ:**

Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

**Výtisk číslo:**

**1    2    3    4**

**Rozdělovník:**

Objednatel: 3x  
Archiv KÚ: 1x

Zpráva může být reprodukována pouze jako celek. Části zprávy mohou být reprodukovány, publikovány nebo jinak použity pouze na základě písemného souhlasu ředitele Kloknerova ústavu.

## **ANOTACE**

Zpráva uvádí výsledky stanovení charakteristik materiálů z jádrových vývrtů a prachových vzorků odebraných v rámci akce: „Vlkov u Tišnova – Křižanov, doplňkový GTP“.

Zprávu zpracovali pracovníci ČVUT v Praze, Kloknerův ústav, který je zapsán v seznamu ústavů kvalifikovaných pro znaleckou činnost dle ustanovení §21 odst. 3, zákona č. 36/1967 Sb. a vyhlášky č. 37/1967 Sb., ve znění pozdějších předpisů, uveřejněném v Ústředním věstníku ČR, ročník 2004, částka 2, ze dne 14. 10. 2004, přílohy ke sdělení Ministerstva spravedlnosti ze dne 13. 7. 2004, č.j. 228/203–Zn.

**Klíčová slova:** vývrt, objemová hmotnost, nasákavost, mrazuvzdornost, ultrazvuk, chloridy

## **OBSAH:**

1. ÚVOD .....	3
2. PODKLADY .....	3
3. POSTUP PRACÍ A VÝSLEDKY .....	3
3.1 POPIS ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ .....	3
3.2 OBSAH CHLORIDOVÝCH IONTŮ V BETONU .....	5
3.3 STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI A NASÁKAVOSTI.....	6
3.4 STANOVENÍ MRAZUVZDORNOSTI BETONU .....	6

## **1. ÚVOD**

Na základě objednávky společnosti GeoTec-GS, a.s. (zakázka č. 2100 J 469) provedli pracovníci Kloknerova ústavu ČVUT Praha na dodaných jádrových vývrtech a práškových vzorcích ověření fyzikálně-mechanických a chemických vlastností betonu. Vzorky byly odebrány objednatelem v rámci akce: „**Vlkov u Tišnova – Křižanov, doplňkový GTP**“. V rámci zkoušek bylo provedeno:

- vizuální prohlídka a popis vývrtů,
- stanovení obsahu chloridových iontů v betonu analytickou metodou,
- stanovení objemové hmotnosti betonu,
- stanovení nasákavosti betonu,
- stanovení mrazuvzdornosti betonu – 100 zatěžovacích cyklů.

Účelem zkoušek bylo získat obraz o mechanicko-fyzikálních a chemických vlastnostech materiálů a poskytnout tak podklad pro případný návrh opravy či posouzení konstrukce. Zkoušky proběhly v laboratořích Kloknerova ústavu v průběhu prosince 2021 až ledna 2022.

## **2. PODKLADY**

- [1] ČSN EN 12504-1 – Zkoušení betonu v konstrukcích – Část 1: Vývrty – Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku;
- [2] ČSN EN 12390-7 – Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 7: Objemová hmotnost ztvrdlého betonu;
- [3] ČSN 73 1322 – Stanovení mrazuvzdornosti betonu;
- [4] ČSN 73 1380 – Zkoušení odolnosti betonu proti zmrazování a rozmrazování – Porušení vnitřní struktury;
- [5] ČSN 73 2011 – Nedestruktivní zkoušení betonových konstrukcí;
- [6] ČSN EN ISO 10304-1 – Jakost vod – Stanovení rozpuštěných aniontů metodou kapalinové chromatografie iontů – Část 1: Stanovení bromidů, chloridů, fluoridů, dusičnanů, dusitanů, fosforečnanů a síranů;
- [7] ČSN EN 206+A2 – Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda;
- [8] ČSN 73 1316 – Stanovení vlhkosti, nasákavosti a vztlakovosti betonu (norma zrušena).

