

## MODERNIZACE ŽELEZNIČNÍHO UZLU ČESKÁ TŘEBOVÁ

**SO 20-20-01**  
(SO 10-19-21)  
**Most v km 4,063**

### 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: Česká Třebová, žel. uzel, průzkum pro DSP  
Zakázkové číslo zhotovitele: 2021-280

OBSAH:

## **SO 20-20-01**

(SO 10-19-21)

**Most v km 4,063**

## **Stavebnětechnický pasport**

PŘÍLOHY:

- Příloha č. 1: Situace objektu, měřítko 1:1 000
- Příloha č. 2: Schéma umístění diagnostických vrtů
- Příloha č. 3: Dokumentace jádrových diagnostických vrtů
- Příloha č. 4: Fotodokumentace
- Příloha č. 5: Výsledky laboratorních zkoušek (*pevnost betonu v tlaku, ASR*)

Ostrava, duben 2021

Zpracovali: Ing. Milan Větrovský  
Ing. Kateřina Panáková

Za věcnou správnost: Ing. Jan Hrabánek

Schválil: Mgr. Filip Dudík  
ředitel společnosti

**Most v km 4,063**  
**Stavebnětechnický pasport:**

**1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE**

<u>Základní údaje o objektu:</u>	Jedná se o jednopolový most přes kolej číslo 100 na vjezdu. Nosná konstrukce (NK) je desková, železobetonová, spodní stavba (SS) je betonová. Most je založen plošně.
<u>Cíl průzkumu:</u>	Vizuální ověření technického stavu přístupných částí konstrukce s důrazem na její případné poruchy, ověření skrytých rozměrů, stanovení pevnostních charakteristik betonu SS, ověření mezerovitosti betonu spodní stavby, zkoušky přítomnosti ASR v betonu NK.

**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
Diagnostické jádrové vrty:	<u>opěra Č. Třebová *)</u> : 11/1-V1- 3,40 m, vodorovný vrt za rub opěry 11/1-Š1- 4,00 m, šikmý vrt pod úroveň základové spáry
Diagnostické jádrové návrtý:	<u>Nosná konstrukce:</u> 11/1-M1- 0,77 m, návrt do NK shora *) N1-0,18 m, návrt do NK ve spodním líci N2-0,25 m, návrt do NK ve spodním líci
Kopaná sonda:	KSM-11/1- hl. 0,77 m, ověření mocnosti štěrkového lože *)
Vodní tlaková zkouška:	11/1-V1- provedena v intervalu 0,20-1,00 *)
Fotodokumentace:	uvedena v příloze, zahrnuje profil diagnostických jádrových vrtů a výstup z vizuální prohlídky
<u>Odebrané vzorky a laboratorní zkoušky:</u>	
Jádro - beton:	11/1-V1- hl. 0,15-1,00 m - pevnost v prostém tlaku *) 11/1-M1- hl. 0,00-0,30 m - ASR *) N1-hl. 0,00-0,18 m - ASR N2-hl. 0,00-0,25 m - ASR

Archivní podklady:

\*) HRUŠKA, J., Mgr (2018): „Modernizace železničního uzlu Česká Třebová“, SO 10-19-21 železniční most v km 4,063 SUDOP PRAHA a.s.

### 3. STAVEBNĚTECHNICKÝ PRŮZKUM

Stavebnětechnický průzkum lze v souladu se zadáním a cílem průzkumu (viz kap.1) rozdělit na následující tematické okruhy:

- |                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| a) Vizuální prohlídka        | d) Mezerovitost betonu        |
| b) Diagnostické jádrové vrty | e) Alkalicko-křemičitá reakce |
| c) Pevnost betonu v tlaku    |                               |

#### a) Vizuální prohlídka

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

- stávající železniční most přes kolej číslo 100, spodní stavba (SS), resp. opěry a křídla objektu jsou z betonu, nosná konstrukce (NK) je železobetonová,
- objekt byl postaven v roce 1961.

#### Nosná konstrukce (NK):

- nosná konstrukce je desková z vyztuženého betonu,
- beton je v líci opatřen vrstvou omítky, která lokálně opadává, na cca 5% plochy,
- na spodním líci jsou viditelné pruty (cca 5 ks) pravděpodobně konstrukční výztuže, pruty jsou odhaleny po celé délce mostu a jsou pokryty převážně povrchovou, místy až hloubkovou korozí,
- v líci dále dochází k lokálním opadům a povrchové degradaci betonu, ojediněle až do hloubky 30 mm, v místech opadů je odhalena ocelová výztuž, napadená silnou povrchovou korozí,
- ojediněle jsou na spodním líci NK viditelné vlasové trhliny (může být způsobeno vlivem ASR), skrze které dlouhodobě prosakuje voda, což má za následek tvorbu vápenných usazenin
- čela NK jsou zavlhá od stékající srážkové vody shora objektu,
- římsy objektu jsou betonové, na povrchu degradované přírodními vlivy, na spodním líci s drážkou, lokálně porostlé mechy.

#### Spodní stavba (SS):

- spodní stavba je z prostého betonu, který je v líci celoplošně opatřen cementovou omítkou. Lokálně se v líci vyskytují opady omítky a vlasové trhliny doprovázené průsaky s usazenými vápennými výluhy. Opady omítek se nejčastěji objevují v okolí dilatačních spár,
- obě opěry jsou rozděleny dilatační spárou na dva dilatační celky, v okolí spáry je omítko oddělena od pokladu, na poklep zní dutě (ATM) a dochází k jejímu opadu. Tím rovněž dochází k degradaci betonu a jeho opadu do hloubky až 30 mm,
- čelo třebovské opěry má v líci opady omítky na cca 40 % plochy, svitavská opěra má v horní části čela četné vlasové trhliny, některé s průsaky a usazenými vápennými výluhy, beton povrchově degraduje,
- k opěrám diagonálně přiléhají šikmá dilatovaná křídla, na každé opěře jedno, křídla jsou pravděpodobně z prostého betonu, dilatační spáry mezi opěrami a křídly jsou s opady omítky a lokálně betonu, po celé jejich délce, resp. výšce,
- křídlem na svitavské opěře vede několik vodorovných vlasových trhlin s průsaky a usazenými vápennými výluhy,
- na křídla navazují opěrné zdi, které jsou v líci zavlhle a porostlé mechy.

