



# **Stavebně technický průzkum mostního objektu M 46/6 přes Železárenský potok na ul. U Bažantnice v Karviné-Novém Městě**

## **ODBORNÝ POSUDEK**

### **Objednatel**

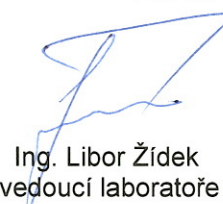
**Ing. Pavel Kurečka MOSTY s.r.o.**

U Studia 33  
700 30 Ostrava-Zábřeh

### **Zhotovitel**

**VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební  
Laboratoř stavebních hmot  
Ing. Libor Židek**

Ludvíka Podéště 1875/17  
708 33 Ostrava – Poruba

  
Ing. Libor Židek  
vedoucí laboratoře

  
prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
děkan fakulty

Srpen 2017

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ  
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
Fakulta stavební  
708 33 OSTRAVA - Poruba  
17. listopadu 15 8**

## Identifikační údaje

**Zadavatel:** Ing. Pavel Kurečka MOSTY s.r.o.  
U Studia 33  
700 30 Ostrava-Zábřeh  
**Zastoupený:** Ing. Pavlem Kurečkou  
jednatelem  
**Oprávnění k podnikatelské činnosti:**  
IČ: 27764613  
DIČ: CZ27764613  
**Bankovní spojení:** KB Ostrava-Hrabůvka  
Číslo účtu: 35-6678910267/0100

**Zpracovatel:** VŠB - TU Ostrava, FAST  
L. Poděštné 1875  
708 33 Ostrava – Poruba  
**Zastoupený:** prof. Ing. Radimem Čajkou, CSc.  
děkanem fakulty  
**Oprávnění k podnikatelské činnosti:**  
IČ: 61989100  
DIČ: CZ61989100  
**Bankovní spojení:** ČSOB a.s., Ostrava  
Číslo účtu: 127089559/0300

**Protokol zpracoval:** Ing. Libor Žídek  
Tel.: 608 700 780  
E-mail: libor.zidek@vsb.cz

## Obsah

1. Popis mostního objektu.....	5
2. Značení odběrných míst, vzorků a sond .....	5
3. Odběr vzorků betonu z konstrukce a jejich popis.....	5
4. Stanovení pevnosti betonu v tlaku .....	8
5. Orientační chemické analýzy odebraných vzorků betonu .....	10
5.1. Popis reakce betonu s lihovým roztokem fenolftaleinu (FFT) .....	10
5.2. Popis reakce betonu s roztokem 10%- ní HCl .....	10
6. Analýza a identifikace bílých povlaků na lomových plochách betonu.....	11
6.1 Mikroskopie vzorků .....	11
7. Závěrečné hodnocení .....	12

## Seznam příloh

Příloha č. 1: Protokol o zkoušce stanovení pevnosti betonu v tlaku – spodní stavba

