

**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 052**

Datum vydání zprávy
29. 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. 121-006 PŘES OTAVU**

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. 121-006 přes Otavu.

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 VSTEV V PROSTÉM TAHU	9
3.8. STANOVENÍ OBJEMOVÉ HMOTNOSTI A NASÁKAVOSTI BETONU	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	20
4.3.3. Nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku	20
4.3.4. Pevnost betonu v tlaku – shrnutí	21
4.3.5. Porovnání hloubky karbonatace betonu a tloušťky krycí vrstvy výztuže	22
4.3.6. Pevnost povrchových vrstev betonu v prostém tahu.....	24
4.3.7. Stanovení objemové hmotnosti a nasákavosti betonu.....	24
4.3.8. Stanovení obsahu chloridů v betonu	25
4.4. VÝZTUŽ.....	26
4.4.1. Výpočtové charakteristiky výztuže	26
4.4.2. Doplnění informací o vyztužení nedestruktivním měřením	27
4.5. MĚŘENÍ SIL VE VOLNÝCH KABELECH	27
5. SHRNUÍ A ZÁVĚRY	28
6. SEZNAM PŘÍLOH.....	33

PŘÍLOHA 1: Výkresová dokumentace

PŘÍLOHA 2: Zkoušky betonu (pevnost, nasákavost, objemová hmotnost, charakteristické vlastnosti betonu, fotodokumentace odebraných jádrových vývrtů, krytí a karbonatace).

PŘÍLOHA 3: Fotodokumentace, vizuální prohlídka.

PŘÍLOHA 4: Zpráva z měření sil v předpínacích kabelech.

1. ÚVOD

Na základě smlouvy o dílo č. 264/P/2014 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. 121-006 přes Otavu.

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 42 stran, ProMo spol. s r.o., Projekt rekonstrukce mostu přes Otavu u Zvíkova, projekt pro dodavatelskou soutěž, leden 1993, dodáno zástupcem objednatele: Bc. Pavla Pulcová.
- [17] Mostní list: Most přes Otavu u Zvíkova, ev. č. 121-006, 1 strana, dodáno objednatelem.
- [18] Hlavní mostní prohlídka, Most ev.č. 121-006, most přes Vltavu, okres Písek, vypracovala Správa a údržba silnic Jihočeského kraje, červen 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 železobetonové konstrukce je zaměřena na vyhledání korodující výztuže, poruch v betonu (např. šterková hnízda apod.), trhlin atd. V rámci této prohlídky byl také prováděn odhad plošných rozsahů poruch a typu korozního napadení výztuže a betonu. S ohledem na to, že řada prvků konstrukcí je často hůře dostupná či nedostupná, je toto prováděno odborným odhadem. Vizuální prohlídky jsou běžně doplněny postupy akustického trasování, kdy jsou ve zkoumané ploše odhaleny i dutiny v betonu, které nejsou pouhým pohledem na povrchu betonu patrné.

Pro stanovení vhodného postupu sanačních prací je hloubka 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 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.

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 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 zařízнуты 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 VSTEV V PROSTÉM TAHU

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

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

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

Při rekonstrukci Zvíkovských mostů v roce 1994 byly do komor obou mostů přidány volně vedené předpínací kabely. Na obou koncích kabelů K23 a K24 nainstalovala firma Projstar - PK s.r.o elastomagnetické snímače H90-HC. Tyto snímače sloužily především k měření okamžitých ztrát síly třením v zakřivení. Zároveň byly přímo na předpínací pistoli Freyssinet na každém laně kabelu umístěny elastomagnetické snímače H16M které umožňovaly měřit rozdělení síly mezi jednotlivá lana kabelu.

Výsledky nově provedeného měření v květnu 2015 jsou uvedeny v kapitole 4.5.

4. STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM

Průzkumné práce byly provedeny v souladu se zadáním průzkumu. Objednatelem byla 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 Varvažov - Zvíkovské podhradí nad údolím řeky Otavy. Most byl postaven ještě před napuštěním přehradního díla Orlík na počátku 60. let 20. století, uveden do provozu byl pak v roce 1962. 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 pobřežními pilíři činí 84 metrů, mezi pobřežním pilířem a opěrou pak 42 metrů. Délka mostu je cca 253 metrů. Výška vozovky nad původní hladinou Otavy kolísá od 70 do 75 metrů.

Letmo betonované mosty s klouby uprostřed polí byly v 60. letech obvyklé. Časem se ukázalo, že dlouhé konzoly poklesávají vlivem dotvarování betonu a ztrát napětí v předpínací výztuži. Z tohoto důvodu byly na mostě v roce 1994 klouby ve středu polí zrušeny. Na tomto mostě však nebyly jako na mostě přes Vltavu zřízeny 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.

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.

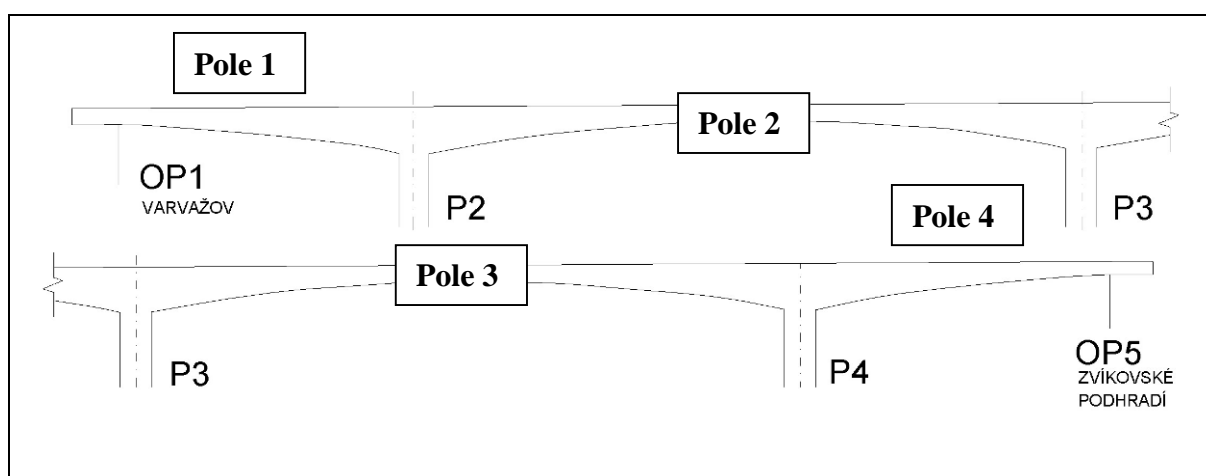


Foto. 2: Mostní prohlížečka MOOG.