*Fotodokumentace z vizuální prohlídky je uvedena v příloze za textem zprávy.*

**b) Diagnostické jádrové vrtý**

Hlavní informace získané průzkumem uvádíme v následujících bodech:

opěra Č. Třebová \*):

- tloušťka opěry je v místě vrtu 11/1 - V1 cca **2,90 m**.
- základová spára byla v místě vrtu 11/1 - Š1 zastižena v hloubce **10,18 m** od spodního líce NK.

Podrobné informace o charakteru zastižených materiálů v konstrukci prezentujeme v dokumentaci diagnostických vrtů v příloze a v části vizuální prohlídka.

**c) Pevnost betonu v tlaku**

Pevnost v prostém tlaku byla stanovena na základě destruktivních zkoušek, které byly provedeny na vzorcích odebraných z konstrukce.

Hlavní informace získané průzkumem uvádíme v následujících bodech:

opěra Č. Třebová \*):

- dle ČSN 731201 jako **B 15**, dle ČSN EN 206+A1 pak jako **C12/15**
- počet provedených zkoušek neodpovídá současným požadavkům pro statistické vyhodnocení pevnosti betonu v tlaku a jeho následného zařazení do pevnostních tříd. Zařazení má pouze informativní charakter!

Přehled pevnostních charakteristik betonu získaných z destruktivních zkoušek provedených na vzorcích odebraných z konstrukce, uvádíme v následující tabulce:

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

Diagnostikovaný prvek konstrukce a typ zkoušek		Pevnostní charakteristiky ze statického zpracování výsledků				
		průměr $f_{m(n), is}$	minimum $f_{is, min}$	maximum $f_{is, max}$	směrodatná odchylka <b>s</b>	variační koeficient <b>V<sub>x</sub></b>
opěra Č. Třebová <sup>1)</sup>	destruktivní	16,4	14,0	18,1	1,8	11,1%

Poznámka:

<sup>1)</sup> vyhodnoceno ze souboru 5 dílčích vzorků (0 vzorků vyloučeno)

**Odhad pevnostních tříd betonu**

**opěra Č. Třebová - pouze informativní výpočet !!!**

**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 = 5** (0 vzorků vyloučeno) Směrodatná odchylka **s = 1,8**

Součinitel odhadu 5% kvantilu **k<sub>n</sub> = 2,33**. Marže pro **f<sub>is, min</sub> M = 2,0**

Poznámka:

1) **V<sub>x</sub>** hodnotíme jako neznámý z důvodu nízkého poznání konstrukce

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

**f<sub>ck, is</sub> = f<sub>m(n), is</sub> - k<sub>n</sub> × s = 16,4 - 2,33 × 1,8 = 12,2 MPa**      **f<sub>ck, is</sub> = f<sub>is, min</sub> + M = 14,0 + 2,0 = 15,0 MPa**

Kritérium shody s využitím minimálních pevností betonu:

**f<sub>ck, is, cvl</sub> = 12,2 > 12,0 MPa = f<sub>ck, cvl</sub>** (pro beton pevnostní třídy C12/15)

Diagnostikovaný prvek konstrukce a typ zkoušek		Pevnostní třída betonu	
		třída dle výsledků zkoušek	poznámka
opěra Č. Třebová	destruktivní	<b>C12/15</b> (ČSN EN 206+A1) <b>B15</b> (ČSN 73 1201)	zařazení má pouze informativní charakter! nedostatečný počet vzorků pro statistické zpracování

**d) Mezerovitost betonu**

Ve vodorovném vrtu **11/1-V1** byla provedena 1x vodní tlaková zkouška pro stanovení mezerovitosti betonu opěry Č. Třebová.,

- v místě vrtu **11/1-V1** činila specifická vodní ztráta zdiva  $q$  cca 0,0 l/s/m/MPa,
- mezerovitost betonu opěry Č. Třebová je **do 5 %**.

*Poznámka: v původní odborné literatuře se velikost specifické vodní ztráty  $q$  pro vodě nepropustné zdivo uvádí hodnota 0,001 l/s/m/MPa*

*Protokol s vyhodnocením vodní tlakové zkoušky je uveden v příloze za textem zprávy.*

**e) Alkalicko-křemičitá reakce**

Alkalicko-křemičitá reakce (ASR) nastává v betonu tehdy, když alkálie z cementu, příp. dalších složek betonu, nebo z vnějších zdrojů reagují s oxidem křemičitým obsaženým v určitých druzích kameniva za vzniku gelu alkalických silikátů.

Typickou vlastností tohoto gelu je, že absorbuje vodu a nabývá na objemu. Toto nabývání může být pak příčinou vzniku trhlin v zrnech kameniva a betonu a konečně i příčinou rozpadu betonu.

Návrtý pro odebrání vzorků byly provedeny jednak ze spodního líce nosné konstrukce ve 4. dilatačním celku a jednak z horního líce nosné konstrukce, kde byl návrt proveden ze dna kopané sondy. Na rozlomených vývrtech bylo provedeno zjišťování možné přítomnosti alkalicko-křemičité reakce v betonu pomocí uranylacetátové zkoušky.

**Vyhodnocení měření:**

- u vzorku **11/1-M1\*** bylo zkouškou zastiženo 1 reaktivní zrno,
- u vzorku **N1** bylo zkouškou zastiženo 1 reaktivní zrno,
- u vzorku **N2** byl **výsledek** provedené zkoušky (Most v km 4,063) **negativní**, na vzorku nebyly pozorovány typické znaky pro přítomnost ASR, jako jsou reakční lemy na okrajích zrn hrubého kameniva. Alkalicko-křemičitá reakce v této části vývrtu nebyla jednoznačně prokázána.

*Podrobný protokol o provedení zkoušky je uveden v příloze za textem zprávy.*

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

- Jedná se o jednopolový most přes kolej číslo 100 na vjezdu. Nosná konstrukce (NK) je železobetonová, spodní stavba (SS) je z prostého betonu.

**Stavebnětechnický průzkum:**

- tloušťka opěry Č. Třebová je v místě vrtu 11/1-V1 cca 2,90 m,
- základová spára byla v místě vrtu 11/1-Š1 zastižena v hloubce 10,18 m pod spodním lícem NK,
- beton opěry Č. Třebová lze orientačně zatřídit dle ČSN EN 206+A1 jako C12/15,
- mezerovitost betonu opěry Č. Třebová do 5 %,
- u vývrtu N1 a 11/1-M1 byly pozorovány projevy alkalicko-křemičité reakce u 1 zrna hrubého kameniva, u vývrtu N2 nebyly pozorovány typické znaky pro přítomnost ASR.