Příloha č. 2: Schéma a lokalizace zkušebních míst

Příloha č. 3: Fotodokumentace

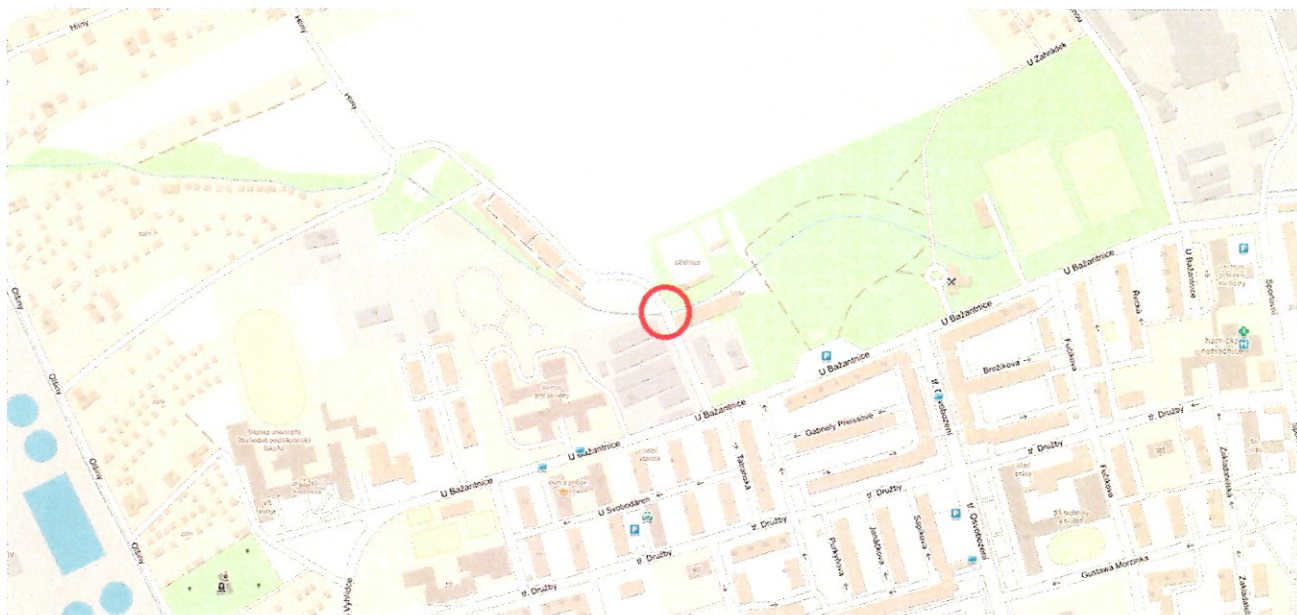
## Seznam tabulek

Tab. 1: Popis jádrových vývrtů odebraných ze spodní stavby mostního objektu.....	6
Tab. 2: Lokalizace vzorku betonu v jádrovém vývrtu .....	8
Tab. 3: Pevnost betonu v tlaku – spodní stavba mostního objektu (opěry, dno) .....	9

Na základě objednávky č. 2017-40 od společnosti Ing. Pavel Kurečka MOSTY s.r.o., bylo dohodnuto provedení doplňkového stavebně technického průzkumu spodní stavby mostu M 46/6 přes Železárenský potok na ul. U Bažantnice v Karviné – Novém Městě. Rozsah diagnostiky zahrnoval vizuální prohlídku spodní stavby mostního objektu, stanovení šířky opěrných konstrukcí, odběr jádrových vývrtů pro stanovení pevnosti betonu v tlaku, ověření hloubky degradace povrchových oblastí betonu.

Diagnostiku mostního objektu provedli pracovníci Laboratoře stavebních hmot, FAST, VŠB – TUO dne 31.7.2017. Při odběru vzorků byli přítomni:

Ing. Libor Žídek,  
Ing. Martin Šeděnka,  
Dalibor Meca.



**Obr. 1: Lokalizace objektu (GPS 49.8699078N, 18.5320061E)**



## 1. Popis mostního objektu

Nosná konstrukce mostu je tvořena z 12-ti železobetonových prefabrikovaných prvků, které jsou výrazně narušeny karbonatací, s následnými odprisky krycí vrstvy betonářské výztuže a jejich laminární korozi.

Opěry jsou provedeny z prostého betonu. Spodní stavba je provedena bez úložných prahů. Na povrchu spodní stavby jsou viditelné stopy od zatékání vody s obsahem chloridů, dále místa s obnaženou strukturou betonu. Rohové oblasti opěr jsou narušeny od protékající vody až do hloubky 150 mm. Dno spodní stavby je také poškozeno protékající vodou, na většině plochy chybí 40-100 mm betonu.

## 2. Značení odběrných míst, vzorků a sond

Lokalizace odběru vzorků a provedených sond je schematicky zobrazena v příloze 2.

### Použité značení:

OP1	jádrový vývrt odebraný z konstrukce opěry č. 1 (ve směru Karviná),
OP2	jádrový vývrt odebraný z konstrukce opěry č. 2 (ve směru Orlová),
D	jádrový vývrt odebraný z konstrukce dna spodní stavby mostu.

