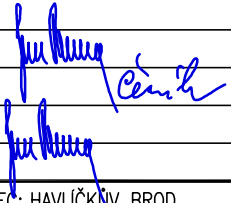



# H.6 DSP+PDPS

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK  
VÝŠKOVÝ SYSTÉM: BpV

KRESLIL:	KOLEKTIV		 FÖRSTEROVA Č.P. 175, 566 01 VYSOKÉ MÝTO EMAIL.: MDS@MDSPROJEKT.CZ	
ZPRACOVAL:	ING. JAN BURSA			
TECHNICKÁ KONTROLA:	ING. FRANTIŠEK ČERNÍK			
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:	ING. JAN BURSA			
HLAVNÍ PROJEKTANT:	ING. JAN BURSA			
KRAJ: VYSOČINA	OKRES: HAVLÍČKŮV BROD	OBEČ: HAVLÍČKŮV BROD	STUPEŇ:	DSP+PDPS
INVESTOR: KRAJ VYSOČINA, ŽIŽKOVA 57, 583 33 JIHLAVA			ZAK.ČÍSLO:	1256-15-3
AKCE: <b>III/03810 HAVLÍČKŮV BROD, MOST EV.Č. 03810-2</b> <b>OBJEKT: H.6 DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM MOSTU EV.Č. 03810-2</b>			ARCHIVNÍ ČÍSLO:	1256
			DATUM:	10/2016
			FORMÁT:	A4
			MĚŘITKO:	-
OBSAH: <b>DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM MOSTU EV.Č. 03810-2</b>			ČÍSLO SOUPRAVY:	ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>H.6.</b>



**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.  
1600 J 015**

**Datum vydání zprávy**  
14. března 2016

**Oddělení KÚ**  
Experimentální  
tel. +420 224 353 537

**Objednatel:   MDS PROJEKT s.r.o.**  
**Fösterova 175**  
**Vysoké Mýto, 566 01**

**Expertní zpráva:**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE**  
**EV. Č. 03810-2 V HAVLÍČKOVĚ BRODĚ**

**Vypracoval:**

Ing. Stanislav Řeháček  
Ing. Pavel Štemberk

**Spolupráce:**

Ing. Tomáš Mandlík

**Odpovědný řešitel:**

Ing. Stanislav Řeháček

**Vedoucí oddělení:**

Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

**Ředitel KÚ:**

Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

**Výtisk číslo:**

**1 2 3 4 5 6 7**

**Rozdělovník:**

Objednatel: 6x  
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**

Tato zpráva uvádí výsledky stavebně technického průzkumu mostní konstrukce ev. č. 03810-2 v Havlíčkově Brodě.

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. 228/2003–Zn.



**Foto. 1:** Pohled na mostní konstrukci.

OBSAH:

1. ÚVOD .....	4
2. PODKLADY .....	4
3. POUŽITÉ METODY A POSTUPY .....	5
3.1. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA.....	5
3.2. HLOUBKA KARBONATACE BETONU.....	6
3.3. KRYTÍ VÝZTUŽE BETONEM.....	6
3.4. NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU .....	6
3.5. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU .....	7
3.6. LOKALIZACE A IDENTIFIKACE VÝZTUŽE .....	8
3.7. PEVNOST POVRCHOVÝCH VSTEV V PROSTÉM TAHU .....	8
4. STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM .....	9
4.1. POPIS KONSTRUKCE .....	9
4.2. BETON .....	9
4.2.1. Struktura a objemová hmotnost betonu .....	9
4.2.2. Destruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku .....	10
4.2.3. Nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku .....	10
4.2.4. Pevnost betonu v tlaku – shrnutí .....	10
4.2.5. Porovnání hloubky karbonatce betonu a tloušťky krycí vrstvy výztuže .....	11
4.2.6. Pevnost povrchových vrstev betonu v prostém tahu.....	12
4.3. SKLADBY SOUVRSTVÍ VOZOVKY .....	13
4.4. VÝZTUŽ .....	14
4.4.1. Výpočtové charakteristiky výztuže .....	14
4.5. VÝZTUŽENÍ A ROZMĚRY KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ .....	14
5. SHRNUÍ A ZÁVĚRY .....	15
6. SEZNAM PŘÍLOH .....	16

## **1. ÚVOD**

Na základě objednávky č. OV-6/2016 společnosti, MDS PROJEKT s.r.o., Fösterova 175, 566 01 Vysoké Mýto, byl proveden stavebně technický průzkum mostní konstrukce ev. č. 03810-2 v Havlíčkově Brodě.

V rámci zadání průzkumu a souvisejících prací bylo zjištěno a provedeno:

- studium dostupných podkladů,
- pevnost betonu v tlaku nedestruktivními zkouškami,
- pevnost betonu v tlaku destruktivními zkouškami,
- zkouška pevnosti povrchových vrstev v prostém tahu,
- stanovení skladby souvrství vozovky,
- stanovení vyztužení vybraných průřezů,
- fotografická dokumentace a zpracování souhrnné zprávy.

Cílem prací bylo získat obraz o aktuálním stavu konstrukce z hlediska konstrukčního i korozního a poskytnout podklad pro případný sanační zásah. Průzkumné práce proběhly v lednu 2016.

## **2. PODKLADY**

- [1] ČSN 73 1373: Tvrdoměrné metody zkoušení betonu.
- [2] ČSN ISO 13822: Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí.
- [3] ČSN EN 12504-2: Zkoušení betonu v konstrukcích. Část 2: Nedestruktivní zkoušení – Stanovení tvrdosti odrazovým tvrdoměrem (březen 2002).
- [4] ČSN 73 2011: Nedestruktivní zkoušení betonových konstrukcí.
- [5] ČSN EN 206/2014: Beton: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.
- [6] ČSN EN 13791: Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a prefabrikovaných betonových dílcích.
- [7] TKP 31: Opravy betonových konstrukcí.
- [8] TP SSBK III: Technické podmínky pro sanace betonových konstrukcí.
- [9] ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - Doplnující ustanovení.
- [10] ČSN EN 12504-1 Zkoušení betonu v konstrukcích. Část 1: Vývrty. Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku.
- [11] ČSN EN 12390-3 Zkoušení ztvrdlého betonu. Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles.

- [12] Dohnálek, J.: Kontrola pevnosti betonu ve stavební konstrukci. Úspora cementu při výstavbě betonových konstrukcí. Studijní texty, ČSVTS. Praha, 1983.
- [13] Mostní list ev. č. 03810-2, z roku 1980, Most přes Šlapanku v Havlíčkově Brodě, dodáno objednatelem.
- [14] Hlavní mostní prohlídka, most ev. č. 03810-2, most přes Šlapanku v Havlíčkově Brodě, datum prohlídky: 27. 5. 2014, PONTEX, s.r.o., dodáno objednatelem.

### **3. POUŽITÉ METODY A POSTUPY**

#### **3.1. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA**

*Vizuální prohlídka*, i když ji nelze upřít subjektivnost, je jedním z nedůležitějších postupů, neboť jen tento postup umožňuje odhalit nedostatky prakticky v celé zkoumané ploše konstrukce. Vizuální prohlídka viditelných ploch železobetonové konstrukce je zaměřena na vyhledání korodující výztuže, poruch v betonu (např. šterková hnízda apod.), trhlin atd. V rámci této prohlídky byl také prováděn odhad plošných rozsahů poruch a typu korozního napadení výztuže a betonu. S ohledem na to, že řada prvků konstrukcí je často hůře dostupná či nedostupná, je toto prováděno odborným odhadem. Vizuální prohlídky jsou běžně doplněny postupy akustického trasování, kdy jsou ve zkoumané ploše odhaleny i dutiny v betonu, které nejsou pouhým pohledem na povrchu betonu patrné.