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.

Komentovaná fotodokumentace zachycující zjištěné skutečnosti je uvedena v Příloze 3 této zprávy.

Při vizuální prohlídce konstrukce bylo zjištěno:

Opěra OP1 – Varvažov:

- a) Část líce ŽB opěry je opatřena vrstvou torkretu, na kterém jsou viditelné výluhy způsobené zatékáním. Po lokálním odstranění této vrstvy z důvodů provedení zkoušek, byly na vlastním líci ŽB opěry nalezeny svislé trhliny šířky 0,1 mm, pravděpodobně korespondující s polohou výztuže.
- b) Obložení křídel a opěry je kamenné, tvořené řádkovým zdivem. Na těchto površích jsou také viditelné výluhy způsobené zatékáním, zejména z oblasti konzol.
- c) Na spodním líci ŽB říms 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).

- d) Na levé straně opěry trhlinou prokreslená spára mezi závěrnou zídou a komorou (viz foto 4 v Příloze 3).
- e) Na úložném prahu jsou osazena tři hrncová ložiska NGe 2,5MN a táhla.
- f) Závěrná zídka v prostoru za ložisky je opatřena vrstvou torkretu. Ve vrstvě torkretu 3x svislá trhlina šířky 0,2 – 0,3 mm. (viz foto 5 v Příloze 3).

Pole 1 (vnější pohledové plochy konstrukce):

- a) Lokální degradace povrchu betonu typu M (škála viz kap 3.1), jedná se pouze o spodní líc komor. Boky komor jsou opatřeny torkretem, tudíž je vlastní betonový povrch komor skryt. Za pomoci trasování bylo zjištěno, že cca 20 – 30 % ploch torkretu (návodní i povodní strana) je nesoudržné s podkladem, (viz foto 9 v Příloze 3).
- b) Na bocích komor a spodním líci konzol příčného řezu jsou vidět lokální výluhy způsobené zatékáním.
- c) Na viditelných betonových površích (spodní líc komor) jsou ojediněle viditelná šterková hnízda a místa a kde nebyl dostatečně zhutněn beton při výstavbě.
- d) Na koncích konzol příčného řezu pod římsou je lokálně viditelná odkrytá výztuž, zde dochází k povrchové korozi této výztuže.
- e) Na spodním líci a bocích komor a na spodním líci konzol příčného řezu je ojediněle pozorovatelná výztuž s velmi malým či nulovým krytím, zde dochází k povrchové korozi této výztuže, typ P (škála viz kap 3.1). 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 – 20 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. U odhalené výztuže dochází k povrchové až silné korozi, typ P až S (škála viz kap 3.1), (viz foto 12 v Příloze 3).
- c) Dochází ke korozi ocelových konzol, které dříve pravděpodobně vynášely pochozí lávku.
- d) Na zhlaví pilíře zanechány zbytky vybouraného materiálu, (viz foto 11 v Příloze 3).

Pole 2 (vnější pohledové plochy konstrukce):

- a) Lokální degradace povrchu betonu typu M až S (škála viz kap 3.1), jedná se pouze o spodní líc komor. Boky komor a spodní líc konzol příčného řezu jsou opatřeny

torkretem, tudíž je vlastní betonový povrch komor skryt. Za pomoci trasování bylo zjištěno:

- a. cca 50 – 60 % ploch torkretu na návodní straně je nesoudržno s podkladem.
- b. cca 30 – 40 % ploch torkretu na povodní straně je nesoudržno s podkladem, (viz foto 15 v Příloze 3).
- c. lokálně jsou na bocích komor a zejména na spodním líci konzol příčného řezu již místa kompletně zbavená torkretu.
- b) Na bocích komor a spodním líci konzol příčného řezu jsou vidět lokální výluhy způsobené zatékáním. V době prohlídky neaktivní.
- c) Na viditelných betonových površích (spodní líc komor) jsou viditelná šterková hnízda a místa a kde nebyl dostatečně ztuhnut beton při výstavbě, (viz foto 17 v Příloze 3).
- d) Na koncích konzol příčného řezu je lokálně viditelná odkrytá výztuž, zde dochází k povrchové korozi této výztuže, typ P (škála viz kap 3.1), (viz foto 18 v Příloze 3).
- e) Na spodním líci komor a na spodním líci konzol příčného řezu je ojediněle pozorovatelná výztuž s velmi malým či nulovým krytím, zde dochází k povrchové korozi této výztuže, typ P (škála viz kap 3.1). Jedná se o vadu provádění.
- f) Lokální degradace betonu typu M až S (škála viz kap 3.1).
- g) Uprostřed rozpětí se nachází zmonolitněný kloub, který je částečně zakryt torkretem. V oblasti nebyly nalezeny žádné poruchy (trhliny, deformace, drcení betonu, atd.). V oblasti kloubu jsou viditelné lokální výluhy způsobené zatékáním, v době prohlídky neaktivní. 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. U odhalené výztuže dochází k povrchové až silné korozi, typ P a S (škála viz kap 3.1), (viz foto 20 v Příloze 3).
- c) Dochází ke korozi ocelových konzol, které dříve pravděpodobně vynášely pochozí lávku.
- d) Na pilíři jsou vidět lokální výluhy způsobené zatékáním z vnitřku komor. V době prohlídky neaktivní.