## 3. Odběr vzorků betonu z konstrukce a jejich popis

Při vizuální prohlídce jednotlivých konstrukčních částí mostního objektu byla vybrána místa, určená k odběru jádrových vývrtů. Jádrové vývrty byly odebrány pomocí diamantových korunek o průměrech 80 a 100 mm a vrtné soupravy Hilti DD 350-CA s kotvením přímo v ověřované konstrukci.

U opěry č. 1 byl proveden odběr jádrového vývrtu do hloubky 1390 mm, další oblast byla ověřena navrtáním prodlouženým vrtákem. Celková kontrolovaná šířka opěry je větší než 1950 mm. S ohledem na ukončení mostních říms předpokládáme celkovou šířku opěry 2050 mm.

U opěry č. 2 byla v hloubce 765 mm zjištěna svislá pracovní spára. Za konstrukcí opěry se nachází další betonová konstrukce. Pracovní spára je netěsná, povrch betonu je narušen zatékající vodou a mrazem – poškození struktury betonu je do 2 mm.

Po odběru jádrových vývrtů byla kvalita betonu hodnocena vizuálně, se zaměřením na parametry použitých materiálů a případné poruchy struktury betonu. Podrobný popis odebraných vzorků je uveden v tabulce 1, kde jsou dále zaznamenány orientační hloubky karbonatace betonu. Místa po odebraných jádrových vývrtech byla vyplněna betonovou směsí.

Tab. 1: Popis jádrových vývrtů odebraných ze spodní stavby mostního objektu

Ozn. vz.	Druh kce	Délka vývrtu/ dílčí části [mm]	Druh materiálu, popis	Směr výztuže v kci	Průměr výztuže [mm]	Druh výztuže	Krytí výztuže [mm]	Druh koroze	Oblast degradace betonu <sup>1)</sup>
OP1	Opěra 1 (Karviná)	0-1390	Beton, cementový tmel béžové až šedobéžové barvy, těžené kamenivo do velikosti 16 mm (lokálně i zrna velikosti 32 mm), velikost vzduchových pórů do 6 mm. Povrch betonu je vymytý do hloubky 5 mm. V oblasti 0-70 mm byla pozorována tmavě béžová vrstva cementového tmele. V oblastech 420-550 mm a 750-850 mm se vyskytuje beton s vizuálně nízkou kvalitou cementového tmele. V oblasti 1330 až 1390 mm byly ve struktuře betonu pozorovány bílé skvrny, které vyplňovaly vzduchové póry. Bílé povlaky byly později identifikovány jako produkty síranové koroze.	×	×	×	×	×	0-70
			Cementová malta. Vrstva CM je z 30% plochy odtržená od podkladu. Beton, cementový tmel béžové až šedobéžové barvy, těžené kamenivo do velikosti 16 mm, velikost vzduchových pórů do 4 mm. V oblasti 3-60 mm byla pozorována tmavě béžová vrstva cementového tmele. V oblasti 480-590 mm se vyskytuje beton s vizuálně nízkou kvalitou cementového tmele. V hloubce 765 mm se nachází svislá pracovní spára – v tomto místě pravděpodobně dlouhodobě docházelo k zatékání vody z vozovky, povrch betonu je vymytý do hloubky cca 2 mm. Za konstrukcí se vyskytuje další betonová konstrukce.	×	×	×	×	×	0-60
OP2	Opěra 2 (Orlová)	3-765							

D	Kce dna	50-370	<p>Beton, cementový tmel šedé barvy, těžené kamenivo do velikosti 16 mm, velikost vzduchových pórů do 6 mm.</p> <p><b>V místě odběru vzorku chybí 50 mm betonové konstrukce.</b></p> <p><b>Vizuálně nízká kvalita cementového tmelu v celé délce jádrového vývrtu.</b></p> <p><b>V oblasti 50 až 90 mm byly ve struktuře betonu pozorovány bílé skvrny, které vyplňovaly vzduchové póry. Bílé povlaky byly později identifikovány jako produkty síranové koroze.</b></p>	×	×	×	×	×	50-53
---	---------	--------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	---	---	---	-------

1) Uvedené oblasti degradovaného betonu byly ověřovány pomocí orientačních chemických zkoušek, tj. reakcí betonu s lihovým roztokem (FFT) a roztokem 10%-ní HCl. Zkouška pomocí fenolftaleinu byla v uvedených oblastech bez barevné reakce, u HCl pak s bouřlivou reakcí. Postup zkoušek je uveden v kapitole 5.



