

### **SO 11-20-01** **(SO 01-19-01)** **Most v km 4,417**

### **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 11-20-01**

**(SO 15-19-41)**

**Most v km 4,417**

**Stavebnětechnický pasport**

PŘÍLOHY:

- Příloha č. 1: Situace objektu, měřítko 1:1000
- Příloha č. 2: Schéma umístění diagnostických vrtů a zkoušek v rámci konstrukce
- Příloha č. 3: Dokumentace jádrových diagnostických vrtů
- Příloha č. 4: Stanovení pevnosti v tlaku Schmidovým tvrdoměrem
- Příloha č. 5: Výsledky měření hloubky karbonatace
- Příloha č. 6: Nedestruktivní ověření a stanovení polohy výztuže
- Příloha č. 7: Srovnání křivek hustoty pravděpodobnosti hloubky karbonatace a krytí výztuže
- Příloha č. 8: Fotodokumentace
- Příloha č. 9: Výsledky laboratorních zkoušek  
(pevnost betonu v tlaku, zkouška přítomnosti ASR)

Praha, červen 2022

Zpracoval: Ing. Milan Větrovský

Za věcnou správnost: Ing. Jan Hrabánek

Schválil: Mgr. Filip Dudík  
ředitel společnosti

## Most v km 4,417

### Stavebnětechnický pasport:

#### 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

<u>Základní údaje o objektu:</u>	Jedná se o jednopolový most přes traťovou kolej č. 4, který převádí dvě traťové koleje hlavního železničního koridoru v úseku Zábřeh na Moravě - Česká Třebová. Nosnou konstrukci (NK) tvoří železobetonové desky, spodní stavba (SS) je z prostého betonu. Rok výstavby mostu je 1943.
<u>Cíl průzkumu:</u>	Vizuální ověření technického stavu přístupných částí konstrukce s důrazem na jejich případné poruchy, ověření skrytých opěry Česká Třebová, stanovení pevnostních charakteristik betonu nosné konstrukce a spodní stavby, resp. opěry, včetně ověření mezerovitosti betonu opěry. Ověření 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> 1/1-V1- 4,20 m, vodorovný vrt za rub opěry *) 1/1-Š1- 5,70 m, šikmý vrt pod úroveň základové spáry *) <u>Nosná konstrukce:</u> 1/1-M1- 0,30 m, návrty do mostní desky *) N1+N2- 0,50+0,90 m, návrty pro odběr vzorků (pevnost) N3+N4- 0,25+0,30 m, návrty pro odběr vzorků (ASR)
Kopaná sonda:	KSM-1/1- 0,15 m, ověření mocnosti štěrkového lože *)
Vodní tlaková zkouška:	1/1-V1 - provedena v intervalu 0,20-1,00 m *)
Ověření výztuže:	1x spodní líc nosné konstrukce, semidestruktivně
Fotodokumentace:	uvedena v příloze, zahrnuje profil diagnostických jádrových vrtů a výstup z vizuální prohlídky
<u>Odebrané vzorky a laboratorní zkoušky:</u>	
Jádro - beton :	1/1-V1- hl. 3,00-4,00 m - pevnost v prostém tlaku *)
	1/1-M1- hl. 0,00-0,30 m - přítomnost ASR *)
	N1+N2- hl. 0,00-1,00 m - pevnost v prostém tlaku
	N3+N4- hl. 0,00-0,25 m - přítomnost ASR

#### Archivní podklady:

\*) HRUŠKA, J., Mgr (2017): „Modernizace železničního uzlu Česká Třebová“, SO 01-19-01 železniční most v km 4,428 (ev. km 4,417), 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) Vizualní prohlídka        | e) Měření hloubky karbonatace a krytí výztuže (stanovení korozních rizik) |
| b) Diagnostické jádrové vrty | f) Mezerovitost betonu  |
| c) Pevnost betonu v tlaku    | g) Mocnost štěrkového lože  |
| d) Ověření výztuže           | h) Alkalicko-křemičitá reakce   |

#### a) Vizualní prohlídka

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

- stávající jednopolevý most přes traťovou kolej č. 4, který převádí dvě traťové koleje železničního koridoru v úseku Zábřeh na Moravě - Č. Třebová. Nosnou konstrukci tvoří železobetonové desky, spodní stavba je z prostého betonu. Před mostem se na levé straně nachází opěrná zeď, za mostem se opěrná zeď nachází na pravé straně, zdi zajišťují stabilitu tělesa železničního koridoru,
- most byl vystavěn v roce 1943.
- konstrukce je po celé délce rozdělena 4. dilatačními spárami na 5 dílčích celků, přičemž 2,3 a 4 celek má sníženou světlost o cca 20-30 cm, z důvodu šikmého vedení koridorové trati na mostě (úhel křížení 25°).

#### Nosná konstrukce (NK):

- nosnou konstrukci tvoří 5 železobetonových desek oddělených od sebe dilatačními spárami, ve kterých se lokálně nachází nálitky asfaltové hydroizolace,
- na spodním líci se na cca 15-20 % povrchu nachází místa, ve kterých jsou patrná buď štěrková hnízda, nebo prokreslení ocelových prutů, které nemají zajištěné dostatečné krytí, obojí zapříčiňuje korozi výztužných prvků, vizualní ověření stupně koroze proběhlo pouze bodově v sekané sondě, která byla provedena v místech štěrkových hnízd, tato koroze měla pouze povrchový charakter,
- lokálně skrze dilatační spáry dlouhodobě prosakuje voda, tyto průsaky jsou slabé a nezpůsobují vážnější poruchy konstrukce, resp. degradaci betonu,
- v desce 1. dilatačním celku (začátek objektu), resp. v jejím čele a při spodním líci u čela, se vyskytují opady betonu do hloubky cca 2-3 cm, v místech opadů je odhalená hladká ocelová výztuž, která je napadená převážně silnou povrchovou, místy až hloubkovou korozi,
- na začátku 3. dilatačního celku se u dilatační spáry při spodním líci NK vyskytují opady betonu (na ploše cca 1 m<sup>2</sup>), do hloubky 2-3 cm, v místech opadů jsou odhaleny ocelové pruty, které jsou napadeny silnou hloubkovou korozi, podobné opady a poruchy konstrukce se vyskytují i u dilatační spáry na začátku 4. dilatačního celku,
- na spodním líci nosné konstrukce se ojediněle a nahodile vyskytují obnažené pruty, pravděpodobně pouze konstrukční výztuže, které nemají zajištěné dostatečné krytí a jsou rovněž napadené korozi,
- v čelech NK se místy vyskytují trhliny, skrze které dlouhodobě prosakuje voda,
- římsy objektu jsou betonové, celoplošně degradované s opady betonu do hloubky až 10 cm, v místech opadů je odhalena výztuž se silnou povrchovou korozi.

#### Spodní stavba (SS):

- spodní stavba je rovněž dilatačními spárami rozdělena na 5 dílčích celků,
- je tvořena prostým betonem, který je v líci drsný a bez významných poruch, lokálně

skrže vodorovné pracovní spáry dochází ke slabým dlouhodobým průsakům vody, což má ojediněle za následek tvorbu vápenných usazenin,

- v obou opěrách se nacházejí záchranné výklenky, v každé opěře po 1 ks,
- k opěře směrem Česká Třebová (vpravo ve směru růstu staničení) přiléhá před mostem kolmé betonové křídlo, za mostem pak opěrná zeď, k opěře Zábřeh n. Moravě před mostem přiléhá opěrná zeď a za mostem vodorovné křídlo,
- podél opěr pod mostem vedou kryté příkopové zídky, které jsou kryty betonovými poklopy, ty jsou zachovalé a bez významných poruch.

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

## b) Diagnostické jádrové vrty a návrtý

Hlavní informace získané průzkumem uvádíme v následujících bodech:

opěra Č. Třebová \*):

- tloušťka opěry je v místě vrtu 1/1 - V1 cca **4,00 m**,
- základová spára byla v místě vrtu 1/1 - Š1 zastižena v hloubce **11,13 m** pod spodním lícem NK (v úrovni cca 396,99 m n.m.).

Nosná konstrukce:

- do nosné konstrukce byly provedeny pouze návrtý, které sloužily pro odběr vzorků betonu na zkoušky pevnosti v tlaku a zkoušky přítomnosti alkalicko-křemičité reakce,
- hloubky jednotlivých návrtů dosahovaly hloubek v rozmezí 0,25-1,00 m.

*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 (nedestruktivně)

Pevnost betonu v prostém tlaku byla stanovena na základě nedestruktivních zkoušek za použití Schmidtovo tvrdoměru.

*Výsledné hodnoty pevnosti betonu v tlaku jsou však ovlivněny karbonatací povrchových vrstev betonu, které obecně vykazují řádově vyšší pevnosti. Výsledné zařazení je proto zhotovitelem průzkumu poníženo o dvě pevnostní třídy.*

*Získané výsledky jsou z výše uvedených důvodů pouze informativní. Nedestruktivní ověření bylo rovněž doplněno o destruktivní zkoušky, které byly provedeny na vzorcích odebraných z konstrukce, výsledky zkoušek jsou uvedeny níže v textu.*

**Orientační zařazení betonu dle výsledků nedestruktivních zkoušek:**

Nosná konstrukce:

- na základě výsledků nedestruktivních zkoušek a názoru zhotovitele zkoušek lze beton orientačně zařadit dle ČSN 731201 jako **B 35**, dle ČSN EN 206+A2 pak jako **C 30/37**.