## **3. POSTUP PRACÍ A VÝSLEDKY**

### **3.1 POPIS ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ**

Pro zkoušky byly do KÚ dne 9. 12. 2021 objednatelem dodány vývrty průměru cca 100 mm odebrané dne 2. 12. 2021 v rámci akce „**Vlkov u Tišnova – Křižanov, doplňkový GTP**“. Vývrty byly při odběru označeny N1 a N2. Dále bylo dodáno 12 ks prachových vzorků z hloubek 0-15 mm, 15-30 mm a 30-45 mm odebraných z mostních opěr.

V Kloknerově ústavu byly dodané vývrty prohlédnuty, vyfotografovány (viz Foto 1), byla popsána struktura pláště vývrtů a vzorky byly následně připraveny pro předepsané zkoušky. Výsledky vizuální prohlídky jádrových vývrtů jsou zaznamenány v Tabulce 1.

**Tabulka 1:** Popis vývrtů

Označení vývrtu	Délka / průměr [mm]	Popis struktury vývrtu
N1	305/Ø100	Ve vývrtu převažuje podíl DTK nad HK. Vývrt místy obsahuje vyvážený podíl DTK a HK. Max. velikost zrna HTK je 30 mm, max. velikost zrna HDK je až 47 mm. Beton je hutný až pórovitý. Cca polovina vývrtu v podélném směru vrtu vykazuje vyšší pórovitost. Na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 5 mm. Povrch vývrtu je hladký. V hloubce vývrtu 20 mm byla zachycena část dřeva průměru cca 5 mm.
N2	330/Ø100	Ve vývrtu převažuje podíl DTK nad HK. Vývrt místy obsahuje vyvážený podíl DTK a HK. Max. velikost zrna HTK je 30 mm, max. velikost zrna HDK je 35 mm. Beton je hutný až pórovitý. Na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 4 mm, ojediněle byly zaznamenány větší póry velikosti až 8 mm. Povrch vývrtu je hladký.

**Zkratky:** DTK – drobné těžené kamenivo, HTK – hrubé těžené kamenivo, HDK – hrubé drcené kamenivo

#### Fotodokumentace jádrových vývrtů:

**Foto 1:** Pohled na vývrtý N1 a N2

### 3.2 OBSAH CHLORIDOVÝCH IONTŮ V BETONU

Provedení zkoušky	:	10. 1. 2022 – 20. 1. 2022
Zkušební vzorky	:	prachové vzorky, označení viz Tabulka 2
Prostředí zkoušky	:	teplota 19 °C, vlhkost 48 %
Provedl	:	Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D.

Vzorky betonů byly vysušeny a namlety na analytickou jemnost. Z namletých vzorků byl připraven výluh v destilované vodě v poměru 1 : 10 (vzorek : voda). Doba vyluhování byla 24 hodin. Ve výluzích se stanovoval obsah ve vodě rozpustných chloridových iontů ( $\text{Cl}^-$ ) dle ČSN EN ISO 10304-1 [10]. Výsledky chemického rozboru vodných výluhů jsou uvedeny v Tabulce 2.

Přepočet obsahu  $\text{Cl}^-$  ve vzorku betonu na obsah k hmotnosti cementu byl proveden za předpokladu, že v betonu je cca 350 kg cementu /  $\text{m}^3$  a při předpokládané objemové hmotnosti betonu 2100 kg /  $\text{m}^3$  (na základě výsledků zjištěných v Kapitole 3.3. a 3.4).