Pole 3 (vnější pohledové plochy konstrukce):

- a) Lokální degradace povrchu betonu typu M až S (škála viz kap 3.1), jedná se pouze o spodní líc komor. Boky komor a spodní líc konzol příčného řezu jsou opatřeny

torkretem, tudíž je vlastní betonový povrch komor skryt. Za pomoci trasování bylo zjištěno:

- a. cca 50 – 60 % ploch torkretu na návodní straně je nesoudržno s podkladem.
 - b. cca 40 – 50 % ploch torkretu na povodní straně je nesoudržno s podkladem, (viz foto 22 v Příloze 3).
 - c. lokálně jsou na bocích komor a zejména na spodním líci konzol příčného řezu již místa kompletně zbavená torkretu.
 - d. na povodní straně na boku komory v místě odpadlé vrstvy torkretu byly nalezeny sítě pravděpodobně smršťovacích trhlin šířky 0,1 mm.
- b) Na bocích komor a spodním líci konzol příčného řezu jsou vidět lokální výluhy způsobené zatékáním, zejména v oblasti pracovních spár. V době prohlídky neaktivní.
- c) Na viditelných betonových površích (spodní líc komor) jsou viditelná šterková hnízda a místa a kde nebyl dostatečně zhutněn beton při výstavbě.
- d) Na spodním líci komor a na spodním líci konzol příčného řezu (zejména jeho konci) je ojediněle pozorovatelná výztuž s velmi malým či nulovým krytím, zde dochází k povrchové korozi této výztuže, typ P (škála viz kap 3.1). Jedná se o vadu provádění.
- e) Na povodní straně vlivem nefunkčního protékajícího odvodňovače dochází k zatékání na bok komory. Foto 22 a 23, Příloha 3.
- f) Uprostřed rozpětí se nachází zmonolitněný kloub, který je částečně zakryt torkretem. Na spodním líci komory dochází k odpadávání betonu na styku dvou sousedních konzol až do hloubky cca 70 mm. Dobetonovaná spára je lokálně porušena trhlinami do šířky 0,2 mm. V místě ulámaných hran jsou v odkryté dobetonované spáře vloženy betonové jádrové vývrty. Foto 26 a 27, Příloha 3.
- g) V oblasti kloubu viditelné lokální výluhy způsobené zatékáním, v době prohlídky neaktivní. Foto 25, Příloha 3.

Pilíř P4:

- 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 velmi omezeně viditelná prokreslená výztuž a lokální výkvěty. U odhalené výztuže dochází k povrchové korozi, typ P (škála viz kap 3.1).
- c) Dochází ke korozi ocelových konzol, které dříve pravděpodobně vynášely pochozí lávku.
- d) Na pilíři jsou vidět lokální výluhy způsobené zatékáním z vnitřku komor. V době prohlídky neaktivní.

Pole 4 (vnější pohledové plochy konstrukce):

- a) Lokální degradace povrchu betonu typu M až S (škála viz kap 3.1), jedná se pouze o spodní líc komor. Boky komor a spodní líc konzol příčného řezu jsou opatřeny torkretem, tudíž je vlastní betonový povrch komor skryt. Za pomoci trasování bylo zjištěno:
 - a. cca 20 – 30 % ploch torkretu na návodní straně je nesoudržno s podkladem.
 - b. cca 20 – 30 % ploch torkretu na povodní straně je nesoudržno s podkladem, (viz foto 31 v Příloze 3).
- b) Na bocích komor a spodním líci konzol příčného řezu jsou vidět lokální výluhy způsobené zatékáním, zejména v oblasti pracovních spár. V době prohlídky neaktivní.
- c) Na viditelných betonových površích (spodní líc komor) jsou lokálně viditelná šterková hnízda a místa a kde nebyl dostatečně zhutněn beton při výstavbě.
- d) Na spodním líci komor a na spodním líci konzol příčného řezu a chodníkových konzol je ojediněle pozorovatelná výztuž s velmi malým či nulovým krytím, zde dochází k povrchové korozi této výztuže, typ P (škála viz kap 3.1). Jedná se o vadu provádění.

Opěra OP5 – Zvíkovské Podhradí:

- a) Lokální degradace povrchu betonu typu M (škála viz kap 3.1). Prokreslené pracovní spáry.
- b) Křídla opěry jsou kamenná, tvořeno řádkovým zdivem. Na těchto površích jsou výrazné viditelné výluhy způsobené zatékáním (viz foto 35 v Příloze 3), zejména z oblasti konzol. V době prohlídky neaktivní.
- c) Na spodním líci ŽB chodníkových říms jsou výraznější výluhy způsobené zatékáním a dochází zde k tvorbě výkvětů. V místech pracovních spár jsou zjevné výluhy pojiva. Zejména pak na levé straně v dilatační spáře mezi nosnou konstrukcí a křídlem (viz foto 36 v Příloze 3). Lokální degradace betonu typu M až S. V těchto místech dochází i k povrchové korozi výztuže, typ P (škála viz kap 3.1).
- d) Na úložném prahu jsou osazena tři hrncová ložiska NGe 2,5MN a táhla. Pravé ložisko je bez ochranné manžety (viz foto 37 v Příloze 3). Prostřední ložisko pak má manžetu poškozenou.