### 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>
nosná konstrukce <sup>1)</sup>	nedestruktivní	52,8	52,3	53,4	0,5	1,0 %

Poznámka:

<sup>1)</sup> vyhodnoceno ze souboru 60 úderů schmidtovým tvrdoměrem

**Odhad pevnostních tříd betonu****Stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci pro zařazení do pevnostních tříd:**

Dle ČSN EN 13791 - ověření na základě dat ze zkoušek

Počet zkoušek  $n = 5$  (60 úderů schmidt) Směrodatná odchylka  $s = 0,5$ Součinitel odhadu 5% kvantilu  $k_n = 2,33$ . Marže pro  $f_{is,min}$   $M = 4,0$ Poznámka: $V_x$  hodnotíme jako neznámý z důvodu nízkého poznání konstrukce

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

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k_n \times s = 52,3 - 2,33 \times 0,5 = 51,1 \text{ MPa} \quad f_{ck, is} = f_{is,min} + M = 52,3 + 4,0 = 56,3 \text{ MPa}$$

Kritérium shody s využitím minimálních pevností betonu:

$$f_{ck, is, cube} = 51,1 > 50,0 \text{ MPa} = f_{ck, cube} \text{ (pro beton pevnostní třídy C40/50)}$$

Diagnostikovaný prvek konstrukce a typ zkoušek		Pevnostní třída betonu		
		třída dle výsledků zkoušek	doporučená třída dle názoru zhotovitele	poznámka
NK	nedestruktivní Schmidt	C40/50 (ČSN EN 206+A1) B50 (ČSN 73 1201)	C30/37 (ČSN EN 206+A1) B35 (ČSN 73 1201)	ověřovaný beton je nehomogenní, v líci zkarbonatovaný a se šterkovými hnízdy

**c) Pevnost betonu v tlaku (destruktivně)**

Pro stanovení pevnosti byly z jednotlivých konstrukcí odebírány jádrové vývrtky. Z těchto vývrtků byla v laboratoři připravena zkušební tělíska, na kterých byly provedeny zkoušky pevnosti v prostém tlaku.

Nosná konstrukce:

- dle ČSN 731201 jako **B25**, dle ČSN EN 206+A2 pak jako **C20/25**

Spodní stavba - opěra Č. Třebová \*):

- dle ČSN 731201 jako **B15**, dle ČSN EN 206+A2 pak jako **C12/15**

\*) *Poznámka: Hodnoty pro výpočet pevnosti betonu byly převzaty z archivního průzkumu. Počet vzorků a způsob vyhodnocení pevnosti již nesplňuje současné požadavky pro statistické vyhodnocení pevnosti betonu v tlaku a jeho následné zařazení do pevnostních tříd. Následující 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 $s$	variační koeficient $V_x$
opěra Č. Třebová <sup>1)</sup> dilatační celek č. 5	destruktivní	24,1	17,3	28,8	5,1	21,0 %
Nosná konstrukce <sup>2)</sup>		28,8	25,8	31,5	2,6	9,0 %

Poznámka:<sup>1)</sup> vyhodnoceno ze souboru 6 dílčích vzorků (0 vzorků vyloučeno)<sup>2)</sup> vyhodnoceno ze souboru 8 dílčích vzorků (2 vzorky vyloučeny z důvodu odlehlé hodnoty)

**Odhad pevnostních tříd betonu****opěra Č. Třebová****Stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci pro zatřídění do pevnostních tříd:**

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

Počet zkoušek  $n = 6$  (0 vzorků vyloučeno) Směrodatná odchylka  $s = 3,2$

Součinitel odhadu 5% kvantilu  $k_n = 2,18$ . Marže pro  $f_{is,min} M = 4,00$

Poznámka:

*Vx hodnotíme jako neznámý z důvodu nízkého poznání konstrukce*

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

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k_n \times s = 24,1 - 2,18 \times 5,1 = 13,0 \text{ MPa} \quad f_{ck, is} = f_{is,min} + M = 17,3 + 3,0 = 20,3 \text{ MPa}$$

Kritérium shody s využitím minimálních pevností betonu:

$$f_{ck, is, cvl} = 13,0 > 12,0 \text{ MPa} = f_{ck, cvl} \text{ (pro beton pevnostní třídy C12/15)}$$

**Nosná konstrukce****Stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci pro zatřídění do pevnostních tříd:**

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

Počet zkoušek  $n = 8$  (2 vzorky vyloučeny) Směrodatná odchylka  $s = 2,6$

Součinitel odhadu 5% kvantilu  $k_n = 2,18$ . Marže pro  $f_{is,min} M = 4,0$

Poznámka:

*Vx hodnotíme jako neznámý z důvodu nízkého poznání konstrukce*

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

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k_n \times s = 28,8 - 2,18 \times 2,6 = 23,1 \text{ MPa} \quad f_{ck, is} = f_{is,min} + M = 25,8 + 4,0 = 29,8 \text{ MPa}$$

Kritérium shody s využitím minimálních pevností betonu:

$$f_{ck, is, cvl} = 23,1 > 20,0 \text{ MPa} = f_{ck, cvl} \text{ (pro beton pevnostní třídy C20/25)}$$

Diagnostikovaný prvek konstrukce a typ zkoušek		Pevnostní třída betonu	
		třída dle výsledků zkoušek	poznámka
opěra Č. Třebová	destruktivní	<b>C 12/15</b> (ČSN EN 206+A2) <b>B 15</b> (ČSN 73 1201)	zatřídění má pouze informativní charakter! nedostatečný počet vzorků pro statistické zpracování
Nosná konstrukce		<b>C 20/25</b> (ČSN EN 206+A2) <b>B 25</b> (ČSN 73 1201)	ověřovaný beton je nehomogenní

**d) Ověření výztuže**

Na spodním líci nosné konstrukce byla provedena destruktivní, resp. sekaná sonda do konstrukce, která byla provedena z důvodu ověření polohy a průměru hlavní výztuže, včetně stanovení hloubky jejího krytí. Rozmístění jednotlivých prutů bylo při spodním líci nosné konstrukce ověřeno nedestruktivním měřením za pomoci přístroje Profometer 6.

**Výsledky průzkumu uvádíme v následujících bodech:**Nosná konstrukce:

- hlavní výztuž je hladká ocelové, kruhová o  $\varnothing 24 \text{ mm}$  ( $A_s=452,39 \text{ mm}^2$ )
- rozteč mezi jednotlivými pruty hlavní výztuže je průměrně 72 mm, tj. cca 14 prutů na 1 bm,
- na povrchu hlavní výztuže byla dokumentována pouze povrchová koroze, korozní úbytky průřezové plochy ověřovaných prutů jsou bezvýznamné.

*Protokol z nedestruktivního měření je uveden v příloze za textem zprávy.*

**e) Měření hloubky karbonátace a krytí výztuže (stanovení korozních rizik)**

Hodnocení korozních rizik sestává ze stanovení, resp. ověření hloubky karbonátace betonu a mocnosti krycí vrstvy ocelové výztuže a následného statistického vyhodnocení a porovnání těchto dvou měření.

Měření krycí vrstvy ocelové výztuže bylo provedeno jednak destruktivně sekanou sondou do konstrukce a jednak nedestruktivně měřením přístrojem Profometer 6.

Hloubka karbonátace betonu byla stanovena fenolftaleinovým testem, resp. rozstříkem roztoku fenolftaleinu na vrtný prach, který byl z konstrukčního prvku vynášen příklepovou vrtačkou.

**Výsledky měření shrnujeme v následující tabulce:**

Diagnostikovaný prvek	hloubka krytí výztuže [mm]			hloubka karbonátace [mm]		
	průměr	min	max	průměr	min	max
Nosná konstrukce dilatační celek č. 3	19,8	11,0	24,0	14,1	8,0	21,0

**Z naměřených hodnot a statistického zpracování dat lze konstatovat:**

- na základě srovnání křivek hustoty pravděpodobnosti hloubky karbonátace a krytí výztuže lze konstatovat, že se křivky částečně vzájemně překrývají a **výztužné prvky se lokálně nacházejí v zóně karbonátace**, především pak v místech, kde se při spodním líci NK vyskytují šterková hnízda,
  - na povrchu hlavní výztuže byla v destruktivní sondě dokumentována povrchová koroze, v místech opadů krycí vrstvy byly dokumentovány ocelové pruty zasažené silnou povrchovou, místy až hloubkovou korozí.
- => V zóně karbonátace již není výztuž chráněna přirozenou alkalitou betonu a je tak vytvořené prostředí pro vznik její koroze, která ve výztužených prvcích již probíhá, nebo v dohledné době probíhat bude.

Protokoly z měření hloubky karbonátace betonu a mocnosti krycí vrstvy výztuže, včetně statistického srovnání zjištěných hodnot jsou uvedeny v přílohách zprávy.

**f) Mezerovitost betonu \*)**

Ve vodorovném vrtu **1/1-V1** byla v roce 2017 provedena 1x vodní tlaková zkouška pro stanovení mezerovitosti betonu opěry Č. Třebová.,

- v místě vrtu **1/1-V1** činila specifická vodní ztráta zdiva  $q$  cca 9,09 l/s/m/MPa,
- mezerovitost betonu opěry Č. Třebová je **přes 10 %**.

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

Protokoly s vyhodnocením vodních tlakových zkoušek jsou uvedeny v příloze za textem zprávy.



