

**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.  
1500 J 073**

**Datum vydání zprávy**  
15. června 2015

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

**Objednatel:** Správa a údržba silnic Jihočeského kraje  
příspěvková organizace  
Nemanická 2133/10  
České Budějovice, 370 10

**Expertní zpráva:**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE  
EV. Č. 121-007 PŘES VLTAVU**

**Vypracoval:**

Ing. Stanislav Řeháček  
Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

**Spolupráce:**

Ing. Pavel Štemberk  
Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D.  
Ing. Tomáš Mandlík  
Doc. Ing. Vladislav Hrdoušek, CSc.

**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 8 9**

**Rozdělovník:**

Objednatel: 8x  
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 nosné mostní konstrukce ev. č. 121-007 přes Vltavu.

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 .....	6
3.1. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA .....	6
3.2. HLOUBKA KARBONATACE BETONU .....	6
3.3. KRYTÍ VÝZTUŽE BETONEM .....	7
3.4. NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU .....	7
3.5. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU .....	8
3.6. LOKALIZACE A IDENTIFIKACE VÝZTUŽE .....	9
3.7. PEVNOST POVRCHOVÝCH VRSTEV V PROSTÉM TAHU .....	9
3.8. STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI A NASÁKAVOSTI BETONU .....	10
3.9. MĚŘENÍ SIL VE VOLNÝCH KABELECH PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽE .....	10
4. STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM .....	10
4.1. POPIS KONSTRUKCE .....	10
4.2. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA .....	11
4.3. BETON .....	19
4.3.1. Struktura a objemová hmotnost betonu .....	19
4.3.2. Destruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku .....	21
4.3.3. Nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku .....	21
4.3.4. Pevnost betonu v tlaku – shrnutí .....	21
4.3.5. Porovnání hloubky karbonatace betonu a tloušťky krycí vrstvy betonářské výztuže .....	22
4.3.6. Pevnost povrchových vrstev betonu v prostém tahu .....	24
4.3.7. Stanovení objemové hmotnosti a nasákavosti betonu .....	25
4.3.8. Stanovení obsahu chloridů v betonu .....	26
4.4. VÝZTUŽ .....	27
4.4.1. Výpočtové charakteristiky betonářské výztuže .....	27
4.4.2. Doplnění informací o vyztužení nedestruktivním měřením .....	27
4.5. MĚŘENÍ SIL VE VOLNÝCH KABELECH PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽE .....	28
5. SHRUTÍ A ZÁVĚRY .....	29
6. SEZNAM PŘÍLOH .....	33
<b>PŘÍLOHA 1:</b> Výkresová dokumentace	
<b>PŘÍLOHA 2:</b> Zkoušky betonu (pevnost, nasákavost, objemová hmotnost, charakteristické vlastnosti betonu, fotodokumentace jádrových vývrtů, krytí a karbonatace).	
<b>PŘÍLOHA 3:</b> Fotodokumentace, vizuální prohlídka.	
<b>PŘÍLOHA 4:</b> Zpráva z měření sil v předpínacích kabelech.	

## **1. ÚVOD**

Na základě smlouvy o dílo č. 20/P/2015 příspěvkové organizace Správa a údržba silnic Jihočeského kraje, Nemanická 2133/10, 370 10, České Budějovice, byl proveden stavebně technický průzkumu nosné mostní konstrukce ev. č. 121-007 přes Vltavu.

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

- studium dostupných podkladů,
- vizuální prohlídka mostní konstrukce,
- pevnost betonu v tlaku destruktivními a nedestruktivními zkouškami,
- zkouška pevnosti povrchových vrstev v prostém tahu,
- zkouška nasákavosti betonu gravimetricky,
- chemický rozbor betonu za účelem stanovení obsahu chloridů v betonu pro posouzení korozního stavu,
- korozní stav výztuže,
- kontrolní měření napjatosti volných předpínacích kabelů,
- fotografická dokumentace a zpracování souhrnné zprávy.

Cílem prací bylo získat obraz o aktuálním stavu konstrukce z hlediska konstrukčního i korozního a poskytnout podklad pro návrh způsobu opravy mostu. Průzkumné práce proběhly v květnu a červnu 2015.

## **2. PODKLADY**

- [1] ČSN 73 1373: Tvrdoměrné metody zkoušení betonu.
- [2] ČSN ISO 13822: Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí, (leden 2015) včetně nově vydané ČSN 730038.
- [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 - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.
- [6] ČSN EN 12504-1: Zkoušení betonu v konstrukcích - Část 1: Vývrty - Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku.
- [7] ČSN EN 12390-3: Zkoušení ztvrdlého betonu. Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles.



- [8] Dohnálek, J.: Kontrola pevnosti betonu ve stavební konstrukci. Úspora cementu při výstavbě betonových konstrukcí – studijní texty, ČSVTS, Praha 1983.
- [9] ČSN EN 13791: Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a prefabrikovaných betonových dílcích.
- [10] ČSN EN 12390-7: Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 7: Objemová hmotnost ztvrdlého betonu.
- [11] TKP 31: Opravy betonových konstrukcí, Ministerstvo dopravy, obor infrastruktury, Schváleno MD-OI, č.j. 318/08-910-IPK/1, Praha, květen 2009.
- [12] TP SSBK III: Technické podmínky pro sanace betonových konstrukcí.
- [13] ČSN 73 1316 - Stanovení vlhkosti, nasákavosti a vztlínivosti betonu (norma zrušena).
- [14] ČSN 73 1326 Stanovení odolnosti povrchu cementového betonu proti působení vody a rozmrazovacích látek
- [15] TP 72: Diagnostický průzkum mostů PK, Pontex spol s r. o., prosinec 2008
- [16] Naskenovaná výkresová dokumentace (půdorys, řez a detaily) celkem 44 stran, ProMo spol. s r.o., Projekt rekonstrukce mostu přes Vltavu u Zvíkova, projekt pro dodavatelskou soutěž, květen 1993, dodáno zástupcem objednatele: Bc. Pavla Pulcová.
- [17] Mostní list: Most přes Vltavu u Zvíkova, ev. č. 121-007, 1 strana, dodáno objednatelem.
- [18] Hlavní mostní prohlídka, Most ev.č. 121-007, most přes Vltavu, okres Písek, vypracovala Správa a údržba silnic Jihočeského kraje, prosinec 2013.
- [19] TKP 18: Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, Ministerstvo dopravy, obor pozemních komunikací, Schváleno MD-OPK č.j. 474/05-120-RS/1, Praha, srpen 2005
- [20] Konzultace s doc. Ing. Vladislav Hrdouškem, CSc. průběhu diagnostických prací a během vypracování této zprávy.

### **3. POUŽITÉ METODY A POSTUPY**

Metody průzkumu byly zvoleny tak, aby poskytly informace požadované zadáním, tj. vytvořily podklad pro návrh způsobu opravy mostu.

#### **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 betonové 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 poškození povrchu monolitického betonu (odpadlá krycí vrstva, vyluhování povrchu) tříděna v následujícím textu dle metodiky TP SSBK III [12] do následujících kategorií:

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

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 přiklepovou 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. Vyhodnocení je uvedeno v kapitole 4.3.5

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 bylo použito přístroje Profometr - model 4, švýcarské firmy PROCEQ. Použitá bodová měrná sonda, která 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.

### **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 ISO 13822 [2].

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 [1] na krychelnou pevnost betonu v tlaku s nezaručenou přesností  $f_{be}$ , která se vynásobí součiniteli  $a_t$  a  $a_w$  zohledňujícími stárí a vlhkost betonu.

Zpracování výsledků pro stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku  $f_{ck, cube}$ , resp. pevnostní třídy betonu, bylo provedeno dle ČSN ISO 13822 [2] a ČSN EN 13791 [9].

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

Pro účely destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku byly odebrány jádrové vývrty Ø 75 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 1000 kN, metrologické číslo S 07 012 M. Odběry jádrových vývrtů a zkoušky vzorků byly provedeny dle ČSN EN 12504-1 [6].

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.

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 o průměru 150 mm a výšce 300 mm, dle vztahu:

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

$\kappa_{c, cyl}$  je opravný součinitel štíhlosti dle ČSN EN 12390-3 [7] v závislosti na štíhlostním poměru  $l = h / d$  (kde  $h$  je výška vývrtu a  $d$  je průměr vývrtu); pro  $1 \leq \lambda < 2$ ,

$\kappa_{d, cyl}$  je experimentálně stanovený převodní součinitel v závislosti na průměru vývrtu dle diagramu vypracovaného v KÚ ČVUT [8].

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:

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

$K_{cyl, cube}$  je převodní součinitel pevností betonu na válcích základních rozměrů na krychelné pevnosti betonu na krychlích základních rozměrů dle ČSN EN 12390-3.

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.

### **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 ISO 13822 [3] 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 VRSTEV 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.

### **3.8. STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI A NASÁKAVOSTI BETONU**

Zkouška byla provedena v souladu s normou ČSN 73 1316 [13]. Zkušební tělesa (odřezky jádrových vývrtů) se vysuší při 105°C do ustálené hmotnosti. Po vychladnutí se zkušební tělesa uloží do vody o teplotě 20°C, kde se nechají nasáknout opět do ustálené hmotnosti. Výpočet nasákavosti je proveden dle následujícího vzorce:

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

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

$m_s$  je hmotnost vysušeného vzorku v g.

### **3.9. MĚŘENÍ SIL VE VOLNÝCH KABELECH PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽE**

Jelikož při rekonstrukci mostu přes Vltavu nebyly elastomagnetické snímače H90-HC na volné předpínací kabely instalovány, jako tomu je na mostě přes Otavu, bylo v tomto případě nutné navinout nový snímač. Pokud známe hodnotu relativní citlivosti EM snímače, můžeme poměrně jednoduše a přesně stanovit odchylku síly v libovolném kabelu stejného typu od síly v referenčním kabelu, ve kterém hodnotu síly známe. Výsledky měření jsou uvedeny v kapitole 4.5.

## **4. STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM**

Průzkumné práce byly provedeny v souladu se zadáním průzkumu. Objednatel byl poskytnuta částečná výkresová dokumentace [16]. Pro lokalizaci poruch a provedených šetření byla provedena podrobná vizuální prohlídka uvedená v Příloze 3. **Průzkum se soustředil pouze na přístupná místa konstrukce, tedy na opěry, vnitřní a venkovní povrchy komor a paty pilířů P2 a P4.**

### **4.1. POPIS KONSTRUKCE**

Most se nachází na silnici Zvíkovské podhradí - Kučeř nad údolím řeky Vltavy. Most byl postaven ještě před napuštěním přehradního díla Orlík na počátku 60. let 20. století, uveden do provozu byl pak v roce 1963. Čtyřpolový most byl stavěn metodou letmé betonáže od hlavních středních pilířů, které byly postaveny ještě v původním, nevzdutém řečišti. Krajní pilíře mostů pak stojí na březích. Rozpětí mezi středním pilířem a krajními pilíři činí 84



metrů, mezi krajním pilířem a opěrou pak 42 metrů. Délka mostu je cca 253 metrů. Výška vozovky nad původní hladinou Vltavy kolísá od 70 do 75 metrů.

Letmo betonované mosty s klouby uprostřed polí byly v 60. letech nejčastěji používány. Časem se ukázalo, že dlouhé konzoly poklesávají vlivem dotvarování betonu. Z tohoto důvodu byly na mostě v roce 1996 klouby ve středu polí zrušeny a ze statických důvodů byly provedeny nové klouby v patách krajních pilířů (P2 a P4). Součástí této rekonstrukce pak byla instalace volných kabelů předpětí do jednotlivých komor. Kabely jsou uloženy v obalové trubce (PE Ø 90 x 5,4 mm). Kabely délky 130,6 m jsou vystřídány nad středním pilířem P3. V každé z komor se nachází celkem 6 kabelů, vždy 3 podél každé stěny. Vedeny jsou nad sebou, v místě vystřídání (pilíř P3) jsou uspořádány vedle sebe, z důvodů ukotvení do příčníků.

Tvar a charakter konstrukce je podrobněji vyobrazen níže a pak v podobě schematických řezů v Příloze 1 a fotodokumentace v Příloze 3. Popis konstrukce je také uveden v dokumentaci [16].

#### **4.2. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA**

V rámci stavebně technického průzkumu byla provedena vizuální prohlídka nosné části mostní konstrukce. Prohlídka byla provedena z plošiny MOOG, typ MBI 70-1/S.

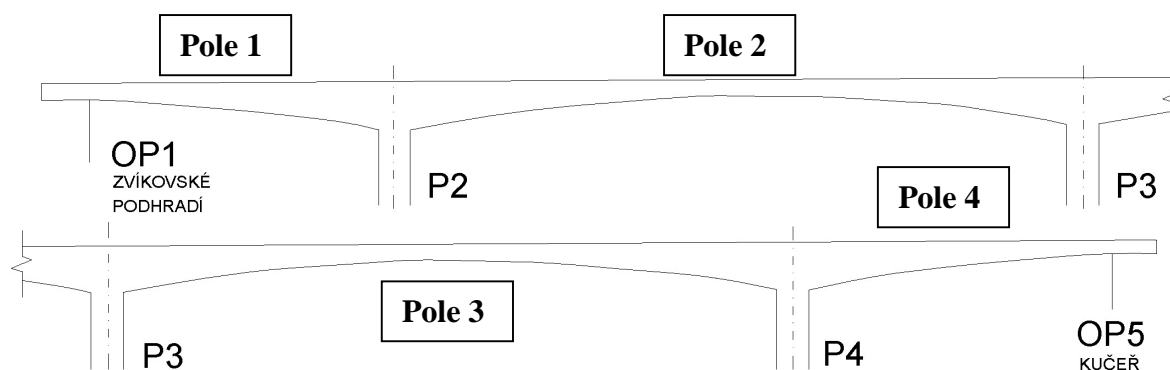


**Foto. 2:** Mostní prohlížečka MOOG.

Podrobná fotografická dokumentace s popisem stavu jednotlivých partií konstrukcí je uvedena v Příloze 3.

**K rozsahu provedené vizuální prohlídky konstrukcí lze konstatovat:**

- Ø *Vizuální prohlídka se soustředila pouze na povrchy viditelných a přístupných železobetonových a kamenných konstrukcí. Byla omezena v místech polí nad vodní hladinou.*
- Ø **Průzkum se soustředil pouze na přístupná místa konstrukce, tedy na opěry, vnitřní a venkovní povrchy komor, paty pilířů P2 a P4.**



Obr. 1: Vyznačení jednotlivých částí mostní konstrukce.

Podrobně je stav konstrukce dokumentován formou komentované fotodokumentace zachycující zjištěné skutečnosti, které jsou uvedeny v Příloze 3 této zprávy.

**Při vizuální prohlídce konstrukcí bylo zjištěno:**

**Opěra OP1 – Zvíkovské Podhradí:**

- Líc ŽB opěry je opatřen soudržnou vrstvou cementové omítky, na které jsou viditelné výluhy způsobené zatékáním.
- Obložení křídel opěry je kamenné, tvořeno řádkovým zdivem. Na těchto površích jsou také viditelné výluhy způsobené zatékáním, zejména z oblasti konzol.
- Na spodním líci ŽB konzol příčného řezu jsou lokální výluhy způsobené zatékáním a dochází zde k tvorbě výkvětů. V místech pracovních spár jsou zjevné výluhy pojiva.
- Lokální degradace betonu typu M až S (škála viz kap 3.1). Vyšší stupně degradace betonu se nacházejí zejména na konci konzol příčného řezu pod římsou. V těchto

místech (na konci konzol ve styku s prefabrikáty říms) dochází i k povrchové korozi výztuže.

- e) Na úložném prahu jsou osazena dvě hrncová ložiska NGe 2,5MN. Ukazatel posunu na levém ložisku je obtížně čitelný.
- f) Dochází k opadávání omítky závěrné zídky v prostoru za ložisky.

**Pole 1 (vnější pohledové plochy konstrukce):**

- a) Lokální degradace povrchu betonu typu M až S (škála viz kap 3.1).
- b) Na bocích a spodním líci komor a spodním líci konzol jsou vidět výluhy způsobené zatékáním, zejména v oblasti pracovních spár. V těchto oblastech dochází k výluhům pojiva.
- c) Ojediněle lze na bocích komor a na konzolách pozorovat svislé trhliny šířky 0,05 - 0,15 mm. Velmi pravděpodobně tyto trhliny souvisí s polohou výztuže a její případnou korozi.
- d) Na betonových površích (komory, konzoly) jsou ojediněle viditelná šterková hnízda a místa a kde nebyl dostatečně zhutněn beton při výstavbě (viz ilustrační foto 17 v Příloze 3).
- e) Na koncích konzol je viditelná odkrytá výztuž, zde dochází k povrchové korozi této výztuže, typ P (škála viz kap 3.1).
- f) Na spodním líci a bocích komor a na spodním líci konzol je ojediněle pozorovatelná výztuž s velmi malým či nulovým krytím, zde dochází k povrchové korozi této výztuže. Jedná se o vadu provádění.

**Pilíř P2:**

- a) Líc pilíře je opatřen soudržnou vrstvou cementové omítky. U paty pilíře byla měřena tloušťka této vrstvy v rozsahu 10 – 30 mm. Pouze horní část pilíře (betonovaného do neposuvného bednění) je bez této vrstvy.
- b) Na horní části pilíře je lokálně viditelná prokreslená výztuž a lokální výkvěty. Foto 12, Příloha 3.
- c) Dochází ke korozi ocelových konzol, které dříve pravděpodobně vynášely pochozí lávku.
- d) Na zhlaví pilíře zanechány zbytky vybouraného materiálu.
- e) U paty pilíře viditelná vypěněná spára po dodatečném podříznutí, kdy byl na pilíři vytvořen kloub.