Vnitřek komory I (pravá, návodní 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 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 (v podhledu) je pozorovatelná výztuž s velmi malým či nulovým krytím, zde dochází k povrchové, velmi omezeně až až silné korozi této výztuže, typ P a S (škála viz kap 3.1). Část této výztuže je již opatřena nátěrem.
- f) Lokálně lze na kotevních příčných prazích nalézt svislé trhliny šířky 0,05 - 0,15 mm, v jednom místě až 0,2 mm. U části trhlín výluhy vlivem průsaků. V době prohlídky neaktivních. Poloha viz Příloha 1. Foto 47, Příloha 3.
- g) V komoře bylo provedeno měření pro zjištění předpětí ve volných kabelech. Foto 45, Příloha 3.
- h) Na stropěch a podlaze byl nalezen netopýří trus a kolonie netopýřů.
- i) Velmi omezeně dochází k povrchové korozi kovových deviátorů typu P (škála viz kap 3.1).
- j) V oblasti zmonolitněného kloubu uprostřed rozpětí pole 2 nebyly nalezeny žádné výraznější poruchy (trhliny, drcení betonu, deformace, atd.). Foto 41, Příloha 3.
- k) V oblasti zmonolitněného kloubu uprostřed rozpětí pole 3 byly v kotevním příčném prahu nalezeny svislé a příčné trhliny šíře 0,1 - 0,35 mm. Poloha těchto trhlín rámcově koresponduje s polohou výztuže. Trhliny se nacházejí pouze na čele příčníku a 2 z těchto trhlín (šíře 0,1 – 0,2 mm) zabíhají cca 1 m v podhledu směrem k bývalému kloubu. Foto 42 - 44, Příloha 3. Poloha viz Příloha 1.
- l) 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 prostor pilířů nebyl vzhledem k bezpečnosti přístupu prohlížen.

Vnitřek 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 53, 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. Foto 54, Příloha 3.
- e) Zejména na horním líci komory je pozorovatelná výztuž s velmi malým či nulovým krytím, zde dochází k povrchové, velmi omezeně až silné korozi této výztuže, typ P a S (škála viz kap 3.1). Část této výztuže je již opatřena nátěrem. Foto 49, Příloha 3.
- f) Lokálně lze na kotevních příčných prazích nalézt svislé a šikmé trhliny šířky 0,05 - 0,15 mm, poloha viz Příloha 1.
- g) Na stropě v poli č. 1. Podélná trhlina ve směru rozpětí mostu šířky 0,1 – 0,2 mm. Poloha viz Příloha 1.
- h) Na stropech a podlaze byl nalezen netopýří trus a drobné kolonie netopýřů.
- i) Velmi omezeně dochází k povrchové korozi kovových deviátorů typu P (škála viz kap 3.1) a degradaci nátěru. Foto 50, Příloha 3.
- j) V oblasti zmonolitněných kloubů uprostřed rozpětí pole 2 a 3 nebyly nalezeny žádné výraznější poruchy (trhliny, drcení betonu, deformace, atd.). Foto 51 a 52, Příloha 3.
- k) Nad pilířem P4 nedokonale dobetonovaná kotevní oblast v příčném prahu. Poloha viz Příloha 1. Foto 55, Příloha 3.
- l) 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 prostor pilířů nebyl vzhledem k bezpečnosti přístupu prohlížen.

Interiér komor pod mostními závěry:

- a) Lokální degradace betonu stěn a stropu typu M až S (škála viz kap 3.1).
- b) Na površích lze nalézt místa po průsacích, tvorba výkvětů. Foto 56 a 57, Příloha 3.

Mostní svršek a zábradlí:

- a) Počínající výtluky a trhliny na vozovce tvořenou asfaltovým betonem ABS II. Foto 58 a 59, Příloha 1.
- b) Vyjeté koleje na vozovce.
- c) Velmi omezeně lze nalézt na zábradlí v místě degradace nátěru povrchovou korozi.
- d) Lokálně nalezeno zdeformované zábradlí.
- e) Zálivky podél chodníku místy netěsné.
- f) Na několika úsecích mají chodníky nulový spád a zůstává na nich při deštích stát voda, případně stéká po římsách.
- g) Na vrchním líci chodníků lze nalézt místa s nedostatečným krytím výztuže, výztuž začíná povrchově korodovat. Foto 60, Příloha 1.

- h) Odvodňovače jsou místy zarostlé vegetací, odvodňovač v poli 3 protéká. Foto 23 a 61, 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 vývrtů).

Z provedené prohlídky odebraných jádrových vývrtů lze konstatovat tyto závěry:

- Ø *Beton vývrtu V1 (opěra) je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 16 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 15 mm.*
- Ø *Beton vývrtu V2 (komora) je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 45 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 6 mm. Ve vývrtu zastižena výztuž, popis viz Příloha 2.2.*
- Ø *Beton vývrtu V3 (komora) je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 40 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 10 mm.*
- Ø *Beton vývrtu V4 (komora) je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 16 mm a HDK max. velikost zrna do 40 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 20 mm.*
- Ø *Beton vývrtu V5 (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 5 mm*
- Ø *Beton vývrtu V6 (komora) je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 25 mm a HDK max. velikost zrna do 45 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 15 mm*
- Ø *Beton vývrtu V7 (opěra) je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 25 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 15 mm.*

- Ø *Beton vývrtu V8 (komora - exteriér) 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 25 mm. Ve vývrtu zastížena výztuž, popis viz Příloha 2.2.*
- Ø *Beton vývrtu V9 (komora) je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 8 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 5 mm. Ve vývrtu zastížena výztuž, popis viz Příloha 2.2.*
- Ø *Beton vývrtu V10 (komora) je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 60 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm. Na povrchu větší počet makropórů do velikosti 7 mm.*
- Ø *Beton vývrtu V11 (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.*
- Ø *Beton vývrtu V12 (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 6 mm.*

- Ø *Průměrná objemová hmotnost v přirozeném stavu vlhkosti betonu, stanovená z jádrových vývrtů, je 2400 kg/m³, kdy se jednotlivé hodnoty pohybují v rozmezí 2310 – 2500 kg/m³. 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 využity jádrové vývrtu 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 (komory, konzoly, pilíře a opěry). Zkoušky byly rozmístěny 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	
Komory	nedestruktivně	58,1	53,7	4,6
	destruktivně	62,7	54,0	12,0
Opěry	nedestruktivně	58,7	55,3	3,3
	destruktivně	61,2	-	14,0
Pilíře	nedestruktivně	56,6	53,5	3,1
Konzoly, součást komor	nedestruktivně	57,3	53,5	3,9

* 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 736206:197 1- 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	na úrovni C 40/50 – C 45/55	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 značku betonu 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 výztuže