Pro stanovení vhodného postupu sanačních prací je hloubka narušení povrchu monolitického betonu (odpadlá krycí vrstva, vyluhování povrchu) tříděna v následujícím textu dle metodiky TP SSBK III [8] do následujících kategorií:

- **M** - hloubka porušení  $H_p$  od 0 do 10 mm včetně
- **S** - hloubka porušení  $H_p$  od 10 do 25 mm včetně,
- **V** - hloubka porušení  $H_p$  od 25 do 40 mm včetně.
- **E** - hloubka porušení  $H_p > 40$  mm.

Rozsah koroze výztuže prutů je v textu dělen do následujících typů:

- **P** (povrchová) – povrchová koroze bez výrazného oslabení plochy průřezu,
- **S** (silná) – koroze s tvorbou korozních zplodin a oslabením plochy průřezu 5 – 10 %,
- **H** (hloubková) – hloubková koroze výztuže spojená s odlupováním korozních zplodin ve vrstvách a výrazným oslabením plochy průřezu (max. do 50 % plochy průřezu),
- **E** (extrémní) – hloubková koroze výztuže s oslabením plochy průřezu nad 50 %.



### **3.2. HLOUBKA KARBONATACE BETONU**

**Karbonatace betonu** je dlouhodobý proces, ve kterém hraje rozhodující úlohu vzdušný  $\text{CO}_2$ . Jeho intenzita je závislá na řadě vnějších podmínek (kvalita betonu, vlhkost, teplota, apod.). Primární riziko karbonatace nespočívá ve snižování konečné pevnosti betonu, ale v tom, že zkarbonatovaný beton, resp. pórový roztok betonu\*, ztrácí svoji alkalitu ( $\text{pH} < 9,5$ ) a tím přestává pasivovat výztuž a chránit ji před korozi.

Hloubka karbonatace byla stanovována kolorimetrickým fenolftaleinovým testem, kdy se na míru karbonatace usuzuje ze zabarvení betonu smočeného roztokem fenolftaleinu v etanolu. Při vlastní zkoušce byl do betonu příklepovou vrtačkou vrtán otvor  $\varnothing 8$  mm a zmíněný roztok byl aplikován na vynášený prach, popř. na čerstvou lomovou plochu betonu v místě destruktivních sond. Při výrazném fialovém zabarvení se zkouška ukončila a posuvným měřítkem s přesností na 1 mm byla změřena hloubka karbonatace betonu.

Porovnáním hloubky karbonatace betonu a tloušťky krycí vrstvy výztuže a s ohledem na vlhkostní podmínky, ve kterých se beton nachází, je možné zhodnotit pravděpodobnost vzniku korozního napadení výztuže v konstrukci.

Zkarbonatovaný beton rovněž vykazuje vyšší tvrdost, což může vést k nadhodnocení výsledků tvrdoměrných zkoušek pevnosti betonu.

*\* Kapalina obsažená v pórové struktuře betonu, která obsahuje některé rozpuštěné složky cementového kamene.*

### **3.3. KRYTÍ VÝZTUŽE BETONEM**

**Tloušťku krytí výztuže betonem** je, kromě hloubky karbonatace, nezbytné stanovit pro posouzení korozního rizika u libovolné železobetonové konstrukce. Porovnání zjištěného krytí se zjištěnou aktuální hloubkou neutralizace ukazuje, zda uložená výztuž je již v oblasti snížené alkality, či nikoliv, a zda hrozí korozní riziko.

Ke stanovení tloušťky krytí na vnějších površích železobetonových prvků nádrží bylo použito přístroje Profometr - model 4, švýcarské firmy PROCEQ. Použitá bodová měrná sonda se před a v průběhu měření opakovaně kalibruje pomocí tzv. standardního bloku. Bodová sonda umožňuje stanovit hloubku krytí do 100 mm, což je hloubka s ohledem na diagnostikované prvky dostatečná pro posouzení korozního stavu výztuže (viz dále).

### **3.4. NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU**

Pro nedestruktivní stanovení pevnosti betonu v tlaku byla použita tvrdoměrná metoda Schmidtova tvrdoměru (typu N-34). Zkoušky a jejich vyhodnocení byly provedeny v souladu s ČSN 73 1373 [1], ČSN EN 12504-2 [3] a ČSN 73 0038 [9].

Metoda je založena na principu pružného rázu dvou těles. Při zkoušce krychelné pevnosti betonu v tlaku Schmidtovým tvrdoměrem se zjišťuje velikost odrazu *a* úderného ocelového beranu vyvolaného pružinou od ocelového razníku opřené o povrch betonu.

Měřeným parametrem je tedy velikost odrazu  $a$  zachycená ukazatelem na stupnici umístěné na pouzdru tvrdoměru.

Velikost odrazu  $a$  je závislá na pružnosti a tvrdosti betonu. Naměřené hodnoty odrazu  $a$  se převedou dle obecného kalibračního vztahu uvedeného v ČSN 73 1373 na krychelnou pevnost betonu v tlaku s nezaručenou přesností  $f_{be}$ , která se vynásobí součiniteli  $\alpha_t$  a  $\alpha_w$  zohledňujícími stáří a vlhkost betonu.

Zpracování výsledků pro stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku  $f_{ck, cube}$ , resp. pevnostní třídy betonu, bylo provedeno dle ČSN 73 0038 [9] a ČSN EN 13791 [6].

### **3.5. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU**

Pro účely destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku byly z konstrukce odebrány jádrové vývrty Ø 73 mm. V laboratoři byly vývrty zaříznuty a zakončovány směsí, jejímž pojivem je síra. Před koncováním byly vývrty změřeny a zváženy, aby bylo možno stanovit objemovou hmotnost betonu. Takto připravené vzorky byly zkoušeny v zatěžovacím stroji WPM 500 kN, metrologické číslo S 07 011 M. Odběry jádrových vývrtů a zkoušky vzorků byly provedeny dle ČSN EN 12504-1 [10].

Válcové pevnosti betonu  $f_{c, core}$  zjištěné na vývrtech je nutné převést na krychelné pevnosti  $f_{c, cube}$ , které odpovídají pevnostem na krychli základních rozměrů, tj. krychli s délkou hrany 150 mm. Převod se provede dle ČSN EN 12390-3, změna Z1, příloha NA [11].

Nejprve se provede převod na vývrtech zjištěných válcových pevností betonu  $f_{c, core}$  na válcové pevnosti betonu  $f_{c, cyl}$ , které odpovídají pevnostem betonu na válcích základních rozměrů, tj. na válcích Ø 150 mm a výšce 300 mm, dle vztahu:

$$f_{c, cyl} = K_{c, cyl} \cdot K_{d, cyl} \cdot f_{c, core}$$

$K_{c, cyl}$  opravný součinitel štíhlosti dle [12] v závislosti na štíhlostním poměru  $\lambda = h / d$

( $h$  je výška vývrtu a  $d$  je Ø vývrtu); pro  $1 \leq \lambda < 2$ ,

$K_{d, cyl}$  převodní součinitel v závislosti na průměru dle [11] a experimentálně stanoveného diagramu vypracovaného v KÚ ČVUT [12].