**PŘÍLOHOVÁ ČÁST****SO 20-20-01 Most v km 4,063****SO (10-19-21)****Obsah:**

Příloha č. 1: Situace objektu, měřítko 1:1 000

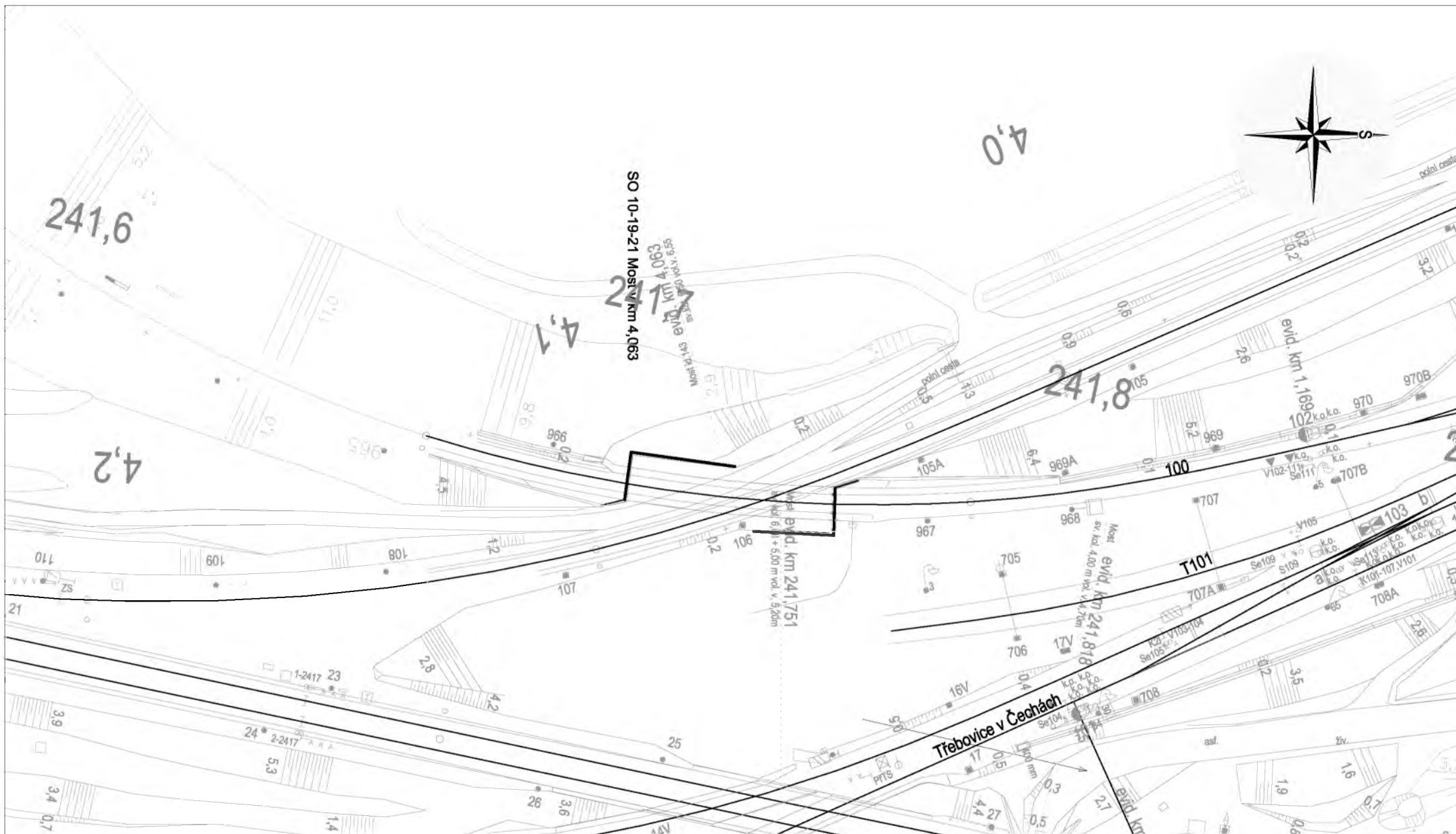
Příloha č. 2: Schéma umístění diagnostických vrtů

Příloha č. 3: Dokumentace jádrových diagnostických vrtů

Příloha č. 4: Fotodokumentace

Příloha č. 5: Výsledky laboratorních zkoušek (*pevnost betonu v tlaku, ASR*)

Název zakázky:	Česká Třebová, žel. uzel, průzkum pro DSP		
Číslo zakázky:	2021-280	Objednatel:	SUDOP BRNO, spol s r. o.
Datum:	04/2022	Zpracoval:	Ing. Aleš Vojkovský
Počet stran:	24	Schválil:	Mgr. Filip Dudík



# **MOST V KM 4,063** **SITUACE OBJEKTU 1 : 1000**

GeoTec-GS, a.s.  
 106 00 Praha 10  
 Chmelová 2920/6

Česká Třebová, žel. uzel, průzkum pro DSP

Vypracoval: Ing. K. Panáková  
 Odpovědný řešitel: Ing. A. Vojkovský

Zak. číslo:  
 2021-280

Příloha:  
 1.





**Objekt: Most v km 4,063**
**Sonda**
**N1**

Lokalizace vrtu : spodní líc NK  
 Umístění vrtu : cca 3,3 m od levého čela NK  
 Úklon vrtu od svislé : 0°

Hloubeno dne : 26.1.2022  
 Souprava : HILTI DD350  
 Dokumentoval : Ing. K. Panáková

Hloubka [m]

ve směru vrtu

od do  
 0,00 - 0,18

**Beton nosné konstrukce** - nehomogenní, pevný, kompaktní, s dostatečným obsahem pojiva, ojediněle dutinky velikosti až 6 mm, šedé barvy

kamenivo: drcené i těžené, velikosti cca 0,3 - 4 cm

výztuž: nezastižena

výnos: v podobě souvislého kusu jádra délky 18 cm, 100%

Odebrané vzorky : J - beton - 0,00 - 0,18 m

Poznámka : - vrt byl proveden jako návrt pro odběr vzorku betonu

**Objekt: Most v km 4,063**
**Sonda**
**N2**

Lokalizace vrtu : spodní líc NK  
 Umístění vrtu : cca 9 m od pravého čela NK  
 Úklon vrtu od svislé : 0°