**g) 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 ze spodního líce nosné konstrukce ve 3. dilatačním celku. Na rozlomených vývrtech bylo provedeno zjišťování možné přítomnosti alkalicko-křemičité reakce v betonu pomocí uranylacetátové zkoušky

**Vyhodnocení měření:**

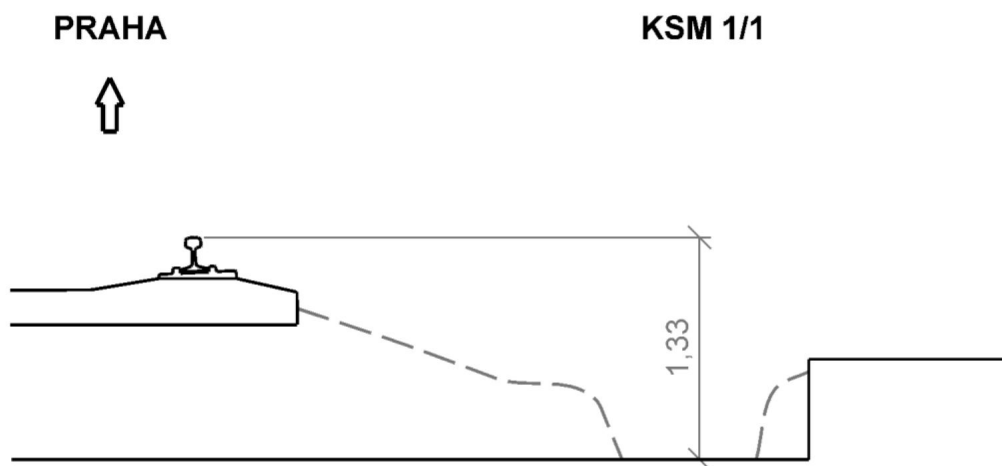
- na vzorku z vrtu 1/1-M1- hl. 0,00-0,30 m byla zjištěna přítomnost korozních gelů typu ASR, jedná se však pouze o jednotlivá zrna drobných a středních podílů plochy s gely nebyly výrazné velikosti. Beton vývrtu je pórovitý a tím snižuje míru nebezpečnosti korozní reakce. Míra nebezpečnosti ASR je hodnocena jako malá. \*)
- **výsledek** provedené zkoušky u vzorků N3 a N4 (Most v km 4,417) byl **negativní**,
- na vzorcích N3 a N4 nebyly pozorovány typické znaky pro přítomnost ASR, jako jsou reakční lemy na okrajích zrn hrubého kameniva. Alkalicko-křemičitá reakce v těchto částech vývrtů nebyla jednoznačně prokázána.

*Podrobné protokoly o provedení zkoušek jsou uvedeny v příloze za textem zprávy.*

**h) Mocnost štěrkového lože \*)**

Mocnost štěrkového lože nad nosnou konstrukcí mostního objektu byla ověřena pomocí kopané sondy KSM 1/1, provedené vpravo od osy koleje č. 2, která je nad nosnou konstrukcí vedena v mírném náspu, a ostatní části nosné konstrukce jsou zakryty pouze malou vrstvou zeminy. Měření hloubky bylo provedeno pomocí dlouhé vodováhy a nivelační latě s přesností  $\pm 0,01$  m.

Nosná konstrukce ověřená kopanou sondou byla zastižena v hloubce 1,33 m od nivelety TK koleje č. 2, což odpovídá výškové úrovni 408,78 m n. m.



#### 4. TECHNICKÉ ZÁVĚRY

##### Informace o objektu:

- stávající jednopolový most přes traťovou kolej č. 4, který převádí dvě traťové koleje železničního koridoru v úseku Zábřeh na Moravě - Č. Třebová. Nosnou konstrukci tvoří železobetonové desky, spodní stavba je z prostého betonu. Před mostem se na levé straně nachází opěrná zeď, za mostem se opěrná zeď nachází na pravé straně, tyto zdi zajišťují stabilitu tělesa železničního koridoru.

##### Stavebnětechnický průzkum:

- tloušťka opěry je v místě vrtu 1/1-V1 cca 4,00 m,
- základová spára byla v místě vrtu 1/1-Š1 zastižena v hloubce 11,13 m pod spodním lícem NK (v úrovni cca 396,99 m n.m.),
- beton nosné konstrukce lze na základě nedestruktivních zkoušek a názoru zhotovitele orientačně zařadit dle ČSN EN 206+A2 jako C30/37, na základě destruktivních zkoušek pak jako C20/25,
- beton opěry Česká Třebová lze na základě destruktivních zkoušek orientačně zařadit dle ČSN 731201 jako B15, dle ČSN EN 206+A2 pak jako C12/15,
- hlavní výztuž nosné konstrukce je hladká kruhová o  $\varnothing$  24 mm (452,39 mm<sup>2</sup>), rozteč mezi jednotlivými pruty hlavní výztuže je průměrně 72 mm, tj. cca 14 prutů na 1 bm
- některé výztužné prvky nosné konstrukce se již nachází v zóně karbonatace a nejsou tak chráněny přirozenou alkalitou betonu, koroze výztužných prvků již probíhá, nebo v dohledné době probíhat bude,
- dle provedené vodní tlakové zkoušky je mezerovitost betonu opěry Česká Třebová přes 10 %,
- horní líc nosné konstrukce byl zastižen v hloubce 1,33 m pod temenem kolejnice traťové koleje č. 2 (úsek Zábřeh n. M. - Č. Třebová), tj. v úrovni 409,09 m n. m,
- dle archivního průzkumu a odebraných vzorků betonu z nosné konstrukce je míra nebezpečnosti ASR hodnocena jako malá. Dle nově odebraných vzorků je přítomnost gelů ASR negativní, resp. reakce nebyla jednoznačně prokázána.

**PŘÍLOHOVÁ ČÁST****SO 11-20-01 Most v km 4,417****(SO 15-19-41)****Obsah:**

Příloha č. 1: Situace objektu, měřítko 1:1000

Příloha č. 2: Schéma umístění diagnostických vrtů a zkoušek v rámci konstrukce

Příloha č. 3: Dokumentace jádrových diagnostických vrtů

Příloha č. 4: Stanovení pevnosti v tlaku Schmidtovým tvrdoměrem

Příloha č. 5: Výsledky měření hloubky karbonátace

Příloha č. 6: Nedestruktivní ověření a stanovení polohy výztuže

Příloha č. 7: Srovnání křivek hustoty pravděpodobnosti hloubky karbonátace a  
krytí výztuže

Příloha č. 8: Fotodokumentace

Příloha č. 9: Výsledky laboratorních zkoušek (*pevnost betonu v tlaku, zkouška  
přítomnosti ASR*)

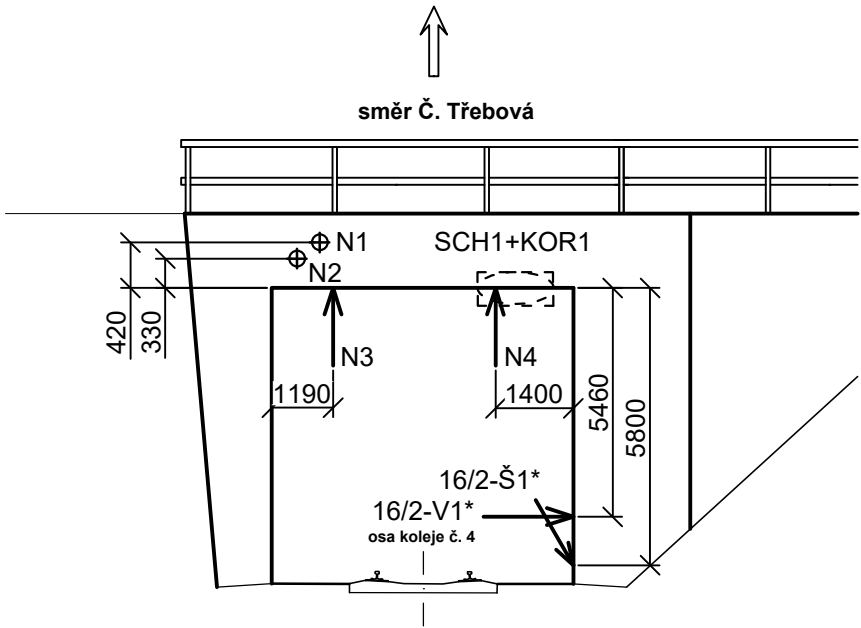
Název zakázky:	Česká Třebová, žel. uzel, průzkum pro DSP		
Číslo zakázky:	2021-280	Objednatel:	SUDOP BRNO, spol s r. o.
Datum:	06/2022	Zpracoval:	Ing. Milan Větrovský
Počet stran:	29	Schválil:	Mgr. Filip Dudík



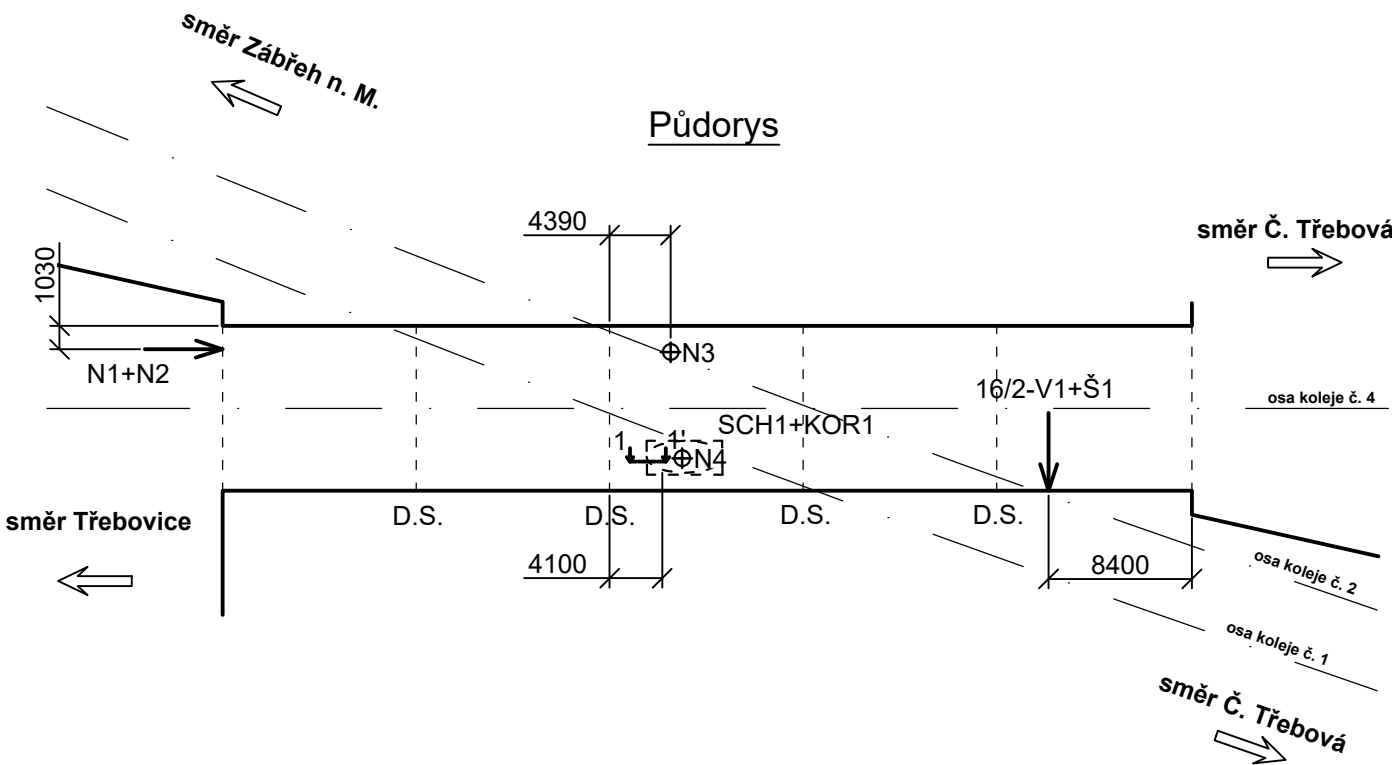
Úsek Třebovice v Č. - Č. Třebová os.n., Most v km 4,417