Válcové pevnosti betonu  $f_{c, cyl}$ , které odpovídají pevnostem betonu na válcích základních rozměrů, se následně převedou na krychelné pevnosti  $f_{c, cube}$ , které odpovídají pevnostem betonu na krychlích základních rozměrů dle vztahu:

$$f_{c, cube} = K_{cyl, cube} \cdot f_{c, cyl}$$

$K_{cyl, cube}$  převodní součinitel pevností betonu na válcích základních rozměrů na krychelné pevnosti betonu na krychlích základních rozměrů dle [11].



Při provádění zkoušek vývrtů je nutné sledovat i způsob porušení vzorků, tj. aby skutečně došlo k porušení tlakem a nikoli smykem či příčným tahem. Nesprávně porušená tělesa vykazují obvykle velmi nízké pevnosti a takové výsledky se vyřazují z vyhodnocení.

Posouzení krychelné, resp. válcové charakteristické pevnosti betonu v tlaku  $f_{ck, cube}$ , resp.  $f_{ck, cyl}$  v konstrukci zkoušením vývrtů bylo provedeno dle ČSN EN 13791 [6].

### **3.6. LOKALIZACE A IDENTIFIKACE VÝZTUŽE**

Destruktivně: Za účelem lokalizace a identifikace výztuže a stanovení tloušťky krycí vrstvy byly provedeny destruktivní sondy elektrickým bouracím kladivem, v nichž byla odhalena výztuž. Průměr výztuže byl měřen posuvným měřítkem, druh použité výztuže a její korozní stav byl stanoven vizuální prohlídkou výztuže. Dále byla měřena tloušťka krycí vrstvy a vzdálenosti, ve kterých je výztuž uložena. Výpočtové charakteristiky výztužné oceli byly stanoveny dle ČSN 73 0038 [9] na základě tvaru povrchu výztuže a stáří stavby.

Nedestruktivně: Pro nedestruktivní stanovení polohy výztuže a tloušťky krycí vrstvy byl použit přístroj Profometer – model 5, švýcarské fy PROCEQ. Přístroj měří na principu odrazu elektromagnetických vln od výztuže. Měřicí sondy se před i v průběhu měření opakovaně kalibrují pomocí tzv. standardního bloku. Univerzální sonda umožňuje lokalizovat výztuž do hloubky cca 100 mm pod povrch betonu.

Dále byl pro nedestruktivní měření použit radar HILTI PS 1000. Měření je informativní a je vhodné jej doplnit semidestruktivním odhalením pro potvrzení průměru, charakteru povrchu a počtu prutů.

### **3.7. PEVNOST POVRCHOVÝCH VSTEV V PROSTÉM TAHU**

Pro posouzení kvality povrchových vrstev byla provedena kontrolní měření pevnosti povrchových vrstev betonových konstrukcí v prostém tahu.

Byly použity čtvercové terče 50 x 50 mm lepené k podkladu lepidlem Sikadur 31 N výrobce (SIKA). Okolí terče bylo proříznuto a povrch byl jemně zbrúšen. K odtrhům bylo použito trhací zařízení DYNA Z 15 – s přesností odečtu zatěžovací síly  $\pm 0,05$  kN. Při zkoušce byla zaznamenána lomová plocha a síla odtržené vrstvy.

## **4. STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM**

Průzkumné práce byly provedeny v souladu se zadáním průzkumu. **Stavebně technický průzkum byl proveden pouze na přístupných místech. Diagnostické práce nebyly prováděny na části mostu nad vodní hladinou.**

### **4.1. POPIS KONSTRUKCE**

Most ev. č. 03810-2 přemostuje potok Šlapanka v Havlíčkově Brodě. Jedná se o třípolový most, který převádí komunikaci č. 03810.

Mostní opěry jsou nízké masivní z železobetonové uložené na pilotách. Pilíře jsou železobetonové, jsou tvořeny trojicí obdélníkových sloupů se stativem. Nosná konstrukce je sestavená z 9-ti ks prefabrikovaných předpjatých nosníků I 73 skladebné dl. 27 m vzájemně spojených dodatečně zabetonovanou spárou při horním a dolním líci.

### **4.2. BETON**

#### **4.2.1. Struktura a objemová hmotnost betonu**

Struktura a objemová hmotnost betonu byla zjišťována z jádrových vývrtů Ø 73 mm (celkové délky 290 - 310 mm). Lokalizace míst odběrů jádrových vývrtů je uvedena v Příloze 1, popis struktury betonu vývrtů pak v Příloze 2.2. (včetně fotografie odebraných vývrtů). Byly odebrány celkem 2 vývrty.

#### **Z provedené prohlídky odebraných jádrových vývrtů lze konstatovat tyto závěry:**

- *Beton vývrtu V2 je hutný až mírně pórovitý, s vyváženým obsahem DTK, HTK a HDK, max. velikost zrna HTK do 37 mm a HDK max. velikost zrna do 20 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 6 mm. Podrobný popis viz Příloha 2.2.*
- *Beton vývrtu V3 je hutný až mírně pórovitý, s vyváženým obsahem DTK, HTK a HDK, max. velikost zrna HTK do 20 mm a HDK max. velikost zrna do 35 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 8 mm. V betonu zastižena výztuž. Podrobný popis viz Příloha 2.2.*
- *Průměrná objemová hmotnost v přirozeném stavu vlhkosti betonu, stanovená z jádrových vývrtů, je 2260 kg/m<sup>3</sup>, kdy se jednotlivé hodnoty pohybují v rozmezí 2220 – 2290 kg/m<sup>3</sup>. Jednotlivé naměřené hodnoty objemové hmotnosti jsou uvedeny v Příloze 2.2.*

#### **4.2.2. Destruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku**

onu v tlaku byly odebrány jádrové vývrty  $\varnothing$  cca 73 mm (stativa pilířů). Lokalizace je uvedena v Příloze 1. Celkové vyhodnocení destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku je uvedeno v Příloze 2.2. Souhrn výsledků je uveden v kapitole 4.2.4.

#### **4.2.3. Nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku**

Nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku (kap. 3.4.) byly provedeny na železobetonových konstrukcích mostu (opěry, stativa pilířů, pilíře, nosníky I73, dobetonované spáry mezi nosníky I73). Zkoušky byly rozmístěny rovnoměrně po konstrukci. Vyhodnocení nedestruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku je uvedeno v Příloze 2.1.

Souhrn výsledků nedestruktivní zkoušky betonu a jim odpovídající pevnostní třída, resp. třída betonu, je uveden v následující kapitole 4.2.4.

#### **4.2.4. Pevnost betonu v tlaku – shrnutí**

Souhrn výsledků nedestruktivních a destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku a jim odpovídající pevnostní třídy, resp. třídy betonu, jsou uvedeny v následujících tabulkách 1 a 2.

**Tabulka 1:** Souhrn výsledků zkoušek pevnosti betonu v tlaku

Diagnostikované konstrukční prvky		Pevnost betonu v tlaku (MPa)		Variační koeficient $v^*$
		průměr ze zkoušek	charakteristická	
Stativa pilířů	nedestruktivně	53,1	49,9	3,1
	destruktivně	53,2	46,2	13,3
Pilíře	nedestruktivně	50,5	46,5	4,2
Opěry	nedestruktivně	38,2	36,1	3,1
Nosníky I73	nedestruktivně	58,3	53,4	1,7
Spáry mezi nosníky I73	nedestruktivně	20,4	17,6	7,3

\* ČSN 73 2011 [4] uvádí limitní hodnotu variačního koeficientu pro homogenní beton  $v = 12 \%$  (homogenita z hlediska pevností).