Hloubeno dne : 26.1.2022  
 Souprava : HILTI DD350  
 Dokumentoval : Ing. K. Panáková

Hloubka [m]

ve směru vrtu

od do  
 0,00 - 0,25

**Beton nosné konstrukce** - nehomogenní, pevný, kompaktní, s dostatečným obsahem pojiva, ojediněle dutinky velikosti až 15 mm, šedé barvy

kamenivo: drcené i těžené, velikosti cca 0,3 - 3 cm

výztuž: - zastižena v hloubce - 0,05m -  $\varnothing$  cca 21 mm - kolmo na osu vrtu, zdravá, bez koroze

výnos: v podobě souvislého kusu jádra délky 25 cm, 100%

Odebrané vzorky : J - beton - 0,00 - 0,25 m

Vodní tlaková zkouška : ---

Poznámka : - vrt byl proveden jako návrt pro odběr vzorku betonu

**SO 10-19-21 Železniční most v km 4,063**

Lokalizace vrtu: třebovská opěra

Výška ústí vrtu: 401,90 m n. m.

Úklon vrtu od svislé: 17°

**Sonda 11/1 - Š1**

Hloubeno dne: 4. 10. 2016

Souprava: CEDIMA 3/5 M

Dokumentoval: Mgr. J. Hruška

Hloubka [m]

Ve směru vrtu

od do

- 0,00 - 3,82 **Beton**, hutný, pevný, světle šedý až šedý, hrubé kamenivo ostrohranné až slabě opracované, velikosti 0,5 – 4,0 cm, slabě porézní, od úrovně 1,70 m silně porézní, méně hutný, v úrovni 1,12 – 1,18 m, rozvrtaný na úlomky do velikosti 3 cm, v úrovni 2,85 m úlomky dřeva, v úrovni 3,50 – 3,59 m a 3,70 – 3,79 m prachovec středně pevný
- 3,82 - 4,00 **Podloží**, slínovec mírně zvětralý, šedý, vrstevnatý, úlomkovitě rozpadavý, rozvrtaný na úlomky s jílovitou výplní

Odebrané vzorky:

Vodní tlaková zkouška:

Poznámka:

**SO 10-19-21 Železniční most v km 4,063**

Lokalizace vrtu: třebovská opěra

Výška ústí vrtu: 402,14 m n. m.

Úklon vrtu od svislé: 90°

**Sonda 11/1 - V1**

Hloubeno dne: 4. 10. 2016

Souprava: CEDIMA 3/5 M

Dokumentoval: Mgr. J. Hruška

Hloubka [m]

Ve směru vrtu

od do

- 0,00 - 2,90 **Beton**, hutný, pevný, světle béžově šedý, hrubé kamenivo ostrohranné a poloopracované o velikosti 0,5 – 5,0 cm, slabě porézní, jádro rozvrtáno na úlomky o délce 15-50 cm, na bázi asfaltový nátěr
- 2,90 - 3,40 **Zásyp**, štěrk s jemnozrnnou příměsí, žlutohnědý, s plochými opracovanými úlomky hornin o velikosti do 3 cm, s hrubozrnnou písčitou mezerní hmotou

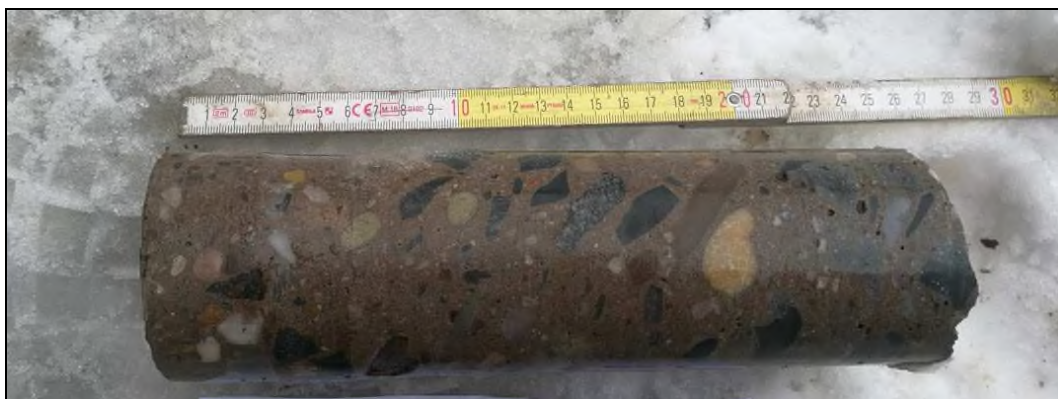
Odebrané vzorky: beton 0,15 – 1,00 m

Vodní tlaková zkouška: 0,20 – 1,00 m

Poznámka:



**Obr. č. 1** - diagnostický návrť N1 - do NK



**Obr. č. 2** - diagnostický návrť N2 - do NK



**Obr. č. 3** - pohled na opady omítky v čele objektu



**Obr. č. 4** - pohled na spodní líc NK s opady a vlasovými trhlinami





**Obr. č. 5** - pohled na spodní líc NK - v líci viditelná rozdělovací výztuž



**Obr. č. 6** - pohled na trhliny s průsaky ve spodní stavbě



**Obr. č. 7** - pohled na opady omítky a betonu v okolí dilatační spáry





**Obr. č. 8** - pohled na spodní líc NK



**Obr. č. 9** - pohled na křídlo objektu a navazující opěrnou zeď





**Obr. č. 10** - pohled na napojení šikmého křídla k objektu, opady omítky podél dilatační spár



**Horský s.r.o.**

Laboratoř Horský

zkušební laboratoř č.1207 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005

Klánovická 286/12, 194 00 Praha 9 tel./fax: 281860623 mobil: 603540691

Email: lab@horsky.cz



**Protokol č. VR 35/16**

Datum vystavení: 14.11.2016

Počet stran: 2

## **Zkouška pevnosti betonu v tlaku na vývrtech**

### Zákazník

**SUDOP PRAHA a.s.**

se sídlem

207 - středisko geotechniky

Olšanská 1a, 130 80 Praha 3

### Původ vzorků

Stavba: **Modernizace železničního uzlu Česká Třebová**  
Odebrané vzorky: vývrty průměru cca 64,5 mm  
Vývrt odebral: firma SUDOP PRAHA a.s.  
Datum dodání vzorků: 1.11. 2016

Sonda: **11/1 – V1**  
Hloubka: 0,15 – 1,00m  
Datum odběru: 4.10.2016  
Druh vzorku: beton

### Údaje ke zkoušce

Laboratorní číslo vzorků: 2366/16  
Datum zkoušky: 4.11.-7.11. 2016  
Zkušební tělesa: válec o průměru 64,5 mm a štíhlostního poměru 1:1

### Popis vývrtnu a zkoušek

Po provedení popisu a zjištění objemové hmotnosti byly vývrty nařezány na válcová zkušební tělesa o štíhlostním poměru 1 pro zkoušku pevnosti v tlaku. Tlačné plochy připravených vzorků byly upraveny koncováním. Povrch těles byl v době zkoušky pevnosti suchý.