**Pole 2 (vnější pohledové plochy konstrukce):**

- a) Lokální degradace betonu typu M až S (škála viz kap 3.1).
- b) Zejména na bocích komor a spodním líci konzol příčného řezu jsou pozorovatelné nerovnosti vzniklé posunem/deformací bednění. V okolí vodorovných a svislých pracovních spár dochází k výtoku cementového mléka s následným obnažením hrubého kameniva a vzniku šterkových hnízd. Jedná se o vadu provádění. Foto 14, Příloha 3.
- c) Na bocích komor a jejich spodním líci lze nalézt místa, kde vlivem netěsností v bednění při výstavbě přeteklo cementové mléko.
- d) Na dolních hranách komor se nacházejí nedohutněná místa nebo spíš odtoky cementového mléka s odhaleným hrubým kamenivem, obnažená výztuž a stopy koroze v ploše. Jedná se o vadu provedení.
- e) Na bocích komor a spodních lících konzol jsou vidět výluhy způsobené zatékáním, zejména v oblasti dilatačních a pracovních spár.
- f) Na koncích konzol je viditelná odkrytá výztuž, zde dochází k povrchové až silné korozi této výztuže (typ P až S, dle škály v kapitole 3.1). Foto 18, Příloha 3.
- g) Na spodním líci a bocích komor a na spodním líci konzol je ojediněle pozorovatelná výztuž s velmi malým či nulovým krytím, zde dochází k povrchové až silné korozi této výztuže (typ P až S, dle škály v kapitole 3.1). Jedná se o vadu provádění.
- h) Ojediněle lze na povrchu komor (boky) a na spodním líci konzol pozorovat svislé trhliny šířky 0,05 - 0,15 mm. Velmi pravděpodobně tyto trhliny souvisí s polohou výztuže a její případnou korozi.
- i) Na spodním líci komor je ve středové části několik dodatečně vybouraných otvorů. V těchto otvorech (cca 15x15 cm) je obnažená výztuž s povrchovou korozi. Jedná se pravděpodobně o montážní otvory vzniklé v době rekonstrukce mostu. Foto 17, Příloha 3.
- j) Uprostřed rozpětí se nachází zmonolitněný kloub, který je zapraven stěrkou. V oblasti nebyly nalezeny žádné poruchy (trhliny, deformace, drcení betonu, atd.). Foto 16, Příloha 3.

**Pilíř P3 – středový pilíř:**

- a) Líc pilíře je opatřen soudržnou vrstvou cementové omítky. Pouze horní část pilíře (betonovaného do neposuvného bednění) je bez této vrstvy.
- b) Na horní části pilíře je lokálně viditelná prokreslená výztuž a lokální výkvěty a výluhy způsobené zatékáním.

- c) Na horní části pilíře (hlavě) šikmá trhлина, pravděpodobně pracovní spára. Foto 20, Příloha 3.
- d) Dochází ke korozi ocelových konzol, které dříve pravděpodobně vynášely pochozí lávku.
- e) Na zhlaví pilíře zanechány zbytky vybouraného materiálu.
- f) Spodní část pilíře je obložena kamenem.

**Pole 3 (vnější pohledové plochy konstrukce):**

- a) Lokální degradace betonu typu M až S (škála viz kap 3.1).
- b) Zejména na bocích komor a spodním líci konzol příčného řezu jsou pozorovatelné nerovnosti vzniklé posunem/deformací bednění. V okolí vodorovných a svislých pracovních spár dochází k výtoku cementového mléka s následným obnažením hrubého kameniva a vzniku štěrkových hnízd. Foto 21, Příloha 3.
- c) Na bocích komor a jejich spodním líci lze nalézt místa, kde vlivem netěsností v bednění přeteklo cementové mléko. Na dolních hranách komor se nacházejí nedohutněná místa nebo spíš odtoky cementového mléka s odhaleným hrubým kamenivem, obnažená výztuž a stopy koroze v ploše. Jedná se o vadu provedení.
- d) Na bocích komor a spodních lících konzol jsou vidět výluhy způsobené zatékáním, zejména v oblasti dilatačních a pracovních spár.
- e) Na koncích konzol je viditelná odkrytá výztuž, zde dochází k povrchové korozi této výztuže, typ P (škála viz kap 3.1).
- f) Na spodním líci a bocích komor a zejména na spodním líci konzol je pozorovatelná výztuž s velmi malým či nulovým krytím, zde dochází k povrchové až silné korozi této výztuže, typu P až S (škála viz kap 3.1). Jedná se o vadu provádění.
- g) Uprostřed rozpětí se nachází zmonolitněný kloub. Na bocích komory je oblast kloubu zapravena stěrkou. V oblasti nebyly nalezeny žádné poruchy (trhliny, deformace, drcení betonu, atd.) Foto 25 a 26, Příloha 3.
- h) Ojediněle lze na povrchu komor (boky) a na konzolách pozorovat svislé trhliny šířky 0,05 - 0,15 mm. Velmi pravděpodobně tyto trhliny souvisí s polohou výztuže a její případnou korozi.
- i) Na povodní straně vlivem nefunkčního protékajícího odvodňovače dochází k zatékání na bok komory. Foto 23, Příloha 3.

**Pilíř P4:**

- a) Líc pilíře je opatřen soudržnou vrstvou cementové omítky, v místě provádění sond u pat pilíře byla měřena tl. této vrstvy v rozmezí 10 - 35 mm. Pouze horní část pilíře (betonovaného do neposuvného bednění) je bez této ochranné vrstvy.

- b) Na horní části pilíře je lokálně viditelná prokreslená výztuž a lokální výkvěty způsobené zatékáním. Těsně u styku pilíře a komor dochází k výraznějšímu odpadávání betonové krycí vrstvy výztuže a následné povrchové až silné korozi výztuže (typ P až S, dle škály v kap 3.1). Foto 28, Příloha 3.
- c) Dochází ke korozi ocelových konzol, které dříve pravděpodobně vynášely pochozí lávku. Foto 27, Příloha 3.
- d) Na zhlaví pilíře zanechány zbytky vybouraného materiálu.
- e) U paty pilíře viditelná vypěněná spára po dodatečném podříznutí, kdy byl na pilíři vytvořen kloub.

#### **Pole 4 (vnější pohledové plochy konstrukce):**

- a) Lokální degradace betonu typu M až S (škála viz kap 3.1).
- b) Konec Pole 4 nebylo možno prohlédnout za pomoci mostní prohlížečka MOOG z důvodů vzrostlého porostu podél komor.
- c) Zejména na bocích komor a spodním líci konzol příčného řezu jsou pozorovatelné nerovnosti vzniklé posunem/deformací bednění. V okolí vodorovných a svislých pracovních spár dochází k výtoku cementového mléka s následným obnažením hrubého kameniva a vzniku šterkových hnízd. Jedná se o vadu provedení.
- d) Na bocích komor a jejich spodním líci lze nalézt místa, kde vlivem netěsností v bednění přeteklo cementové mléko. Na dolních hranách komor se nacházejí nedohutněná místa nebo spíš odtoky cementového mléka s odhaleným hrubým kamenivem, obnažená výztuž a stopy koroze v ploše. Jedná se o vadu provedení. Foto 33, Příloha 3.
- e) Na bocích komor a spodních lících konzol jsou vidět výluhy způsobené zatékáním, zejména v oblasti dilatačních a pracovních spár. Jedná se o vadu provedení.
- f) Na koncích konzol je viditelná odkrytá výztuž, zde dochází k povrchové korozi této výztuže, typ P (škála viz kap 3.1). Foto 32, Příloha 3.
- g) Na spodním líci a bocích komor a zejména na konzolách je pozorovatelná výztuž s velmi malým či nulovým krytím, zde dochází k povrchové až silné korozi této výztuže, typu P až S (škála viz kap 3.1). Jedná se o vadu provedení.
- h) Ojedinele lze na boku komor a na konzolách pozorovat svislé trhliny šířky 0,05 - 0,15 mm. Velmi pravděpodobně tyto trhliny souvisí s polohou výztuže a její případnou korozi.

#### **Opěra OP5 – Kučeř:**

- a) Líc ŽB opěry je opatřen soudržnou vrstvou cementové omítky, na této vrstvě jsou viditelné stopy po zatékání. Zejména pak v okolí úložného prahu.



- b) Obložení křídel opěry je kamenné, tvořeno řádkovým zdivem. Na těchto površích jsou výrazné viditelné výluhy způsobené zatékáním, zejména z oblasti konzol.
- c) Na spodním líci ŽB konzol jsou výraznější výluhy způsobené zatékáním a dochází zde k tvorbě výkvětů. V místech pracovních spár jsou zjevné výluhy pojiva. Lokální degradace betonu typu M až S. Vyšší stupně degradace betonu se nacházejí zejména na koncích konzol u styku s prefabrikovaným římsovým dílcem. V těchto místech dochází i k povrchové korozi výztuže, typ P (škála viz kap 3.1).
- d) Na úložném prahu jsou osazena dvě hrncová ložiska NGe 2,5MN. Ukazatel posunu na levém ložisku je obtížně čitelný, roztrhnutá ochranná manžeta. Foto 37, Příloha 3.
- e) Na návodní straně je protékající odvodňovač. Z tohoto odvodňovače dochází k výraznému zatékání na křídlo opěry. Foto 36, Příloha 3.
- f) Svislá trhlina od paty opěry do výšky cca 2 m, šířka 0,2 mm. Foto 35, Příloha 3.
- g) Místy nálet vegetace na horním líci opěry.

**Vnitřní povrchy komory 1 (pravá, návodní strana), poloha viz Příloha 1:**

- a) Lokální degradace betonu typu M až S (škála viz kap 3.1).
- b) Na vnitřních površích komor jsou pozorovatelné nerovnosti vzniklé deformací bednění při betonážích.
- c) Na vnitřních površích komor lze nalézt místa, kde vlivem netěsností v bednění přeteklo cementové mléko, dále pak nedohutněná místa s odhaleným hrubým kamenivem. Jedná se o vadu provedení.
- d) Na vnitřních površích komor jsou patrné výluhy po průsacích (patrně vlivem dřívější netěsnosti hydroizolace), zejména v oblasti dilatačních a pracovních spár. V době prohlídek byly tyto průsaky neaktivní.
- e) Zejména na horním líci komory je pozorovatelná výztuž s velmi malým či nulovým krytím, zde dochází k povrchové, lokálně až silné korozi této výztuže, typu P až S (škála viz kap 3.1).
- f) Lokálně lze na kotevních příčných prazích nalézt svislé trhliny šířky 0,05 - 0,15 mm, v jednom místě až 0,25 mm. Poloha viz Příloha 1. Foto 45, Příloha 3.
- g) V komoře bylo nyní instalováno měření pro zjištění předpínacích sil ve volných kabelech. Foto 43, Příloha 3.
- h) Na stropech a podlaze byl nalezen netopýří trus.
- i) Velmi omezeně dochází k povrchové korozi kovových deviátorů typu P (škála viz kap 3.1).
- j) V oblasti zmonolitněných kloubů uprostřed rozpětí pole 2 a 3 nebyly nalezeny žádné výraznější poruchy (trhliny, drcení betonu, deformace, atd.). Foto 41 a 42, Příloha 3.

- k) Dřevěná schodiště a lávky umožňující průchod nad pilíři jsou nestabilní a dochází k jejich rozpadání. To samé platí o poklopech nad dutými pilíři, které jsou zakryty pouze dřevěnou deskou. Vnitřní povrchy pilířů nebyly vzhledem k bezpečnosti přístupu prohlíženy.

**Vnitřní povrchy komory 2 (levá, povodní strana):**

- a) Lokální degradace betonu typu M až S (škála viz kap 3.1).
- b) Na vnitřních površích komor jsou pozorovatelné nerovnosti vzniklé deformací bednění. Jedná se o vadu provedení.
- c) Na vnitřních površích komor lze nalézt místa, kde vlivem netěsností v bednění přeteklo cementové mléko, dále pak nedohutněná místa s odhaleným hrubým kamenivem. Jedná se o vadu provedení. Foto 51, Příloha 3.
- d) Na vnitřních površích komor jsou patrné stopy po průsacích (patrně vlivem dřívější netěsnosti hydroizolace), zejména v oblasti dilatačních a pracovních spár. V době prohlídek byly tyto průsaky neaktivní.
- e) Zejména na horním líci komory je pozorovatelná výztuž s velmi malým či nulovým krytím, zde dochází k povrchové, lokálně až silné korozi této výztuže, typu P až S (škála viz kap 3.1).
- f) Lokálně lze na kotevních příčných prazích nalézt svislé a šikmé trhliny šířky 0,05 - 0,15 mm, poloha viz Příloha 1.
- g) Na stropěch a podlaze byl nalezen netopýří trus a drobné kolonie netopýřů.
- h) Velmi omezeně dochází k povrchové korozi kovových deviátorů typu P (škála viz kap 3.1). Foto 48, Příloha 3.
- i) V oblasti zmonolitněných kloubů uprostřed rozpětí pole 2 a 3 nebyly nalezeny žádné výraznější poruchy (trhliny, drcení betonu, deformace, atd.). Foto 49 a 50, Příloha 3.
- j) Dřevěná schodiště a lávky umožňující průchod nad pilíři jsou nestabilní a dochází k jejich rozpadání. To samé platí o poklopech nad dutými pilíři, které jsou zakryty pouze dřevěnou deskou nebo zcela chybí. Vnitřní povrchy pilířů nebyly vzhledem k bezpečnosti přístupu prohlíženy.

**Interiér komor pod mostními závěry:**

- a) Lokální degradace betonu typu M až S (škála viz kap 3.1).
- b) Na površích lze nalézt místa po průsacích, tvorba výkvětů. V době prohlídky neaktivních. Foto 54 a 55, Příloha 3.

**Mostní svršek a zábradlí:**

- a) Počínající lokální výtluky na vozovce tvořenou asfaltovým betonem ABS II. Foto 57, Příloha 1.
- b) Velmi omezeně lze nalézt na zábradlí v místě degradace nátěru povrchovou korozi. Foto 59, Příloha 1.
- c) Lokálně nalezeno zdeformované zábradlí.
- d) Zálivky podél chodníků místy netěsné, dochází k průsakům na římsy.
- e) Na několika úsecích mají chodníky nulový spád a zůstává na nich při dešti stát voda, případně stéká po římsách.
- f) Odvodňovače jsou místy zarostlé vegetací a odvodňovač v Poli 3 protéká. Foto 23, Příloha 1.

**4.3. BETON****4.3.1. Struktura a objemová hmotnost betonu**

Struktura a objemová hmotnost betonu byla zjišťována z jádrových vývrtů Ø 75 mm (celkové délky 85 - 310 mm). Lokalizace míst odběrů jádrových vývrtů je uvedena v Příloze 1, popis struktury betonu vývrtů pak v Příloze 2.2. (včetně fotografie odebraných vzorků z jádrových vrtů). Bylo provedeno celkem 12 vrtů po délce mostu zejména z komory.

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

- Ø *Beton vývrtu V1 (komora) je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 22 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 6 mm. Ve vývrtu zastižena výztuž (průměr/ tloušťka krytí k čelu vývrtu) Roxor AÆ10/25, Roxor AÆ22/50.*
- Ø *Beton vývrtu V2 (opěra) je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 45 mm a HDK max. velikost zrna do 55 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 10 mm. Ve vývrtu zastižena výztuž, nelze přesněji určit. V hl. 30 mm příčná trhлина š. 0,1 mm a dl. 35 mm. V hl. 230 mm zachycena dutina se dřevem průměru 6 mm.*
- Ø *Beton vývrtu V3 (komora) je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 32 mm a HDK max. velikost zrna do 40 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 4 mm.*
- Ø *Beton vývrtu V4 (komora) je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 22 mm a HDK max. velikost zrna do 22 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 6 mm.*

- Ø Beton vývrtu V5 (komora) je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 32 mm a HDK max. velikost zrna do 35 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 9 mm.
- Ø Beton vývrtu V6 (komora) je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 22 mm a HDK max. velikost zrna do 40 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 3 mm. Ve vývrtu zastižena výztuž. V hl. 15 mm příčná trhлина š. 0,1 – 0,2 mm a dl. 60 mm.
- Ø Beton vývrtu V7 (komora) je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 32 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 7 mm.
- Ø Beton vývrtu V8 (komora) je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 11 mm a HDK max. velikost zrna do 45 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 5 mm.
- Ø Beton vývrtu V9 (komora) je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 16 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 7 mm.
- Ø Beton vývrtu V10 (komora) je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 22 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 9 mm.
- Ø Beton vývrtu V11 (komora) je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 8 mm a HDK max. velikost zrna do 45 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 4 mm. Ve vývrtu zastižena výztuž (průměr/ tloušťka krytí k čelu vývrtu) Roxor  $\text{Æ}8/45$ .
- Ø Beton vývrtu V12 (opěra) je homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 70 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 10 mm. Ve vývrtu zastižena výztuž. Na čele vývrtu 2 trhliny š. 0,1 mm a dl. 15 a 20 mm. Do hl. 10 mm jemnozrnný beton. Od hl. 5 do 20 mm zaznamenán špatně zhutněný beton.
- Ø Průměrná objemová hmotnost v přirozeném stavu vlhkosti betonu, stanovená z jádrových vývrtů, je  $2423 \text{ kg/m}^3$ , kdy se jednotlivé hodnoty pohybují v rozmezí 2350 – 2480  $\text{kg/m}^3$ . Vyšší hodnoty objemové hmotnosti jsou způsobeny zachycenou výztuží ve vývrtu. Jednotlivé naměřené hodnoty objemové hmotnosti jsou uvedeny v Příloze 2.2 a 2.3.

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

Pro účely destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku byly použity jádrové vývrty Ø cca 75 mm (komory a opěry). 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 4.3.4.

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

Nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku (kap. 3.4.) byly provedeny na železobetonových konstrukcích mostu (nosníky, pilíře a opěry). Zkoušky byly rozmístěny rovnoměrně po konstrukci a jsou uvedeny v Příloze 1. 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 4.3.4.