Schéma umístění diagnostických vrtů a zkoušek v rámci konstrukce

Pohled



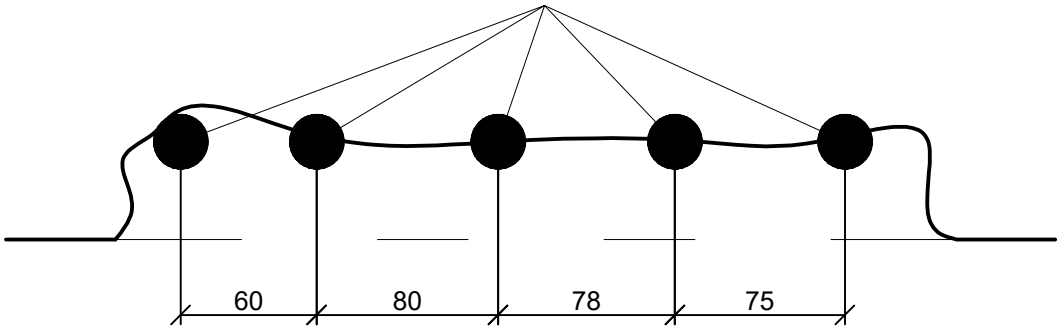
Půdorys



Sonda do konstrukce

ŘEZ 1-1'

5x hladká ocelová výztuž Ø 24 mm  
- s povrchovou korozí



obr. 1 - pohled do sekané sondy do konstrukce

Vysvětlivky:

- ⊕ ← N1 - diagnostické jádrové vrty a návrty
- [ - - ] SCH1 - stanovení pevnosti betonu Schmidtovým tvrdoměrem
- [ - - - ] KOR1 - stanovení korozních rizik (měření hloubky krytí výztuže - semidestruktivně, měření hloubky karbonatce betonu)

Poznámka: rozměry jsou uváděny v mm

**Objekt: Most v km 4,417**

Lokalizace vrtu : čelo NK  
Výška ústí vrtu : 0,33 a 0,42 m nad spodním lícem NK  
Úklon vrtu od svislé : 90°

**Sonda N1+N2**

Hloubeno dne : 27.6.2022  
Souprava : HILTI DD350  
Dokumentoval : Ing. M. Větrovský

Hloubka [m]

ve směru vrtu

od do  
0,00 - 0,62

**N1**

**Beton nosné konstrukce** - nehomogenní, pevný, kompaktní, s dostatečným obsahem pojiva, lehce pórovitý, místy až mezerovitý, šedé barvy

kamenivo: drcené i těžené, velikosti cca 0,3 - 4 cm (převážně 1-2 cm)

výztuž: v hloubce 0,07 m, ø 24 mm, se slabou povrchovou korozí, hladká

výnos: v podobě souvislých kusů jader délky 50 a 12 cm, 100%

0,00 - 1,00

**N2**

**Beton nosné konstrukce** - nehomogenní, pevný, kompaktní, s dostatečným obsahem pojiva, lehce pórovitý, místy až mezerovitý, šedé barvy

kamenivo: drcené i těžené, velikosti cca 0,3 - 4 cm (převážně 1-2 cm)

výnos: v podobě souvislých kusů jader délky 50 a 40 cm, 100%

Odebrané vzorky : J-beton - 0,00-1,00 m (sloučeno N1+N2)

Poznámka : vrtý byl provedeny jako návrtý pro odběr vzorků betonu (pevnost v tlaku)

**Objekt: Most v km 4,417**

Lokalizace vrtu : spodní líc NK  
Výška ústí vrtu : cca 6,00 m nad TK  
Úklon vrtu od svislé : 0°

**Sonda N3+N4**

Hloubeno dne : 27.6.2022  
Souprava : HILTI DD350  
Dokumentoval : Ing. M. Větrovský

Hloubka [m]

ve směru vrtu

od do  
0,00 - 0,25

**N3+N4**

**Beton nosné konstrukce** - nehomogenní, pevný, kompaktní, s dostatečným obsahem pojiva, lehce pórovitý, při líci silně mezerovitý (štěrková hnízda), šedé barvy

kamenivo: drcené i těžené, velikosti cca 0,3 - 4 cm (převážně 1-2 cm)

výnos: v podobě souvislých kusů jader délky 25 cm, 100 %

Odebrané vzorky : J-beton - 0,00-0,20 m

Poznámka : vrtý byly provedeny jako návrtý pro odběr vzorků betonu (zkouška ASR)



**SO 01-19-01 Železniční most v km 4,428 (ev.km 4,417)****Sonda 1/1 - Š1**

Lokalizace vrtu: třebovská opěra

Hloubeno dne: 1. 3. 2017

Výška ústí vrtu: 402,32 m n. m.

Souprava: CEDIMA 3/5 M

Úklon vrtu od svislé: 18°

Dokumentoval: Ondřej Pour

Hloubka [m]

Ve směru vrtu

od do

0,00 - 2,10 **Beton**, šedý, kompaktní, mírně porézní, hrubé kamenivo do velikosti 5 cm, s úlomky žuly do 10 cm2,10 - 3,00 **Granodiorit**, šedý, jemnozrnný, v úrovni 2,5 – 2,6 m poloha betonu šedého, kompaktního, mírně porézního, s hrubým kamenivem do velikosti 5 cm3,00 - 5,60 **Beton**, šedý, mírně porézní, středně zrnitý, hrubé kamenivo do 4 cm, v úrovni 3,5 – 3,6 m, 4,0 – 4,05 m, 5,5 – 5,6 m vyplavené pojivo, rozvrtán na úlomky o délce jádra do 20 cm.5,60 - 5,70 **Podloží**, písek jílovitý, středně ulehlý až ulehlý, zelenošedý s úlomky do 3 cm

Odebrané vzorky:

Vodní tlaková zkouška:

Poznámka:

**SO 01-19-01 Železniční most v km 4,428 (ev.km 4,417)****Sonda 1/1 - V1**

Lokalizace vrtu: třebovská opěra

Hloubeno dne: 1. 3. 2017

Výška ústí vrtu: 402,66 m n. m.

Souprava: CEDIMA 3/5 M

Úklon vrtu od svislé: 90°

Dokumentoval: Ondřej Pour

Hloubka [m]

Ve směru vrtu

od do

0,00 - 4,00 **Beton**, šedý, kompaktní, mírně porézní, hrubé kamenivo do velikosti 5 cm, s úlomky žuly do 10 cm, v úrovni 1,7 – 2,0 m, 2,15 – 2,50 m, 2,6 – 3,0 m poloha granodioritu o vysoké pevnosti (R2)4,00 - 4,20 **Zásyp**, jíl se střední plasticitou, pevný, hnědý

Odebrané vzorky: beton 3,00 – 4,00 m

Vodní tlaková zkouška: 0,20 – 1,00 m

Poznámka:

**Stanovení pevnosti v tlaku Schmidovým tvrdoměrem typu L**

Zhotovitel zkoušek:	GeoTec - GS, a.s., Chmelová 2920/6, 106 00 Praha 10
Objednatel zkoušek:	SUDOP BRNO, spol. s.r.o, Kounicova 26, 611 36 Brno
Pracovník provádějící zkoušky:	Milan Větrovský
Název zakázky:	Česká Třebová, žel. uzel, průzkum pro DSP
Číslo zakázky	2021-280
Název akce/stavby:	Modernizace železničního uzlu Česká Třebová
Objekt:	<b>Most v km 4.417</b>
Zkoušená část konstrukce:	spodní líc nosné konstrukce (3. dilatační celek)
Zkoušený materiál:	železobeton
Zkušební zařízení:	Schmidtův tvrdoměr typu L č. 9334
Datum, čas zkoušky, počasí:	27.06.2022 10:30 jasno, 29 °C

**Vyhodnocení měření betonu Schmidovým tvrdoměrem**

Měřené místo	Směr úderu	Odskok tvrdoměru "a"												Průměr	f <sub>be</sub> [MPa]	f <sub>b</sub> [MPa]
spodní líc nosné konstrukce (3. dilatační celek)																
SCH1	↑	52	46	50	54	46	46	48	50	42	52	42	52	48.3	58	52.5
SCH1	↑	42	42	48	54	44	54	52	52	48	46	54	50	48.8	59	53.4
SCH1	↑	47	56	46	54	48	46	52	48	46	46	44	46	48.3	58	52.3
SCH1	↑	48	54	46	44	46	52	48	48	54	44	54	48	48.8	59	53.4
SCH1	↑	42	44	44	52	52	52	54	56	42	42	48	52	48.3	58	52.5
Průměr															52.8	