Výsledky zkoušek (platí pouze pro zkoušené vzorky)

označení vývrtu laboratorní číslo vzorku	<b>11/1 – V1</b> 2366/16				
popis vývrtu	- vývrt rozdělen na 4 navazující části - beton hutný s místy mírně vydroleným řezem				
parametry vývrtu (ČSN 73 6172)					
rozložení hrubého kameniva množství / druh hrubého kam. maximální zrno [mm]	nerovnoměrné ve shlukách (cca 25-30 % objemu, místy i 20%) / HTK 33 x 32				
zhutnění betonu - póry do 1 mm / do 7 mm - dutiny nad 7 mm / kaverny	beton hutný malé / střídá se malé až střední (velikosti 1-3mm) 2 / -				
výztuž	-				
průměr / délka vývrtu [mm]	64,5 / 850				
fyzikálně mechanické vlastnosti betonu					
objemová hmotnost [kg/m³] (ČSN EN 12390-7)	2270				
změřená pevnost v tlaku [MPa] (ČSN EN 12504-1)	21,3	21,4	17,0	20,7	18,0
krychelná pevnost v tlaku [MPa] (TKP 18) <sup>N)</sup>	20,8	20,8	16,5	20,2	17,5
Ø krychelná pevnost v tlaku <sup>N)</sup> [MPa]	19,2				
poznámky	-				

Vysvětlivky: <sup>(N)</sup> Provedeno mimo rámec akreditace.

Protokol vypracoval Ing. Tomáš Vavříník, zkušební technik

Protokol schválil Ing. Jan Horský, vedoucí laboratoře

Prohlášení Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře nesmí být protokol reprodukován jinak, než celý.





**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.  
2200 J 029-06**

**Datum vydání zprávy**

11. dubna 2022

**Oddělení KÚ**

Experimentální  
tel. +420 224 353 537

**Objednatel:** GeoTec-GS, a.s.  
Ing. Milan Větrovský  
Chmelová 2920/6  
106 00 Praha 10

**Expertní zpráva:**

**Stanovení charakteristik materiálů odebraných v rámci akce:  
„Česká Třebová, žel. uzel, průzkum pro DSP; most v km 4,063“**

**Vypracoval:**

Ing. Tomáš Mandlík

**Spolupráce:**

Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D.

**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 odebraných v rámci akce: „Česká Třebová, žel. uzel, průzkum pro DSP; most v km 4,063“.

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, alkalicko-křemičitá reakce (ASR)

**OBSAH:**

1. ÚVOD .....	3
2. PODKLADY .....	3
3. POSTUP PRACÍ A VÝSLEDKY .....	3
3.1 POPIS ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ .....	3
3.2 ZJIŠŤOVÁNÍ ALKALICKO-KŘEMIČITÉ REAKCE POMOCÍ URANYLACETÁTOVÉ ZKOUŠKY .....	5

## **1. ÚVOD**

Na základě objednávky společnosti GeoTec-GS, a.s. (zakázka č. 2200 J 029) provedli pracovníci Kloknerova ústavu ČVUT Praha na dodaných jádrových vývrtech ověření chemických vlastností betonu. Vzorky byly odebrány objednatelem v rámci akce: „**Česká Třebová, žel. uzel, průzkum pro DSP; most v km 4,063**“.

V rámci zkoušek bylo provedeno:

- vizuální prohlídka a popis vývrťů,
- ověření přítomnosti alkalicko-křemičité reakce (ASR).

Účelem zkoušek bylo získat obraz o chemických vlastnostech materiálů a poskytnout tak podklad pro případný návrh opravy či posouzení konstrukce. Zkoušky proběhly v laboratořích Kloknerova ústavu v průběhu dubna 2022.

## **2. PODKLADY**

- [1] Modrý, S. Reakce kameniva s alkáliemi v betonu. Praha: Sekurkon, 1999. ISBN 80-2384313-3;
- [2] SHRP-C/FR-91-101 handbook For The Identification of Alkali-Silica Reactivity in Highway Structures, National Research Council, Washington, D.C. 1991;
- [3] AASHTO T 299-93 (2004) Standard Method of Test for Rapid Identification of Alkali-Silica Reaction Products in Concrete.

## **3. POSTUP PRACÍ A VÝSLEDKY**

### **3.1 POPIS ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ**

Pro zkoušky byly do KÚ dne 8. 3. 2022 objednatelem dodány vývrty průměru cca 75 mm odebrané objednatelem dne 26. 1. 2022 v rámci akce „**Česká Třebová, žel. uzel, průzkum pro DSP; most v km 4,063**“. Vývrty byly označeny N1 a N2.

V Kloknerově ústavu byly dodané vývrty prohlédnuty, vyfotografovány (viz Foto 1), byla popsána struktura pláště vývrťů a vzorky byl následně připraveny pro předepsané zkoušky.

Místo odběru je uvedeno v Tabulce 1. Výsledky vizuální prohlídky jádrových vývrťů jsou zaznamenány v Tabulce 2.

**Tabulka 1:** Poloha odebraných vzorků

<b>Označení vývrťu</b>	<b>Hloubka (mm)</b>	<b>Místo odběru vývrťu</b>
N1	0-180	Most v km 4,063.
N2	0-250	Most v km 4,063.



**Tabulka 2:** Popis vývrtů

Označení vývrtu	Délka / průměr [mm]	Popis struktury vývrtu
N1	180/Ø75	Beton obsahuje vyvážený podíl DTK a HK, místy ve vývrtu převažuje podíl HK nad DTK. Max. velikost zrna HTK je 32 mm, max. velikost zrna HDK je 35 mm. Beton je hutný. Na plášti vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 6 mm. Plášť vývrtu je hladký.
N2	250/Ø75	Beton obsahuje vyvážený podíl DTK a HK, místy ve vývrtu převažuje podíl HK nad DTK. Max. velikost zrna HTK je 40 mm, max. velikost zrna HDK je 45 mm. Beton je hutný. Na plášti vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 6 mm, ojediněle byly zaznamenány větší póry a dutiny velikosti až 20 mm. Plášť vývrtu je hladký. Ve vývrtu byla v hloubce 40 mm zachycena výztuž – 1 prut. Na čele vývrtu je stěrka tloušťky 2 mm.