#### 4. Stanovení pevnosti betonu v tlaku

Zkouška pevnosti betonu v tlaku byla provedena v souladu s ČSN EN 12504 - 1: 2009 Zkoušení betonu v konstrukcích – Část 1: Vývrtý – odběr, vyšetřování a zkoušení v tlaku.

Z jádrových vývrtů byly vyřezány dílčí vzorky, které byly vhodné pro zkoušku stanovení pevnosti betonu v tlaku. Značení vzorků je shodné s popisem jádrových vývrtů, pouze k nim byla doplněna písmena A až I. Tato písmena představují pozici vzorku v jádrovém vývrtu (abecedně od povrchu konstrukce). Vzorky byly upraveny zakončováním (zabroušením na horizontální brusce) a následně se na nich ověřila pevnost betonu v tlaku na lisu Form+Test s maximální silou 300 kN s výstupem přes PC (kalibrace lisu 7.11.2016). Výsledné pevnosti betonu v tlaku byly přepočteny na krychelnou pevnost betonu (dle ČSN EN 12390-3/Z1). Přehled výsledků pevnostních zkoušek je uveden v tabulce 3. Před zkouškou stanovení pevnosti betonu v tlaku byly vzorky vystaveny laboratornímu prostředí.

**Tab. 2: Lokalizace vzorku betonu v jádrovém vývrtu**

<i>Označení vzorku betonu</i>	<i>Orientační pozice vzorku v jádrovém vývrtu měřeno od povrchu konstrukce [mm]</i>
OP1/A	90-205
OP1/B	205-310
OP1/C	440-545
OP1/D	545-650
OP1/E	650-755
OP1/F	820-925
OP1/G	925-1030
OP1/H	1030-1135
OP1/I	1220-1325
OP2/A	110-215
OP2/B	215-320
OP2/C	440-545
OP2/D	545-650
OP2/E	650-775
D/A	90-170
D/B	240-320



**Tab. 3: Pevnost betonu v tlaku – spodní stavba mostního objektu (opěry, dno)**

<i>Označení vývrtu</i>	<i>Průměr [mm]</i>	<i>Výška vzorku po zakoncování [mm]</i>	<i>Pevnost v tlaku [MPa]</i>	<i>Štíhlost</i>	<i>Opravný součinitel</i>	<i>Opravená válcová pevnost [MPa]</i>	<i>Krychelná pevnost [MPa]</i>
OP1/A	99,3	110,4	15,07	1,112	0,88	13,26	16,6
OP1/B	99,2	104,8	15,62	1,056	0,87	13,59	17,0
OP1/C	99,2	102,7	11,17	1,035	0,86	9,61	12,0
OP1/D	99,3	99,2	12,47	0,999	0,85	10,60	13,3
OP1/E	99,3	103,8	8,99	1,045	0,86	7,73	9,7
OP1/F	99,2	103,8	9,91	1,046	0,87	8,62	10,8
OP1/G	99,3	102,2	14,42	1,029	0,86	12,41	15,5
OP1/H	99,3	102,7	13,22	1,034	0,86	11,37	14,2
OP1/I	99,2	101,6	12,29	1,024	0,86	10,57	13,2
OP2/A	99,6	102,4	17,12	1,028	0,86	14,52	18,4
OP2/B	99,4	101,2	15,96	1,018	0,86	13,72	17,2
OP2/C	99,2	102,2	11,70	1,030	0,86	10,06	12,6
OP2/D	99,2	100,6	10,76	1,014	0,86	9,25	11,6
OP2/E	99,3	100,6	14,42	1,013	0,85	12,25	15,3
D/A	73,2	80,6	13,10	1,100	0,88	11,53	14,4
D/B	73,3	80,1	11,70	1,093	0,88	10,30	12,9