**Statistické zpracování výsledků:**

$S_x$	= 0.51	MPa
$V_x$	= 0.01	
$k_n$	= 1.80	
$f_{b, \min}$	= 52.34	MPa
$f_{b, \max}$	= 53.36	MPa
$f_{b, \text{prum}}$	= 52.80	MPa
$f_{b, \text{median}}$	= 52.48	MPa



**Příloha č. 5****Nedestruktivní ověření a stanovení polohy výztuže**

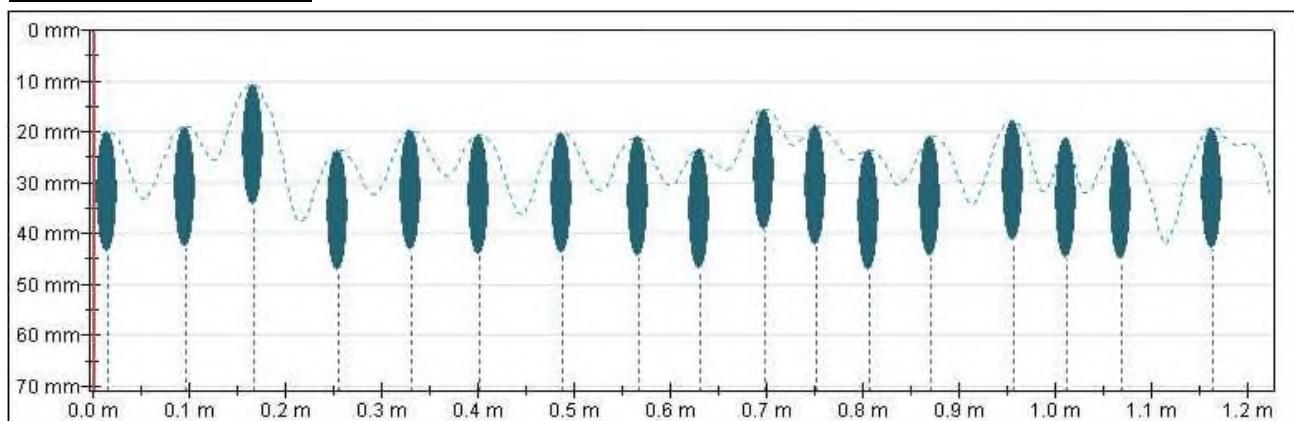
Zhotovitel zkoušek:	GeoTec - GS, a.s., Chmelová 2920/6, 106 00 Praha 10
Objednatel zkoušek:	SUDOP BRNO, spol. s.r.o, Kounicova 26, 611 36 Brno
Pracovník provádějící zkoušky:	Ing. Milan Větrovský
Název zakázky:	Česká Třebová, žel. uzel, průzkum pro DSP
Číslo zakázky:	2021-280
Objekt:	Most v km 4.417
Zkoušené části konstrukce:	spodní líc nosné konstrukce (3. dilatační celek)
Zkušební zařízení:	Proceq Profometer 6
Datum provedení měření:	27.06.2022

**Statistické vyhodnocení měření:**

Rozteč výztuže	směr měření
	X
Medián [mm]:	70
Průměr [mm]:	72
Sm. odchylka [mm]	13
Min. [mm]:	55
Max. [mm]:	94

Krytí výztuže	směr měření
	X
Medián [mm]:	20.2
Průměr [mm]:	19.8
Sm. odchylka [mm]	3.0
Min. [mm]:	11.0
Max. [mm]:	24.0

X  
→

**Grafický výstup měření:**

**Obr. č. 1 - rozmístění hlavní výztuže (kolmo na směr hlavní tahové výztuže - směr X)  
- hladká ocelová výztuž Ø 24 mm ( $A=452.39 \text{ mm}^2$ )**

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

Zhotovitel zkoušek:	GeoTec - GS, a.s., Chmelová 2920/6, 106 00 Praha 10
Objednatel zkoušek:	SUDOP BRNO, spol. s.r.o, Kounicova 26, 611 36 Brno
Pracovník provádějící zkoušky:	Ing. Milan Větrovský
Název zakázky:	Česká Třebová, žel. uzel, průzkum pro DSP
Číslo zakázky:	2021-280
Objekt:	Most v km 4.417
Zkoušené části konstrukce:	spodní líc nosné konstrukce (3. dilatační celek)
Zkušební postup:	ve shodě s ČSN EN 14630
Datum, čas zkoušky, počasí:	27.6. 2022, 11:20, jasno 30 °C

**Výsledky měření hloubky karbonatace**

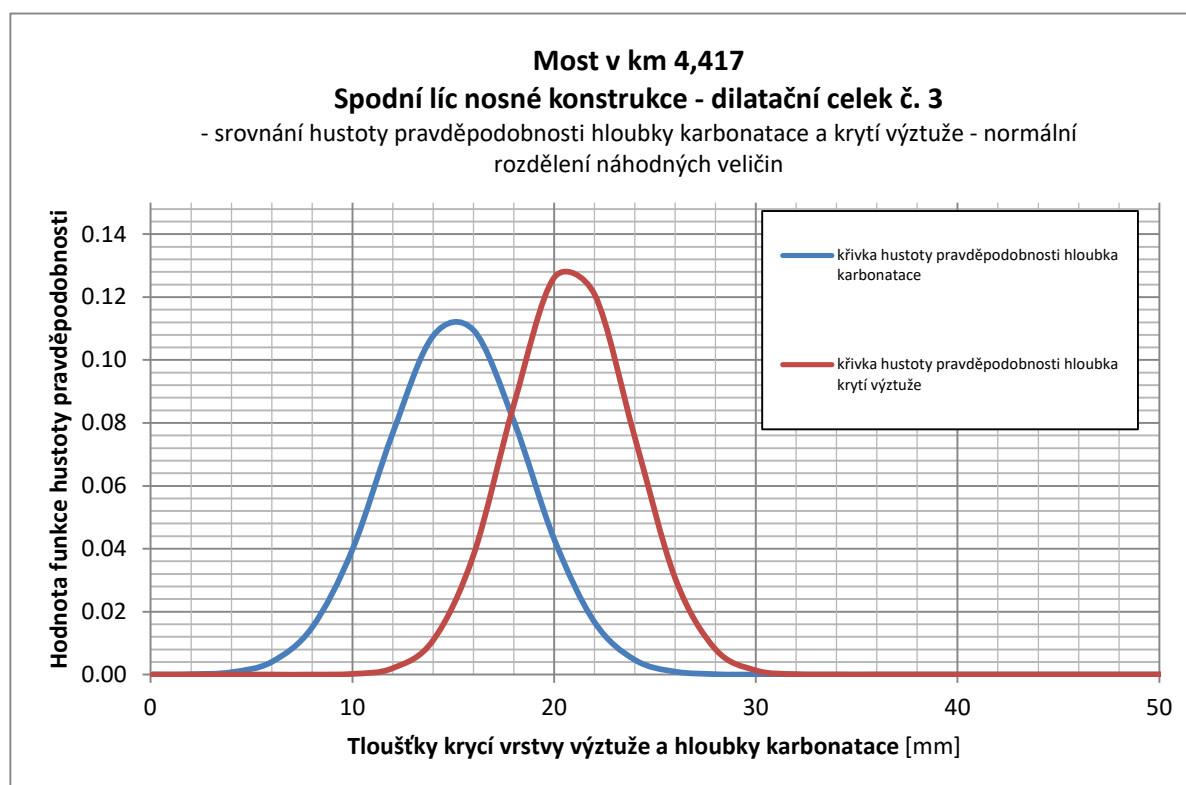
Měřené místo	Počet měření	Zjištěné dílčí hloubky karbonatace na prvcích [mm]											
spodní líc NK	12	11	18	16	21	18	14	11	13	8	12	13	14

**Statistické vyhodnocení měření hloubky karbonatace**

Měřené místo	Počet měření	Min. hloubka karbonatace [mm]	Max. hloubka karbonatace [mm]	Průměrná hloubka karbonatace celková [mm]	Medián hloubky karbonatace [mm]	Variační koeficient celkový	Směrodatná odchylka celková
spodní líc NK	12	8	21	14.1	13.5	0.25	3.48

**Příloha č. 7**

**Srovnání hustoty pravděpodobnosti hloubky karbonátce a krytí výztuže**



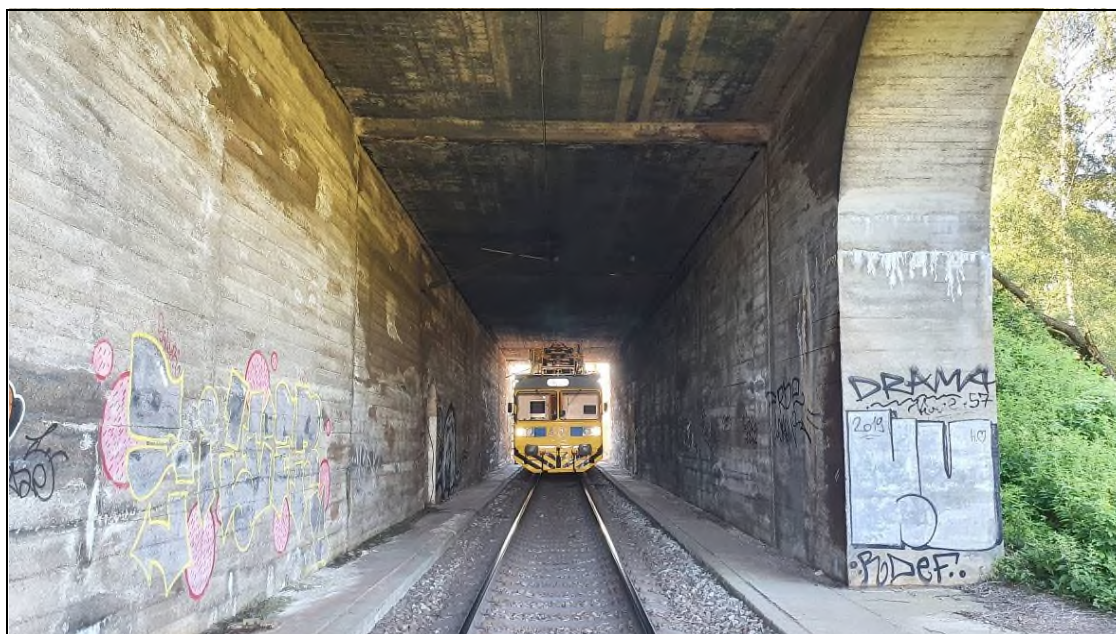


Obr. č. 1 - návrty N1 a N2



Obr. č. 2 - pohled na čelo objektu zleva, resp. na konec po směru staničení

Komentář k fotografii: pohled na opady krycí vrstvy betonu u čela NK, v místech opadů je odhalena ocelová výztuž, která je napadená silnou hloubkovou korozi. Ve vyznačených místech se spodním lící NK vyskytují štěrková hnízda (nedostatečné zhutnění) a místa, kde se prokresluje výztuž (nedostatečné krytí + pravděpodobná koroze výztuže)