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

Souhrn výsledků destruktivních a nedestruktivních 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	
<b>Komory</b>	nedestruktivně	59,3	55,1	4,3
	destruktivně	60,6	55,6	11,6
<b>Opěry</b>	nedestruktivně	58,2	54,8	3,3
	destruktivně	50,4	43,7	22,0
<b>Pilíře</b>	nedestruktivně	56,9	54,4	2,5
<b>Konzoly, součást komor</b>	nedestruktivně	58,2	53,6	4,7

\* 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		Pevnostní třídy resp. značky betonu dle rozdílných standardů		
		ČSN EN 1992	Značka dle ČSN 736206:1971-již neplatné	Požadavek dokumentace [16,17] Značka (třída)
Komory	nedestruktivně	C 50/60	650	400 (C 30/37)
	destruktivně	C 50/60		
Opěry	nedestruktivně	C 50/60	650	330 (C 25/35)
	destruktivně	C 40/50	550	
Pilíře	nedestruktivně	C 50/60	650	330 (C 25/35)
Konzoly, součást komor	nedestruktivně	C 50/60	650	400 (C 30/37)

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

- Ø Beton výše uvedených konstrukcí vyhovuje a výrazně převyšuje požadavky na beton dle poskytnuté projektové dokumentace [16, 17].
- Ø *Na základě destruktivních a nedestruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku lze v případě potřeby dodatečných přepočtů doporučit pro sledované železobetonové konstrukce mostu, dle ČSN EN 1992 uvažování těchto tříd betonu:*
- *Horní NK (komory a konzoly):            beton třídy C 45/55*
  - *Opěry:    beton třídy C 35/45*
  - *Pilíře:    beton třídy C 35/45*
- Ø *Odvozené pevnostní třídy se vztahují vždy ke sledovaným prvkům konstrukce.*

**4.3.5. Porovnání hloubky karbonatace betonu a tloušťky krycí vrstvy betonářské výztuže**

Stanovení hloubky karbonatace betonu (kap. 3.2) bylo provedeno rovnoměrně 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 těchto prvcích s následujícím výsledkem:**

**Komory – zjišťováno na spodním líci a boku (venkovní povrchy)**

- |  |            |
|--|------------|
| Ø Hloubka karbonatace betonu:  | 1 až 12 mm |
| Ø Krytí betonářské výztuže (bok a spodní líc):                                       | 2 až 70 mm |
| Ø Rozsah ploch s potenciálním rizikem koroze betonářské výztuže je v rozmezí 10–15 % |            |

**Komory – zjišťováno z boku (vnitřní povrchy)**

- |   |            |
|---|------------|
| Ø Hloubka karbonatace betonu:   | 1 až 3 mm  |
| Ø Krytí betonářské výztuže (bok a líc desky):                                       | 2 až 65 mm |
| Ø Rozsah ploch s potenciálním rizikem koroze betonářské výztuže je v rozmezí 5–10 % |            |

**Konzoly příčného řezu - zjišťováno ze spodního líce**

- |  |            |
|--|------------|
| Ø Hloubka karbonatace betonu:  | 1 až 7 mm  |
| Ø Krytí betonářské výztuže:  | 0 až 20 mm |
| Ø Rozsah ploch s potenciálním rizikem koroze bet. výztuže je v rozmezí 35–45 % |            |

**Opěry**

- |   |              |
|---|--------------|
| Ø Hloubka karbonatace betonu:   | 1 až 5 mm    |
| Ø Krytí betonářské výztuže:   | 50 až 120 mm |
| Ø Rozsah ploch s potenciálním rizikem koroze betonářské výztuže je malý a prakticky nulový. |              |

**Pilíře**

- |                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| Ø Hloubka karbonatace betonu: | 5 až 20 mm   |
| Ø Krytí betonářské výztuže:   | 70 až 120 mm |

- Ø Rozsah ploch s potenciálním rizikem koroze betonářské výztuže je malý a prakticky nulový.

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

- Ø Primární riziko karbonatace je v tom, že zkarbonatovaný beton, resp. jeho pórový roztok, ztrácí svoji alkalitu (při  $\text{pH} < 9,5$ ) a tím přestává pasivovat výztuž a chránit ji před korozí, ke které následně dochází za příznivých vlhkostních podmínek.
- Ø Ze zjištěných skutečností vyplývá, že pouze menší část diagnostikovaná výztuže leží ve zkarbonatované vrstvě betonu a není již chráněna proti korozi jeho přirozenou alkalitou. Výrazně horší situace je u konzol příčného řezu ve srovnání s komorami
- Ø U svislé a vodorovné betonářské výztuže komor a konzol příčného řezu dochází k lokální korozi výztuže, která je na konstrukci patrná. Na konstrukci je patrné zasažení výztuže korozí spojené s odpadáváním krycí vrstvy betonu. Velká část odhalené výztuže je zasažena pouze povrchovou korozí výztuže (typu P, škála viz kap 3.1). Pouze 2 - 5 % výztuže z těchto ploch je zasaženo silnou korozí s úbytkem plochy průřezu 5 - 10 % typ S, škála viz kap 3.1.
- Ø Výztuž v ostatních částech konstrukcí je prozatím chráněna proti korozi přirozenou alkalitou betonu.
- Ø Podrobné výsledky měření jsou uvedeny v Příloze 2.5.
- Ø Podrobný rozsah poruch způsobených korozí výztuže je patrný z fotodokumentace v Příloze 3.

#### **4.3.6. Pevnost povrchových vrstev betonu v prostém tahu**

Odtrhové zkoušky byly provedeny na jednotlivých konstrukcích (interiéry a exteriéry komor, konzoly, pilíře a opěry). Poloha zkušebních míst viz Příloha 1. Celkem bylo odzkoušeno 26 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 ( $\text{mm}^2$ ) uvažována plocha terče 50 x 50 mm ( $2500 \text{ mm}^2$ )

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

- Ø Průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu nosných konstrukcí (komory, římsy, pilíře a opěry) je velmi dobrá a to 2,60 MPa. Rozsah jednotlivých měření se pohybuje v rozmezí od 1,48 do 4,20 MPa.
- Ø Průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu **splňuje** požadavek na průměrnou pevnost povrchových vrstev 1,4 MPa, čímž je splněna podmínka minimální jednotlivé hodnoty  $> 0,8$  MPa dle předpisu TSSBK III [12] u všech terčů.
- Ø To samé platí i pro předpis TKP 31 [11], který požaduje minimální hodnotu 1,2 MPa.

**4.3.7 Stanovení objemové hmotnosti a nasákavosti betonu**

Zkouška byla provedena v souladu s ČSN 73 1316. Zkušební tělesa (odřezky jádrových vývrtů) se vysuší při 105°C do ustálené hmotnosti. Po vychladnutí se zkušební tělesa uložila na deset dní do vody o teplotě 20°C, kde se nechala nasáknout do ustálené hmotnosti. Zkoušky byly provedeny na vývrtu V1–V3, V5, V7–V12. Celkové vyhodnocení stanovení objemové hmotnosti a nasákavosti je uvedeno v Příloze 2.

**Z provedených zkoušek objemové hmotnosti a nasákavosti betonu lze konstatovat tyto závěry:**

- Ø Průměrná objemová hmotnost v přirozeném stavu vlhkosti betonu stanovená z jádrových vývrtů je 2456 kg/m<sup>3</sup>.
- Ø Provedenou zkouškou byla stanovena průměrná hodnota nasákavosti 4,7%, při jednotlivých hodnotách nasákavosti 3,8% až 6,3%.
- Ø Na základě neplatné normy ČSN 731325 a našich zkušeností (Kloknerova ústavu), lze konstatovat, že zkoumaný beton s touto nasákavostí (po deseti dnech nasáknutí) vyhovuje kritériu  $N_{1440} < 6,5\%$  (kritérium  $N_{1440}$  představuje pouze částečné nasycení po dobu 1440 minut = jednoho dnu).
- Ø Beton má vysokou hutnost a objemovou hmotnost a z výsledku lze usuzovat na potenciálně dobrou odolnost betonu proti působení mrazu.

#### **4.3.8. Stanovení obsahu chloridů v betonu**

Obsah chloridových iontů nad určitou limitní hranici významně zvyšuje riziko koroze výztuže. Z tohoto důvodu byl v rámci diagnostických prací proveden chemický rozbor betonu pro zjištění obsahu chloridových iontů v betonu.

Odběr vzorků byl rovnoměrně rozmístěn po konstrukci mostu. Poloha odběrů je patrná z Přílohy 1. Celkem bylo odebráno 24 vzorků betonu na 12 místech (vždy dva vzorky z různé hloubky na jednom místě). Celkové zhodnocení výsledků analýz obsahu  $\text{Cl}^-$  v % dle ČSN EN 206-1 je uvedeno v Příloze 2, včetně informativního přepočtu obsahu chloridových iontů na obsah pojiva (cementu) v betonu.

Informativní přepočet obsahu chloridových iontů na obsah pojiva byl proveden za těchto předpokladů a kvalifikovaných odhadů a podmínek:

- Kamenivo je nerozpustné v HCl a v době výroby betonu obsahovalo cca 3 % vody.
- Množství cementu použitého na výrobu 1 m<sup>3</sup> betonu je 420 kg.
- Objemová hmotnost betonu stanovená z odebraných jádrových vývrtů je 2420 kg/m<sup>3</sup> (průměr ze zjištěných hodnot).

Limitní obsah  $\text{Cl}^-$  [% hm.] vztažený na hmotnost cementu je dle ČSN EN 206 pro prostý beton 1 % hm.; **železobeton 0,4 % hm.; předpjatý beton 0,2 % hm.**

#### **Z provedené analýzy obsahu chloridů lze konstatovat:**

- Ø *Průměrný obsah  $\text{Cl}^-$  [% hm.] zjištěný laboratorní analýzou pro vzorky odebrané z exteriéru a interiéru komor je 0,02 % pro hloubku odběru 0-15 mm a 0,01 % pro hloubku odběru 15-30 mm. Limitní obsah  $\text{Cl}^-$  [% hm.] vztažený na hmotnost cementu je dle ČSN EN 206 pro předpjatý beton 0,2 % hm.*
- Ø *Průměrný obsah  $\text{Cl}^-$  [% hm.] zjištěný laboratorní analýzou pro vzorky odebrané z pat pilíře a opěr je 0,14 % pro hloubku odběru 0-15 mm a 0,10 % pro hloubku odběru 15-30 mm. Limitní obsah  $\text{Cl}^-$  [% hm.] vztažený na hmotnost cementu je dle ČSN EN 206 pro prostý železobeton 0,4 % hm.*
- Ø *V betonu zkoumaných železobetonových prvků je obsah chloridových iontů v celém rozsahu hloubky odběru vzorku (0 – 30 mm) nízký a splňuje požadavky ČSN EN 206.*

Ø Z rozboru vyplývá, že pouze v oblasti opěr (zejména opěra OP5) dochází k zvýšené kontaminaci povrchových vrstev chloridovými ionty. Rozhodujícím zdrojem jsou patrně posypové soli.

#### **4.4. VÝZTUŽ**

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

Výztuž byla identifikována a zatříděna z jednotlivých vývrtů (komory, opěry).

Identifikace výztuže byla provedena vizuálně dle charakteru povrchu výztuže, stáří stavby a dodaných podkladů [16, 17]. Odvození charakteristik výztužné oceli bylo provedeno na základě údajů uvedených v ČSN ISO 13822 [2].

Charakteristiky zjištěné výztužné oceli jsou uvedeny v tab. 3.

**Tabulka 3:** Zjištěná výztužná ocel a jejich charakteristiky dle ČSN ISO 13882 pro objekty navržené v období 1920 až 1965

Druh výztuže	Ozn.	Vlastnosti výztužných ocelí [MPa]			
		Návrhová hodnota pevnosti oceli		Charakteristická hodnota oceli	
		tah	tlak	mez kluzu	mez pevnosti
		C12/15 a vyšší	C12/15 a vyšší	0,2	pevnosti
10 512 (Roxor)	-	<b>340</b>	<b>340</b>	<b>400</b>	min 500

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

- V místě provedených sond (komory) byla nalezena výztuž typu ROXOR v souladu s poskytnutou dokumentací [16, 17].
- Lokálně byla na výztuži nalezena pouze povrchová koroze, velmi omezeně pak silná koroze, typu P až S, dle klasifikace v kap. 3.1.

##### **4.4.2. Doplnění informací o vyztužení nedestruktivním měřením**

Pro informativní ověření způsobu vyztužení a krytí vybraných ŽB prvků bylo provedeno nedestruktivní měření přístrojem HILTI PS 1000. Měření je informativní a slouží k základní informaci o počtu a poloze výztuže v průřezu. Měření není možno přesně zjistit průměr výztuže, nicméně je vhodné jako doplněk k semidestruktivním nebo destruktivním sondám.

**Na základě provedeného nedestruktivního měření a dalších zjištěných skutečností lze obecně konstatovat:**

- Zjištěné krytí koresponduje s výsledky stanovenými za pomoci elektromagnetické sondy Profometer. Viz kapitola 4.3.5 a Příloha 2.5.

**4.5. MĚŘENÍ SIL VE VOLNÝCH KABELECH PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽE**

Jelikož při rekonstrukci mostu přes Vltavu nebyly elastomagnetické snímače H90-HC na volné předpínací kabely instalovány, jako tomu je na mostě přes Otavu, bylo v tomto případě nutné navinout nový snímač.

Pokud známe hodnotu relativní citlivosti EM snímače, můžeme poměrně jednoduše a přesně stanovit odchylku síly v libovolném kabelu stejného typu od síly v referenčním kabelu, ve kterém hodnotu síly známe. Pro tento účel je třeba na referenční kabel nainstalovat (v tomto případě dodatečně navinout) referenční EM snímač a změřit magnetický tok (moderní aparatury už měří přímo magnetický tok), nejlépe ve více pracovních bodech. Pak se stejné EM snímače navinout na kabely, v nichž je třeba zjistit hodnotu síly vzhledem k referenčnímu kabelu, a pak se pouze porovnají jejich toky.

**Na základě měření provedeného na mostě přes Vltavu lze obecně konstatovat:**

- Ø Síla v kabelech K23 na mostě přes Vltavu je v rámci nejistoty měření (asi +/- 5% vlivem rozptylu magnetických vlastností lan a vlivem teploty) stejná jako v kabelech K23 na mostě přes Otavu.

**Měření na mostě přes Vltavu bylo nutné navázat na měření volných kabelů na mostě přes Otavu, ze kterého lze obecně konstatovat:**

- Ø Výsledky měření síly na obou koncích volně vedených kabelů K23 a K24 potvrzují jejich správnou funkci. Síly v měřených řezech se mezi lety 1994 – 2015 zmenšily průměrně o 44kN.
- Ø S ohledem na metodiku měření, použitou v roce 1994 (EM snímače ještě neměly vestavěný teploměr, měřicí aparatura neměla funkci autokalibrace) je třeba počítat s nejistotou měření asi +/- 70kN a jistým vlivem teploty. Protože teplota kabelu při měření dne 11.5.2015 byla odhadem o 15 ° C menší než teplota při napínání kabelů, naměřené hodnoty síly jsou pravděpodobně větší (o 50 až 100kN) jako je skutečná síla v kabelu. Referenční snímač nedokáže vyloučit vliv teploty a rozptyl elastomagnetických charakteristik lan.
- Ø Zjištěná změna předpínací síly v měřeném řezu je menší než nejistota tohoto typu měření, které je způsobeno typem měřicí aparatury a vlivem teploty.

## **5. SHRNU TÍ A ZÁVĚRY**

Na základě smlouvy o dílo č. 20/P/2015, Správa a údržba silnic Jihočeského kraje, Nemanická 2133/10, 370 10, České Budějovice, byl proveden stavebně technický průzkumu nosné mostní konstrukce ev. č. 121-007 přes Vltavu.

Cílem prací bylo získat obraz o aktuálním stavu konstrukce z hlediska konstrukčního i korozního a poskytnout podklad pro návrh způsobu opravy mostu. Průzkumné práce proběhly v květnu a červnu 2015.

Výsledky stavebně technického průzkumu jsou podrobně uvedeny v jednotlivých kapitolách a přílohách této zprávy takto:

- VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA (podrobně kap. 4.2., Příloha 1, 3)
- BETON (podrobně kap. 4.3., Příloha 2)
- VÝZTUŽ (podrobně kap. 4.4., Příloha 1)
- MĚŘENÍ SIL VE VOLNÝCH KABELECH (podrobně kap. 4.5., Příloha 1)

Ø Vizuelní prohlídka se soustředila pouze na povrchy viditelných a přístupných železobetonových a kamenných konstrukcí. Byla omezena v místech polí nad vodní hladinou.

Ø Průzkum se soustředil pouze na přístupná místa konstrukce, tedy na opěry, vnitřní a venkovní povrchy komor, paty pilířů P2 a P4.

### **Na základě provedených prací lze tedy konstatovat,**

1. Celkově konstrukce nevykazuje zjevné závažné statické poruchy jako nadměrné deformace, trhliny, drcení betonu, korozi nosných ocelových prvků atd.
2. Část povrchu opěr a větší částí pilířů je opatřena soudržnou vrstvou cementové omítky, a tudíž vlastní betonový povrch je skryt.
3. K nejvýraznějším poruchám zjištěných vizuelní prohlídkou patří (podrobně kapitola 4.2):
  - a) degradace povrchu betonu zejména na koncích konzol, v těchto místech dochází k odpadávání betonové krycí vrstvy výztuže a následné korozi odhalené výztuže typu P až S dle klasifikace v kap 3.1.
  - b) Na bocích a spodních lících komor a spodním líci konzol jsou vidět výluhy způsobené zatékáním, zejména v oblasti pracovních spár. V těchto oblastech dochází k výluhům pojiva. Ojedinele lze na povrchu komor (boky) a na konzolách pozorovat svislé trhliny šířky 0,05 – 0,15 mm, velmi ojedinele až 0,2

mm. Tyto trhliny velmi pravděpodobně korespondují s polohou výztuže a její případnou korozi. Na betonových površích (komory, konzol) jsou ojediněle viditelná šterková hnízda a místa, kde nebyl dostatečně zhutněn beton při výstavbě.

- c) Na vnějších plochách (spodní líc a boky komor a spodní líc konzol) je ojediněle pozorovatelná výztuž s velmi malým či nulovým krytím, zde dochází k povrchové až silné korozi této výztuže (typ P až S dle škály v kap 3.1). Jedná se však o betonářskou výztuž. Předpínací výztuž je uložena ve větších hloubkách a není tak s vysokou pravděpodobností korozi zasažena.
- d) Na horních částech pilířů v místech vrstvy cementové malty je lokálně viditelná prokreslená výztuž a lokální výkvěty a výluhy způsobené zatékáním.
- e) Na návodní straně opěry OP5 se nachází poškozený protékající odvodňovač. Z tohoto odvodňovače dochází k výraznému zatékání na křídlo opěry.
- f) Uvnitř komor, zejména na horním líci (stropě) je pozorovatelná výztuž s velmi malým či nulovým krytím, zde dochází k povrchové, lokálně až silné korozi této výztuže (typ P až S dle škály v kap 3.1).
- g) Ojediněle lze na kotevních příčných prazích nalézt svislé trhliny šířky 0,05 - 0,15 mm, v jednom místě až 0,25 mm. Poloha viz Příloha 1.
- h) Na vnitřních površích komor jsou patrné výluhy po průsacích (patrně vlivem dřívější netěsnosti hydroizolace), zejména v oblasti dilatačních a pracovních spár. V době prohlídek byly tyto průsaky neaktivní.
- i) Dřevěná schodiště a lávky uvnitř komor umožňující průchod nad pilíři jsou nestabilní a dochází k jejich rozpadání. To samé platí o poklopech nad dutými pilíři, které jsou zakryty pouze dřevěnou deskou. Interiér pilířů nebyl vzhledem k bezpečnosti přístupu prohlížen.