Statistické hodnocení pevnosti betonu v tlaku spodní stavby mostu bylo provedeno dle kritérií shody ČSN EN 13791: 2007 (Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných dílcích). Průměrná pevnost betonu v tlaku dosahuje hodnoty 14,0 MPa, nejnižší ověřená hodnota je 9,7 MPa. **Výsledná charakteristická (krychelná) pevnost betonu v tlaku spodní stavby mostního objektu je 10,4 MPa, beton odpovídá pevnostní třídě C 8/10.**

## 5. Orientační chemické analýzy odebraných vzorků betonu

Na odebraných vzorcích betonu byly posuzovány degradační změny ve struktuře betonu vlivem karbonatace. V této souvislosti byly provedeny následující orientační chemické zkoušky:

- 1) ověření acidobazické reakce povrchu betonových vzorků s lihovým roztokem fenolftaleinu - FFT (tj. orientační stanovení hodnoty pH povrchové vrstvy betonu),
- 2) ověření reakce betonových vzorků s roztokem zředěné HCl (tj. orientační identifikace přítomnosti druhotných Ca-karbonátů v cementovém tmelu).

### 5.1. Popis reakce betonu s lihovým roztokem fenolftaleinu (FFT)

Barevná reakce betonu byla zjišťována na lomové stěně jádrového vývrtu (lícová část vzorku, která nebyla použita pro pevnostní zkoušky) pokapáním lihovým roztokem FFT. Fenolftalein je acidobazickým indikátorem, který mění v zásaditém prostředí svoji barvu do fialova (červenofialova). Tato změna barvy je na povrchu betonu viditelná při pH 9,5. Je však třeba upozornit, že FFT jako acidobazický indikátor informuje pouze o oblasti pH, tj. zda pH je pod nebo nad hranicí uvedené barevné změny. Proto lze FFT test považovat pouze za orientační, hodnotu pH nelze tímto způsobem přesně stanovit.

Intenzita výsledné barevné reakce povrchu betonu s FFT byla slovně hodnocena ve škále (směrem od nejintenzivnějšího zbarvení): *velmi zřetelné, intenzivní zbarvení – zřetelné zbarvení – slabě zřetelné zbarvení – nezřetelné zbarvení (bez barevné reakce)*.

### 5.2. Popis reakce betonu s roztokem 10%- ní HCl

Následně byla sledována reakce povrchu betonu se zředěnou kyselinou chlorovodíkovou (HCl), a to z důvodu případné orientační identifikace sekundárních karbonátů (kalcitů) v cementovém tmelu. Reakce byla zjišťována na lomové ploše rozlomené lícové části vývrtu.

Intenzita reakce betonu s HCl byla slovně hodnocena ve škále: *velmi silná (bouřlivá) reakce – silná reakce – střední reakce – slabá reakce – nezřetelná reakce (bez reakce)*.

**Výsledky orientačních chemických zkoušek prokázaly poměrně vysokou hloubku karbonatace betonu opěrných stěn. Hloubka karbonatace betonu byla zjištěna v rozmezí 60-70 mm.**



## 6. Analýza a identifikace bílých povlaků na lomových plochách betonu

Po detailní prohlídce vzorků bylo zřejmé, že v některých jejich částech jsou vzduchové póry vyplněny materiálem bílé barvy. Masivní výskyt bílých výplní vzduchových pórů byl pozorován u opěry č. 1 v hloubce 1130-1390 mm a u konstrukce dna v oblasti 50-90 mm (svrchních 50 mm betonu bylo již odstraněno dlouhodobým účinkem protékající vody).