**Tabulka 2:** Pevnostní třída, resp. třída betonu na základě provedených zkoušek

Diagnostikované konstrukční prvky		Třída betonu, resp. / pevnostní třída betonu	
		ČSN EN 1992	Požadavek dokumentace [13]
Stativa pilířů	nedestruktivně	C 45/55	B 330 (C 25/30)
	destruktivně	C 40/50	
Pilíře	nedestruktivně	C 40/50	B 330 (C 25/30)
Opěry	nedestruktivně	C 30/37	B 250 (C 16/20)
Nosníky I73	nedestruktivně	C 50/60	-
Spáry mezi nosníky I73	nedestruktivně	C 16/20	-

**Z provedených zkoušek pevnosti betonu v tlaku lze konstatovat tyto závěry:**

- Na základě destruktivních a nedestruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku v omezeném rozsahu doporučujeme pro sledované železobetonové konstrukce mostu, dle ČSN EN 1992 uvažovat tyto třídy betonu:
  - Stativa pilířů: C 35/45
  - Pilíře: C 30/37
  - Opěry: C 25/30
  - Nosníky I73: C 40/50
  - Spáry mezi nosníky I73: C 12/15
- Odvozené pevnostní třídy se vztahují vždy ke sledovaným prvkům konstrukce.
- Beton výše uvedených konstrukcí (stativa pilířů, pilíře a opěry) vyhovuje a výrazně převyšuje požadavky na značku betonu dle poskytnuté dokumentace [13].
- Pevnost beton dobetonávky mezi nosníky I73 je na relativně nízké úrovni.

**4.2.5. Porovnání hloubky karbonatace betonu a tloušťky krycí vrstvy výztuže**

Stanovení hloubky karbonatace betonu (kap. 3.2) bylo provedeno namátkově po celé délce mostní konstrukce. Nejistotu měření lze odhadnout v rozmezí  $\pm 2$  mm. Ocelová výztuž je vystavována korozivním procesům, které ovlivňuje řada faktorů. Mezi nejpodstatnější lze zařadit:

- a) vlhkost prostředí
- b) zaplnění pórového systému betonu vodou,
- c) hloubka uložení výztuže pod povrchem,
- d) tloušťka zkarbonatované vrstvy betonu,

- e) obsah určitých škodlivin v betonu (chloridové ionty, přítomnost kyselin a dalších agresivních médií),

Dojde-li u výztuže ke ztrátě pasivace alkalitou betonu (karbonatací), přítomnost vlhkosti vyvolá korozivní procesy vedoucí k známým poruchám jako odpadávání povrchových vrstev a úbytku průřezu výztuže.

**Stanovení tloušťky krycí výztuže a hloubka karbonatace betonu bylo provedeno na na těchto prvcích s následujícím výsledkem:**

**Nosníky - zjišťováno ze spodního líce**

- Hloubka karbonatace betonu: 1 - 3 mm

**Sloupy pilíře**

- Hloubka karbonatace betonu: 2 až 4 mm  
➤ Krytí betonářské výztuže: 40 až 55 mm

**Stativa pilíře**

- Hloubka karbonatace betonu: 3 až 4 mm  
➤ Krytí betonářské výztuže: 35 až 75 mm

**Z provedeného šetření a zjištěných hodnot lze konstatovat:**

- *Primární riziko karbonatace je v tom, že zkarbonatovaný beton, resp. jeho pórový roztok, ztrácí svoji alkalitu ( $pH < 9,5$ ) a tím přestává pasivovat výztuž a chránit ji před korozi, ke které následně dochází za příznivých vlhkostních podmínek.*
- *Ze zjištěných skutečností vyplývá, že většina diagnostikované výztuže (výztuž jednotlivých sloupů pilířů a stativa pilířů) je chráněna proti korozi přirozenou alkalitou betonu.*

**4.2.6. Pevnost povrchových vrstev betonu v prostém tahu**

Odtrhové zkoušky byly provedeny na opěrách, stativích pilířů, pilířích a na dobetonovaných spárách mezi nosníky I73. Celkem bylo odzkoušeno 20 míst. Při zkoušce byla zaznamenána lomová plocha a síla odtržené vrstvy, která je uvedena v Příloze 2. Velikost mezního napětí v tahu se vypočte ze vztahu:

$$R_t = \frac{F}{A}$$

$R_t$  = napětí v tahu (MPa)  
 $F$  = zatěžovací síla při porušení vzorku (kN)  
 $A$  = zatěžovaná plocha (mm<sup>2</sup>) uvažována plocha terče 50 x 50 mm (2500 mm<sup>2</sup>)

### **Z provedených zkoušek pevnosti betonu v prostém tahu a zjištěných výsledků lze konstatovat:**

- Celková průměrná hodnota pevnosti povrch. vrstev betonu pro jednotlivé konstrukce je:
  - Opěry: 1,29 MPa,
  - Pilíře: 3,18 MPa,
  - Stativa pilířů: 2,12 MPa,
  - Dobetonávka ve sparách mezi nosníky: 0,70 MPa.
- Průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu (opěr, pilířů a stativ pilířů) **splňuje** požadavek na průměrnou pevnost povrchových vrstev 1,4 MPa, zároveň je splněna podmínka minimální jednotlivé hodnoty > 0,8 MPa dle předpisu TSSBKIII [8] u všech terčů. To samé platí i pro předpis TKP 31 [7], který požaduje průměrnou hodnotu 1,2 MPa.
- Průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu dobetonávky mezi nosníky I 73 **nesplňuje** požadavek na průměrnou pevnost povrchových vrstev 1,4 MPa, zároveň není splněna podmínka minimální jednotlivé hodnoty > 0,8 MPa dle předpisu TSSBKIII [8] u třech terčů. To samé platí i pro předpis TKP 31 [7], který požaduje průměrnou hodnotu 1,2 MPa. Dobetonávka mezi nosníky I73 je ve velmi špatném stavu a velmi pravděpodobně ji nepůjde zlepšit.

### **4.3. SKLADBY SOUVRSTVÍ VOZOVKY**

Cílem této části stavebně technického průzkumu bylo zjistit skladbu souvrství vozovky. Sonda byla provedena z vozovky (prostřední pole, cca 10 m od pilíře P2 v těsné blízkosti obrubníku) za pomoci jádrového vývrtu (vývrt V1). Získaný jádrový vývrt je zachycen na fotografii č. 2 a 23 v Příloze č. 3.

Zjištěné skutečnosti:

Vývrt V1 (z prostoru vozovky)

- Celková tloušťka všech souvrství je 230 mm.
- Zjištěná skladba směrem shora:
  - asfaltobeton - 105 mm
  - hydroizolace – 5 mm



- bet. mazanina – 120 mm
- vrtáno do nosné konstrukce (nosník I73) – 160 mm

#### **4.4. VÝZTUŽ**

##### **4.4.1. Výpočtové charakteristiky výztuže**

Destruktivní sondy byly provedeny pouze u 2 sloupů pilířů a u stativ pilíře P2 a P3. Poloha viz Příloha 1.

Identifikace výztuže byla provedena vizuálně dle charakteru povrchu výztuže a odhadnutého stáří stavby. Odvození charakteristik výztužné oceli bylo provedeno na základě údajů uvedených v ČSN 73 0038 [9].

Charakteristiky zjištěné výztužné oceli jsou uvedeny v tab. 3.