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

### Fotodokumentace jádrových vývrtů; most v km 4,063:

**Foto 1:** Pohled na vývrtů N1 a N2

### **3.2 ZJIŠŤOVÁNÍ ALKALICKO-KŘEMIČITÉ REAKCE POMOCÍ**

#### **URANYLACETÁTOVÉ ZKOUŠKY**

Datum zkoušky	:	7. 4. 2022
Zkoušku provedl	:	Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D., Ing. Tomáš Mandlík
Zkušební vzorky	:	část vývrtnu N1 a N2
Prostředí zkoušky	:	teplota 19 °C, vlhkost 51 %

Alkalicko-křemičitá reakce (ASR) nastává v betonu tehdy, když alkálie z cementu, příp. dalších složek betonu, nebo z vnějších zdrojů reagují s oxidem křemičitým obsaženým v určitých druzích kameniva za vzniku gelu alkalických silikátů.

Typickou vlastností tohoto gelu je, že absorbuje vodu a nabývá na objemu. Toto nabývání může být pak příčinou vzniku trhlin v zrnech kameniva a betonu a konečně i příčinou rozpadu betonu [1].

Aby tzv. alkalická reakce nastala, je nezbytné naplnění tří podmínek [1]:

- přítomnost dostatečného množství alkálií v betonu,
- přítomnost reaktivního kameniva v betonu,
- přítomnost dostatečného množství vlhkosti.

#### **Uranylacetátová zkouška:**

Na rozlomených vývrtech bylo provedeno zjišťování možné přítomnosti alkalicko-křemičité reakce v betonu pomocí uranylacetátové zkoušky. Při této zkoušce se zjišťuje přítomnost reakčního produktu alkalicko-silikátové reakce (ASR) a to ASR gelu.

Tento gel je tvořen v podstatě z oxidu křemičitého, alkálií (sodíku a draslíku), vápníku a vody. Hlavně gel, který absorbuje vodu, rozhoduje o objemových změnách souvisejících ASR. Gel se může vyskytovat ve velkém či malém množství v kamenivu, dutinách kameniva, vzduchových dutinách, prasklinách a na vnějších površích betonu.

Po nanesení uranyl acetátového roztoku na povrch obsahující gel iont uranilu nahrazuje alkálii v gelu, a tím začne vydávat charakteristické žluto zelené zabarvení, je-li pozorován ve tmě pod ultrafialovém záření s vlnovou délkou 254 nm.

ASR gel fluoreskuje mnohem jasněji než cementová kaše vlivem větší koncentrace alkálií a následně iontů uranilu v gelu [1, 2]. Uranylacetátová zkouška byla provedena podle postupu uvedenému v AASHTO T 299-93 [3].

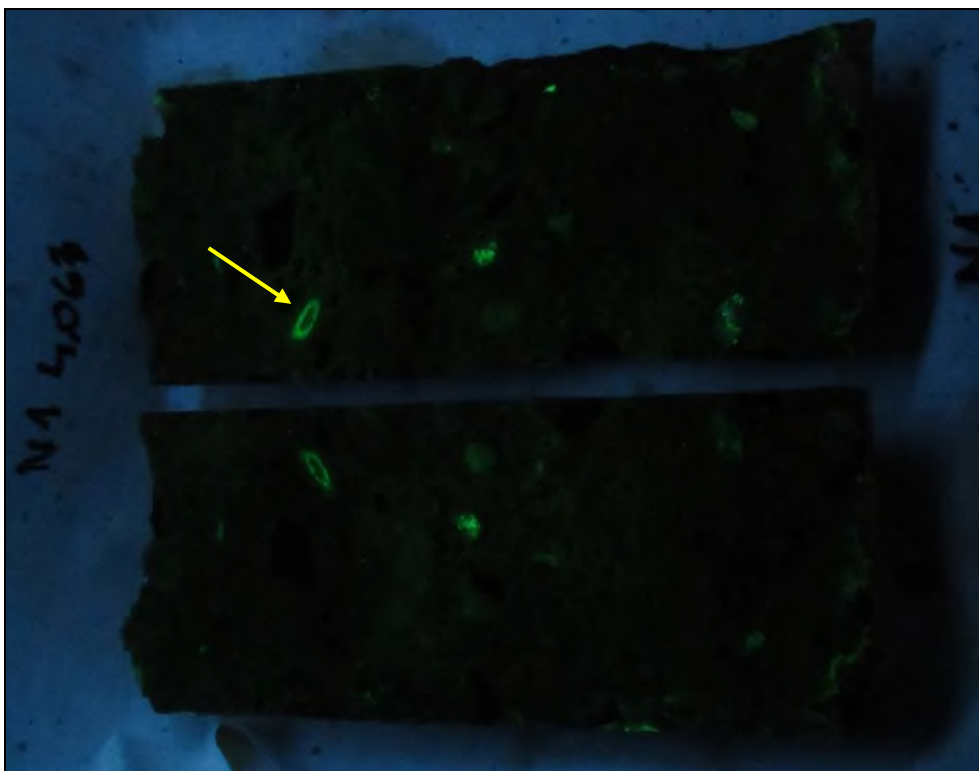
Při zkoušce byly vývrty rozlomeny na části, aby byla vytvořena čerstvá lomová plocha. Tato lomová plocha byla opláchnuta vodovodní vodou a na povrch byl nanesen roztok uranylacetátu. Po působení roztoku 3 – 5 minut byl povrch lomové plochy opět opláchnut vodovodní vodou. Následně byl povrch betonu prohlížen v temné komoře pod UV zářením.

Při osvitu UV zářením by se přítomnost ASR gelu projevilo tak, že gel žluto zeleně fluoreskuje. Vzorky před a po zkoušce zjišťování přítomnosti ASR viz Foto 2 až 5.