Stanovení hloubky karbonatace betonu (kap. 3.2) bylo provedeno rovnoměrně po celé délce mostní konstrukce. Nejistotu měření lze odhadnout v rozmezí ± 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: 2 až 10 mm
- Ø Krytí betonářské výztuže (bok a spodní líc): 5 až 80 mm
- Ø Rozsah ploch s potenciálním rizikem koroze betonářské výztuže je v rozmezí 5 – 10 %

Komory – zjišťováno z boku (vnitřní povrchy)

- Ø Hloubka karbonatace betonu: 1 až 3 mm
- Ø Krytí betonářské výztuže (bok a líc desky): 2 až 75 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 výztuže: 0 až 20 mm
- Ø Rozsah ploch s potenciálním rizikem koroze bet. výztuže je v rozmezí 35 – 50 %

Opěry, paty opěr

- Ø Hloubka karbonatace betonu: 3 až 10 mm
- Ø Krytí betonářské výztuže: 35 až 80 mm
- Ø Rozsah ploch s potenciálním rizikem koroze betonářské výztuže je malý a prakticky nulový.

Pilíře, paty pilířů P2 a P4

- Ø Hloubka karbonatace betonu: 5 až 10 mm
- Ø Krytí betonářské výztuže: 40 až 85 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 $pH < 9,5$) 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 diagnostikované betonářské výztuže leží ve zkarbonatované vrstvě betonu a není již chráněna proti korozi jeho přirozenou alkalitou. Výrazně horší situace je u konzol 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). Nebylo možno stanovit kvalifikovaný odhad, jak velký rozsah ploch je zasažen korozí, neboť veškeré boky komor a spodní líc konzol příčného řezu je skryt pod vrstvou torkretu.*

- Ø Výztuž v ostatních částech konstrukcí je prozatím chráněna proti korozi jeho přirozenou alkalitou.
- Ø Podrobné výsledky měření jsou uvedeny v Příloze 2.
- Ø Podrobný rozsah poruch způsobených korozí výztuže je patrný z fotodokumentace v Příloze 3.

4.3.6. Pevnost povrchových vrstev betonu v prostém tahu

Odrthové zkoušky byly provedeny na jednotlivých konstrukcích (interiéry a exteriéry komor, konzoly, pilíře a opěry). Poloha zkušebních míst viz Příloha 1. Celkem bylo odzkoušeno 25 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 (mm²) uvažována plocha terče 50 x 50 mm (2500 mm²)

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

- Ø *Celková průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu nosných konstrukcí (komory, římsy, pilíře a opěry) je velmi dobrá a to 2,88 MPa. Kdy rozsah jednotlivých měření se pohybuje v rozmezí od 2,00 do 3,64 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 normou 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–V4, V6, V7, V9–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 pouze ze zkoušených jádrových vývrtů je 2430 kg/m^3 .
- Ø Provedenou zkouškou byla stanovena průměrná hodnota nasákavosti 3,9%, při jednotlivých hodnotách nasákavosti 2,5% až 5,3%.
- Ø Na základě neplatné ČSN 731325 a našich zkušeností, 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 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 chloridových iontů na obsah pojiva v betonu 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^3 betonu je 420 kg.
- Objemová hmotnost betonu stanovená ze všech odebraných jádrových vývrtů je cca 2400 kg/m^3 (průměr ze zjištěných hodnot).

Limitní obsah 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 Cl^- [% hm.] zjištěný laboratorní analýzou pro vzorky odebrané z exteriéru a interiéru komor je 0,01 % jak pro hloubku odběru 0-15 mm, tak pro hloubku odběru 15-30 mm. Limitní obsah Cl^- [% hm.] vztažený na hmotnost cementu je dle ČSN EN 206 pro předepjatý beton 0,2 % hm.
- Ø Průměrný obsah Cl^- [% hm.] zjištěný laboratorní analýzou pro vzorky odebrané z paty pilíře a opěry je 0,13 % jak pro hloubku odběru 0-15 mm tak pro hloubku odběru 15-30 mm. Limitní obsah Cl^- [% hm.] vztažený na hmotnost cementu je dle ČSN EN 206 pro železobeton 0,4 % hm.
- Ø 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.
- Ø Z rozboru vyplývá, že pouze v oblasti opěr (zejména opěra OP1) dochází k zvýšené kontaminaci povrchových vrstev chloridovými ionty. Rozhodujícím zdrojem jsou patrně posypové soli.

4.4. VÝZTUŽ**4.4.1. Výpočtové charakteristiky výztuže**

Výztuž byla identifikována a zaříděna 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		
10 512 (Roxor)	-	340	340	400	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. Měřením 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

Při rekonstrukci mostu přes Otavu v roce 1994 byly do komor obou mostů přidány volně vedené kabely. Na mostě přes Otavu nainstalovala firma Projstar - PK s.r. o. na obou koncích kabelů K23 a K24 elastomagnetické snímače H90-HC. Tyto snímače sloužily především k měření okamžitých ztrát síly třením v zakřivení. Zároveň byly přímo na předpínací pistoli Freyssinet na každém laně kabelu umístěny elastomagnetické snímače H16M které umožňovaly měřit rozdělení síly mezi jednotlivá lana kabelu.

Při měření pomocí EM snímačů byla použita jedna z prvních měřicích aparatur v ČR. Jednalo se o klasickou analogovou aparaturu, která měřila strmost hysterezní smyčky v oblasti technického nasycení kabelu. Výstupní napětí U_{int} (úměrné síle v kabelu) se měřilo číslicovým multimetrem. Naštěstí je tato aparatura dodnes funkční, což umožnilo změřit EM snímače, instalované v roce 1994 a stanovit změnu síly ve volně vedených kabelech po 21 letech.

Na základě provedeného měření 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 $\pm 70\text{kN}$ 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) než 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. SHRUTÍ A ZÁVĚRY

Na základě smlouvy o dílo č. 264/P/2014 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. 121-006 přes Otavu.