4. Na základě nedestruktivních a destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku bylo zjištěno, že beton zkoumaných částí konstrukce výrazně převyšuje navrženou pevnostní značku betonu [16, 17]. Doporučujeme uvažovat třídu betonu:

§ <i>Horní NK (komory a konzoly):</i>	<i>beton třídy C 45/55</i>
§ <i>Opěry:</i>	<i>beton třídy C 35/45</i>
§ <i>Pilíře:</i>	<i>beton třídy C 35/45</i>

5. V místě vývrtů do stěn komor byl nalezen pouze jeden typ výztužné oceli. Vlastnosti zjištěné výztužné oceli dle [2] jsou uvedeny v tabulce.



Druh výztuže	Ozn.	Vlastnosti výztužných ocelí [MPa]			
		Návrhová hodnota pevnosti oceli		Charakteristická hodnota oceli	
		tah	tlak	mez kluzu	mez pevnosti
		C12/15 a vyšší	C12/15 a vyšší	0,2	pevnosti
10 512 (Roxor)	-	<b>340</b>	<b>340</b>	<b>400</b>	min 500

6. Lokálně byla na výztuži nalezena koroze a to zejména:
  - a) konzoly desky
  - b) spodní líc a boky komor (exteriér)
  - c) boky a strop komor (interiér)
  
7. Z provedených zkoušek objemové hmotnosti a nízké nasákavosti betonu lze konstatovat, že beton prvků je odolný proti působení mrazu.
  
8. Z provedených zkoušek pevnosti betonu nosných konstrukcí (komory, konzoly, opěry a pilíře) v prostém tahu a zjištěných výsledků lze konstatovat, že průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu je 2,60 MPa. Tato hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu splňuje požadavek na průměrnou pevnost povrchových vrstev 1,4 MPa čímž je splněna podmínka minimální jednotlivé hodnoty > 0,8 MPa dle předpisu TSSBKIII [12] u všech terčů.
  
9. V betonu zkoumaných železobetonových prvků je obsah chloridových iontů v celém rozsahu hloubky odběru vzorku (0 – 30 mm) velmi nízký a splňuje požadavky ČSN EN 206. Z rozboru vyplývá, že pouze v oblasti opěr (zejména opěra OP5) dochází k zvýšené kontaminaci povrchových vrstev chloridovými ionty. Rozhodujícím zdrojem jsou patrně posypové soli.
  
10. Při porovnání krycí vrstvy betonu a zjištěné hloubky karbonatce vyplývá, že menší část diagnostikovaná výztuže leží ve zkarbonatované vrstvě betonu a není již chráněna proti korozi jeho přirozenou alkalitou. A to zejména:
  - a) U svislé a vodorovné betonářské výztuže komor a konzol dochází k lokální korozi výztuže, která je na konstrukci patrná. Na konstrukci je patrné zasažení výztuže korozí spojené s odpadáváním krycí vrstvy betonu.

11. Předpínací síla ve volných kabelech K23 na mostě přes Vltavu je v rámci nejistoty měření (asi +/- 5% vlivem rozptylu magnetických vlastností lan a vlivem teploty) stejná jako v kabelech K23 na mostě přes Otavu. Na základě provedeného měření sil v mostě přes Otavu lze konstatovat, že měření na obou koncích volně vedených předpínacích kabelů K23 a K24 potvrzují jejich správnou funkci. Síly v měřených řezech se mezi lety 1994 – 2015 zmenšily průměrně o 44kN. Zjištěná změna předpínací síly v měřeném řezu je menší než nejistota tohoto typu měření, které je způsobeno typem měřicí aparatury a vlivem teploty.

#### Celkové zhodnocení stavu mostní konstrukce:

Celkově lze konstatovat, že nosné konstrukce nevykazují zjevné statické poruchy.

1. Vzhledem k době vzniku mostu jsou zejména venkovní povrchy betonu komor a konzol lokálně povrchově degradovány.
2. Na bocích komor a spodním líci konzol jsou pozorovatelné nerovnosti vzniklé posunem/deformací bednění, dále pak vodorovné a svislé pracovní spáry, v jejichž okolí došlo k výtoku cementového mléka s následným obnažením hrubého kameniva. Na bocích komor a jejich spodním líci lze nalézt místa, kde vlivem netěsností v bednění přeteklo cementové mléko. Tyto poruchy můžeme klasifikovat jako vadu provedení.
3. Pouze velmi ojediněle dochází k hloubkové degradaci betonu a silné korozi betonářské výztuže (konzoly, venkovní povrchy komor).
4. U kamenného zdiva opěr jsou patrné výluhy spárováním. Na vnitřních a vnějších površích komor jsou vidět výluhy způsobené zatékáním.
5. V oblasti zmonolitněných kloubů uprostřed rozpětí pole 2 a 3 nebyly nalezeny žádné výraznější viditelné závady, které by nasvědčovaly rozvoji dřívějších průhybů (před zmonolitněním a instalaci volných kabelů předpětí v roce 1996) v této oblasti.
6. Statická změna působení nosné konstrukce provedená v roce 1996 splnila poslání.
7. Dodatečně uložené volné kabely plní svoji funkci a zjištěná změna úbytku předpínací síly je v rozsahu tolerancí a přesnosti měření.
8. Lze konstatovat, že zjištěný stav mostní konstrukce v současné době neovlivňuje zatížitelnost mostu.

**Rámcová doporučení:**

K zajištění další funkce mostu lze doporučit provedení sanace objektu zaměřené zejména na:

1. Oprava odvodnění mostních závěrů v oblasti chodníků,
2. obnova krytí betonářské výztuže v narušených plochách a zasanování štěrkových hnízd a kaveren, zejména na vnějších površích nosné konstrukce,
3. úpravy na opěrách, tak aby nestékala voda (z oblasti chodníkových říms) po stěnách opěr a do prostoru mezi nosnou konstrukcí a opěru,
4. obnova nátěrů kovových deviátorů uvnitř komor,
5. obnova nátěrů zábradlí,
6. odstranění náletů vegetace na horních lících opěr,
7. oprava špatně čitelných ukazatelů posunu na mostních ložiscích a výměna roztržených či chybějících ochranný pásů ložisek,
8. zabezpečení schodů a lávek uvnitř komor a dále pak otvorů do vnitřních dutin pilířů proti pádu osob.

Povrchy betonu doporučujeme sanovat klasickými postupy uvedenými např. TP31 ŘSD nebo doporučení SSBK III či norem řady ČSN EN 1504.

**6. SEZNAM PŘÍLOH****PŘÍLOHA 1:**

Výkresová dokumentace.

**PŘÍLOHA 2:**

Zkoušky betonu (pevnost, nasákavost, objemová hmotnost, charakteristické vlastnosti betonu, fotodokumentace, krytí a karbonatace).

**PŘÍLOHA 3:**

Fotodokumentace, vizuální prohlídka.

**PŘÍLOHA 4:**

Zpráva z měření sil v předpínacích kabelech.

*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 NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE EV. Č. 121-007 PŘES VLTAVU**

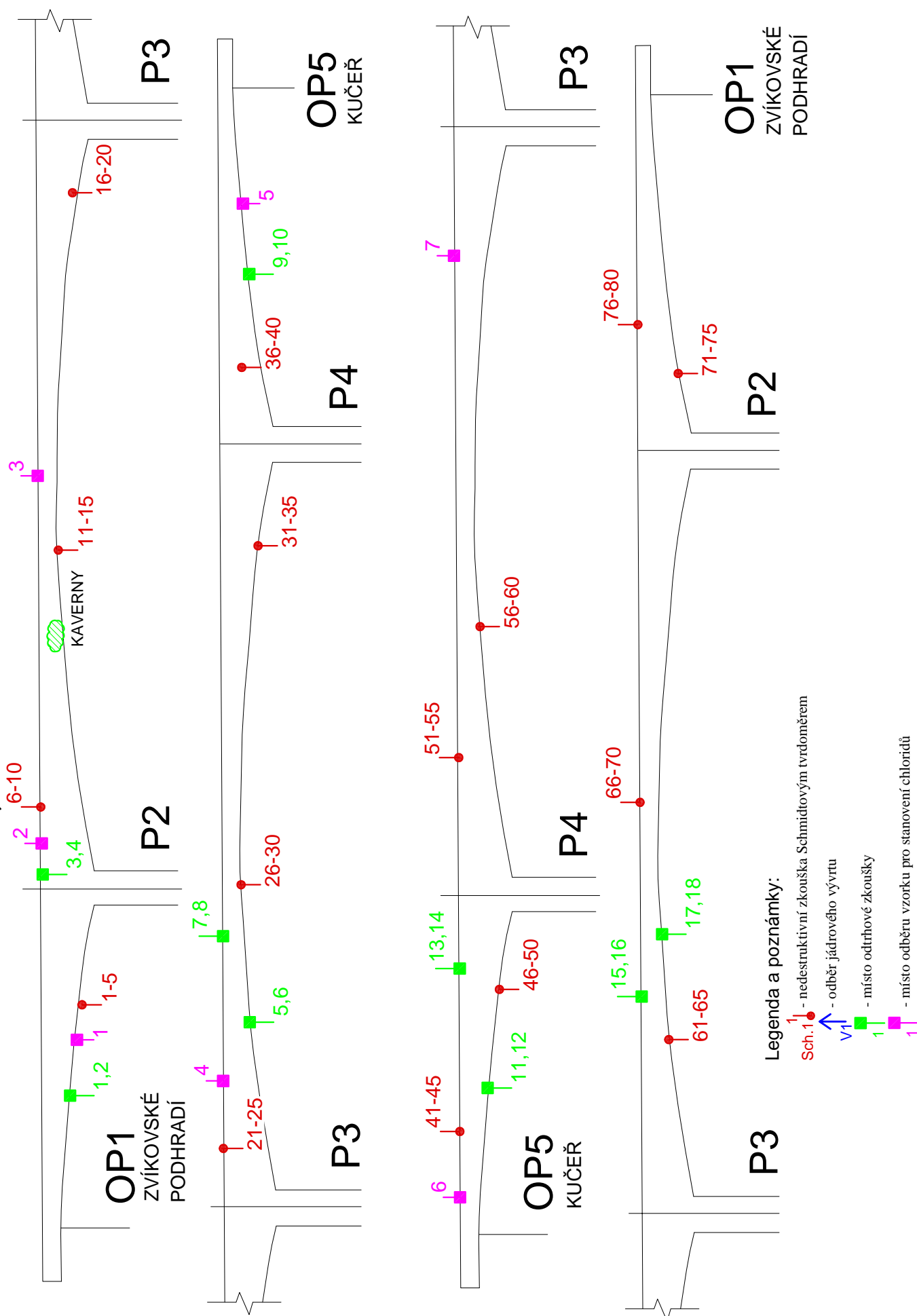
#### **VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE**

<b>PŘÍLOHA 1.1</b>	SCHEMATICKÝ POHLED EXTERIÉR – POLOHA SOND
<b>PŘÍLOHA 1.2</b>	SCHEMATICKÝ PŮDORYS EXTERIÉR – POLOHA SOND
<b>PŘÍLOHA 1.3</b>	SCHEMATICKÝ PŮDORYS INTERIÉR – POLOHA SOND
<b>PŘÍLOHA 1.4</b>	SCHEMATICKÝ PODÉLNÝ ŘEZ
<b>PŘÍLOHA 1.5</b>	SCHEMATICKÝ PŘÍČNÝ ŘEZ