**Tabulka 2:** Stanovení obsahu chloridových iontů ve vzorcích betonu

Označení vzorku	Hloubka odběru [mm]	Chloridy $\text{Cl}^-$ v % hmotnosti suchého vzorku	Přepočet obsahu $\text{Cl}^-$ na cement v množství přibližně 350 kg v 1 $\text{m}^3$ betonu [%]
<b>Most v km 50,253; opěra Křižanov</b>			
<b>1</b>	0-15	0,010	<b>0,06</b>
	15-30	0,008	<b>0,05</b>
	30-45	0,004	<b>0,02</b>
<b>2</b>	0-15	0,009	<b>0,05</b>
	15-30	0,008	<b>0,05</b>
	30-45	0,005	<b>0,03</b>
<b>Most v km 50,253; opěra Vlkov</b>			
<b>1</b>	0-15	0,003	<b>0,02</b>
	15-30	0,005	<b>0,03</b>
	30-45	0,007	<b>0,04</b>
<b>2</b>	0-15	0,005	<b>0,03</b>
	15-30	0,006	<b>0,04</b>
	30-45	0,006	<b>0,04</b>

**Pozn.:** a) Limitní hodnota dle ČSN EN 206+A2 je pro beton s ocelovou výztuží nebo jinými kovovými vložkami 0,4 %.

b) Limitní hodnota dle ČSN EN 206+A2 je pro beton s předpjatou ocelovou výztuží v přímém kontaktu s betonem 0,2 %.

c) Přepočet obsahu  $\text{Cl}^-$  ve vzorku betonu na obsah k hmotnosti cementu byl proveden za předpokladu, že v betonu je cca 350 kg cementu /  $\text{m}^3$  a při předpokládané objemové hmotnosti betonu 2100 kg /  $\text{m}^3$ .



**3.3 STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI A NASÁKAVOSTI**

Datum zkoušky	:	3. 1. 2022 – 17. 1. 2022
Zkoušku provedl	:	Ing. Tomáš Mandlík
Zkušební vzorky	:	odřezky jádrových vývrtů o Ø cca 100 mm
Prostředí zkoušky	:	teplota 19 °C, vlhkost 48 %
Zatěžovací stroj	:	sušárna HS 202, metrologické číslo P 10 017 T; váhy KERN 101 kg, metrologické číslo P 04 008 M

Výpočet nasákavosti byl proveden dle vztahu:

$$N_i = \frac{m_n - m_s}{m_s} * 100 \quad [\%]$$

kde:  $m_n$  je hmotnost vzorku nasáklého vodou do ustálené hmotnosti v g,  
 $m_s$  je hmotnost vysušeného vzorku v g.

**Tabulka 3:** Stanovení objemové hmotnosti a nasákavosti betonu

Most v km 50,253; Vlkov u Tišnova - Křižanov						
Vývrt	Označení vzorku	Hmotnost nasyceného vzorku	Hmotnost hydrostaticky váženého vzorku	Hmotnost vysušeného vzorku	Objemová hmotnost z hydrostatického vážení	Nasákavost
		[g]	[g]	[g]	[kg.m <sup>-3</sup> ]	[%]
N1	N1	1029	542	935	2110	10,0
N2	N2	1159	617	1077	2130	7,7
<b>Průměrná hodnota:</b>					<b>2120</b>	<b>8,8</b>
Směrodatná odchylka:					14	1,7
Variační koeficient [%]:					0,7	19,0

**Nejistota měření:**

Rozšířená nejistota měření nasákavosti je 1,0 %.

Rozšířená nejistota měření objemové hmotnosti je 20 kg/m<sup>3</sup>.

Standardní nejistota odpovídá jedné směrodatné odchylce a byla vypočtena jako kombinovaná. Uvedená nejistota je rozšířená nejistota, která byla vypočtena s použitím koeficientu rozšíření k=2, což odpovídá hladině spolehlivosti přibližně 95 %.

**Pozn.:** Vzorky pro stanovení nasákavosti byly odebrány z odřezků z líce jádrových vývrtů.

**3.4 STANOVENÍ MRAZUVZDORNOSTI BETONU**

Datum zkoušky	:	21. 12. 2021 – 20. 1. 2022
Zkoušku provedl	:	Ing. Tomáš Mandlík
Zkušební vzorky	:	jádrové vývrty o Ø cca 100 mm
Úprava vzorků	:	zaříznu ty diamantovým kotoučem, líc zabroušen na brusce
Zkušební předpis	:	ČSN 73 1322, ČSN EN 12390-7, ČSN 73 1380
Zatěžovací stroj	:	zmrazovací komora EKOFROST KD20.5, metrologické číslo P 10 029 M; sušárna HS 202, metrologické číslo P 10 017 T