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 Vizuální prohlídka se soustředila pouze na povrchy viditelných a přístupných železobetonových a kamenných konstrukcí. Byla částečně 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, korozi nosných ocelových prvků atd.
2. Část povrchu opěr a větší části pilířů je opatřena soudržnou vrstvou cementové omítky, a tudíž vlastní betonový povrch je skryt.

3. Veškeré boky komor a spodní líc konzol je opatřen vrstvou torkretu, tudíž vlastní betonový povrch je skryt.
4. K nejvýraznějším poruchám zjištěným vizuální prohlídkou patří (podrobně kapitola 4.2):
 - a) degradace povrchu betonu zejména v podhledu NK a na koncích konzol příčného řezu (chodníkových konzol), v těchto místech dochází k odpadávání krycí vrstvy výztuže a následné korozi odhalené výztuže typu P až S dle klasifikace v kap 3.1.
 - b) Na vnějších plochách (spodní líc a boky komor a spodní líc konzol) jsou vidět výluhy způsobené zatékáním, zejména v oblasti pracovních spár. V těchto oblastech dochází k výluhům pojiva. Ojediněle lze na povrchu komor (boky) v místech odpadlé vrstvy torkretu pozorovat sítě smršťovacích trhlin šířky 0,05 - 0,1 mm. Na betonových površích (spodní líc komor) jsou ojediněle viditelná šterková hnízda a místa a kde nebyl dostatečně zhutněn beton při výstavbě.
 - c) V místě zmonolitněného kloubu v poli 3 došlo pravděpodobně v minulosti na spodním vnějším povrchu komory k odpadnutí betonu na styku dvou sousedních prvků až do hloubky cca 70 mm. Dobetonovaná spára je lokálně porušena trhlinami do šířky 0,2 mm. V místě ulámaných hran jsou v odkryté dobetonované spáře vloženy betonové jádrové vývrty.
 - d) Uvnitř komory 1 v oblasti zmonolitněného kloubu uprostřed rozpětí pole 3 byly v kotevním příčném prahu nalezeny svislé a příčné trhliny šíře 0,1 - 0,35 mm. Poloha těchto trhlin rámcově koresponduje s polohou výztuže. Trhliny se nacházejí pouze na čele příčníku a 2 z těchto trhlin (šíře 0,1 – 0,2 mm) zabíhají cca 1 m v podhledu směrem k bývalému kloubu.
 - e) Na spodním líci komor je ojediněle pozorovatelná betonářská 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).
 - f) Na horních částech pilířů v místech vrstvy cementové malty je lokálně viditelná prokreslená výztuž a lokální výkvěty a výluhy způsobené zatékáním.
 - g) 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. Část této výztuže je již opatřena nátěrem. 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) Dřevěné schůdky 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. Vnitřky pilířů nebyly vzhledem k bezpečnosti přístupu prohlíženy.
 - j) V poli 3, povodní strana dochází vlivem poškozeného odvodňovače k zatékání na bok komory.
5. Na základě nedestruktivních a destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku bylo zjištěno, že beton zkoumaných částí konstrukce výrazně převyšuje navrženou pevnostní třídu betonu [16, 17]. Doporučujeme uvažovat třídu betonu:

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

6. 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)	-	340	340	400	min 500

7. 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)
8. Z provedených zkoušek objemové hmotnosti a nízké nasákavosti betonu lze konstatovat, že beton prvků je odolný proti působení mrazu.
9. Z provedených zkoušek pevnosti betonu v prostém tahu nosných konstrukcí (komory, konzoly, opěry a pilíře) a zjištěných výsledků lze konstatovat, že průměrná hodnota pevnosti povrchových vrstev betonu je 2,88 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.

10. 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 OP1) dochází k zvýšené kontaminaci povrchových vrstev chloridovými ionty. Rozhodujícím zdrojem jsou patrně posypové soli.
11. Při porovnání krycí vrstvy betonu a zjištěné hloubky karbonatace vyplývá, že menší část diagnostikované 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. Nebylo možno stanovit kvalifikovaný odhad, jak velký rozsah ploch je zasažen korozí, neboť veškeré boky komor a spodní líc konzol je skryt pod vrstvou torkretu.
12. Výsledky měření předpínací 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. Zjištěná změna předpínací síly v měřeném řezu je menší než nejistota tohoto typu měření, které je dáno typem měřicí aparatury a vlivem teploty.

Celkové zhodnocení stavu mostní konstrukce:

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

1. boky komor a spodní líce konzol jsou zcela zakryty pod vrstvou torkretu a vlastní betonový povrch je tak skryt.
2. Vzhledem k době vzniku mostu jsou zejména viditelné venkovní povrchy betonu komor (spodní líc) lokálně povrchově degradovány. U spodního líce komor (podhledy) jsou pozorovatelné nerovnosti vzniklé posunem/deformací bednění, dále pak vodorovné a svislé pracovní spáry, v jejichž okolí došlo při výstavbě k výtoku cementového mléka s následným obnažením hrubého kameniva.
3. Pouze velmi ojediněle dochází k hloubkové degradaci betonu a silné korozi betonářské výztuže (konce konzol, venkovní povrchy komor).
4. U kamenného obložení opěr jsou patrné výluhy spárováním. Na vnitřních a vnějších površích komor jsou vidět výluhy způsobené zatékáním.