# Poloha sond - exteriér komor

## Příloha 1.1

### SCHEMATICKÉ POHLEDY, EXTERIÉR



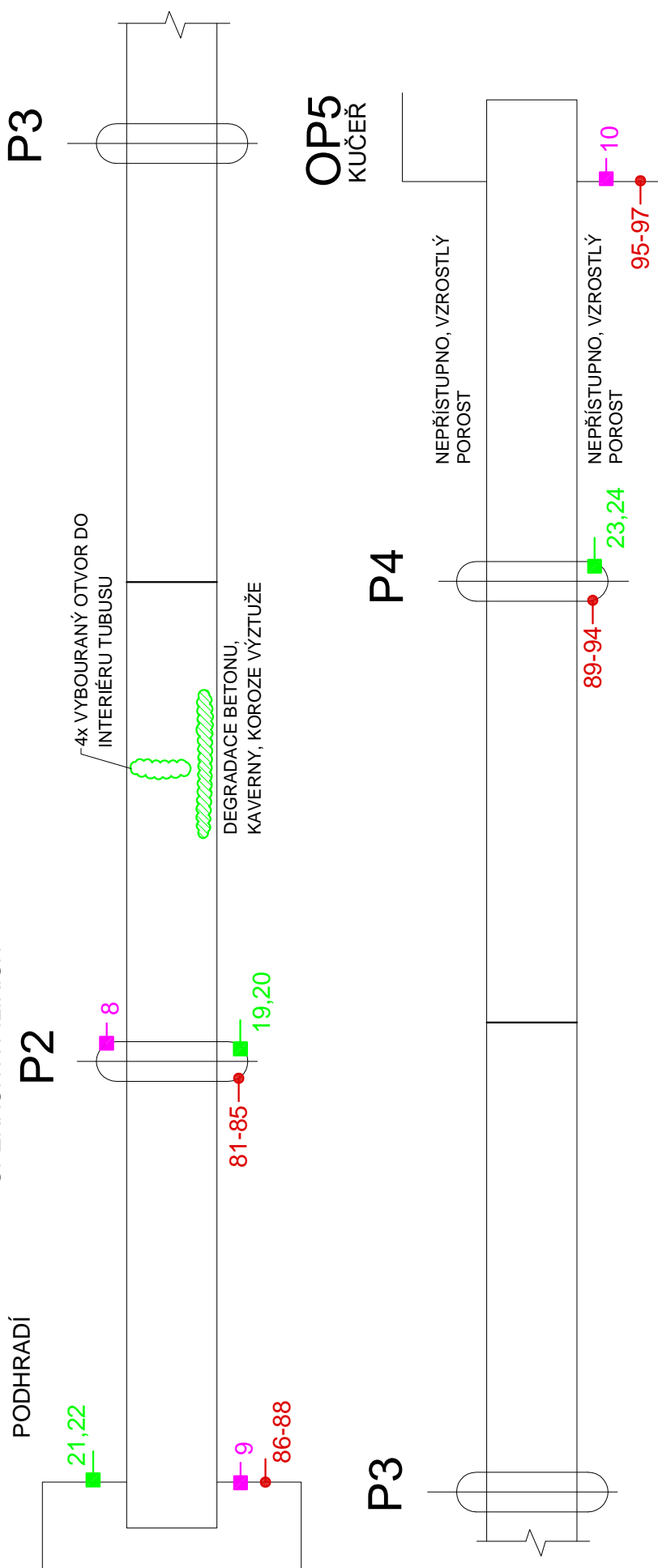
# Poloha sond - exteriér komor

## Příloha 1.2

### SCHEMATICKÝ PŮDORYS, EXTERIÉR

ZACHYCENY NEJVÝRAZNĚJŠÍ PORUCHY NA SPODNÍM LÍCI NOSNÉ KONSTRUKCE A  
OPĚRÁCH A PILÍŘÍCH

OP1 ZVÍKOVSKÉ  
PODHRADÍ



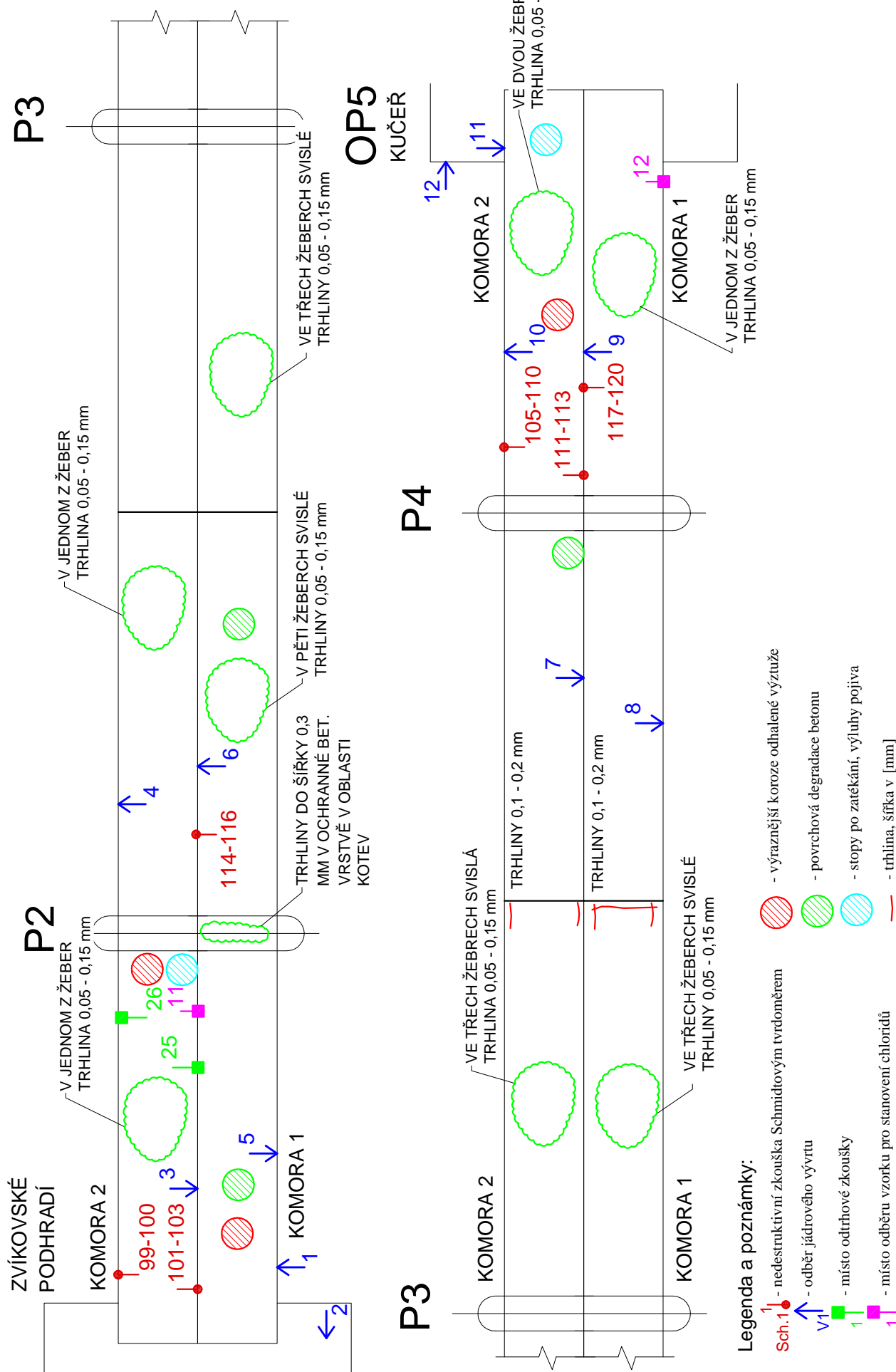
# Poloha sond - interiér komor

## zakresleny nejvýraznější poruchy

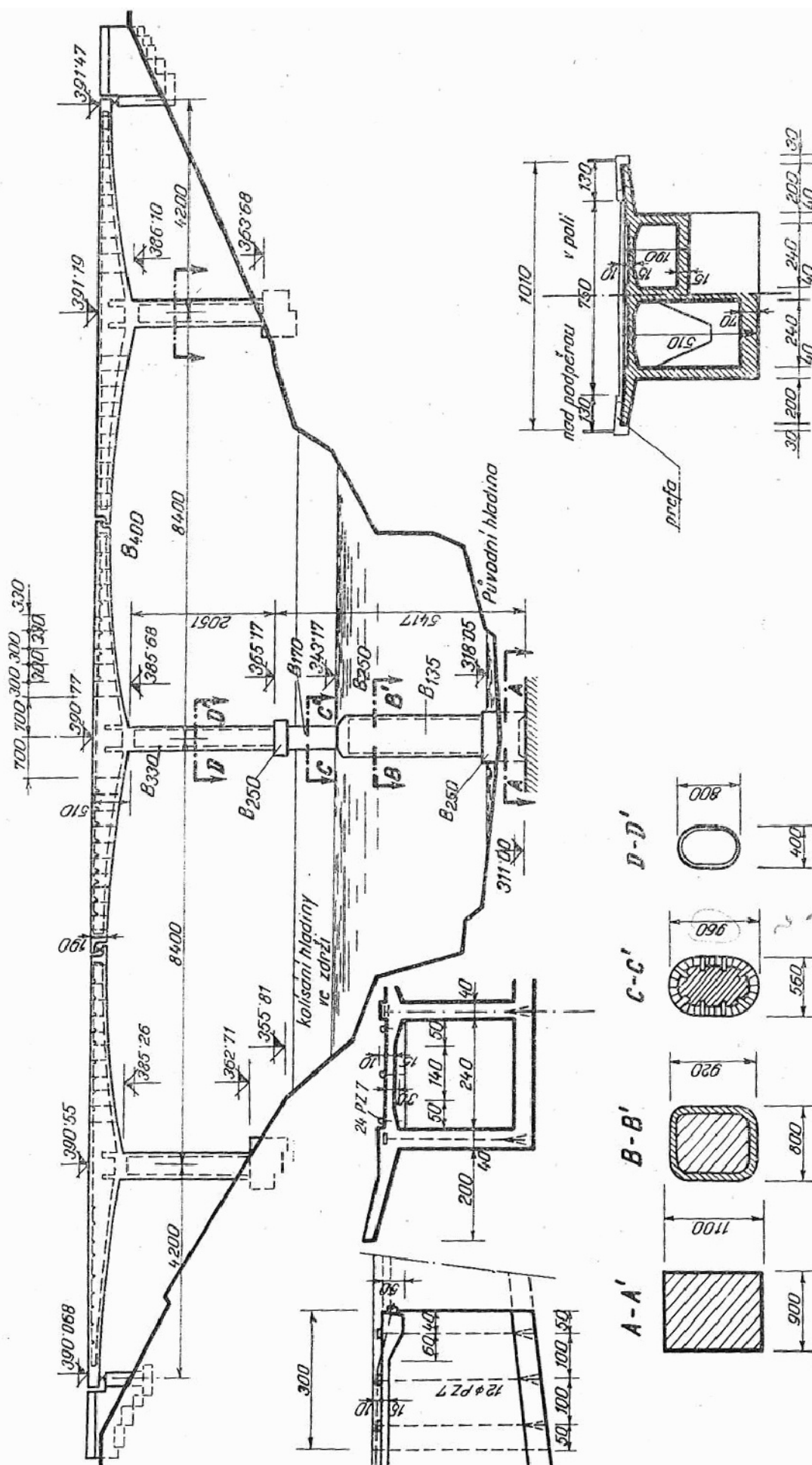
Príloha 1.3

# SCHEMATICKÝ PŮDORYS, INTERIÉR

## OP1 ZACHYCENY NEJVÝRAZNĚJŠÍ PORUCHY UVNITŘ KOMOR

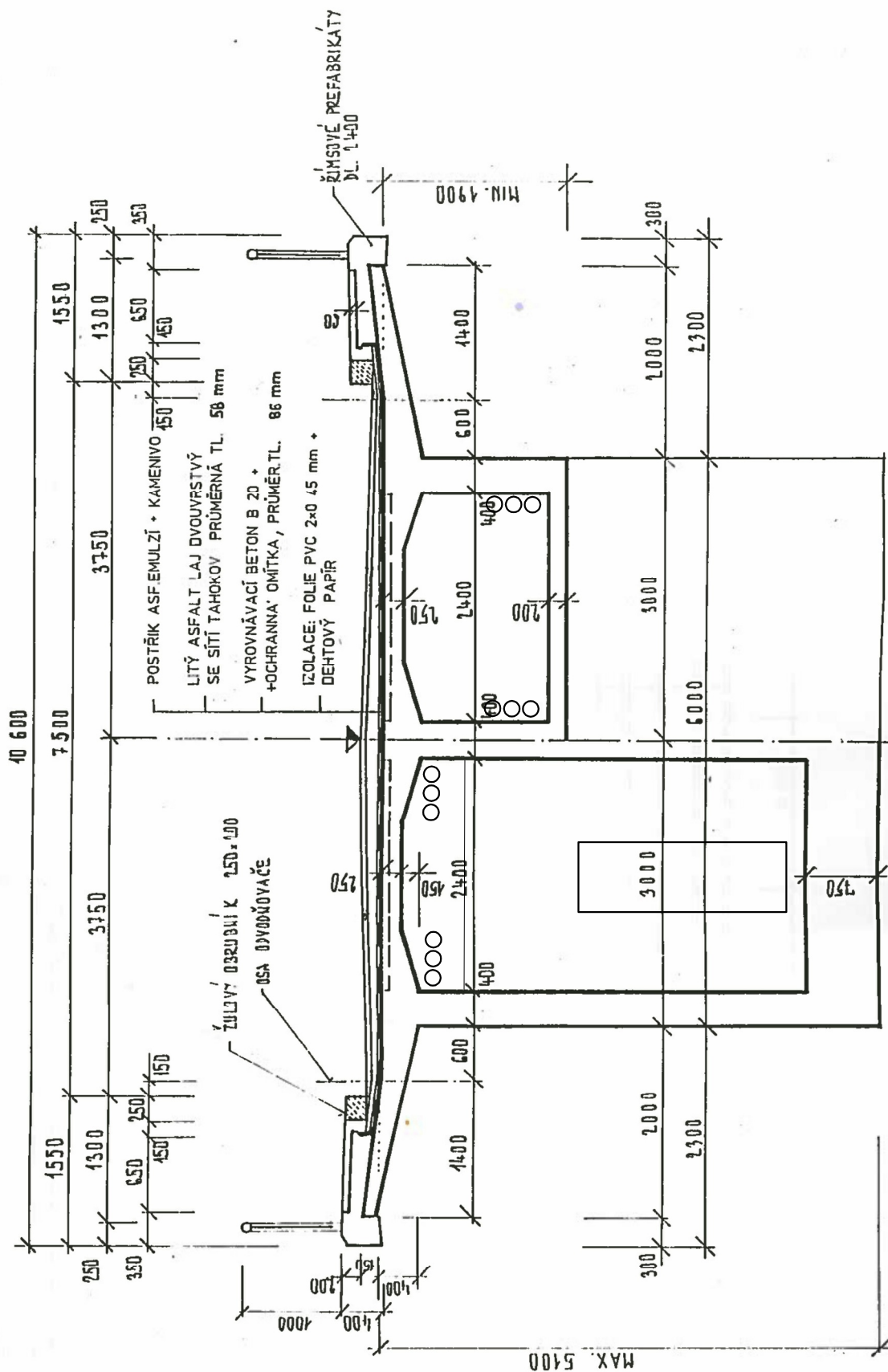






**PŘÍČNÝ ŘEZ MOSTEM - SOUČASNÝ STAV** 1 : 50 - **VLTAVA**

nad podporou v poli



## **PŘÍLOHA 2**

### **STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE EV. Č. 121-007 PŘES VLTAVU**

#### **BETON**

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

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

**PŘÍLOHA 2.3.** - STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI A NASÁKAVOSTI BETONU

**PŘÍLOHA 2.4.** - CHEMICKÝ ROZBOR BETONU

**PŘÍLOHA 2.5.** - POROVNÁNÍ HLOUBKY KARBONATACE A KRYTÍ BETONU

**PŘÍLOHA 2.6.** - PEVNOST POVRCHOVÝCH VRSTEV BETONU V PROSTÉM TAHU

## PŘÍLOHA 2.1.

## NEDESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU

## Komory

Zk. místo	Typ konstrukce	Směr úderu	Odskok tvrdoměru $\alpha$								Průměr	$f_{be}$ [MPa]	$f_{be} \alpha_t \alpha_w$ [MPa]
KOMORY													
1	Komory	↑	58	52	58	58	56	53	55	54	56	64	57,6
2		↑	59	57	58	62	60	57	59	56	59	70	63,0
3		↑	58	55	56	55	58	55	53	57	56	64	57,6
4		↑	58	59	56	54	52	53	55	58	56	64	57,6
5		↑	54	54	60	60	61	60	59	55	58	68	61,2
11		↑	60	62	54	58	60	59	54	57	58	68	61,2
12		↑	60	59	60	60	61	59	58	55	59	70	63,0
13		↑	58	57	56	55	54	52	55	58	56	64	57,6
14		↑	60	62	63	62	60	59	55	57	60	72	64,8
15		↑	58	58	60	54	59	60	57	54	58	68	61,2
16		→	52	50	51	53	50	51	52	52	51	61	54,9
17		→	53	55	52	50	51	52	51	53	52	63	56,7
18		→	53	53	51	52	54	53	55	52	53	65	58,5
19		→	50	52	51	52	53	54	55	50	52	63	56,7
20		→	52	53	52	50	52	52	51	54	52	63	56,7
26		↑	58	57	55	54	58	56	59	58	57	66	59,4
27		↑	56	54	55	58	60	59	57	55	57	66	59,4
28		↑	58	60	54	59	58	57	52	54	57	66	59,4
29		↑	57	58	60	59	56	54	55	58	57	66	59,4
30		↑	58	58	55	57	58	55	53	55	56	64	57,6
31		→	56	52	60	55	56	55	53	52	55	69	62,1
32		→	54	61	60	55	56	54	55	51	56	71	63,9
33		→	54	57	54	53	56	55	56	54	55	69	62,1
34		→	56	55	55	54	53	52	51	53	54	67	60,3
35		→	56	56	54	58	59	54	52	55	56	71	63,9
46		→	58	59	57	57	52	55	55	53	56	71	63,9
47		→	60	58	61	57	59	53	54	52	57	72	64,8
48		→	56	53	58	56	55	54	54	53	55	69	62,1
49		→	58	56	55	56	55	54	55	52	55	69	62,1
50		→	53	56	52	54	52	56	52	51	53	65	58,5
56		↑	58	53	57	56	54	55	57	58	56	64	57,6
57		↑	56	54	58	56	55	57	58	59	57	66	59,4
58		↑	58	53	56	54	55	59	58	57	56	64	57,6
59		↑	60	61	55	53	52	55	58	59	57	66	59,4
60		↑	58	56	58	60	57	58	54	55	57	66	59,4
61		↑	58	56	57	57	55	54	58	54	56	64	57,6
62		↑	54	56	55	57	54	56	54	59	56	64	57,6
63		↑	57	53	56	54	55	57	54	57	55	62	55,8
64		↑	56	54	58	52	51	53	55	56	54	60	54,0
65		↑	56	54	58	56	59	57	54	57	56	64	57,6
71		↑	56	54	55	60	54	53	60	55	56	64	57,6
72		↑	59	61	59	62	54	58	61	57	59	70	63,0
73		↑	55	56	57	58	58	57	62	60	58	68	61,2
74		↑	59	60	57	58	55	58	60	59	58	68	61,2
75		↑	57	59	54	55	56	54	58	54	56	64	57,6
98		→	53	56	53	57	58	52	55	54	55	69	62,1
99		→	55	52	54	51	52	53	52	50	52	63	56,7
100		→	56	55	55	54	53	52	53	52	54	67	60,3
101		→	57	52	52	54	55	51	50	52	53	65	58,5
102		→	55	54	52	51	53	52	51	50	52	63	56,7
103		→	57	55	54	56	55	54	50	51	54	67	60,3
104		→	52	53	55	56	54	53	50	52	53	65	58,5
105		→	52	54	58	50	53	55	50	51	53	65	58,5
106		→	51	58	52	55	56	54	50	51	53	65	58,5
107		→	54	57	51	52	56	58	51	50	54	67	60,3
108		→	56	52	53	51	54	55	52	52	53	65	58,5
109		→	52	51	50	53	52	54	50	51	52	63	56,7
110		→	51	51	52	54	53	50	52	51	52	63	56,7
111		→	52	51	50	52	50	51	50	50	51	61	54,9
112		→	53	52	51	53	50	54	50	51	52	63	56,7
113		→	54	53	52	51	55	56	59	51	54	67	60,3
114		→	54	53	52	51	58	52	50	52	53	65	58,5
115		→	58	56	55	55	54	52	51	52	54	67	60,3
116		→	58	59	58	59	55	52	50	53	56	71	63,9
117		→	56	54	55	58	55	53	52	51	54	67	60,3
118		→	50	53	51	52	54	52	51	50	52	63	56,7
119		→	52	54	52	55	52	51	49	50	52	63	56,7
120		→	56	55	55	53	50	51	52	51	53	65	58,5
Celkový průměr												59,3	

Celkový průměr

59,3

$$\alpha_w = 1$$

$$\alpha_t = 0,90$$

$$\sigma_r = 2,54 \text{ MPa}$$

$$V_A = 0,04$$

$$m_A = 59,3 \text{ MPa}$$

$$k_B = 1,66$$

charakteristická pevnost

$$f_{ck, cube} = m_A (1 - k_B V_A) = 55,1 \text{ MPa}$$

**PŘÍLOHA 2.1.** (pokračování)Konzoly

Zk. místo	Typ konstrukce	Směr úderu	Odkok tvrdoměru <i>a</i>								Průměr	<i>f</i> <sub>be</sub> [MPa]	<i>f</i> <sub>be</sub> a <i>t</i> a <i>w</i> [MPa]
KONZOLY													
6	Konzoly	↑	58	54	56	55	52	58	56	55	56	64	57,6
7		↑	55	58	55	52	54	52	55	53	54	60	54,0
8		↑	54	54	56	57	57	56	52	54	55	62	55,8
9		↑	55	54	56	52	55	56	53	52	54	60	54,0
10		↑	56	55	54	52	53	54	55	57	55	62	55,8
21		↑	58	60	60	58	59	59	57	55	58	68	61,2
22		↑	60	57	54	56	58	55	54	57	56	64	57,6
23		↑	60	60	58	57	59	60	54	54	58	68	61,2
24		↑	54	56	57	55	56	57	59	54	56	64	57,6
25		↑	57	58	55	59	55	59	54	58	57	66	59,4
36		↑	54	58	55	56	54	55	56	55	55	62	55,8
37		↑	55	56	54	58	57	57	54	57	56	64	57,6
38		↑	59	55	57	58	57	56	55	54	56	64	57,6
39		↑	55	58	56	54	56	55	58	57	56	64	57,6
40		↑	56	55	54	55	56	56	57	55	56	64	57,6
41		↑	62	60	62	59	58	60	61	57	60	72	64,8
42		↑	59	58	61	60	58	54	58	55	58	68	61,2
43		↑	55	58	57	55	54	55	57	56	56	64	57,6
44		↑	61	60	57	58	60	58	57	55	58	68	61,2
45		↑	63	58	60	61	57	55	58	55	58	68	61,2
51		↑	52	56	57	58	59	62	60	58	58	68	61,2
52		↑	58	60	59	60	60	62	58	59	60	72	64,8
53		↑	56	58	58	60	60	57	55	54	57	66	59,4
54		↑	57	60	58	52	54	60	55	53	56	64	57,6
55		↑	53	55	54	57	60	54	55	55	55	62	55,8
66		↑	58	60	54	57	60	56	55	57	57	66	59,4
67		↑	53	56	59	55	54	55	54	54	55	62	55,8
68		↑	56	60	60	56	59	54	57	58	58	68	61,2
69		↑	55	54	54	57	52	54	55	57	55	62	55,8
70		↑	53	52	55	57	54	57	52	56	55	62	55,8
76		↑	55	54	52	52	54	55	53	57	54	60	54,0
77		↑	54	55	54	56	52	55	54	56	55	62	55,8
78		↑	52	55	58	57	55	58	59	59	57	66	59,4
79		↑	60	56	55	53	54	57	52	58	56	64	57,6
80		↑	54	52	58	57	53	54	55	55	55	62	55,8
Celkový průměr													58,2

$$\alpha_w = 1 \qquad \alpha_t = 0,90$$

$$s_r = 2,75 \text{ MPa} \qquad V_x = 0,05$$

$$m_x = 58,2 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1,67$$

$$\text{charakteristická pevnost} \quad f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = 53,6 \text{ MPa}$$

**PŘÍLOHA 2.1.** (pokračování)Pilíře

Zk. místo	Typ konstrukce	Směr úderu	Odskok tvrdoměru <i>a</i>								Průměr	f <sub>be</sub> [MPa]	f <sub>be</sub> a <sub>t</sub> a <sub>w</sub> [MPa]
P I L Í Ř E													
81	Pilíře	→	53	52	50	53	54	55	52	51	53	65	58,5
82		→	51	52	55	50	53	51	50	54	52	63	56,7
83		→	50	49	51	52	53	55	51	52	52	63	56,7
84		→	50	54	52	53	55	52	50	54	53	65	58,5
85		→	51	52	50	52	54	51	50	55	52	63	56,7
89		→	50	50	52	51	52	53	52	51	51	61	54,9
90		→	51	52	53	54	52	54	52	50	52	63	56,7
91		→	50	48	51	50	51	53	52	53	51	61	54,9
92		→	51	52	54	52	54	52	55	50	53	65	58,5
93		→	56	54	53	54	53	52	51	52	53	65	58,5
94	→	51	52	54	52	49	51	50	49	51	61	54,9	
Celkový průměr												56,9	

$$\alpha_w = 1 \quad \alpha_t = 0,90$$

$$s_r = 1,43 \text{ MPa} \quad V_x = 0,03$$

$$m_x = 56,9 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1,72$$

$$\text{charakteristická pevnost} \quad f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = \mathbf{54,4 \text{ MPa}}$$