Zkouška mrazuvzdornosti byla provedena na vzorcích betonu z konstrukce **opěr mostu v km 50,253**. Z dodaných vývrtů byla zhotovena zkušební tělesa a po nasáknutí vodou byla zahájena zkouška mrazuvzdornosti dle [3]. Jeden zmrazovací cyklus se stával ze 4 hodin zmrazování o teplotě  $-20 \pm 2$  °C a 2 hodiny rozmrazování ve vodě o teplotě  $20 \pm 2$  °C.

Zkouška byla provedena v automatické klimatizační komoře EKO FROST KD20.5, metrologické číslo P 10 029 M s nucenou cirkulací vzduchu. Vzorky byly podrobeny celkem 100 zatěžovacím cyklům, po každých 25 cyklech byla provedena kontrola vnitřní struktury betonu dle ČSN 73 1380 [4] ultrazvukovým přístrojem MATEST C737N se sondami s fr. 55 kHz, kdy byla měřena doba průchodu ultrazvukových impulzů UPTT skrz zkoušený vzorek.

Z naměřených hodnot se vypočte relativní dynamický modul pružnosti **RDM<sub>UPTT</sub>** dle následujícího vztahu

$$\mathbf{RDM_{UPTT,n}} = \left( \frac{t_{s,0}}{t_{s,n}} \right)^2 \times 100 [\%]$$

**RDM<sub>UPTT</sub>** je relativní dynamický modul pružnosti po ***n*** zmrazovacích a rozmrazovacích cyklech, v %

***t<sub>s,0</sub>*** počáteční doba průchodu ultrazvukových impulzů zkušebním tělesem, v μs

***t<sub>s,n</sub>*** doba průchodu ultrazvukových impulzů tělesem po ***n*** zmrazovacích a rozmrazovacích cyklech, v μs

Dále byla prováděna vizuální prohlídka vzorků a byly sledovány odpadlé částice. Hodnocení a celkový stav zkušebních vzorků je uveden v Tabulce 5 a v příložené fotodokumentaci.

**Tabulka 4:** Rozměry vzorků, objemová hmotnost betonu a nasákavost

Most v km 50,253; Vlkov u Tišnova - Křižanov					
Označení vzorku	Průměr vzorku	Délka vzorku	Hmotnost nasyceného vzorku před zkouškou	Objemová hmotnost v nasyceném stavu před zk.	Nasákavost betonu
	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[%]
<b>N1</b>	101,9	205,4	3412	<b>2040</b>	<b>10,0</b>
<b>N2</b>	101,9	206,6	3433	<b>2040</b>	<b>7,7</b>

**Nejistota měření:**

Rozšířená nejistota měření objemové hmotnosti je 20 kg/m<sup>3</sup>.


Rozšířená nejistota měření nasákavosti je 1,0 %.

Standardní nejistota odpovídá jedné směrodatné odchylce a byla vypočtena jako kombinovaná. Uvedená nejistota je rozšířená nejistota, která byla vypočtena s použitím koeficientu rozšíření  $k=2$ , což odpovídá hladině spolehlivosti přibližně 95 %.

**Tabulka 5:** Vyhodnocení zkoušky mrazuvzdornosti

Most v km 50,253; Vlkov u Tišnova - Křižanov									
Označení vzorku	Relativní dynamický modul pružnosti $RMD_{UPTT}$ [%]					Vizuální hodnocení stavu vzorku / hmotnostní úbytek			
	Před zkouškou	Po 25 cyklech	Po 50 cyklech	Po 75 cyklech	Po 100 cyklech	Po 25 cyklech	Po 50 cyklech	Po 75 cyklech	Po 100 cyklech
<b>N1</b>	100%	-	-	-	-	<b>CR / 10,8 %</b>	<b>R</b>	-	-
<b>N2</b>	100%	84%	44%	-	-	B / 0 %	B / 0 %	CR / 3,1 %	<b>CR / 10,5 %</b>

**Vysvětlivky k tabulce:**

 Vzhledem k porušení vnitřní struktury během zkoušky nebylo po příslušném počtu cyklů možné stanovit dobu průchodu ultrazvukového impulsu.