**Tabulka 3:** Zjištěná výztužná ocel a jejich charakteristiky dle ČSN 73 0038 pro objekty navržené v období po roce 1970

Druh výztuže	Ozn.	Vlastnosti výztužných ocelí [MPa]					
		Návrhová hodnota pevnosti oceli				Charakteristická hodnota oceli	
		tah		tlak		mez kluzu 0,2	mez pevnosti
		C12,5/15	C16/20 a vyšší	C12,5/15	C16/20 a vyšší		
10 425	V	340	375	340	375	410	469

#### **4.5. VYZTUŽENÍ A ROZMĚRY KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ**

Pro zjištění způsobu vyztužení byly provedeny destruktivní sondy. Poloha sond je v souladu se zadáním průzkumu, viz Příloha 1.

**Na základě provedených destruktivních sond a dalších zjištěných skutečností lze obecně konstatovat:**

- Sloupy pilířů jsou vyztuženy žebírkovou ocelí, typu V. Dvěma sondami byla zjištěna svislá výztuž průměru 22 mm, krytí 40 – 55 mm. Třmínky průměru 12 mm, typ oceli V. Nebyla zjištěna koroze výztuže.
- Stativa pilířů jsou vyztužena žebírkovou ocelí, typu V. Dvěma sondami byla zjištěna svislá výztuž průměru 24 mm, krytí 35 – 75 mm, nebyla zjištěna koroze výztuže. Třmínky průměru 12 mm, typ oceli V. Nebyla zjištěna koroze výztuže.
- Návrhové hodnoty pevnosti oceli jsou uvedeny v kap. 4.4.1.
- Fotografická dokumentace a poloha výztuže je uvedena v Příloze 1 a 3.

## **5. SHRNU TÍ A ZÁV Ě R Y**

Na základ ě objednávky ě. OV-6/2016 společnosti, MDS PROJEKT s.r.o., Fösterova 175, 566 01 Vysok ě Mýto, byl proveden stavebn ě technický průzkum mostní konstrukce ev. ě. 03810-2 v Havlíčkov ě Brod ě.

Cílem prací bylo získat obraz o aktuálním stavu konstrukce z hlediska konstrukčního i korozního a poskytnout podklad pro případný sanační zásah. Průzkumn ě práce prob ěhly v lednu 2016.

Výsledky stavebn ě technického průzkumu jsou podrobn ě uvedeny v jednotlivých kapitolách a přílohách této zprávy takto:

- BETON (podrobn ě kap. 4.2., Příloha 2)
- SKLADBY SOUV RSTVÍ VOZOVKY (podrobn ě kap. 4.3., Příloha 3)
- VÝZTU Ź (podrobn ě kap. 4.4., Příloha 1 a 3)
- VY ZTU ŹENÍ A ROZM ĚRY KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ (podrobn ě kap. 4.5.,
- Příloha 3)

**Stavebn ě technický průzkum byl proveden pouze na přístupných místech. Diagnostické práce nebyly provád ěny na ěásti mostu nad vodní hladinou. Na základ ě provedených prací lze tedy konstatovat,**

- 1) Na základ ě nedestruktivních a destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku doporučujeme uvažovat třídu betonu:

▪ <i>Stativa pilířů:</i>	<i>C 35/45</i>
▪ <i>Pilíře:</i>	<i>C 30/37</i>
▪ <i>Op ěry:</i>	<i>C 25/30</i>
▪ <i>Nosníky I73:</i>	<i>C 40/50</i>
▪ <i>Spáry mezi nosníky I73:</i>	<i>C 12/15</i>

- 2) Při porovnání krycí vrstvy betonu a zjišt ěné hloubky karbonatace vyplývá, že většina diagnostikované výztuže (výztuž jednotlivých sloupů pilířů a stativa pilířů) je chrán ěna proti korozi přirozenou alkalitou betonu.

- 3) Z provedených zkoušek pevnosti betonu v prostém tahu a zjištěných výsledků lze konstatovat, že beton (opěr, pilířů a stativ pilířů) **splňuje** požadavek na průměrnou pevnost povrchových vrstev 1,4 MPa, zároveň je splněna podmínka minimální jednotlivé hodnoty  $> 0,8$  MPa dle předpisu TSSBKIII [8] u všech terčů. To samé platí i pro předpis TKP 31 [7], který požaduje průměrnou hodnotu 1,2 MPa.

Z provedených zkoušek pevnosti betonu v prostém tahu a zjištěných výsledků lze konstatovat, že beton dobetonávky mezi nosníky I 73 **nesplňuje** požadavek na průměrnou pevnost povrchových vrstev 1,4 MPa, zároveň není splněna podmínka minimální jednotlivé hodnoty  $> 0,8$  MPa dle předpisu TSSBKIII [8] u třech terčů. To samé platí i pro předpis TKP 31 [7], který požaduje průměrnou hodnotu 1,2 MPa. Dobetonávka mezi nosníky I73 je ve velmi špatném stavu a velmi pravděpodobně ji nepůjde zlepšit.

- 4) K vyztužení sloupů a stativ pilířů byla využita hladká žebírková výztuž. Identifikace výztuže byla provedena vizuálně dle charakteru povrchu výztuže a odhadnutého stáří stavby.

Druh výztuže	Ozn.	Vlastnosti výztužných ocelí [MPa]					
		Návrhová hodnota pevnosti oceli				Charakteristická hodnota oceli	
		tah		tlak		mez kluzu 0,2	mez pevnosti
		C12,5/15	C16/20 a vyšší	C12,5/15	C16/20 a vyšší		
10 425	V	340	375	340	375	410	469

## **6. SEZNAM PŘÍLOH**

**PŘÍLOHA 1:** Výkresová dokumentace

**PŘÍLOHA 2:** Zkoušky betonu (pevnost, charakteristické vlastnosti betonu, fotodokumentace).

**PŘÍLOHA 3:** Fotodokumentace, vizuální prohlídka.

*Závěry uvedené v této zprávě byly formulovány na základě výsledků diagnostických prací a zkoušek provedených v určitých oblastech a na základě dostupné dokumentace.*

*Zpracovatel si vyhrazuje právo na korekce a doplnění závěrů, pokud budou zjištěny další podstatné skutečnosti, které byly nad rámec provedených diagnostických prací nebo byly dodatečně zjištěny mimo oblast prováděných sond nebo mu byly zamlčeny.*