Obr. č. 3 - pohled do objektu zleva, proti směru staničení





**Obr. č. 4** - pohled na opěru Česká Třebová, lokálně skrze pracovní spáry dochází ke slabým průsakům vody, což má za následek tvorbu map v lici opěry



**Obr. č. 5** - pohled na opěru Zábřeh na Moravě, lokálně skrze pracovní spáry dochází ke slabým průsakům vody, což má za následek tvorbu map v lici opěry.





**Obr. č. 6** - pohled na nosnou konstrukci, lokálně skrze dilatační spáru dochází ke slabým průsakům



**Obr. č. 7** - detail na opady betonu nosné konstrukce dilatační celek č. 3

Komentář k fotografii: pohled na opady krycí vrstvy betonu v dilatačním celku č. 3 u dilatační spáry mezi 2 a 3 dilatačním celkem (číslování dilatačních celků je vzrůstající po směru staničení), v místech opadů je odhalena ocelová výztuž, která je napadená silnou hloubkovou až extrémní korozí, při které již dochází k úbytku průřezové plochy jednotlivých prutů.





**Obr. č. 8** - detail na opady betonu nosné konstrukce dilatační celek č. 4

Komentář k fotografii: pohled na opady krycí vrstvy betonu v dilatačním celku č. 4 u dilatační spáry mezi 3 a 4 dilatačním celkem (číslování dilatačních celků je vzrůstající po směru staničení), v místech opadů je odhalena ocelová výztuž, která je napadená silnou hloubkovou korozí.



**Obr. č. 9** - detail na spodní líc nosné konstrukce u dilatačního celku č. 5

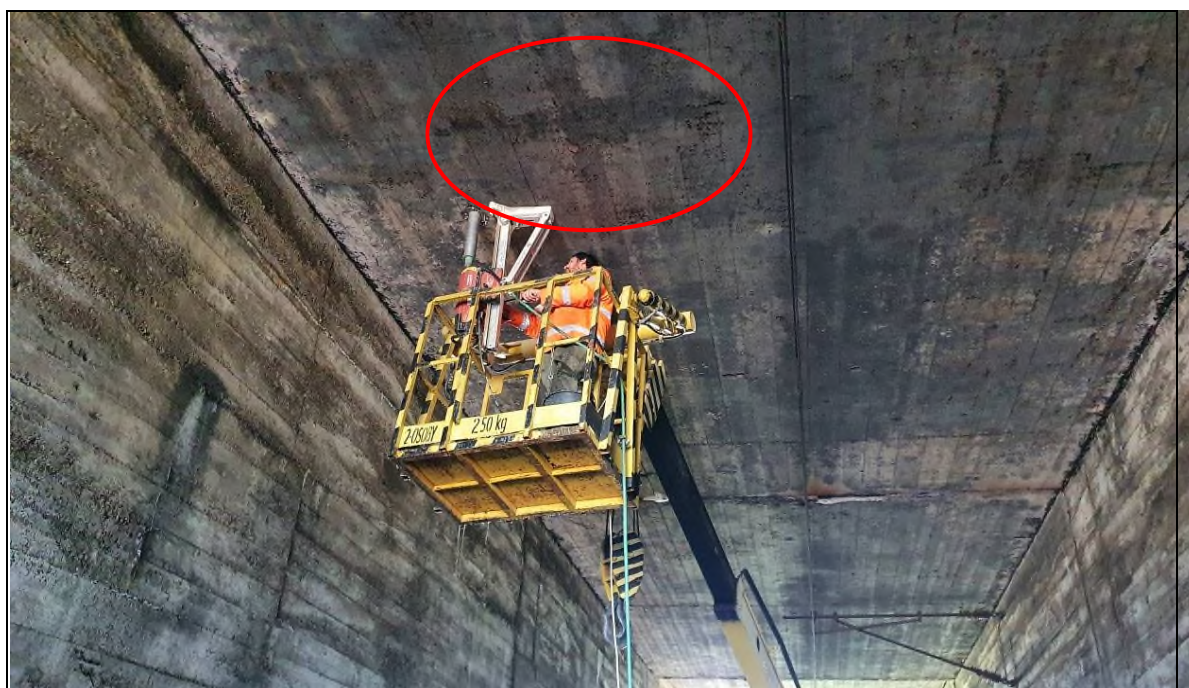
Komentář k fotografii: detail na místa kde se při spodním líci NK vyskytují štěrková hnízda (nedostatečné zhutnění) a místa, kde se prokresluje výztuž (nedostatečné krytí + pravděpodobná koroze výztuže)





**Obr. č. 10** - detail na čelo zprava objektu, resp. na začátek po směru staničení trati

*Komentář k fotografii:* detail na opady betonu na rohu nosné konstrukce v čele a na římse objektu, která je silně degradovaná, v místech opadů se vyskytuje výztuž napadané silnou povrchovou až hloubkovou korozí (převážně v římse).



**Obr. č. 11** - provádění vrtných prací na nosné konstrukci v dilatačním celku č. 3

*Komentář k fotografii:* červeně je vyznačeno místo kde se v líci vyskytují četná štěrková hnízda





**Obr. č. 12** - detail sekané sondy do nosné konstrukce v dilatačním celku č. 3

Komentář k fotografii: sondou byly zastíženy hladké ocelové pruty o průměru 24 mm, které jsou napadeny celoplošnou povrchovou korozí (průzkum proveden v místech štěrkových hnízd)



**Obr. č. 13** - sekaná sonda do konstrukce

Komentář k fotografii: v levé části jsou patrné díry vývrtů po fenolftaleinovém testu (ověření mocnosti karbonatce betonu), v pravé části je sekaná sonda do konstrukce a patrná místa, kde se při spodním líci NK vyskytují štěrková hnízda.

Název zakázky: Česká Třebová, žel. uzel, průzkum pro DSP

Číslo zakázky: 2021-280

**PROTOKOL O ZKOUŠCE Č. 62/B/21/PTB/11  
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: Ing. Větrovský M.  
Datum odběru vzorků: 27.06.2022  
Datum převzetí vzorků v laboratoři: 28.06.2022  
Zkoušku provedl: Ing. Šotek M.  
Datum zpracování zakázky: 30.06.2022-17.08.2022  
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.

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: 17.08.2022  
Protokol vystavil a schválil: Mgr. Pavlína Frýbová, Ph.D.  
vedoucí laboratoře





Název zakázky: Česká Třebová, žel. uzel, průzkum pro DSP

Číslo zakázky:

2021-280

### PROTOKOL O ZKOUŠCE Č. 62/B/21/PTB/11 PEVNOST V PROSTÉM TLAKU A OBJEMOVÁ HMOTNOST BETONU

Označení sondy: **N1+N2**  
 Hloubka sondy [m]: **0,00-1,00**  
 Číslo vzorku: **9211**  
 Objekt: **Úsek Třebovice v Č. - Č. Třebová os.n., most v km 4,417**  
 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): 475 x 75; 380 x 75; 230 x 75; 185 x 75 [mm]  
 Maximální zjištěná velikost zrna kameniva: 16 [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</sub></i>	<i>f<sub>c</sub></i>	
1	válec	75,7	74,3	758,12	4336	1,02	23,1	159630	36,8	33,7	
2	válec	74,9	74,1	733,92	4315	1,01	22,7	130210	30,2		
3	válec	74,6	74,2	737,83	4318	1,01	22,9	137060	31,7		
4	válec	75,0	74,1	736,53	4312	1,01	22,8	152170	35,3		
5	válec	74,7	74,3	752,91	4336	1,00	23,3	160490	37,0		
6	válec	74,3	74,1	751,47	4312	1,00	23,4	134810	31,3		
7	válec	74,5	74,3	751,27	4336	1,00	23,3	215720	49,8		2)
8	válec	74,6	74,3	751,47	4336	1,00	23,2	204140	47,1		2)

#### Poznámky:

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

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.



**Horský s.r.o.**

Laboratoř Horský

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

Klánská 286/12, 198 00 Praha 9

tel./fax: 281860623

mobil: 603540691

Email: lab@horsky.cz



**Protokol č. VR 12/17**

Datum vystavení: 21.3.2017

Počet stran: 2

## **Vývrtý – vyšetření a zkoušení v tlaku**

### Objednatel

**SUDOP PRAHA a.s.**

se sídlem

207 - středisko geotechniky

Olšanská 1a, 130 80 Praha 3

### Původ vzorků

### Akce:

**Modernizace železničního uzlu Česká Třebová**

Konstrukční prvek: neuvedeno

Označení vzorků: 1/1-V1

Třída betonu: neuvedeno

### Údaje ke zkoušce

Datum odběru: 8.3.2017

Laboratorní číslo vzorků: 552/17

Dodáno do laboratoře: 11.3.2017

Stáří v době zkoušky: neuvedeno

Datum zkoušky: 17.12.2016

Zkušební tělesa: vývrt o průměru 61,2 mm

Ošetřování v laboratoři: uloženo na suchu v NLP

Stav povrchu zk. těles

v době zkoušky: suchý

Způsob stanovení objemu: ponořením do vody

### Popis zkoušek

Vývrtý byly dodány objednatelem. Pro zkoušku pevnosti byla z vývrtů připravena válcová zkušební tělesa.