Opěry

Zk. místo	Typ konstrukce	Směr úderu	Odskok tvrdoměru <i>a</i>								Průměr	<i>f</i> <sub>be</sub> [MPa]	<i>f</i> <sub>be a t a w</sub> [MPa]
O P Ě Ř Y													
86	Opěry	→	50	48	49	51	55	56	52	51	52	63	56,7
87		→	53	52	53	54	53	52	50	52	52	63	56,7
88		→	50	54	57	58	57	55	54	53	55	69	62,1
95		→	54	52	53	54	52	51	54	50	53	65	58,5
96		→	55	54	52	53	55	52	50	51	53	65	58,5
97		→	51	53	54	52	53	51	50	55	52	63	56,7
Celkový průměr													58,2

$$\alpha_w = 1 \quad \alpha_t = 0,90$$

$$s_r = 1,92 \text{ MPa} \quad V_x = 0,03$$

$$m_x = 58,2 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1,77$$

$$\text{charakteristická pevnost} \quad f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = \mathbf{54,8 \text{ MPa}}$$

**PŘÍLOHA 2.2.**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE  
EV. Č. 121-007 PŘES VLTAVU**

**DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU**

Vypracoval: Ing. Tomáš Mandlík, Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 8 stran)

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

Provedení zkoušky : 20. 5. 2015  
 Značení vzorků : viz tabulka 1  
 Identifikace vzorků : Zkoušeny byly vývrty o cca Ø 75 mm,  
 výsledky zkoušek jsou uvedeny v tabulce 2 a 3  
 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 20°C, vlhkost 48 %  
 Provedl : Pavel Borodáč

**Tabulka 1:** Popis vývrtů - oblouky

Označení vývrtu	délka /průměr vývrtu [mm]	Popis struktury betonu
<b>Most Vltava</b>		
V1 Stěna 2 ks	170/Ø75 (70, 100)	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 22 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 6 mm. Ve vývrtu zastižena výztuž (průměr/ tloušťka krytí k čelu vývrtu) Roxor Ø10/25, Roxor Ø22/50. V hl. 170 mm otisk chráničky, průměr nelze určit.
V2 Opěra	310/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 45 mm a HDK max. velikost zrna do 55 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 10 mm. Ve vývrtu zastižena výztuž (průměr/ tloušťka krytí k čelu vývrtu) Roxor Ø zřejmě 22–30 (nelze přesněji určit)/75. V hl. 30 mm příčná trhлина š. 0,1 mm a dl. 35 mm. V hl. 230 mm zachycena dutina se dřevem průměru 6 mm.
V3 Stěna L	200/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 32 mm a HDK max. velikost zrna do 40 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 4 mm. Na čele vývrtu částečný otisk bednění.
V4 L	170/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 22 mm a HDK max. velikost zrna do 22 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 4 mm. Na čele vývrtu otisk bednění. V hl. 165 mm otisk chráničky.
V5 P	200/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 32 mm a HDK max. velikost zrna do 35 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 9 mm.
V6 P	85/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 22 mm a HDK max. velikost zrna do 40 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 3 mm. V hl. 15 mm příčná trhлина š. 0,1 – 0,2 mm a dl. 60 mm.
V7 L	225/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 32 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 7 mm.
V8 P	140/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 11 mm a HDK max. velikost zrna do 45 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 5 mm. Na čele vývrtu otisk bednění.
V9 P	175/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 16 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 7 mm. Na čele vývrtu otisk bednění.



V10 L	200/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 22 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 9 mm.
V11 L	140/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 8 mm a HDK max. velikost zrna do 45 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 4 mm. Ve vývrtu zastížena výztuž (průměr/ tloušťka krytí k čelu vývrtu) ROXOR Ø8/45. Na čele vývrtu otisk bednění.
V12 Opěra L	120/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 70 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 10 mm. Na čele vývrtu 2 trhliny š. 0,1 mm a dl. 15 a 20 mm. Do hl. 10 mm jemnozrnný beton. Od hl. 5 do 20 mm zaznamenán špatně zhutněný beton.

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



**Foto 1:** Celkový pohled na vývrty V1 až V3 (Vltava)

**PŘÍLOHA 2.2.** (pokračování)



**Foto 2:** Celkový pohled na vývrty V4 – V6 (Vltava)



**Foto 3:** Celkový pohled na vývrty V7 – V9 (Vltava)



**PŘÍLOHA 2.2.** (pokračování)



**Foto 4:** Celkový pohled na vývrty V10 – V12 (Vltava)

## PŘÍLOHA 2.2. (pokračování)

Tabulka 2: Výsledky zkoušky pevnosti betonu v tlaku na vývrtech - komory

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 l	Opravný součinitel (štíhlost) $K_c, cyl$	Převodní součinitel (průměr) $K_d, cyl$	Válcová pevnost betonu $f_{c, cyl}$	Převodní součinitel (cyl-cube) $K_{cyl, cube}$	Krychelná pevnost betonu $f_{c, cube}$
		[mm]	[mm]	[mm]		[kg/m <sup>3</sup> ]	[kN]	[MPa]				[MPa]		
V1	V1-B	74,8	77,3	81,7	798	2350	310,0	70,5	1,092	0,877	0,930	57,6	1,211	69,7
V3	V3-A	74,8	76,8	80,6	821	2440	263,0	59,8	1,078	0,874	0,930	48,6	1,225	59,6
	V3-B	74,8	74,4	78,1	785	2410	348,0	79,2	1,044	0,865	0,930	63,7	1,202	76,5
Průměr vzorek V3:						2430						63,7		76,5
V4	V4-A	74,8	72,5	75,2	758	2380	239,0	54,4	1,005	0,852	0,930	43,1	1,232	53,1
	V4-B	74,8	75,2	78,9	795	2410	230,0	52,3	1,055	0,868	0,930	42,2	1,233	52,1
Průměr vzorek V4:						2400						42,7		52,6
V5	V5-B	74,8	73,7	79,8	787	2440	231,0	52,6	1,067	0,871	0,930	42,6	1,233	52,5
	V5-C	74,7	75,9	80,3	806	2430	278,0	63,4	1,075	0,873	0,930	51,5	1,221	62,9
Průměr vzorek V5:						2440						47,0		57,7
V6	V6	74,7	53,9	57,7	583	2470	286,0	65,3	0,772	0,772	0,930	46,9	1,228	57,6
V7	V7-A	74,8	72,5	76,6	781	2460	277,0	63,0	1,024	0,858	0,930	50,3	1,223	61,5
	V7-B	74,6	75,5	79,2	808	2450	289,0	66,1	1,062	0,869	0,930	53,5	1,218	65,1
Průměr vzorek V7:						2460						51,9		63,3
V8	V8-B	74,8	74,6	77,7	811	2480	300,0	68,3	1,039	0,863	0,930	54,8	1,215	66,6
V9	V9-B	74,7	79,8	82,8	855	2450	267,0	60,9	1,108	0,881	0,930	49,9	1,223	61,1
V10	V10-A	74,9	74,9	78,3	789	2400	234,0	53,1	1,045	0,865	0,930	42,7	1,233	52,7
	V10-B	74,9	73,7	79,0	791	2440	249,0	56,5	1,055	0,868	0,930	45,6	1,229	56,0
Průměr vzorek V10:						2420						44,2		54,4
V11	V11-A	74,8	76,8	81,9	822	2440	264,0	60,1	1,095	0,878	0,930	49,1	1,224	60,0
Průměr ze všech vzorků:						2430						49,9		60,6
Směrodatná odchylka:						35,7						6,3		7,0
Variační koeficient [% ]:						1,5						12,6		11,6

## Vysvětlivky k tabulce:

	Zkušební vzorek obsahoval výztuž (podrobně viz Struktura a Popis vývrtů). Objemové hmotnosti vzorků jsou přítomností výztuže ovlivněny.
	Zkušební vzorek byl porušen nevhodným způsobem. Výsledek zkoušky není započten do celkového průměru.
	Zkušební vzorek nesplňuje požadavek ČSN EN 12504-1 na poměr velikosti max. zrna kameniva k průměru vývrtu (max. 1 : 3).

## Nejistota měření:

Rozšířená nejistota měření pevnosti v tlaku je 2,0 MPa.

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

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

**PŘÍLOHA 2.2. (pokračování)****Posouzení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci zkoušením vývrtů**

(ČSN EN 13791, čl. 7.3.3 – Postup B)

Počet zkoušek **n**: 14Krajní mez **k** příslušející malému počtu zkoušek (v závislosti na **n**): 5

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

 $f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 60,6 - 5 = 55,6 \text{ MPa}$       nebo       $f_{ck, is} = f_{is, min.} + 4 = 52,7 + 4 = 56,7 \text{ MPa}$ Kritérium shody dle tab. 1, ČSN EN 13791 pro beton pevnostní třídy C 50/60 $f_{ck, is, cube} = 55,6 > 51 \text{ MPa} = f_{ck, is, cube}$  (min. charakt. pevnost betonu, ČSN EN 13791, tab. 1)Minimální charakteristická pevnost betonu C 50/60  $f_{ck, is, cube} = 51 \text{ MPa}$ .Minimální charakteristická pevnost zkoušeného betonu  $f_{ck, is, cube} = 55,6 \text{ MPa}$ .Minimální charakteristická pevnost betonu C 55/67  $f_{ck, is, cube} = 57 \text{ MPa}$ .**Beton komor splňuje požadavky pevnostní třídy C 50/60.****Značky a zkratky:**

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

**Pozn.: Pevnost betonu a zatřídění do pevnostní třídy je provedeno pro aktuální stáří konstrukce.**

**PŘÍLOHA 2.2. (pokračování)****Tabulka 3: Výsledky zkoušky pevnosti betonu v tlaku na vývrtech - opěry**

Vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Výška vzorku po zakončení	Hmotnost	Objem. hmot.	Max. tlak. síla F	Pevnost betonu na vývrtu $f_{c, core}$	Štíhl. poměr 1	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]		[kg/m <sup>3</sup> ]	[kN]	[MPa]				[MPa]		
<b>V2</b>	V2-B	74,7	71,9	75,5	745	2370	186,0	42,4	1,011	0,854	0,930	33,7	1,243	41,9
	V2-C	74,8	77,9	82,5	812	2380	201,0	45,7	1,103	0,880	0,930	37,4	1,239	46,4
<b>Průměr vzorek V2:</b>						<b>2380</b>						<b>35,6</b>		<b>44,1</b>
<b>V12</b>	V12-A	74,8	74,8	80,4	795	<b>2420</b>	279,0	63,5	1,075	0,873	0,930	<b>51,5</b>	1,221	<b>62,9</b>
<b>Průměr ze všech vzorků:</b>						<b>2390</b>						<b>40,9</b>		<b>50,4</b>
<b>Směrodatná odchylka:</b>						26,5						9,4		<b>11,1</b>
<b>Variační koeficient [%]:</b>						1,1						23,0		<b>22,0</b>

**Vysvětlivky k tabulce:**

	Zkušební vzorek obsahoval výztuž (podrobně viz Struktura a Popis vývrtů). Objemové hmotnosti vzorků jsou přítomností výztuže ovlivněny.
	Zkušební vzorek byl porušen nevhodným způsobem. Výsledek zkoušky není započten do celkového průměru.
	Zkušební vzorek nesplňuje požadavek ČSN EN 12504-1 na poměr velikosti max. zrna kameniva k průměru vývrtu (max. 1 : 3).

Nejistota měření:

Rozšířená nejistota měření pevnosti v tlaku je 2,0 MPa.

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

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

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

(ČSN EN 13791, čl. 7.3.3 – Postup B)

Počet zkoušek **n**: 3Krajní mez **k** příslušející malému počtu zkoušek (v závislosti na **n**): 7

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

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 50,4 - 7 = 43,7 \text{ MPa} \quad \text{nebo} \quad f_{ck, is} = f_{is, min.} + 4 = 41,9 + 4 = 45,9 \text{ MPa}$$

Kritérium shody dle tab. 1, ČSN EN 13791 pro beton pevnostní třídy C 50/60

$$f_{ck, is, cube} = 43,7 > 43 \text{ MPa} = f_{ck, is, cube} \text{ (min. charakt. pevnost betonu, ČSN EN 13791, tab. 1)}$$

Minimální charakteristická pevnost betonu C 40/50  $f_{ck, is, cube} = 43 \text{ MPa}$ .Minimální charakteristická pevnost zkoušeného betonu  $f_{ck, is, cube} = 43,7 \text{ MPa}$ .Minimální charakteristická pevnost betonu C 45/55  $f_{ck, is, cube} = 47 \text{ MPa}$ .**Beton opěr 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 NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE  
EV. Č. 121-007 PŘES VLTAVU**

**STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI A NASÁKAVOSTI BETONU**

Vypracoval: Ing. Tomáš Mandlík

(celkem 2 strany)

**PŘÍLOHA 2.3.****STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI A NASÁKAVOSTI BETONU**

Datum zkoušky	:	19. - 26. 5. 2015
Zkoušku provedl	:	Ing. Tomáš Mandlík
Zkušební vzorky	:	odřezky jádrových vývrtů o Ø 84 mm
Prostředí zkoušky	:	teplota vzduchu 20°C, teplota vody 20°C, teplota v sušárně 110°C
Zatěžovací stroj	:	Sušárna HS 202 metrologické číslo P 10 001 T Váhy KERN 101 kg metrologické číslo P 04 008 M

Výpočet nasákavosti proveden dle vztahu:

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

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

**Tabulka 1:** Stanovení objemové hmotnosti a nasákavosti betonu

Označení vzorků	Hmotnost nasycené [g]	Hmotnost hydrostaticky vážené [g]	Hmotnost vysušené [g]	Objemová hmotnost z hydrostatického vážení [kg.m <sup>-3</sup> ]	Nasákavost [%]
<b>V1-A</b>	311	187	296	<b>2500</b>	<b>5,1</b>
<b>V2-A</b>	1141	661	1081	<b>2370</b>	<b>5,6</b>
<b>V3-C</b>	406	240	391	<b>2440</b>	<b>3,8</b>
<b>V5-A</b>	269	160	257	<b>2460</b>	<b>4,7</b>
<b>V7-C</b>	563	335	542	<b>2460</b>	<b>3,9</b>
<b>V8-A</b>	568	343	544	<b>2520</b>	<b>4,4</b>
<b>V9-A</b>	801	485	766	<b>2530</b>	<b>4,6</b>
<b>V10-C</b>	344	198	319	<b>2350</b>	<b>7,8</b>
<b>V11-B</b>	364	216	346	<b>2450</b>	<b>5,2</b>
<b>V12-B</b>	191	114	184	<b>2480</b>	<b>3,8</b>

**Nejistota měření:**

Rozšířená nejistota měření nasákavosti je 1,0 %.

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

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



**PŘÍLOHA 2.4.**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE  
EV. Č. 121-007 PŘES VLTAVU**

**CHEMICKÝ ROZBOR BETONU**

Vypracoval: Ing. Daniel Dobiáš Ph.D.

(celkem 3 strany)

## PŘÍLOHA 2.4.

**STANOVENÍ CHLORIDOVÝCH IONTŮ V BETONU****Tabulka 1: Komory**

Způsob odběru	Místo odběru	Upřesnění odběru vzorků	Označení vzorku	Typ betonu pro hodnocení	Chloridy Cl <sup>-</sup> v % hmotnosti suchého vzorku betonu	Hloubka odběru [mm]	Přepočet obsahu Cl <sup>-</sup> na cement v množství přibližně 420 kg v 1 m <sup>3</sup> betonu [%]
V R T Á N Í	Komora, EXT.		CH1-1	železobeton	0,004	0-15	0,02
			CH1-2	železobeton	0,001	15-30	0,01
	Konzola		CH2-1	železobeton	0,002	0-15	0,01
			CH2-2	železobeton	0,001	15-30	0,01
	Konzola		CH3-1	železobeton	0,013	0-15	0,07
			CH3-2	železobeton	0,004	15-30	0,02
	Konzola		CH4-1	železobeton	0,002	0-15	0,01
			CH4-2	železobeton	0,001	15-30	0,01
	Komora, EXT.		CH5-1	železobeton	0,005	0-15	0,03
			CH5-2	železobeton	0,001	15-30	0,01
	Konzola		CH6-1	železobeton	0,002	0-15	0,01
			CH6-2	železobeton	0,001	15-30	0,01
	Konzola		CH7-1	železobeton	0,001	0-15	0,01
			CH7-2	železobeton	0,001	15-30	0,01
	Komora, INT.		CH11-1	železobeton	0,001	0-15	0,01
			CH11-2	železobeton	0,001	15-30	0,01
	Komora, INT.		CH12-1	železobeton	0,001	0-15	0,01
			CH12-2	železobeton	0,001	15-30	0,01
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 0-15 mm							0,02
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 15-30 mm							0,01

Průměrná objemová hmotnost betonu stanovená z odebraných jádrových vývrtů je 2420 kg/m<sup>3</sup>**Tabulka 2: Oblast v okolí silnice**

Způsob odběru	Místo odběru	Upřesnění odběru vzorků	Označení vzorku	Typ betonu pro hodnocení	Chloridy Cl <sup>-</sup> v % hmotnosti suchého vzorku betonu	Hloubka odběru [mm]	Přepočet obsahu Cl <sup>-</sup> na cement v množství přibližně 420 kg v 1 m <sup>3</sup> betonu [%]
V R T Á N Í	Pilíř P2		CH8-1	železobeton	0,001	0-15	0,01
			CH8-2	železobeton	0,001	15-30	0,01
	Opěra OP1		CH9-1	železobeton	0,011	0-15	0,07
			CH9-2	železobeton	0,012	15-30	0,08
	Opěra OP5		CH10-1	železobeton	0,05	0-15	0,34
			CH10-2	železobeton	0,032	15-30	0,22
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 0-15 mm							0,14
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 15-30 mm							0,10

Průměrná objemová hmotnost betonu stanovená z odebraných jádrových vývrtů je 2420 kg/m<sup>3</sup>