5. V oblasti zmonolitněného kloubu uprostřed rozpětí pole 2 nebyly nalezeny žádné výraznější viditelné závady, které by nasvědčovaly rozvoji dřívějších průhybů (před zmonolitněním a instalaci volných kabelů předpětí v roce 1994) v této oblasti.
6. V místě zmonolitněného kloubu v Poli 3 došlo až po rekonstrukci v roce 1994 na spodním vnějším povrchu komory k odpadnutí betonu na styku dvou sousedních prvků a to až do hloubky cca 70 mm. Dobetonovaná spára je lokálně porušena trhlinami do šířky 0,1 – 0,15 mm. V místě ulámaných hran byly nalezeny v odkryté dobetonované spáře betonové jádrové vývrty. Uvnitř komory 1 v oblasti zmonolitněného kloubu uprostřed rozpětí pole 3 byly v kotevním příčném prahu zjištěny svislé a příčné trhliny šíře 0,1 - 0,35 mm. Poloha těchto trhlín rámcově koresponduje s polohou výztuže. Trhliny se nacházejí na čele příčnicku a 2 z těchto trhlín (šíře 0,1 – 0,2 mm) zabíhají cca 1 m v podhledu směrem k bývalému kloubu.
7. Statická změna působení nosné konstrukce provedená v roce 1994 splnila poslání.
8. Dodatečně uložené volné kabely plní svoji funkci a zjištěný úbytek předpínací síly je v rozsahu tolerancí a přesnosti měření.
9. Lze konstatovat, že zjištěný stav mostní konstrukce v současné době neovlivňuje zatížitelnost mostu.

Rámcová doporučení:

K zajištění další funkce mostu lze doporučit provedení dílčí 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. provést posouzení vlivu teploty na namáhání průřezu v místě bývalého kloubu uprostřed Pole 3, kde došlo k lokálnímu odlomení povrchových vrstev. Na základě výsledku posouzení navrhnout a provést vhodnou konstrukční úpravu v této oblasti tak, aby byl eliminován potenciální vznik vysokých kontaktních napětí v povrchových vrstvách,
4. provést úpravy na opěrách, tak aby nestékala voda (z oblasti chodníkových říms) po stěnách opěr a do prostoru mezi nosnou konstrukcí a opěru,
5. obnova nátěrů kovových deviátorů uvnitř komor,
6. obnova nátěrů zábradlí,
7. oprava a výměna roztržených či chybějících ochranných pásů ložisek,

8. zabezpečení schodů a lávek uvnitř komor a dále pak otvorů do vnitřních dutin pilířů proti pádu osob,
9. oprava osvětlení vnitřku komor,
10. pokračovat v pravidelném geodetickém měření mostu.

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

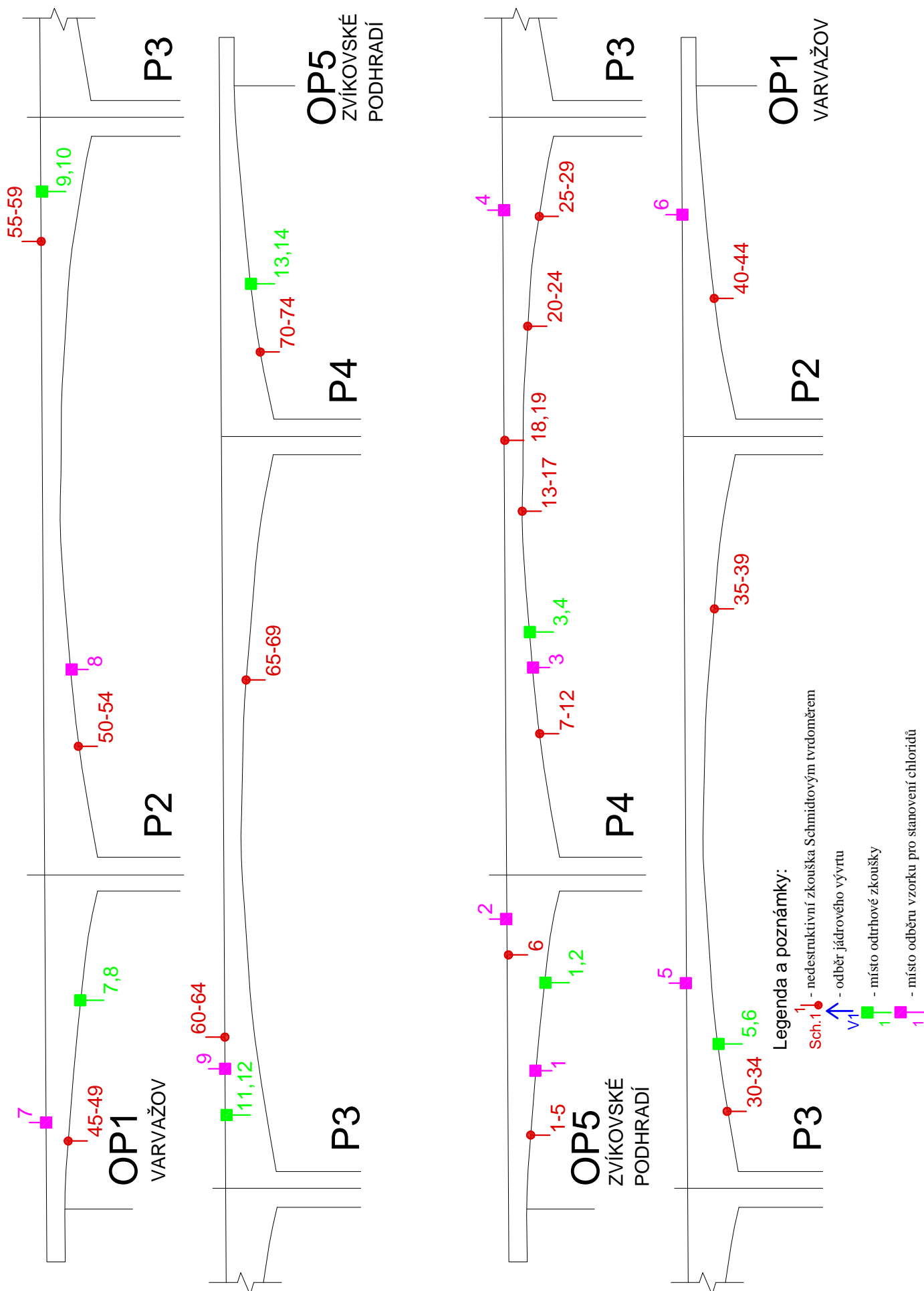
STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE EV. Č. 121-006 PŘES OTAVU