Tlačné plochy těles byly před zkouškou upraveny koncováním.

Výsledky zkoušek (platí pouze pro zkoušené vzorky)

označení vývrtu laboratorní číslo vzorku	<b>1/1-V1</b> 552/17					
popis vývrtu	Vývrt rozdělen na čtyři části v hloubkách 415, 585 a 720 mm. Beton s dutinami, od hloubky 415 mm nedohutněná místa (převážně kolem zrn HK).					
<i>parametry vývrtu (ČSN 73 6172)</i>						
rozložení hrubého kameniva množství / druh hrubého kam. maximální zrno [mm]	rovnoměrné dostatečné množství / HDK 73 x 66					
zhutnění betonu - póry do 1 mm / do 7 mm - dutiny nad 7 mm / kaverny	dutinatý malé množství / velké množství větší množství / 0					
výztuž	-					
průměr / délka vývrtu [mm]	61,2 / 995					
štíhlostní poměr zkušebních těles	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
<i>fyzikálně mechanické vlastnosti betonu</i>						
objemová hmotnost (ČSN EN 12390-7) [kg/m³]	2330					
změřená pevnost v tlaku (ČSN EN 12504-1) [MPa]	34,0	33,0	33,6	20,4	27,1	22,6
krychelná pevnost v tlaku (TKP 18) <sup>N)</sup> [MPa]	32,9	32,0	32,6	19,7	26,3	22,0
Ø krychelná pevnost v tlaku <sup>N)</sup> [MPa]	nevyhodnoceno					
poznámky / odchylky	-					

<sup>N)</sup> provedeno mimo rámec akreditace

Protokol vypracoval

Ing. Tomáš Vavříník

Protokol schválil

Ing. Tomáš Vavříník, 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



Experimentální oddělení

## PROTOKOL O ZKOUŠCE

Číslo protokolu	:	80 / 22 / EXPO
Číslo zakázky	:	2200 J 031
Datum vydání	:	26.8.2022
Počet stran protokolu	:	7
Objednatel zkoušky	:	GeoTec-GS, a.s Chmelová 2920/6 106 00 Praha 10
Předmět zkoušky	:	Zjišťování přítomnosti alkalicko-křemičité reakce (ASR) v betonu v rámci akce: „Česká Třebová, žel. uzel, průzkum pro DSP; most v km 4,417“
Identifikace zkušebního postupu	:	Uranylacetátová zkouška
Počet výtisků / č. výtisku	:	4 / 1 2 3 4
Odpovědný pracovník	:	Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D.
Provedení zkoušky	:	Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D. Ing. Tomáš Mandlík
Vedoucí oddělení	:	Ing. Lukáš Balík, Ph.D.
Ředitel	:	Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

## **1. PŘEDMĚT ZKOUŠKY**

Na základě objednávky č. OB22/010/2021-280 od firmy GeoTec – GS, a.s. provedli pracovníci Kloknerova ústavu ČVUT v Praze na dodaných jádrových vývrtech ověření možné přítomnosti alkalicko-křemičité reakce. Vzorky byly odebrány objednatelem v rámci akce: „Česká Třebová, žel. uzel, průzkum pro DSP; most v km 4,417“.

V rámci zkoušek bylo provedeno:

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

## **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 objednatelem dne 12.7.2022 dodány vývrty průměru cca 75 mm odebrané objednatelem v rámci akce „Česká Třebová, žel. uzel, průzkum pro DSP; most v km 4,417“. Vývrty byly označeny N3 a N4.

V Kloknerově ústavu byly dodané vývrty prohlédnuty, vyfotografovány (viz Foto 1), byla popsána struktura pláště vývrtů a vzorky byly následně připraveny pro zkoušku přítomnosti alkalicko-křemičité reakce.

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

**Tabulka 1:** Poloha odebraných vzorků

Označení vývrtu	Hloubka (m)	Místo odběru vývrtu
N3	0,00-0,25	Most v km 4,447
N4	0,00-0,25	Most v km 4,417

**Tabulka 2:** Popis vývrtů

Označení vývrtu	Délka / průměr [mm]	Popis struktury vývrtu
N3	190/Ø75	<p>Beton obsahuje vyvážený podíl DK a HDK, místy zaznamenány oblasti s převážujícím podílem HDK nad DK. Beton dále obsahuje ojedinělá zrna HTK.</p> <p>Max. velikost zrna HTK je 25 mm, max. velikost zrna HDK je 50 mm.</p> <p>Beton je hutný až mírně pórovitý, na plášti vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 6 mm, ojediněle byly zaznamenány větší póry a dutiny až 15 mm. Plášť vývrtu je hladký.</p> <p>Ve vývrtu v hloubce 22 mm byla zastižena výztuž – 1 prut.</p> <p>V hloubce vývrtu 12-22 mm (nad výztuží) byla zaznamenána kaverna velikosti až 50 mm.</p>
N4	215/Ø75	<p>Beton obsahuje vyvážený podíl DK a HDK, místy zaznamenány oblasti s převážujícím podílem HDK nad DK. Beton dále obsahuje ojedinělá zrna HTK.</p> <p>Max. velikost zrna HTK je 30 mm, max. velikost zrna HDK je 42 mm.</p> <p>Beton je hutný až mírně pórovitý, na plášti vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 5 mm, ojediněle byly zaznamenány větší póry a dutiny až 11 mm. Plášť vývrtu je hladký.</p> <p>Ve vývrtu v hloubce 25 mm byla zastižena výztuž – 1 prut.</p>

**Zkratky:** DTK – drobné těžené kamenivo, DDK – drobné drcené kamenivo, DK – drobné kamenivo (zahrnuje podíl DTK a DDK), HK – hrubé kamenivo, HTK – hrubé těžené kamenivo, HDK – hrubé drcené kamenivo

**Fotodokumentace jádrových vývrtů:**



**Foto 1:** Pohled na vývrty N3 a N4



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

#### **URANYLACETÁTOVÉ ZKOUŠKY**

Datum zkoušky	:	25. 7. 2022
Zkoušku provedl	:	Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D., Ing. Tomáš Mandlík
Zkušební vzorky	:	část vývrtnu N3 a N4
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.

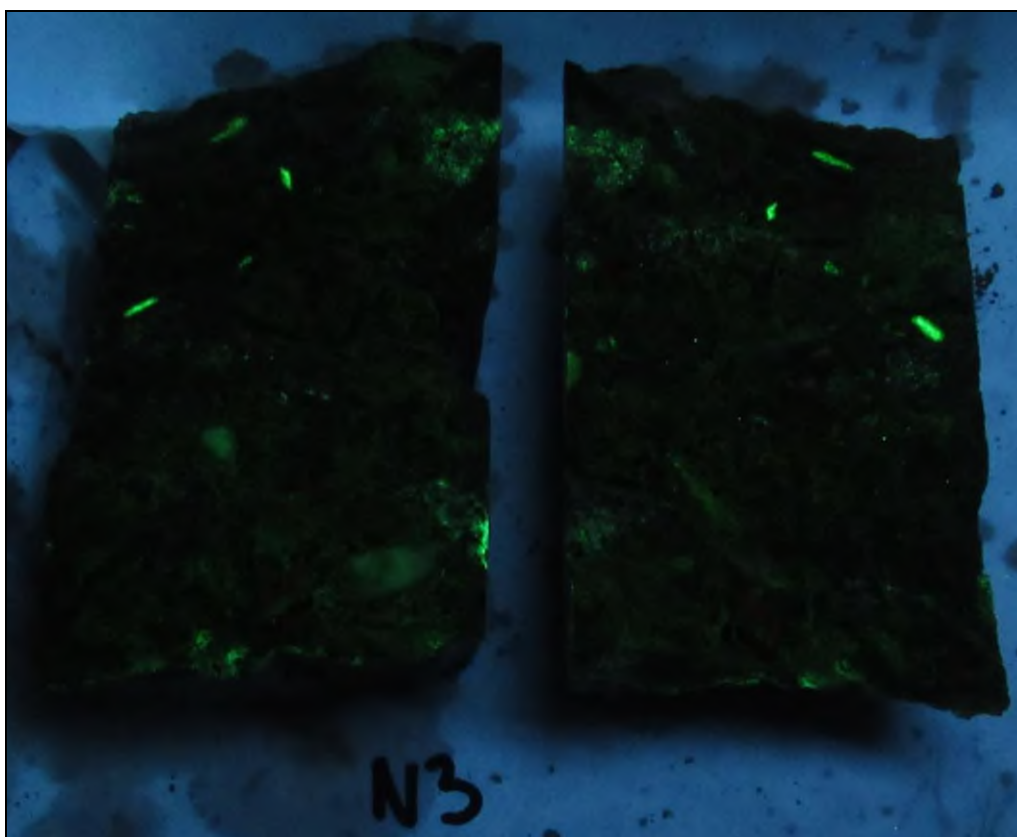
ASR gel fluoreskuje mnohem jasněji než cementová kaše vlivem větší koncentrace alkálií a následně iontů uranilu v gelu [1, 2]. Uranylacetátová zkouška byla provedena podle postupu uvedenému v AASHTO T 299-93 [3].

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 osvětlení 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.