## **PŘÍLOHA 1**

### **STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE EV. Č. 03810-2 V HAVLÍČKOVĚ BRODĚ**

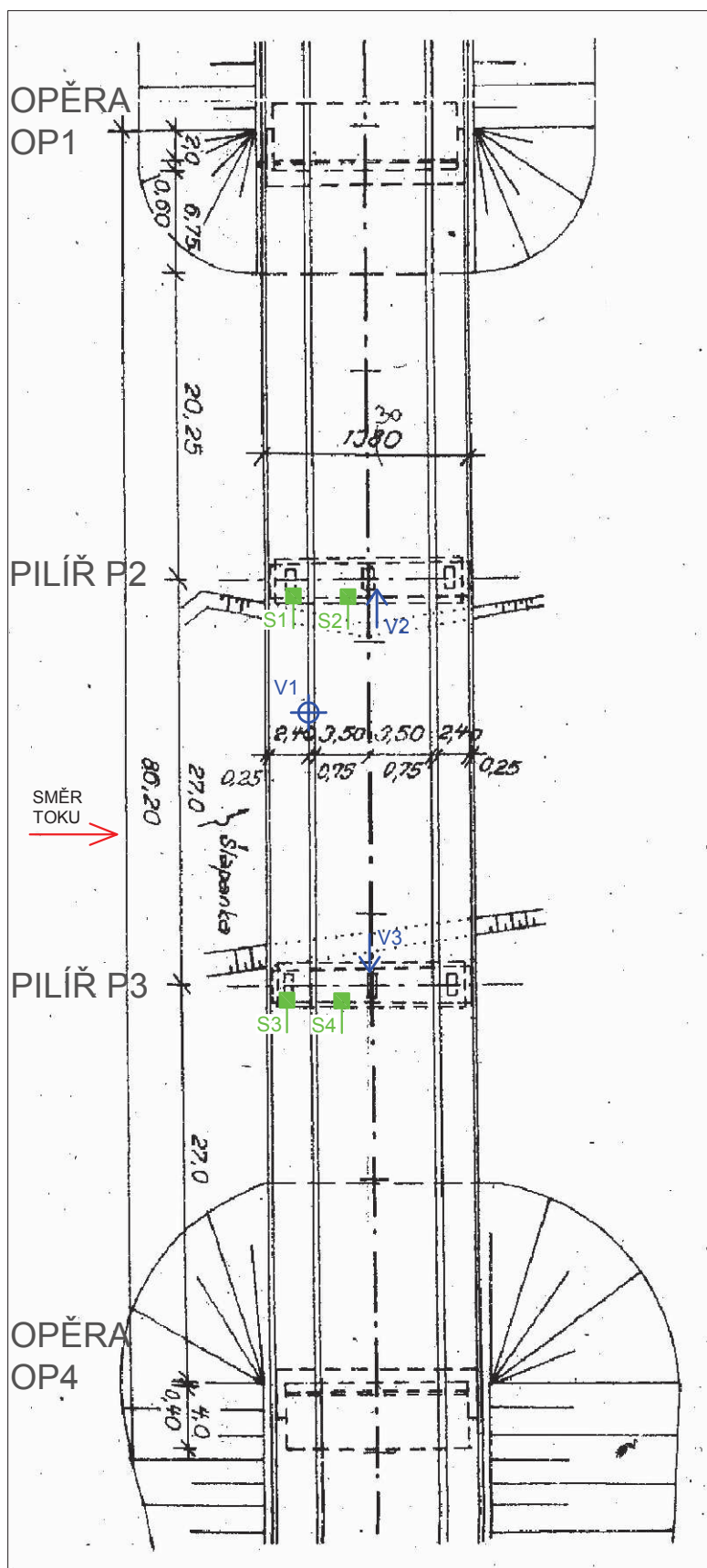
#### **VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE**

**PŘÍLOHA 1.1** – SCHÉMATICKÝ PŮDORYS – POLOHA SOND



**PŘÍLOHA 1.2 - 1.3** – VYZTUŽENÍ PRVKŮ

# Poloha sond, schématický půdorys mostu

## Příloha 1.1



Legenda a poznámky:

-  - místo jádrového vrtu
-  - místo sondy pro kontrolu bet. výztuže

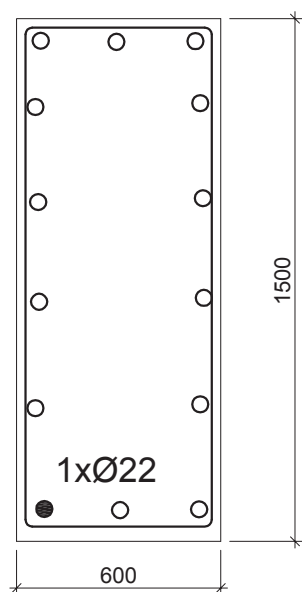
# Sonda do konstrukce sloupu pilíře

## Příloha 1.2

Označení sondy: S1 a S3

### Sloup S1 a S3:

- odhalena hlavní výztuž:
  - 1x průměr 22 mm, V
  - předpoklad, 13x průměr 22 mm - zjištěno profometrem
- krytí hlavní výztuže: 40 - 55 mm
- odhaleny třmínky průměr 12 mm, V
- hloubka karbonatace: 2 - 4 mm



### Fotodokumentace, sloup pilíře



Delší strana sloupu (1500 mm).  
Čtvercem vyznačena svislá výztuž.



Kratší strana sloupu (600 mm).

### Legenda:

- - odhalená výztuž
- - výztuž zjištěná profometrem
- × - předpokládaná výztuž



## Sonda do konstrukce stativa pilíře

## Příloha 1.3

Označení sondy: S2 a S4

### Fotodokumentace, stativo pilíře



### Stativo S2 a S4:

- odhalena vodorovná výztuž:
  - 1x průměr 24 mm, V
  - předpoklad, 3x průměr 24 mm - zjištěno profometrem
- krytí hlavní výztuže: 35 - 75 mm
- svislá výztuž nerovnoměrně po cca 200 - 300 mm - zjištěno profometrem
- hloubka karbonatace: 3 - 4 mm

Stativo výšky 900 mm.

Čtvercem vyznačena vodorovná výztuž.

### Legenda:

- - odhalená výztuž
- - výztuž zjištěná profometrem
- × - předpokládaná výztuž

## **PŘÍLOHA 2**

### **STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE EV. Č. 03810-2 V HAVLÍČKOVĚ BRODĚ**

#### **BETON**

**PŘÍLOHA 2.1. - NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU**

**PŘÍLOHA 2.2. - DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU**

**PŘÍLOHA 2.3. - NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI POVRCHOVÝCH  
VRSTEV V PROSTÉM TAHU**

**PŘÍLOHA 2.1.**

**NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU**

**Opěry**

Zk. místo	Směr úderu	Odskok tvrdoměru $a$								Průměr	$f_{be}$ [MPa]	$f_{be} \alpha_t \alpha_w$ [MPa]
Opěra OP1												
1	←	40	42	42	43	39	41	41	42	41	42	38
2	←	41	40	42	40	41	42	45	43	42	44	40
3	←	39	40	40	42	40	42	39	42	41	42	38
4	←	40	42	42	43	42	40	40	42	41	42	38
5	←	40	40	40	40	39	42	39	42	40	41	37
6	←	43	40	43	41	40	41	40	41	41	42	38
7	←	45	45	43	39	40	42	43	45	43	46	41
Průměr											38.4	
Opěra OP4												
8	←	41	41	42	40	42	40	41	41	41	42	38
9	←	43	44	42	42	42	41	40	42	42	44	40
10	←	43	39	42	41	39	39	42	39	41	42	38
11	←	41	41	40	40	40	43	38	40	40	41	37
12	←	41	41	42	42	42	40	41	42	41	42	38
13	←	40	42	42	41	43	40	41	43	41	42	38
14	←	41	41	41	40	40	41	40	39	41	42	38
Průměr											37.9	
Celkový průměr											38.2	

$$\alpha_w = 1.0 \quad \alpha_t = 0.90$$

$$s_T = 1.16 \text{ MPa} \quad V_x = 0.03$$

$$m_x = 38.2 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1.75$$

$$f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = 36.1 \text{ MPa}$$

**Nosníky**

Zk. místo	Směr úderu	Odskok tvrdoměru $a$								Průměr	$f_{be}$ [MPa]	$f_{be} \alpha_t \alpha_w$ [MPa]
Nosníky I73												
1	↑	59	63	59	59	61	63	63	60	61	74	67
2	↑	60	63	59	59	61	60	59	61	60	72	65
3	↑	63	61	62	60	60	60	62	62	61	74	67
4	↑	60	59	60	62	61	63	62	60	61	74	67
5	↑	60	61	62	63	59	61	62	64	62	76	68
6	↑	60	60	62	61	63	61	62	61	61	74	67
7	↑	61	63	60	60	60	63	60	62	61	74	67
Celkový průměr												58.3