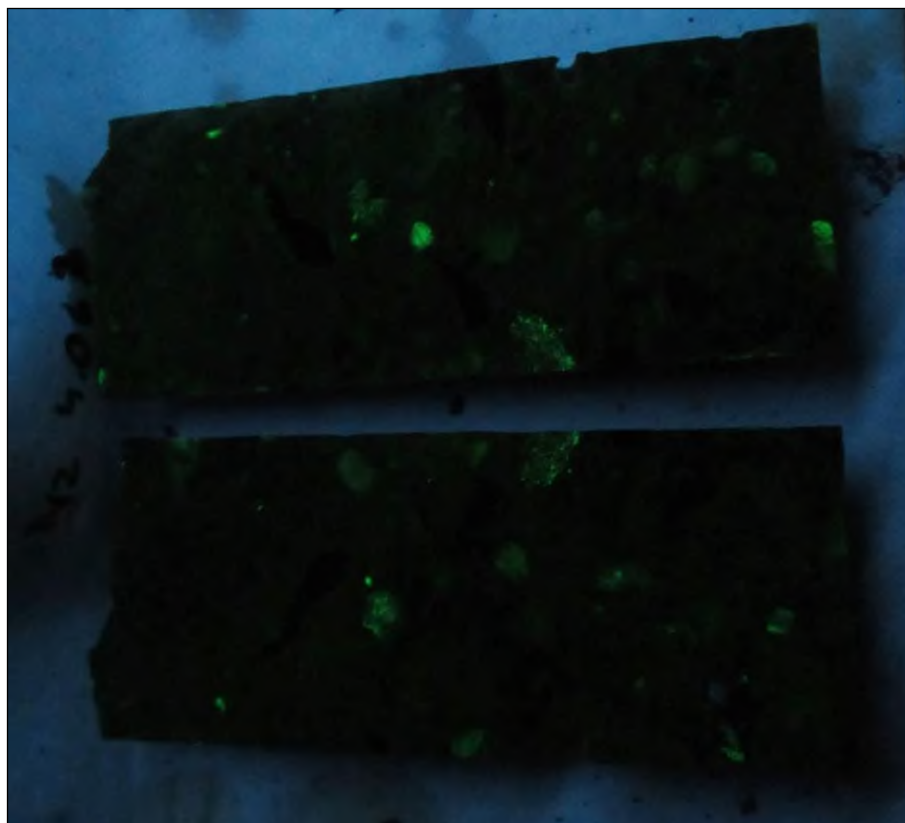
**Foto 2:** Části vzorku N1 před zkouškou na přítomnost ASR



**Foto 3:** Vzorek N1 po zkoušce;  
Fluoreskuje lem okolo jednoho zrna kameniva – zřejmě opuka (viz žlutá šipka), dále mírně fluoreskují některá zrna hrubého kameniva nebo jejich části



**Foto 4:** Části vzorku N2 před zkouškou na přítomnost ASR



**Foto 5:** Vzorek N2 po zkoušce;

Není zřejmá žlutozelená fluorescence typická pro ASR (reakční lemy kolem zrn hrubého kameniva), mírně fluoreskují pouze některá zrna hrubého kameniva nebo jejich části

**Závěr:**

*Výsledek provedené uranylacetátové zkoušky u vzorku N2 (most v km 4,063) byl negativní. Nebyly pozorovány typické znaky pro přítomnost ASR, jako jsou reakční lemy na okrajích zrn hrubého kameniva. Alkalicko-křemičitá reakce v tomto vývrtnu nebyla jednoznačně prokázána.*

*U vývrtnu N1 byly pozorovány projevy alkalicko-křemičité reakce u jednoho zrna hrubého kameniva – reakční lem okolo zrna kameniva (zřejmě opuka, která může být reaktivním kamenivem). Případná ASR zde však není prozatím rozšířená, plášť vývrtnu nevykazuje vizuálně žádné trhliny.*

**Pozn.:** Je třeba brát v úvahu, že prováděná kolorimetrická zkouška má orientační charakter.

*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.*



**Horský s.r.o.**

stavební laboratoř, diagnostika staveb

Klánovická 286/12, 198 00 Praha 9, tel./fax: 281860623 mobil: 603540691 Email: lab@horsky.cz

počet stran zprávy: 4

počet příloh: 1x CD

akce  
**Modernizace železničního uzlu Česká Třebová**

zpráva č. R 018/18

**SO 10-19-21 Železniční most v km 4,063 – kolorimetrické stanovení  
přítomnosti korozních gelů od alkalklicko křemičité reakce**

Objednatel: **SUDOP PRAHA a.s.**  
207 - středisko geotechniky  
se sídlem: Olšanská 1a, 130 80 Praha 3

Řešitel: **Horský s.r.o.**  
se sídlem: Klánovická 286/12, 194 00 Praha 9

Zpracoval  
Ing. Tomáš Vavříník

**HORSKÝ s.r.o.**  
Stavební laboratoř  
Klánovická 286/12, 198 00 Praha 9  
tel: 281 860 623

duben 2018



## 1. ÚVOD

Na základě objednávky č. 16-170.201.207/K03-D2 ze dne 14. 3. 2017 od společnosti SUDOP Praha a.s. byly firmou Horský s.r.o. provedeny laboratorní zkoušky dodaných zkušebních těles pro vyšetření přítomnosti alkalicko křemičité reakce (ASR).

Zkoušky proběhly v průběhu 03/2017.

## 2. ZKUŠEBNÍ VZORKY

Celkem byly objednatelem dodán 1 vzorek (tabulka č. 1). Vzorek byl jádrový vývrt o průměru cca 74 mm. Požadovanou zkouškou bylo kolorimetrické stanovení přítomnosti ASR.

Tabulka č. 1: Zkušební vzorky

Laboratorní číslo	Označení vzorku	Průměr vzorku [mm]	Udaná hloubka odběru [mm]
556/17	11/1-M1	74	0-300

## 3. POPIS PROVEDENÝCH ZKOUŠEK

### 3.1. Zkoušky fyzikálně-mechanických vlastností betonu

Kolorimetrické zkoušky přítomnosti ASR je dle naší metodiky vhodné doplnit zkouškami tahových pevností, jelikož narušení betonu od této rozpínavé reakce je dobře patrné na poklesu tahových pevností.

Provedení zkoušky pevnosti v dostředném tahu nebylo vhodné, jelikož by získané lomové plochy byly malé s minimem zastiženého hrubého kameniva. Vzorky byly proto rozlomeny v příčném tahu, pro získání větších lomových ploch – avšak bez udání pevnosti v příčném tahu pro nepřímou vývrtů, respektive nerovnost jejich pláště.