B - vzorek vizuálně bez porušení

R - celkový rozpad vzorku (viz fotodokumentace)

CR - částečný rozpad vzorku (viz fotodokumentace)

**Pozn.:** Podrobnosti ohledně vyhodnocení zkoušky mrazuvzdornosti jsou dále uvedeny také ve fotografické dokumentaci vývrtů po zkoušce.

**Shrnutí výsledků zkoušky:**

Z dosažených výsledků zkoušky je patrné, že vzorky mají poměrně vysokou hodnotu nasákavosti betonu,  $N1 = 10,0 \%$ , resp.  $N2 = 7,7 \%$ . Velká nasákavost betonu se projevila i při zkoušce mrazuvzdornosti. Z naměřených výsledků této zkoušky je patrné, že vzorek N1 překračuje dle ČSN 73 1322 limitní množství hmotnostního úbytku, naměřená hodnota již po 25 zatěžovacích cyklech činí 10,8 %. Z měření doby průchodu ultrazvukového impulsu je patrné výrazné porušení vnitřní struktury betonu, a to již po 25 zatěžovacích cyklech. Po 50 zatěžovacích cyklech došlo u tohoto tělesa k jeho rozpadu (viz fotodokumentace) a zkouška byla ukončena.

Vzorek N2 do 50 zatěžovacích cyklů vizuálně porušení pláště nevykazoval. Z měření doby průchodu ultrazvukového impulsu je však patrné porušení vnitřní struktury betonu. Po 75 zatěžovacích cyklech těleso vykazovalo částečný rozpad betonu a hmotnostní úbytek 3,1 %. Vzhledem k porušení vnitřní struktury betonu během zkoušky nebylo již po 75 zatěžovacích cyklech možné stanovit dobu průchodu ultrazvukového impulsu. Po dalších 25 cyklech (celkem 100) je na betonu patrné výrazné porušení po celé délce vzorku. Hmotnostní úbytek po 100 cyklech činil 10,5 %.

**Fotodokumentace zkoušky mrazuvzdornosti:**



**Foto 2:** Vzorek N1 při zkoušce mrazuvzdornosti – 25 zatěžovacích cyklů  
Zaznamenán částečný rozpad zkušebního tělesa – hmotnostní úbytek 10,8 %. Vzhledem k porušení vnitřní struktury betonu během zkoušky nebylo již po 25 zatěžovacích cyklech možné stanovit dobu průchodu ultrazvukového impulzu.



**Foto 3:** Vzorek N1 po zkoušce mrazuvzdornosti – 50 zatěžovacích cyklů  
Zaznamenán celkový rozpad zkušebního vzorku. Zkouška byla ukončena.





**Foto 4:** Vzorek N2 při zkoušce mrazuvzdornosti – 75 zatěžovacích cyklů  
Zaznamenán částečný rozpad zkušebního tělesa – hmotnostní úbytek dle ČSN 73 1322 = 3,1 %. Vzhledem k porušení vnitřní struktury betonu během zkoušky nebylo již po 75 zatěžovacích cyklech možné stanovit dobu průchodu ultrazvukového impulsu.



**Foto 5:** Vzorek N2 po zkoušce mrazuvzdornosti – 100 zatěžovacích cyklů  
Zaznamenán částečný rozpad zkušebního tělesa – hmotnostní úbytek dle ČSN 73 1322 = 10,5 %.