### 6.1 Mikroskopie vzorků

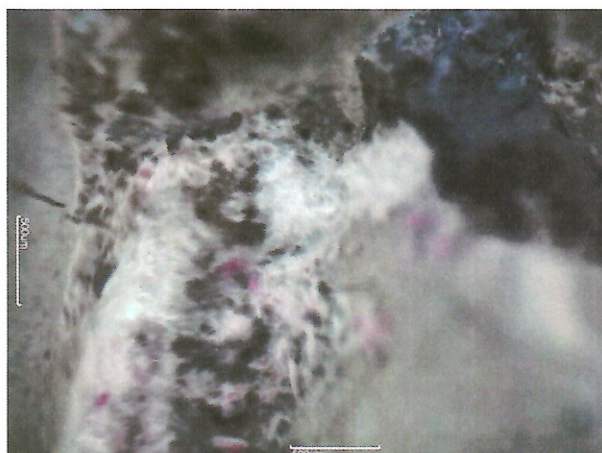
Vybrané vzorky byly podrobeny mikroskopické analýze na stereoskopickém mikroskopu. Při zvětšení pozorovaného povrchu je možné identifikovat hustou síť jehlicových krystalů (viz Obr. 2-5). Z výstupů mikroskopické analýzy tak lze jednoznačně usoudit, že se jedná o produkty síranové koroze. Síraný postupně vyplňuje volné vzduchové póry a dutiny. Po vyčerpání těchto volných prostor expanze síranů stále pokračuje a dochází tak k postupnému rozrušování struktury betonu. K této reakci je dostačující pouze zdroj vlhkosti, která se do konstrukce dostane z okolní zeminy a protékajícího potoka.



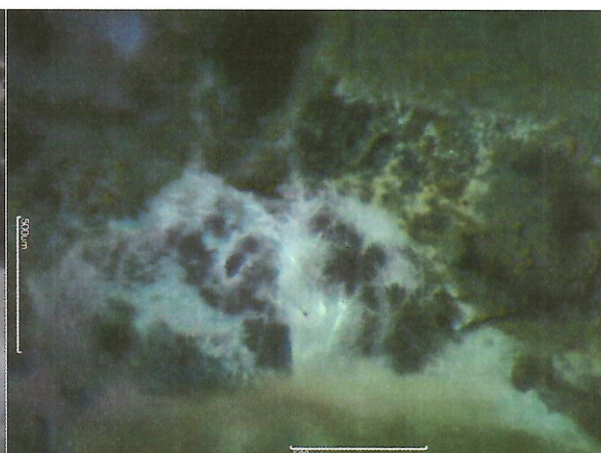
**Obr. 2: Lomová plocha jádrového vývrtu OP1 s produkty síranové koroze.**



**Obr. 3: Lomová plocha jádrového vývrtu OP1 s produkty síranové koroze.**



**Obr. 4: Detail lomové plochy jádrového vývrtu OP1 s jehlicovými produkty síranové koroze (80× zvětšeno).**



**Obr. 5: Detail lomové plochy jádrového vývrtu OP1 s jehlicovými produkty síranové koroze (120× zvětšeno).**

## **7. Závěrečné hodnocení**

Na základě provedeného doplňkového STP spodní stavby mostu M 46/6 přes Železárenský potok na ul. U Bažantnice v Karviné – Novém Městě, lze konstatovat:

Spodní stavba mostního objektu je provedena z prostého betonu s velmi nízkou pevností v tlaku. Na povrchu opěrných konstrukcí jsou viditelné stopy od zatékání vody s obsahem chloridů a oblasti s obnaženou strukturou betonu. Ve struktuře betonu byly zjištěny i produkty síranové koroze.

Šířky opěrných konstrukcí jsou provedeny odlišně. U opěry č. 1 byl proveden odběr jádrového vývrtu do hloubky 1390 mm, další oblast byla ověřena navrtáním prodlouženým vrtákem. Celková kontrolovaná šířka opěry je větší než 1950 mm. S ohledem na ukončení mostních říms předpokládáme celkovou šířku opěry 2050 mm.

U opěry č. 2 byla v hloubce 765 mm zjištěna svislá pracovní spára. Za konstrukcí opěry se nachází další betonová konstrukce. Pracovní spára je netěsná, povrch betonu je v tomto místě narušen zatékající vodou a mrazem – poškození struktury betonu je do 2 mm.

Pevnost betonu v tlaku spodní stavby mostního objektu se pohybuje v rozmezí 9,7-18,4 MPa, průměrně pak 14,0 MPa. Charakteristická pevnost betonu v tlaku spodní stavby je 10,4 MPa, beton odpovídá pevnostní třídě C 8/10.