**PŘÍLOHA 2.4.** (pokračování)**Tabulka 3:** Vyhodnocení

<b>Konstrukce</b>	<b>Vrstva hloubky odběru vzorku</b>	<b>Průměrný obsah Cl<sup>-</sup> ( % hm.) vztaženo na hmotnost cementu</b>	<b>Limitní hodnota dle</b>	<b>Splnění kritéria</b>
	<b>[ mm ]</b>		<b>ČSN EN 206-1</b>	
<b>Komory</b>	0 – 15	0,02	0,2%	<b>Vyhovuje</b>
	15 – 30	0,01	0,2%	<b>Vyhovuje</b>
<b>Opěry a pilíře</b>	0 – 15	0,14	0,4%	<b>Vyhovuje</b>
	15 – 30	0,10	0,4%	<b>Vyhovuje</b>

**PŘÍLOHA 2.5.**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE  
EV. Č. 121-007 PŘES VLTAVU**

**POROVNÁNÍ HLOUBKY KARBONATACE A KRYCÍ VRSTVY BETONU**

Vypracoval: Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 5 stran)

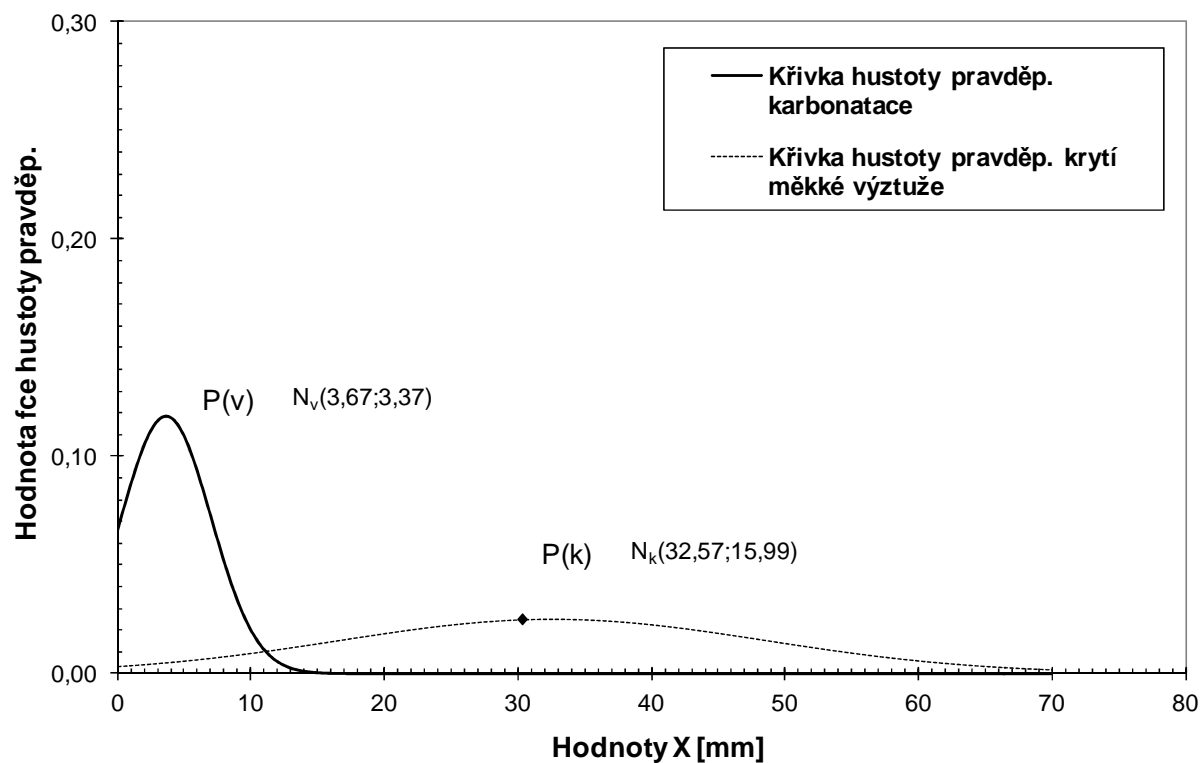
**Tabulka 1:** Hodnoty hloubky karbonatace, KOMORY

**Tabulka 2: Hodnoty krycí vrstvy, KOMORY**

[illegible]

**PŘÍLOHA 2.5.** (pokračování)

**Komory, most přes Vltavu** - srovnání hustoty pravděpodobnosti karbonátce a krytí výztuže - normální rozdělení náhodných veličin



**Obr. 1:** Porovnání hloubky karbonátce a krycí vrstvy výztuže, KOMORY

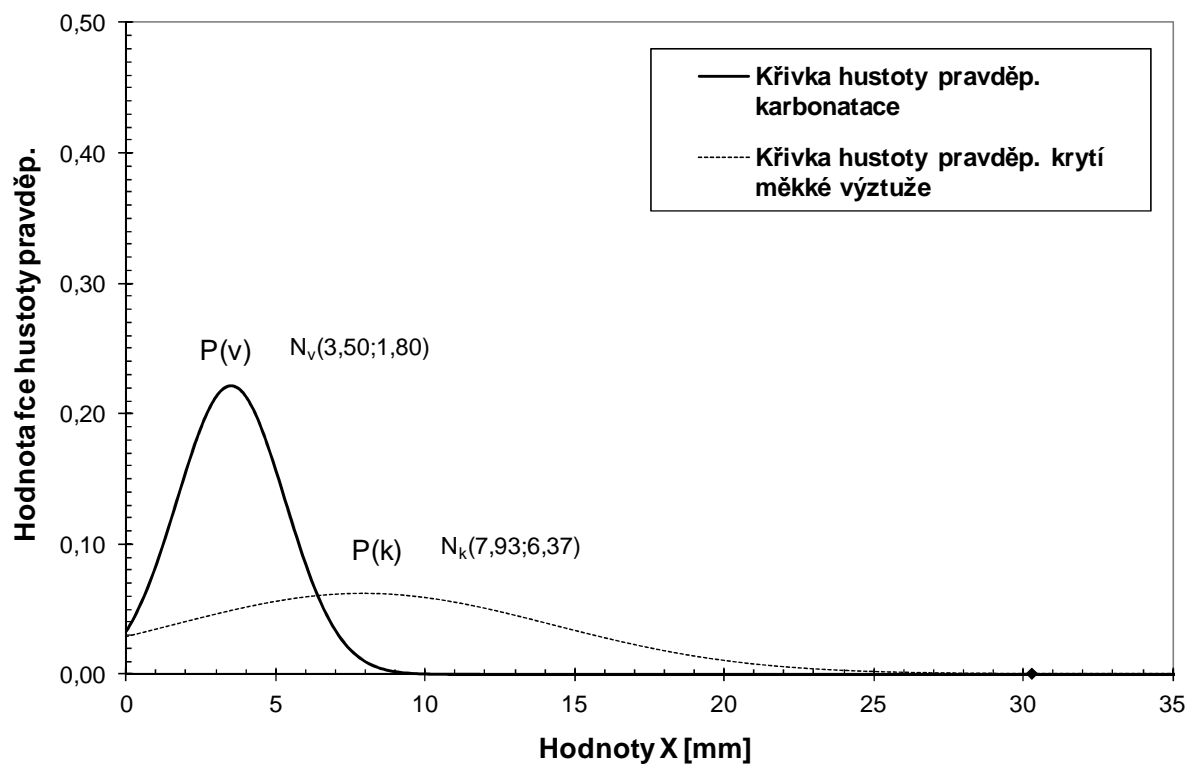
**Tabulka 1:** Hodnoty hloubky karbonátace, KONZOLY

Kategorie [mm]	Četnost výskytu	Konzoly, most přes Vltavu											
		2	4	1	2	5	4	3					
0 - 5	7	2	4	1	2	5	4	3					
6 - 10	1	7											
11 - 15	0												
16 - 20	0												
21 - 25	0												
26 - 30	0												
31 - 35	0												
36 - 40	0												
41 - 45	0												
46 - 50	0												
51 - 55	0												
56 - 60	0												
61 - 70	0												
71 - 80	0												
Průměrná hodnota celková:													3,50
Variační koeficient celkový:													51,5
Směrodat.odchylka celková													1,80

Kategorie [mm]	Četnost výskytu	Konzoly, most přes Vltavu													
		0 - 5	7	0	5	2	4	5	0	4					
6 - 10	3	7	8	9											
11 - 15	2	15	12												
16 - 20	2	20	20												
21 - 25	0														
26 - 30	0														
31 - 35	0														
36 - 40	0														
41 - 45	0														
46 - 50	0														
51 - 55	0														
56 - 60	0														
61 - 70	0														
71 - 80	0														
<b>Průměrná hodnota celková:</b>															7,93
<b>Variační koeficient celkový:</b>															80,4
<b>Směrodat.odchylka celková</b>															6,37

**PŘÍLOHA 2.5.** (pokračování)

**Konzoly, most přes Vltavu** - srovnání hustoty pravděpodobnosti karbonátce a krytí výztuže - normální rozdělení náhodných veličin



**Obr. 2:** Porovnání hloubky karbonátce a krycí vrstvy výztuže, KONZOLY



**PŘÍLOHA 2.6.**

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE  
EV. Č. 121-007 PŘES VLTAVU**

**PEVNOST POVRCHOVÝCH VRSTEV BETONU V PROSTÉM TAHU**

Vypracoval: Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 2 strany)

## PŘÍLOHA 2.6.

Tabulka 1: Hodnoty pevnosti povrchových vrstev v tahu - most Vltava

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]	Charakteristik a porušení
					a	b			
1	komora, ext.	-	beton	6,8	50	50	2500	2,72	B
2	komora, ext.		beton	8,4	50	50	2500	3,36	B
3	římsa		beton	8,2	50	50	2500	3,28	B
4	římsa		beton	9,0	50	50	2500	3,60	B
5	komora, ext.		beton	6,5	50	50	2500	2,60	B
6	komora, ext.		beton	4,5	50	50	2500	1,80	B
7	římsa		beton	7,2	50	50	2500	2,88	B
8	římsa		beton	6,4	50	50	2500	2,56	B
9	komora, ext.		beton	5,4	50	50	2500	2,16	B
10	komora, ext.		beton	6,3	50	50	2500	2,52	B
11	komora, ext.		beton	6,5	50	50	2500	2,60	B
12	komora, ext.		beton	5,3	50	50	2500	2,12	B
13	římsa		beton	5,7	50	50	2500	2,28	B
14	římsa		beton	5,9	50	50	2500	2,36	B
15	římsa		beton	5,5	50	50	2500	2,20	B
16	římsa		beton	7,7	50	50	2500	3,08	B
17	komora, ext.		beton	5,6	50	50	2500	2,24	B
18	komora, ext.		beton	6,3	50	50	2500	2,52	B
19	pilíř 2		beton	5,1	50	50	2500	2,04	B
20	pilíř 2		beton	8,5	50	50	2500	3,40	B
21	opěra 1		beton	3,7	50	50	2500	1,48	B
22	opěra 1		beton	4,5	50	50	2500	1,80	B
23	pilíř 4		beton	5,2	50	50	2500	2,08	B
24	pilíř 4		beton	4,1	50	50	2500	1,64	B
25	komora, int.		beton	10,0	50	50	2500	4,00	B
26	komora, int.		beton	10,5	50	50	2500	4,20	B
Průměr								2,60	
Směrodatná odchylka								0,69	
Celkový průměr								2,60	

Terč	Z
Lepidlo	X
Beton	B

## **PŘÍLOHA 3**

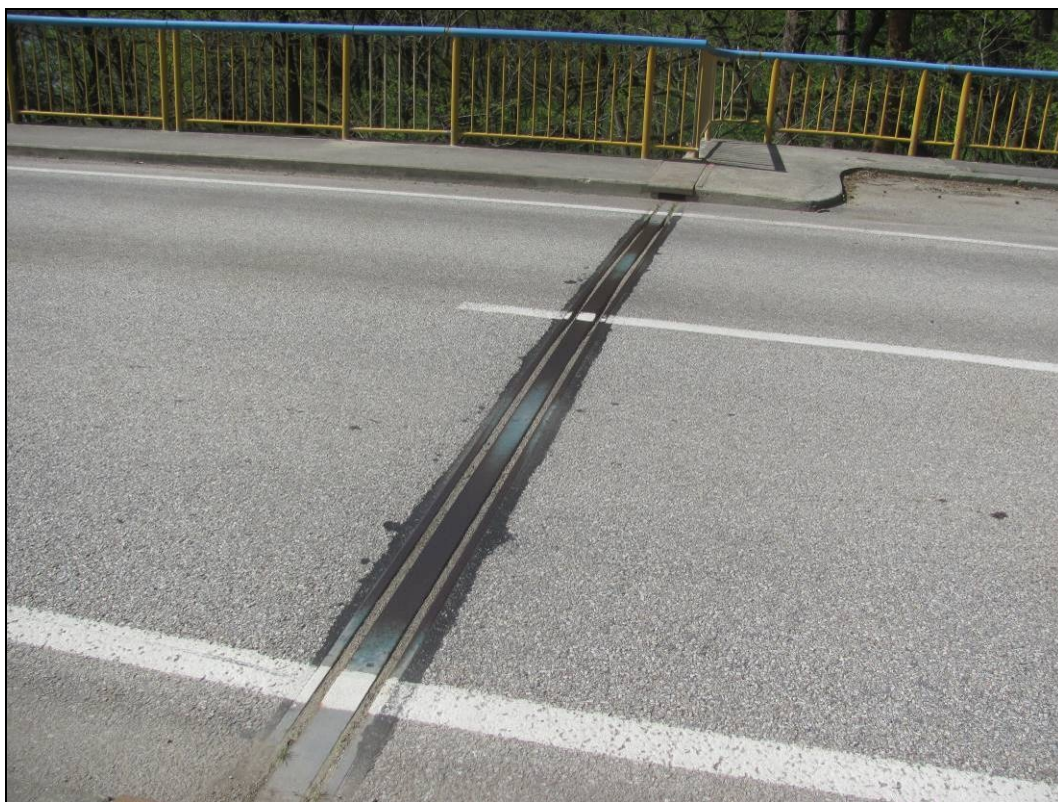
### **STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE EV. Č. 121-007 PŘES VLTAVU**

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

**Opěra OP1 – Zvíkovské Podhradí:**



**Foto 1:** Celkový pohled na předpolí, strana Zvíkovské Podhradí.



**Foto 2:** Pohled na mostní závěr.





**Foto 3:** Celkový pohled na opěru OP1. Viditelné výluhy vlivem zatékání na čele opěry.



**Foto 4:** Pohled na kamenné křídlo opěry (levá strana ve směru staničení), viditelné výluhy vlivem zatékání.





**Foto 5:** Na spodním líci konzoly lokálně dochází k zatékání a k vápenatým výluhům pojiva v místech trhlin nebo pracovních spár. V době prohlídky neaktivní.



**Foto 6:** Pohled na jedno ze dvou hrncových ložisek (NGe 2,5MN). U závěrné zídky v prostoru za ložisky dochází k opadávání omítky.

**Pole 1 (exteriér komor):**



**Foto 7:** Pohled na bok komory v poli 1. Návodní strana. Viditelné pracovní spáry a lokální koroze odhalené výztuže.



**Foto 8:** Pohled na bok komory v poli 1. Povodní strana. Viditelné výluhy způsobené zatékáním v oblasti pracovní spáry na spodním líci konzoly.





**Foto 9:** Detail konce konzoly. Odhalená výztuž, povrchová koroze.

**Pilíř P2:**



**Foto 10:** Pohled na pilíř P2. Viditelná pracovní spára. Koroze ocelových konzol, pravděpodobně sloužících k ukotvení pracovní lávky.





**Foto 11:** Pohled na Píleň 2. Ponechaný vybouraný materiál na horním líci. Lokální povrchová koroze výztuže. Koroze ocelových konzol, pravděpodobně sloužících k ukotvení pracovní lávky.



**Foto 12:** Povrchová až silná koroze odhalené výztuže v horní části pílře.



**Foto 13:** Pata pilíře. Viditelná spára po podřezání, vyplněná tmelem.

**Pole 2 (exteriér komor):**



**Foto 14:** Návodní strana, pole 2. Nerovnosti vzniklé posunem/deformací bednění, svislá pracovní spára, kolem ní je výtok cementového mléka. Štěrková hnízda.





**Foto 15:** Povodní strana, pole 2. Nerovnosti vzniklé posunem/deformací bednění, svislé pracovní spáry. Korodující odvodňovač.



**Foto 16:** Povodní strana, pole 2. Detail zmonolitněného kloubu uprostřed rozpětí. Na površích nebyly nalezeny známky nějakého zjevného poškození.



**Foto 17:** Na spodním líci komor, několik dodatečně vybouraných otvorů. Viditelná štěrková hnízda.



**Foto 18:** Na koncích konzol odhalená výztuž. Zde dochází k povrchové až silné korozi výztuže.



**Pilíř P3 – středový pilíř:**



**Foto 19:** Celkový pohled na pilíř P3.



**Foto 20:** Detail hlavy pilíře P3, viditelná šikmá trhlina či pravděpodobně pracovní spára.

**Pole 3:**



**Foto 21:** Návodní strana, pole 3. Nerovnosti vzniklé posunem/deformací bednění, svislé a vodorovné pracovní spáry.



**Foto 22:** Povodní strana, pole 3. Nerovnosti vzniklé posunem/deformací bednění, svislé a vodorovné pracovní spáry. Výkvěty v oblasti těchto spár.





**Foto 23:** Nefunkční odvodňovač, zatékání na bok komory. Povodní strana.



**Foto 24:** Nerovnosti vzniklé posunem/deformací bednění, svislé pracovní spáry. Výkvěty v oblasti těchto spár a kolem odvodňovače. Nedohutněné místo nebo spíše odtok cementového mléka s odhaleným hrubým kamenivem.



**Foto 25:** Návodní strana, pole 3. Detail zmonolitného kloubu uprostřed rozpětí. Na površích nebyly nalezeny známky nějakého zjevného poškození.