*Zpráva může být reprodukována pouze jako celek. Části zprávy mohou být reprodukovány, publikovány nebo jinak použity pouze na základě písemného souhlasu ředitele Kloknerova ústavu.*

*Závěry uvedené v této zprávě byly formulovány na základě výsledků analýz vzorků odebraných objednatelem a jím dodaných do laboratoří KÚ ČVUT. Zpracovatel si vyhrazuje právo na korekce a doplnění závěrů, pokud budou zjištěny další podstatné skutečnosti, které nebyly při zpracování této zprávy známy nebo k dispozici.*





Obr. č. 1 – diagnostický vrt Š1



Obr. č. 2 – diagnostický vrt V1



Obr. č. 3 – diagnostický vrt K1



Obr. č. 4 – diagnostický vrt V2





Obr. č. 5 – diagnostický vrt Š2



Obr. č. 6 – diagnostický vrt K2



Obr. č. 7 – diagnostický vrt K3





Obr. č. 8 – pohled na objekt zleva ve směru staničení



Obr. č. 9 – pohled na objekt zprava ve směru staničení



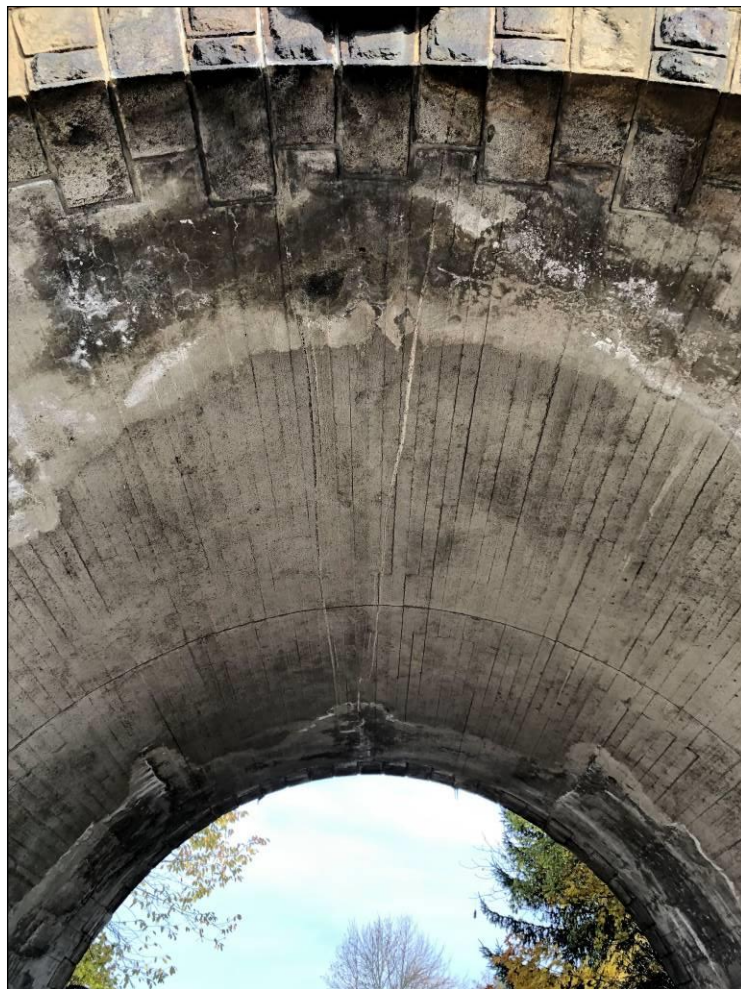


Obr. č. 10 – pohled na opěru Vlkov



Obr. č. 11 – pohled na opěru Křižanov





**Obr. č. 12** – pohled na nosnou konstrukci – klenbu. Za oběma čely dochází k průsakům vody a následné degradaci a opadání povrchové vrstvy betonu.



**Obr. č. 13** – pohled na římsu s vychýlenými kamennými kvádry





Obr. č. 14 – pohled na vybrané křídlo



Obr. č. 15 – detailní pohled na opadanou krycí vrstvu betonu ve spodním lici opěry Křižanov





**Obr. č. 16** – pohled na kopanou sondu KS1



**Obr. č. 17** – pohled na kopanou sondu KS2