Hloubka karbonatace byla zjištěna v rozsahu 60-70 mm.

### **Doporučení pro sanaci:**

Nosná konstrukce mostního objektu je výrazně poškozená a dle slov zadavatele prací bude nahrazena novou konstrukcí.

S ohledem na velmi nízkou pevnost betonu, vysokou hloubku karbonatace a výskyt síranové koroze, doporučujeme i spodní stavbu mostního objektu nahradit novou kvalitní konstrukcí. V případě sanace betonu s velmi nízkou pevností (konkrétně C 8/10) bude velice problematická už samotná příprava podkladu. Mechanickým odstraňováním degradovaného povrchu se beton poškodí do velké hloubky, tato skutečnost se pak projeví jak při kontrole sanace, tak i v její krátké životnosti. Pro sanaci betonu by také musely být použity sanační malty třídy R1 nebo R2, které se obvykle nepoužívají pro reprofilace nosných konstrukcí. Pokud by byla požadována původní reprofilace spodní stavby, nešlo by tyto sanační malty použít ve shodě



s doporučením výrobců sanačních hmot. Sanační malty třídy R2 lze obecně použít pro plošné reprofilace do tloušťky 20-30 mm, lokálně do 80-100 mm, zkarbonatovaná vrstva betonu se přitom pohybuje v rozmezí 60-70 mm.

Při návrhu sanace nelze uvažovat s její životností delší než 5-8 let, současně je nutné počítat i s výrazně nižší životností spodní stavby než u nově vybudované nosné konstrukce.

**Z výše uvedených skutečností doporučujeme spodní stavbu mostního objektu nahradit novou, která bude mít shodnou návrhovou životnost jako nová nosná konstrukce.**

V Ostravě dne 25.8.2017

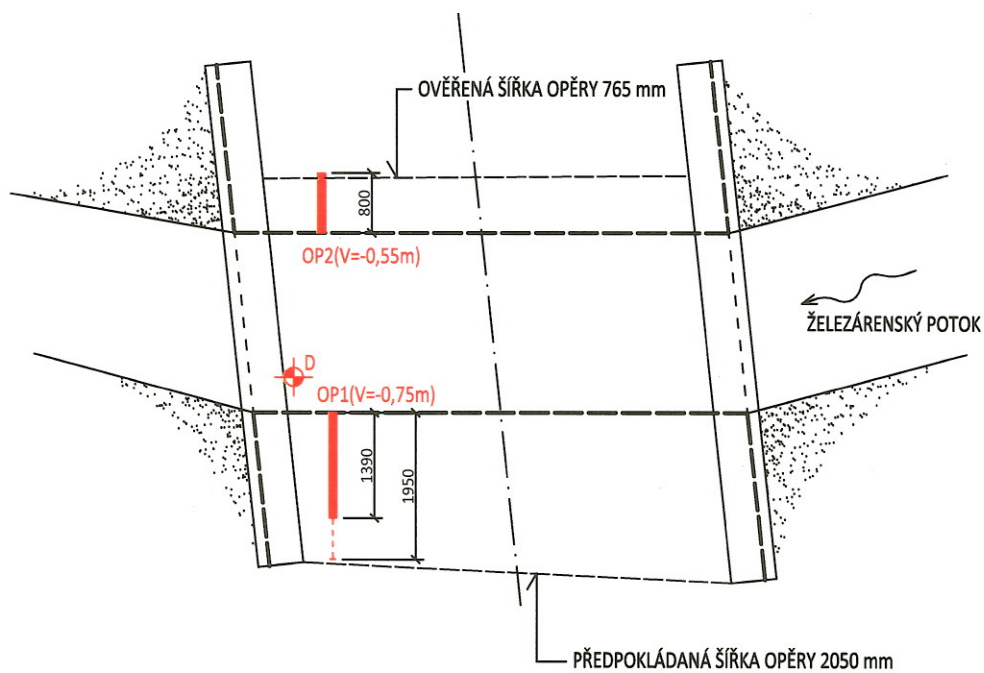
VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ  
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
Fakulta stavební  
708 33 OSTRAVA - Poruba  
17. listopadu 15 6