$$\alpha_w = 1.0 \quad \alpha_t = 0.90$$

$$s_T = 0.96 \text{ MPa} \quad V_x = 0.02$$

$$m_x = 58.3 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1.9$$

$$f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = 56.4 \text{ MPa}$$

## PŘÍLOHA 2.1. (pokračování)

## Pilíře

Zk. místo	Směr úderu	Odskok tvrdoměru <i>a</i>								Průměr	f <sub>be</sub> [MPa]	f <sub>be</sub> α <sub>t</sub> α <sub>w</sub> [MPa]
Pilíř P2, P3												
1	←	48	48	49	47	48	47	46	46	47	53	48
2	←	46	49	49	49	46	49	50	47	48	55	50
3	←	50	48	50	49	51	48	49	49	49	57	51
4	←	51	50	55	53	45	48	54	51	51	61	55
5	←	49	49	48	51	50	51	50	47	49	57	51
6	←	48	46	49	49	47	48	48	50	48	55	50
7	←	48	48	47	48	47	48	51	49	48	55	50
Celkový průměr											50.5	

$$\alpha_w = 1.0$$

$$\alpha_t = 0.90$$

$$s_T = 2.12 \text{ MPa}$$

$$V_x = 0.04$$

$$m_x = 50.5 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1.9$$

$$f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = 46.5 \text{ MPa}$$

## Stativa pilířů

Zk. místo	Směr úderu	Odskok tvrdoměru $a$								Průměr	$f_{be}$ [MPa]	$f_{be} \alpha_t \alpha_w$ [MPa]
Stativo Pilíře P2, P3												
1	←	52	48	46	48	49	49	45	47	48	55	50
2	←	49	50	49	49	48	50	51	51	50	59	53
3	←	49	50	50	51	50	51	51	50	50	59	53
4	←	51	52	51	51	49	51	50	49	51	61	55
5	←	52	49	51	52	51	52	48	50	50	59	53
6	←	50	49	49	51	52	52	52	51	51	61	55
7	←	50	50	49	49	48	49	51	51	50	59	53
Celkový průměr												53.1

$$\alpha_w = 1.0$$

$$\alpha_t = 0.90$$

$$s_T = 1.67 \text{ MPa}$$

$$V_x = 0.03$$

$$m_x = 53.1 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1.9$$

$$f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = 49.9 \text{ MPa}$$

**PŘÍLOHA 2.1. (pokračování)**

Dobetonávka mezi nosníky I 73

Zk. místo	Směr úderu	Odskok tvrdoměru $a$								Průměr	$f_{be}$ [MPa]	$f_{be} \alpha_t \alpha_w$ [MPa]
Dobetonávka spáry mezi nosníky I73												
1	↑	34	33	35	34	34	32	30	32	33	21	19
2	↑	31	38	37	36	30	32	31	31	33	21	19
3	↑	31	36	36	37	31	36	34	32	34	23	21
4	↑	30	31	37	36	37	35	35	36	35	25	23
5	↑	31	33	36	31	34	35	34	32	33	21	19
6	↑	36	32	36	37	37	32	36	34	35	25	23
7	↑	30	30	37	38	37	37	31	31	34	23	21
Celkový průměr											20.4	

$$\alpha_w = 1.0 \quad \alpha_t = 0.90$$

$$s_T = 1.50 \text{ MPa} \quad V_x = 0.07$$

$$m_x = 20.4 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1.9$$

$$f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = 17.6 \text{ MPa}$$

**PŘÍLOHA 2.2.**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE  
EV. Č. 03810-2 V HAVLÍČKOVĚ BRODĚ**

**DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU**

Vypracoval: Ing. Tomáš Mandlík, Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 3 strany)



**PŘÍLOHA 2.2. (pokračování)****DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY BETONU V TLAKU**

Provedení zkoušky	:	3. 2. 2016
Značení vzorků	:	viz tabulka 1
Identifikace vzorků	:	Zkoušeny byly vývrty o cca $\varnothing$ 73 mm, výsledky zkoušek jsou uvedeny v tabulce 2
Úprava vzorků	:	zaříznuty diamantovým kotoučem
Koncování	:	ano, směsí síry a plniv
Zatěžovací stroj	:	WPM 1000 kN, metrologické číslo S 07 012 M
Prostředí zkoušky	:	teplota 19°C, vlhkost 33 %
Provedl	:	Pavel Borodáč

**Tabulka 1:** Popis vývrťů

Označení vývrťu	délka /průměr vývrťu [mm]	Popis struktury betonu
V2	290/ $\varnothing$ 73	Beton vývrťu je hutný až mírně pórovitý s vyváženým podílem DTK, HTK a HDK. Max. velikost zrna HTK je 37 mm, max. velikost zrna HDK je 20 mm. Na povrchu vývrťu větší počet makropórů do 6 mm. Povrch betonu je hladký.
V3	310/ $\varnothing$ 73	Beton vývrťu je hutný až pórovitý s vyváženým podílem DTK, HTK a HDK. Max. velikost zrna HTK je 20 mm, max. velikost zrna HDK je 35 mm. Na povrchu vývrťu větší počet pórů do 8 mm. Povrch betonu je hladký. Ve vývrťu zastižena výztuž (průměr/ tloušťka krytí k čelu vývrťu) V $\varnothing$ 12/ 32 mm. V hl. 220 – 240 mm zachycena dutina dl. 20 mm

**Pozn.:** Značka oceli je stanovena orientačně, pro řádné zařazení je nutné znát dobu výstavby konstrukce nebo povést mechanické zkoušky.

**Foto 1:** Celkový pohled na vývrty V1 a V2

**PŘÍLOHA 2.2. (pokračování)****Tabulka 2: Výsledky zkoušky pevnosti betonu v tlaku na vývrtech – stativa pilířů**

Vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Výška vzorku po zakoncování	Hmotnost	Objem. hmot.	Max. tlak. síla F	Pevnost betonu na vývrtu $f_{c, core}$	Štíhl. poměr $\lambda$	Opravný součinitel (štíhlost) $\kappa_c, cyl$	Převodní součinitel (průměr) $\kappa_d, cyl$	Válcová pevnost betonu $f_{c, cyl}$	Převodní součinitel (cyl-cube) $\kappa_{cyl, cube}$	Krychelná pevnost betonu $f_{c, cube}$
		[mm]	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kN]	[MPa]	[–]	[–]	[–]	[MPa]	[–]	[MPa]
<b>V2</b>	V2-A	72.5	75.1	78.4	699	2260	239.0	57.9	1.081	0.875	0.928	47.0	1.228	57.7
	V2-B	72.5	73.9	78.6	698	2290	247.0	59.8	1.084	0.875	0.928	48.6	1.225	59.5
	V2-C	72.3	72.9	77.5	684	2290	255.0	62.1	1.072	0.872	0.928	50.3	1.223	61.5
<b>Průměr vzorek V2:</b>						<b>2280</b>						<b>48.6</b>		<b>59.6</b>
<b>V3</b>	V3-A	72.5	75.6	80.9	690	2220	185.0	44.8	1.116	0.883	0.928	36.7	1.240	45.5
	V3-B	72.5	72.8	77.9	675	2250	194.0	47.0	1.074	0.873	0.928	38.1	1.238	47.1
	V3-C	72.5	82.7	88.6	766	2250	191.0	46.3	1.222	0.904	0.928	38.8	1.237	48.0
<b>Průměr vzorek V3:</b>						<b>2240</b>						<b>37.4</b>		<b>46.3</b>
<b>Průměr ze všech vzorků:</b>						2260						43.2		<b>53.2</b>
<b>Směrodatná odchylka:</b>						29.5						6.0		<b>7.1</b>
<b>Variační koeficient [%]:</b>						1.3						13.9		<b>13.3</b>

Vysvětlivky k tabulce:

  Zkušební vzorek nesplňuje požadavek ČSN EN 12504-1 na poměr velikosti max. zma. kameniva k průměru vývrtu (max. 1 : 3).