**Foto 26:** Pohled na spodní líc zmonolitného kloubu. Na površích nebyly nalezeny známky nějakého zjevného poškození.



**Pilíř P4:**



**Foto 27:** Pohled na pilíř P4.



**Foto 28:** Hlava pilíře P4, detail výraznější koroze odhalené výztuže.



**Foto 29:** Detail prováděných zkoušek u paty pilíře, viditelná zatmelená spára po podřezání.

**Pole 4:**



**Foto 30:** Návodní strana, pole 4. Nerovnosti vzniklé posunem/deformací bednění, svislé a vodorovné pracovní spáry.





**Foto 31:** Povodní strana, pole 4. Nerovnosti vzniklé posunem/deformací bednění, svislé a vodorovné pracovní spáry.



**Foto 32:** Na spodním líci konzoly dochází k odpadávání betonové krycí vrstvy vlivem koroze výztuže.



**Foto 33:** Na dolní hraně komory je nedohutněné místo nebo spíš odtok cementového mléka s odhaleným hrubým kamenivem.

**Opěra OP5 - Kučer:**



**Foto 34:** Celkový pohled na opěru OP5. Viditelné výluhy po zatékání na čele opěry. Zejména pod spárou úložného prahu. V době prohlídky neaktivní





**Foto 35:** Detail svislé trhliny šířky 0,2 mm do výšky 2 m, od paty opěry.



**Foto 36:** Detail křídla opěry, návodní strana. Zatékání vlivem nefunkčního odvodňovače a přes konzoly. Výkvěty na kamenném zdivu.

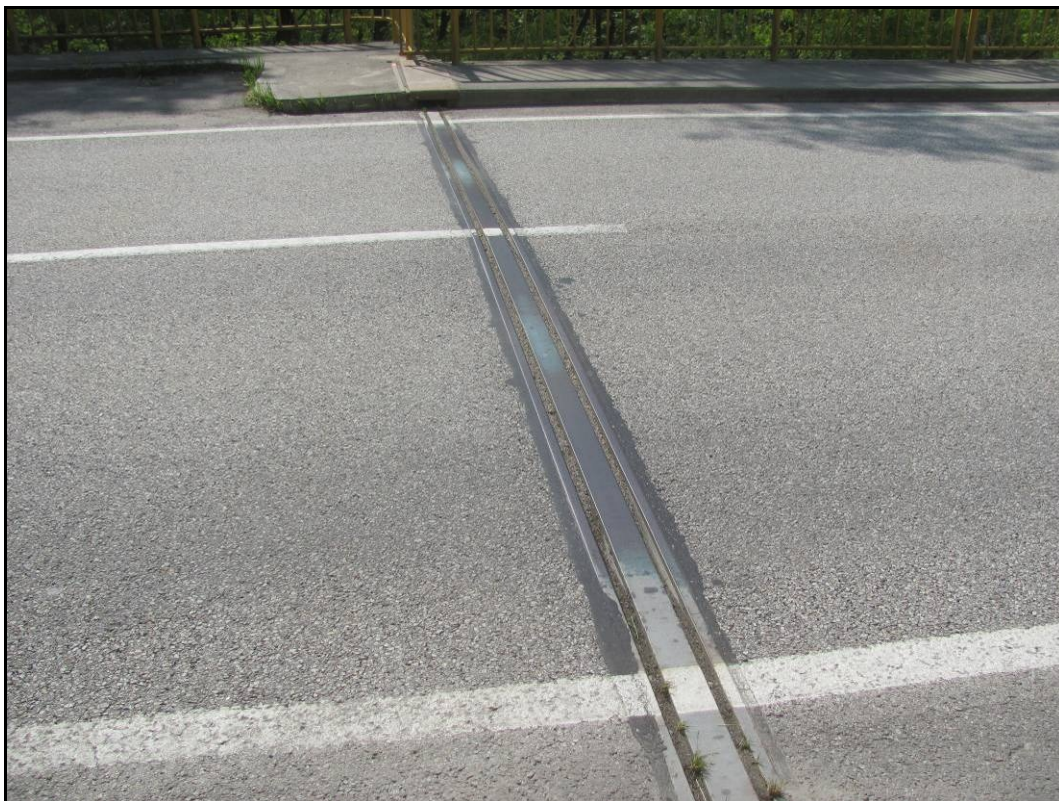


**Foto 37:** Pohled na jedno ze dvou hrncových ložisek (NGe 2,5MN). Špatně čitelný ukazatel posunu ložiska a roztržený ochranný pás.



**Foto 38:** Celkový pohled na předpolí směr Kučeř.





**Foto 39:** Detail mostního závěru.

**Interiér komory 1:**



**Foto 40:** Detail interiéru komory 1. Viditelná volné předpínací kabely. Nestabilní schodiště a lávky umožňující přechod mezi jednotlivými poli nad pilířem.



**Foto 41:** Detail zmonolitněného kloubu v poli 2.



**Foto 42:** Detail zmonolitněného kloubu v poli 3.





**Foto 43:** Nově instalovaný snímač pro měření napětí ve volných kabelech.



**Foto 44:** Pohled do vnitřní dutiny pilíře P3.



**Foto 45:** Detail trhliny šířky 0,05 – 0,15 mm v jednom z příčných kotevních prahů.



**Foto 46:** Provádění zkoušek uvnitř komory, uspořádání volných kabelů.



**Interiér komory 2:**



**Foto 47:** Uvnitř komory 2, lokálně viditelná koroze betonářské výztuže.



**Foto 48:** Detail lokální koroze deviátorů.



**Foto 49:** Detail zmonolitněného kloubu v poli 2, viditelná štěrková hnízda v podhledu. Obnažená betonářská výztuž, povrchová koroze.



**Foto 50:** Detail zmonolitněného kloubu v poli 3.





**Foto 51:** Detail štěrkových hnízd na boku vnitřku komory.



**Foto 52:** Nezajištěný vlez do pilře P4.



**Foto 53:** Na stropě komory výluhy v oblasti trhliny šířky 0,1 – 0,15 mm, tvorba výkvětů. V době prohlídky byly průsaky neaktivní.

**Komory pod mostními závěry:**



**Foto 54:** Pohled do komory pod mostním závěrem, Zvíkovské Podhradí.  
Lokální výluhy způsobené zatékáním. V době prohlídky neaktivní.





**Foto 55:** Pohled do komory pod mostním závěrem, Kučeř.  
Lokální výluhy způsobené zatékáním. V době prohlídky neaktivní.



**Mostní svršek a zábradlí:**



**Foto 56:** Pohled na mostní svršek/vozovku.



**Foto 57:** Lokální výtluky na vozovce v asfaltobetonové vrstvě.





**Foto 58:** Detail zálivek podél a na chodnících, místy lokálně netěsné, dochází k zatékání na římsy.



**Foto 59:** Detail degradace nátěru zábradlí a jeho povrchová koroze.



**Foto 60:** Prohlízkací souprava a náletové dřeviny bránící pojezdu prohlídkové kabiny.

## **PŘÍLOHA 4**

### **STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE EV. Č. 121-007 PŘES VLTAVU**

#### **VÝSLEDKY MĚŘENÍ VOLNÝCH KABELŮ**



Číslo zakázky: 15040004000

Číslo dokumentu: 2

Číslo výtisku: 1

## **Zvukov, kontrolní měření předpětí kabelů v mostní konstrukci**

Měření napětí v kabelech mostu 121-007  
přes řeku Vltavu





Číslo zakázky:

15040004000

Číslo dokumentu:

2

**Zakázka:** Zvukov, kontrolní měření předpětí kabelů v mostní konstrukci**Dokument:** Měření napětí v kabelech mostu 121-007 přes řeku Vltavu**Objednatel:** České vysoké učení technické v Praze Fakulta stavební**Zhotovitel:** INSET s.r.o., Divize Ostrava, Rudná 21, 700 30 Ostrava

Tel.: +420 596 123 565, e-mail: ostrava@inset.com

**Odpovědný řešitel:**

RNDr. Pavel Obluk

**Ředitel divize:**

Ing. Jiří Tkáč

**Dokument vypracovali:**doc. RNDr. Andrej Jaroševič, PhD.  
RNDr. Pavel Obluk**Měření provedli:**Ing. Josef Turčák  
Ing. Peter Kurota**Výstupní kontrola:**

Ing. Dáša Praisová

**Rozdělovník:** 1-3  
0České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební  
spisovna INSET s.r.o.

## OBSAH:

1. ÚVOD .....	4
1.1. Identifikační údaje .....	4
2. Předmět měření .....	4
3. Realizace zkoušky .....	4
3.1. Metodika měření .....	4
3.2. Dodatečně navinuté snímače .....	5
4. Výsledky měření .....	6
5. Závěr .....	7

# 1. ÚVOD

## 1.1. Identifikační údaje

Objednatel: České vysoké učení v Praze, Fakulta stavební  
Číslo smlouvy objednatele: 3126050027 ze dne 5. 5 .2015  
Číslo smlouvy zhotovitele: 15040004000-01

# 2. Předmět měření

Měření síly ve volně vedených kabelech K23.

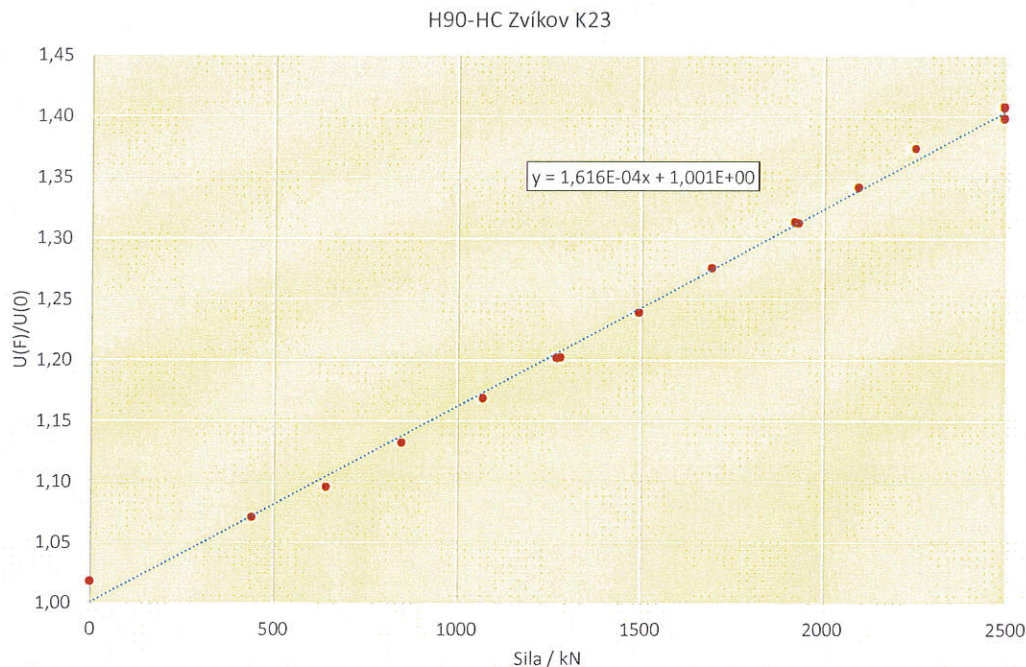
# 3. Realizace zkoušky

## 3.1. Metodika měření

Metodika měření vychází z grafu na obr. 1, kde je znázorněn průběh relativní změny výstupního napětí původní analogové měřicí aparatury od síly v kabelu. Tato závislost byla odměřena při napínání kabelu.

Protože výstupní napětí je získáno integrací napětí indukovaného v snímacím vinutí EM snímače, je úměrné magnetickému indukčnímu toku. Pokud vypočítáme relativní změnu výstupního napětí vůči výstupnímu napětí při nulové síle, dostaneme hodnotu  $1,616 \cdot 10^{-4} / \text{kN}$ . Tato hodnota představuje relativní citlivost EM snímače ve zvoleném pracovním bodě. Stejnou hodnotu bychom dostali, pokud bychom místo výstupního napětí použili hodnoty magnetického indukčního toku, protože  $TOK = TC \cdot U_{\text{výst.}}$ . Při měření v roce 1994 byl použit pracovní bod  $IMEAN = 5,25 \text{ A}$ .





Obr. 1 Relativní změna výstupního napětí aparatury jako funkce síly pro I<sub>MEAN</sub> = 5,25A. Výstupní napětí aparatury se změní při změně síly o 1 kN o 0,016%.

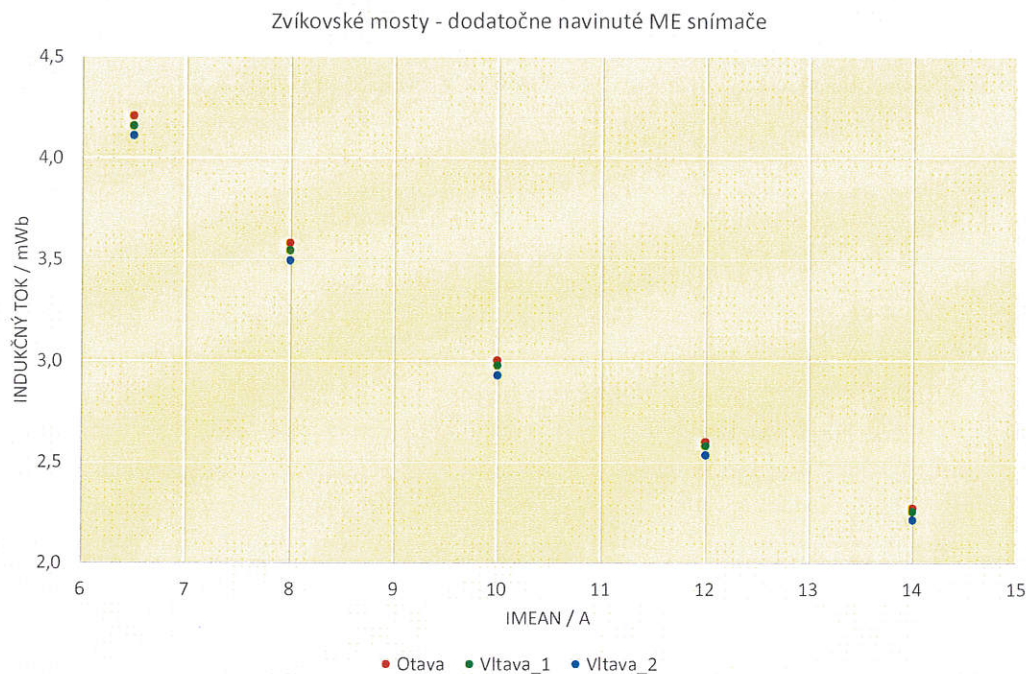
Pokud známe hodnotu relativní citlivosti EM snímače, můžeme poměrně jednoduše a přesně stanovit odchylku síly v libovolném kabelu stejného typu od síly v referenčním kabelu, v kterém hodnotu síly známe. Pro tento účel je potřebné na referenční kabel nainstalovat (v tomto případě dodatečně navinout) referenční EM snímač a odměřit magnetický tok (moderní aparatury už měří přímo magnetický tok), nejlépe ve více pracovních bodech. Potom se stejné EM snímače navinou na kabely, v nichž je třeba zjistit hodnotu síly vzhledem k referenčnímu kabelu, a porovnájí se jejich toky.

### 3.2. Dodatečně navinuté snímače

Dne 11.5.2015 byly na kabelech mostu 121-007 dodatečně navinuty 2 EM snímače stejné konstrukce jako snímače na mostě 121-006. Na mostě 121-006 byl navinut referenční snímač umožňující navázání měření a určení hodnoty síly.

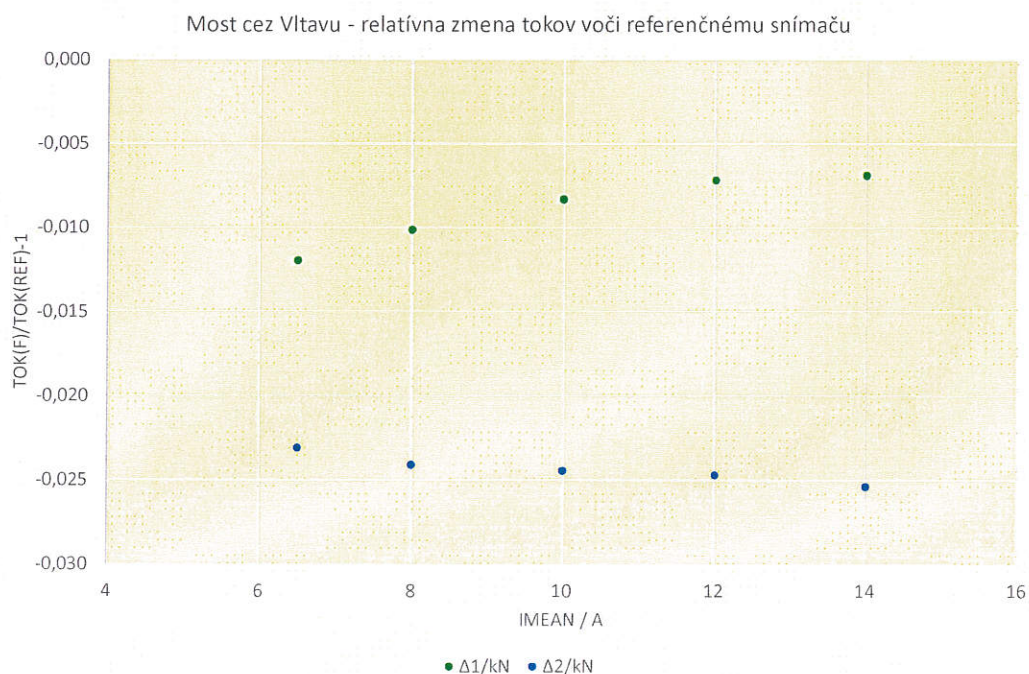
Na obr. 2 je znázorněn průběh magnetického indukčního toku referenčního EM snímače navinutého na kabel K23 na mostě přes Otavu v blízkosti starého EM snímače H90-HC z roku 1994, zároveň s průběhem indukčního toku dodatečně navinutých snímačů na kabelech K23 na mostě přes Vltavu.





Obr. 2 Dodatečně navinuté ME snímače na kabelech K23. Magnetický indukční tok jako funkce pracovního bodu IMEAN

## 4. Výsledky měření



Obr. 3 Relativní změna indukčního toku snímačů na mostě přes Vltavu vůči indukčnímu toku referenčního snímače na mostě přes Otavu. Při relativní citlivosti  $1,616 \times 10^{-4} \text{ kN}$  je v pracovním bodě  $\text{IMEAN}=6,5 \text{ A}$  ekvivalentní odchylka síly v kabelech K23 na mostě přes Vltavu menší než  $-143 \text{ kN}$ . Pro pracovní bod  $\text{IMEAN}=5,25 \text{ A}$  bude ještě menší.

## 5. Závěr

Síla v kabelech K23 na mostě přes Vltavu je v rámci nejistoty měření (asi +/-5% vlivem rozptylu magnetických vlastností lan a vlivem teploty) stejná jako v kabelech K23 na mostě přes Otavu.

Dne 19. 5. 2015

V Šali

doc. RNDr. Andrej Jaroševič, PhD.

V Ostravě



RNDr. Pavel Obluk