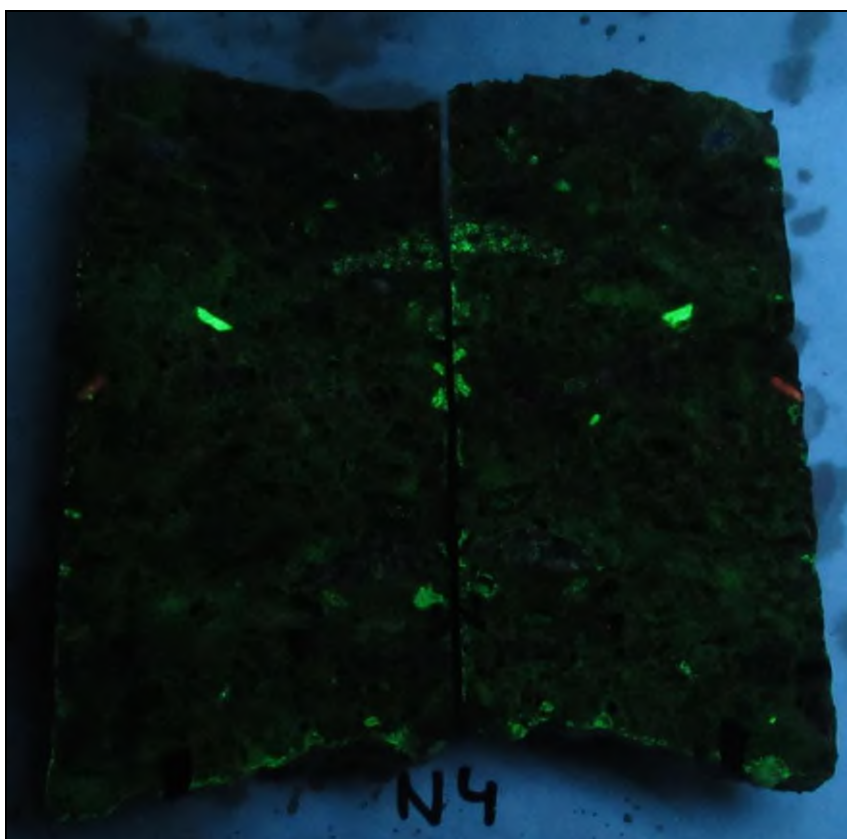
**Foto 2:** Části vzorku N3 před zkouškou na přítomnost ASR



**Foto 3:** Vzorek N3 po zkoušce;  
Není zřejmá žlutozelená fluorescence typická pro ASR (reakční lemy kolem zrn hrubého kameniva), fluoreskují pouze některá zrna hrubého kameniva nebo jejich části



**Foto 4:** Části vzorku N4 před zkouškou na přítomnost ASR



**Foto 5:** Vzorek N2 po zkoušce;  
Není zřejmá žlutozelená fluorescence typická pro ASR (reakční lemy kolem zrn hrubého kameniva), fluoreskují pouze některá zrna hrubého kameniva nebo jejich části

#### **4. ZÁVĚR**

*Výsledek provedené uranylacetátové zkoušky u vzorků N3 a N4 (most v km 4,417) byl negativní.*

*Nebyly pozorovány typické znaky pro přítomnost ASR, jako jsou reakční lemy na okrajích zrn hrubého kameniva. Alkalicko-křemičitá reakce v těchto vývrtech nebyla jednoznačně prokázána.*

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

#### **PROHLÁŠENÍ**

Výsledky zkoušky se týkají jen předmětu zkoušky popsaného v oddíle "Předmět zkoušky". Výsledky tohoto protokolu nenahrazují jiné dokumenty, např. dokumenty správního charakteru. Protokol o zkoušce může být reprodukován jen jako celek. Části protokolu o zkoušce mohou být reprodukovány a ty publikovány nebo jinak použity jen po písemném schválení Kloknerovým ústavem ČVUT.





**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 014-Z1/17

Nahrazuje zprávu č. R 014/17

### **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 Vavřínek

**HORSKÝ s.r.o.**

Stavební laboratoř

Klánovická 286/12, 198 00 Praha 9  
tel: 281 860 623

březen 2017

## 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 alkalklicko křemičité reakce (ASR).

## 2. ZKUŠEBNÍ VZORKY

Celkem byl objednatelem dodán 1 vzorek označený jako **1/1-M1** (laboratorní číslo 555/17). Vzorkem byl jádrový vývrt o průměru cca 74 mm a s označením hloubky odběru 4-39 cm. Požadovanou zkouškou bylo kolorimetrické stanovení přítomnosti ASR.

## 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. Vzorek byl proto rozlomen v příčném tahu, pro získání větší lomové plochy – avšak bez udání pevnosti v příčném tahu pro nepřímou vývrtu, respektive nerovnost pláště.

### 3.2. Popis zkoušky

Přítomnost ASR gelu byla zjišťována kolorimetrickou zkouškou pomocí roztoku octanu uranylu-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 uranylu-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 ZKOUŠKY**

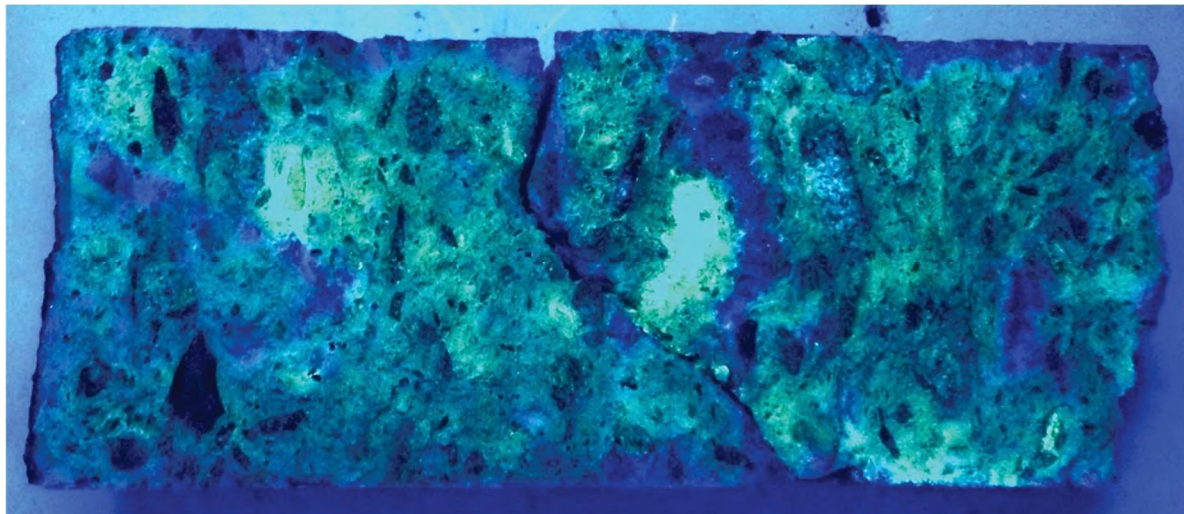
Výsledky kolorimetrických zkoušek jsou na obrázcích č. 1-4 spolu s popisem a hodnocením v textu.

##### **Vývrt 1/1-M1**

- 1 reaktivní zrno hrubého kameniva
- 4 drobné až střední zrna s lemem
- 2 výrazné plošky s gelem
- několik drobných plošek a pórů s gelem



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

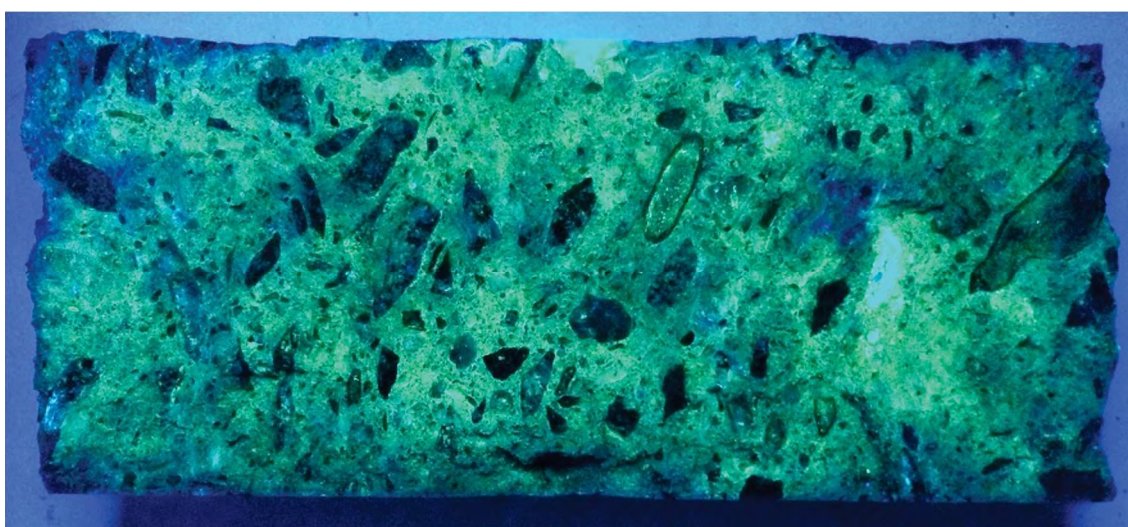


Obrázek č. 2: Fotodokumentace vývrtu 1/1-M1 – 1. polovina délky, kolorimetrická zkouška při úplném zatemnění





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



Obrázek č. 4: Fotodokumentace vývrtu 1/1-M1 – 2. polovina délky, kolorimetrická zkouška při úplném zatemnění

## 5. ZÁVĚR

Ve vývrtu byly nalezeny stopy korozních gelů od koroze typu ASR. Jedná se však pouze o jednotlivá zrna drobných až středních podílů a plochy s gely nebyly výrazné velikosti. Současně byl beton zastiženy ve vývrtu pórovitý. Míru nebezpečnosti ASR v daném vývrtu proto hodnotíme jako malou.

Výsledky zkoušek i hodnocení platí pouze pro zkoušené vzorky.

---

KONEC ZPRÁVY

---