Nejistoty dle ISO/IEC Guide 98-3:2008 Uncertainty of measurement - Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement.

• Rozšířená nejistota pevnosti betonu v tlaku: 2,0 MPa.

• Rozšířená nejistota objem. hmotnosti betonu na vývrtech Ø 50 – 60 mm: 20 kg/m<sup>3</sup>; Ø 70 – 80 mm: 15 kg/m<sup>3</sup>; Ø > 80 mm: 10 kg/m<sup>3</sup>.

Rozšířená nejistota je standardní kombinovaná nejistota x koeficient rozšíření k = 2, což odpovídá hladině spolehlivosti cca 95 %.

**Posouzení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci zkoušením vývrtů**

(ČSN EN 13791, čl. 7.3.3 – Postup B)

Počet zkoušek **n**: 6Krajní mez **k** příslušející malému počtu zkoušek (v závislosti na **n**): 7

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

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 53,2 - 7 = 46,2 \text{ MPa} \quad \text{nebo} \quad f_{ck, is} = f_{is, min.} + 4 = 45,5 + 4 = 49,5 \text{ MPa}$$

Kritérium shody dle tab. 1, ČSN EN 13791 pro beton pevnostní třídy C 40/50

$$f_{ck, is, cube} = 46,2 > 43 \text{ MPa} = f_{ck, is, cube} \text{ (min. charakt. pevnost betonu, ČSN EN 13791, tab. 1)}$$

Minimální charakteristická pevnost betonu C 40/50  $f_{ck, is, cube} = 43 \text{ MPa}$ .Minimální charakteristická pevnost zkoušeného betonu  $f_{ck, is, cube} = 46,2 \text{ MPa}$ .Minimální charakteristická pevnost betonu C 45/55  $f_{ck, is, cube} = 47 \text{ MPa}$ .**Beton stativ pilířů splňuje požadavky pevnostní třídy C 40/50.****Značky a zkratky:**

$f_{ck, is}$	charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci
$f_{m(n), is}$	střední hodnota <b>n</b> výsledků zkoušek pevnosti betonu v tlaku v konstrukci
$f_{is, min.}$	nejnižší výsledek zkoušky pevnosti betonu v tlaku v konstrukci
$f_{ck, is, cube}$	min. charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci

**PŘÍLOHA 2.3.**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE  
EV. Č. 03810-2 V HAVLÍČKOVĚ BRODĚ**

**NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI POVRCHOVÝCH VRSTEV  
V PROSTÉM TAHU**

## PŘÍLOHA 2.3.

# NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI POVRCHOVÝCH VRSTEV V PROSTÉM TAHU

## Opěry

Terč číslo	Poloha odtrhu	Upřesnění místa odběru	Typ podkladu	Odtrhová síla F [kN]	Rozměr (průměr) [mm]		Plocha A [mm <sup>2</sup> ]	Napětí R <sub>t</sub> [MPa]	Charakteristika a porušení
					a	b			
1	Opěra OP1	-	beton	5.0	50	50	2500	2.00	B
2	Opěra OP1		beton	4.0	50	50	2500	1.60	B
3	Opěra OP1		beton	3.7	50	50	2500	1.48	B
4	Opěra OP4		beton	2.0	50	50	2500	0.80	B
5	Opěra OP4		beton	2.5	50	50	2500	1.00	B
6	Opěra OP4		beton	2.2	50	50	2500	0.88	B
Průměr								1.29	
Směrodatná odchylka								0.43	
Celkový průměr								1.29	

## Opěry

Terč číslo	Poloha odtrhu	Upřesnění místa odběru	Typ podkladu	Odrhová síla F [kN]	Rozměr (průměr) [mm]		Plocha A [mm <sup>2</sup> ]	Napětí R <sub>t</sub> [MPa]	Charakteristika a porušení
					a	b			
1	Pilř P2	-	beton	7.0	50	50	2500	2.80	X/B
2	Pilř P2		beton	9.5	50	50	2500	3.80	X/B
3	Pilř P2		beton	9.0	50	50	2500	3.60	X/B
4	Pilř P3		beton	7.0	50	50	2500	2.80	X/B
5	Pilř P3		beton	7.2	50	50	2500	2.88	X/B
Průměr								3.18	
Směrodatná odchylka								0.43	
Celkový průměr								3.18	

## Stativa

Terč číslo	Poloha odtrhu	Upřesnění místa odběru	Typ podkladu	Odtřhová síla F [kN]	Rozměr (průměr) [mm]		Plocha A [mm <sup>2</sup> ]	Napětí R <sub>t</sub> [MPa]	Charakteristika a porušení
					a	b			
1	Stativo P2	-	beton	5.0	50	50	2500	2.00	X/B
2	Stativo P2		beton	6.2	50	50	2500	2.48	X/B
3	Stativo P3		beton	4.5	50	50	2500	1.80	X/B
4	Stativo P3		beton	5.5	50	50	2500	2.20	X/B
Průměr								2.12	
Směrodatná odchylka								0.25	
<b>Celkový průměr</b>								<b>2.12</b>	

**PŘÍLOHA 2.2.** (pokračování)

Dobetonávka mezi nosníky I 73

Terč číslo	Poloha odtrhu	Upřesnění místa odběru	Typ podkladu	Odtřhová síla F [kN]	Rozměr (průměr) [mm]		Plocha A [mm <sup>2</sup> ]	Napětí R <sub>t</sub> [MPa]	Charakteristika a porušení
					a	b			
1	Dobetonávka	-	beton	2.5	50	50	2500	1.00	B
2	Dobetonávka		beton	4.0	50	50	2500	1.60	B
3	Dobetonávka		beton	1.2	50	50	2500	0.48	B
4	Dobetonávka		beton	0.5	50	50	2500	0.20	B
5	Dobetonávka		beton	0.5	50	50	2500	0.20	B
Průměr								0.70	
Směrodatná odchylka								0.54	
Celkový průměr								0.70	

Terč	Z
Lepidlo	X
Beton	B

## **PŘÍLOHA 3**

### **STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ KONSTRUKCE EV. Č. 03810-2 V HAVLÍČKOVĚ BRODĚ**

#### **FOTODOKUMENTACE A POPIS VIDITELNÝCH PORUCH**





**Foto 1:** Celkový pohled na mostní konstrukci.



**Foto 2:** Pohled do jádrového vrtu. Dutina mezi nosíky.





**Foto 3:** Detail odebraného vrtu. Šipkou vyznačen horní líc (vozovka).



**Foto 4:** Detail sondy S1, sloup pilíře. Na výztuži nebyla nalezena koroze. Průměr výztuže 22 mm, typ V, krytí 50 mm. Třmínek průměr 12 mm, typ V.





**Foto 5:** Detail sondy S2, stativo pilíře. Na výztuži nebyla nalezena koroze.  
Průměr výztuže 24 mm, typ V, krytí 75 mm.



**Foto 6:** Detail sondy S3, sloup pilíře. Na výztuži nebyla nalezena koroze.  
Průměr výztuže 22 mm, typ V, krytí 48-58 mm.



**Foto 7:** Detail sondy S4, stativo pilíře. Na výztuži nebyla nalezena koroze.  
Průměr výztuže 24 mm, typ V, krytí 60 mm.