### 3.2. Popis zkoušky

Přítomnost ASR gelu byla zjišťována kolorimetrickou zkouškou pomocí roztoku octanu uranilu-dihydrátu  $\text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  ve 2,5 % roztoku kyseliny octové. Vzorky jsou nejprve namočený do vody a následně jsou roztokem octanu uranilu-dihydrátu natřeny lomové plochy (např. na roztrženém jádrovém vývrtu). Po časové prodlevě (pro působení roztoku) je zájmová lomová plocha opět omyta a po oschnutí jsou vzorky následně zkoušeny v temné komoře. V temné komoře se vzorek nasvítí zdrojem UV světla o vlnové délce 254 nm. Korozní gely se pod UV světlem projeví žlutozelenou fluorescencí. Povlak gelu je lokalizován v trhlinách, vzduchových pórech, v zrnech kameniva a při vyšším množství korozního gelu i jako široký lem z gelového filmu v zrnech kameniva, široké výtoky při obvodu kameniva a na lomových plochách.

Kolorimetricky byly u vzorků zkoušeny lomové plochy po rozlomení vývrtu v příčném tahu. Jelikož je u takovýchto zkoušek pouze vizuální hodnocení, byl kladen důraz i na dokumentaci zkoušek. Vždy byly pořízeny fotografie zkoušené lomové plochy a fotografie kolorimetrické zkoušky při úplném zatemnění.

## 4. VÝSLEDKY ZKOUŠEK

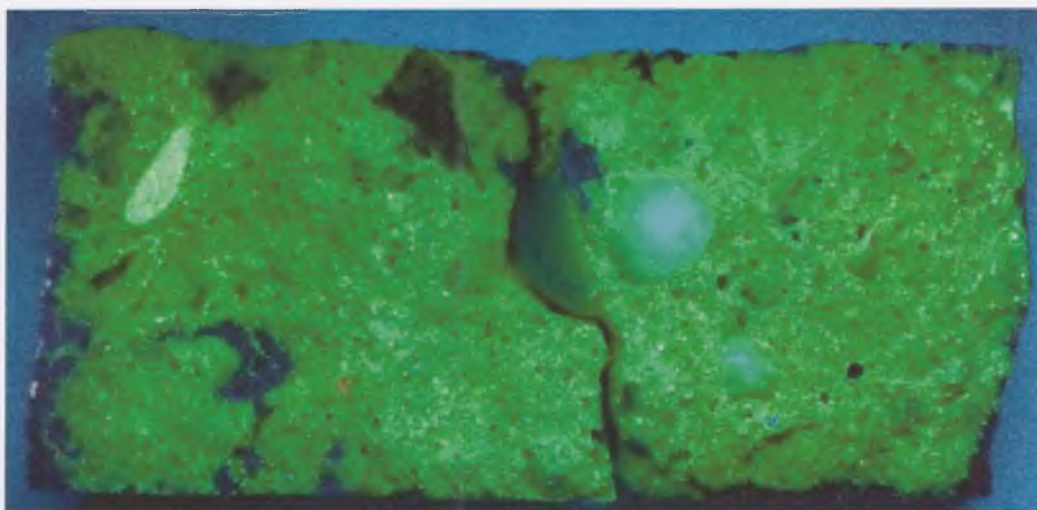
Výsledky kolorimetrických zkoušek jsou na obrázcích č. 1-4 spolu s popisem a hodnocením v textu.

### Vývrt 11/1-M1

- celkem 3 reaktivní zrna hrubého kameniva
- z toho jedno zrno v druhé polovině vývrtu zastiženo zřejmě s aktivním gelem
- gel není zvápenatělý, může se rozvinout – doporučeno dále sledovat



Obrázek č. 1: Fotodokumentace vývrtu 11/1-M1 – 1. polovina délky, pohled na zkoušenou lomovou plochu

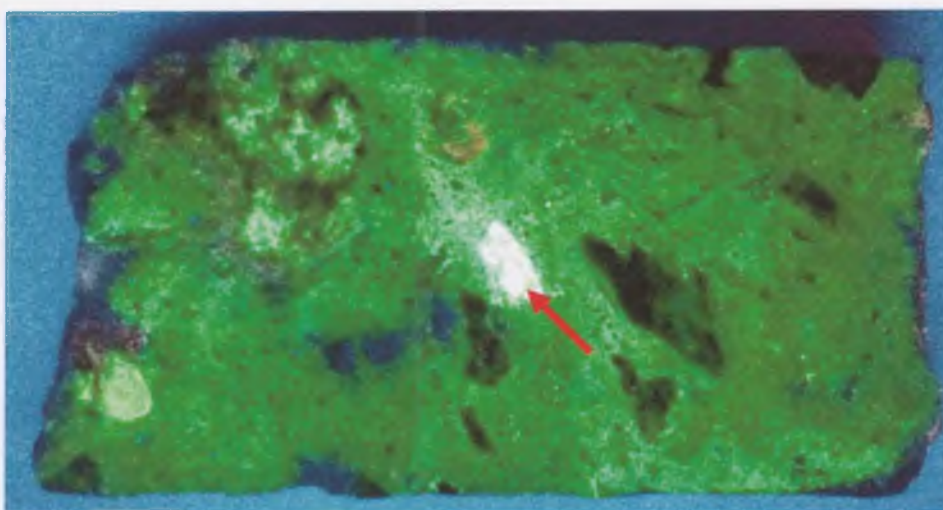


Obrázek č. 2: Fotodokumentace vývrtu 11/1-M1 – 1. polovina délky, kolorimetrická zkouška při úplném zatemnění





Obrázek č. 3: Fotodokumentace vývrtu 11/1-M1 – 2. polovina délky, pohled na zkoušenou lomovou plochu



Obrázek č. 4: Fotodokumentace vývrtu 11/1-M1 – 2. polovina délky, kolorimetrická zkouška při úplném zatemnění, v levé horní části fotografie fluoreskuje křemenec – nikoliv tedy ASR, šipkou označeno zrnko se zřejmě aktivním gelem

## 5. ZÁVĚR

Ve vývrtu 11/1-M1 bylo zastiženo jedno reaktivní zrnko se zřejmě aktivním nezápatatělým gelem. Korozí typu ASR se zde tedy může ještě rozvinout, doporučujeme proto danou konstrukci dále dlouhodobě sledovat.

Výsledky zkoušek i hodnocení platí pouze pro zkoušené vzorky.

---

KONEC ZPRÁVY