Ing. Libor Žídek



Určená jako zkušební laboratoř  
výnosem ČBÚ v Praze z 12.8.1997, č. 3102/97

## PŘÍLOHA Č.2: SCHÉMA A LOKALIZACE ZKUŠEBNÍCH MÍST



### LEGENDA ZNAČENÍ:

-  VRTANÁ SONDA V KONSTRUKCI DNA
-  JÁDROVÝ VÝVRT V KONSTRUKCI MOSTNÍ OPĚRY



### Příloha č. 3: Fotodokumentace



Obr. 1: Opěra č. 1 – odpadnutá ochranná vrstva CM, obnažená struktura betonu.



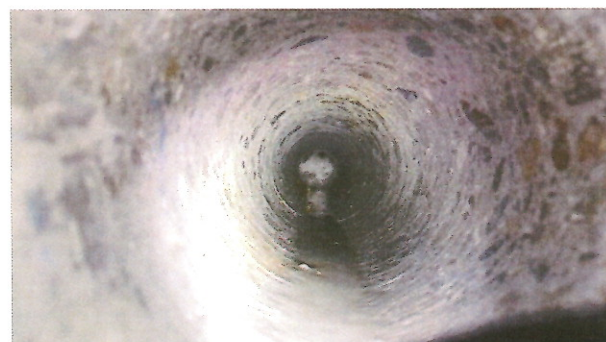
Obr. 2: Opěra č. 1 – rozpad struktury betonu v důsledku zatékání vody a působení mrazu.



Obr. 3: Opěra č. 1 – zatékání do konstrukce přes nosnou konstrukci.



Obr. 4: Opěra č. 1 – zatékání do konstrukce přes nosnou konstrukci.



Obr. 5: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtnu OP1. V konstrukci nebyla nalezena svislá pracovní spára, tloušťka opěry je větší než 1390 mm.



Obr. 6: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtnu OP2. Konstrukce opěry je v hloubce 765 mm ukončena svislou pracovní spárou.



Obr. 7: Jádrové vývrty odebrané ze spodní stavby mostního objektu.

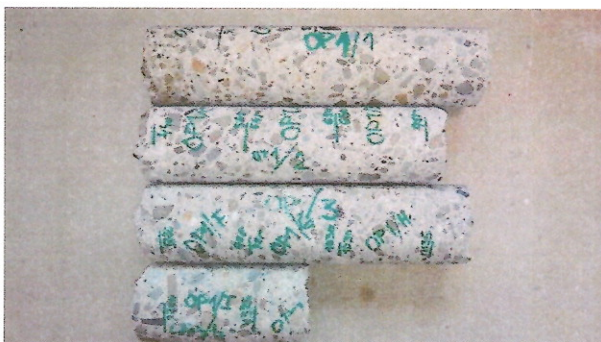




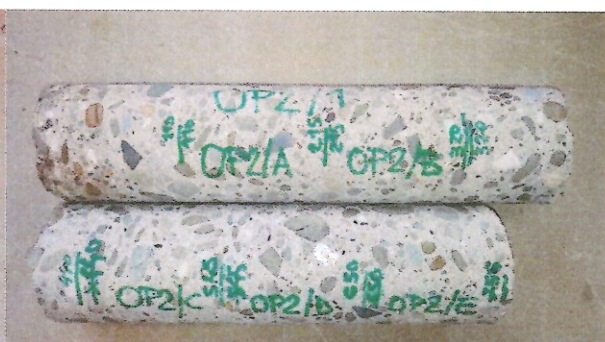
Obr. 8: Lomová plocha jádrového vývrtu OP1 v hloubce 1390 mm. Struktura betonu je narušena síranovou korozí.



Obr. 9: Detail ukončení opěry č. 2 svislou pracovní spárou (vzorek v horní části obrázku).



Obr. 10: Jádrový vývrt OP1 s vyznačením řezů dílčích vzorků, na kterých bude stanovena pevnost betonu v tlaku.



Obr. 11: Jádrový vývrt OP2 s vyznačením řezů dílčích vzorků, na kterých bude stanovena pevnost betonu v tlaku.