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

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

Poloha sond - exteriér komor, pohledy

Příloha 1.1



Poloha sond - exteriér komor, půdorys zakresleny nejvýraznější poruchy

Příloha 1.2

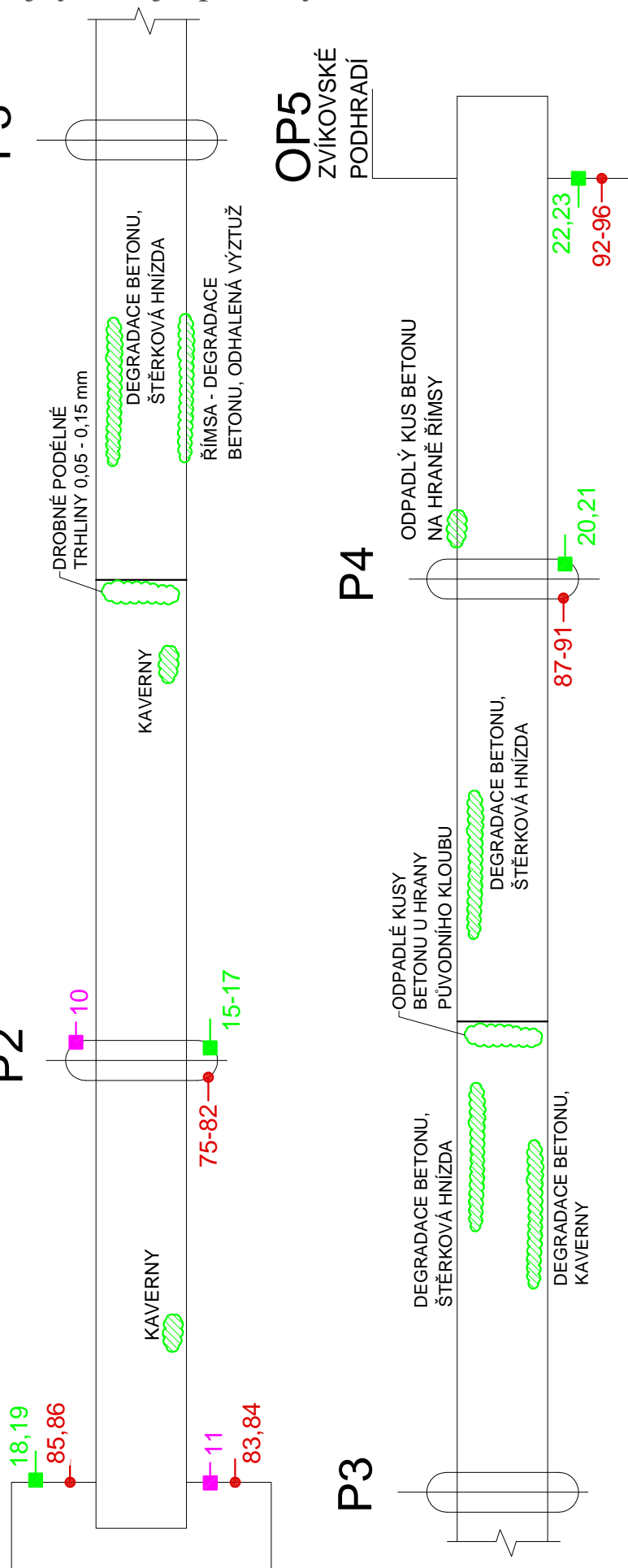
SCHEMATICKÝ PŮDORYS, EXTERIÉR

ZACHYCENY NEJVÝRAZNĚJŠÍ PORUCHY NA SPODNÍM LÍCI NOSNÉ KONSTRUKCE A

OPĚRÁCH A PILÍŘÍCH

OP1

VARVAŽOV



Legenda a poznámky:

Sch.1 - nedestruktivní zkouška Schmidtovým tvrdoměrem

V1 - odběr jádrového vývrtnu

1 - místo odtrhové zkoušky

1 - místo odběru vzorku pro stanovení chloridů

Poloha sond - interiér komor

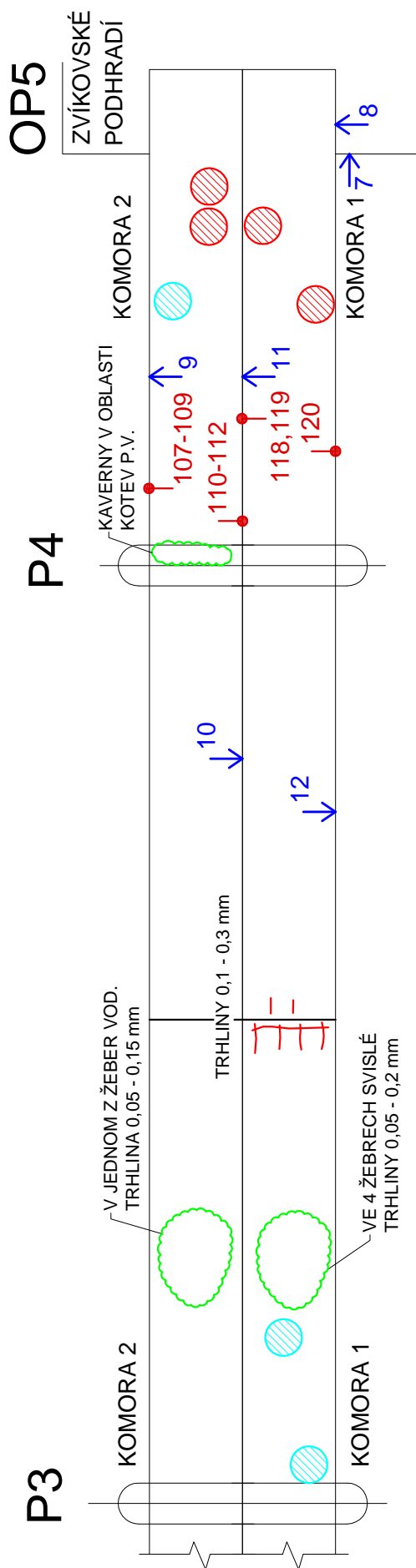
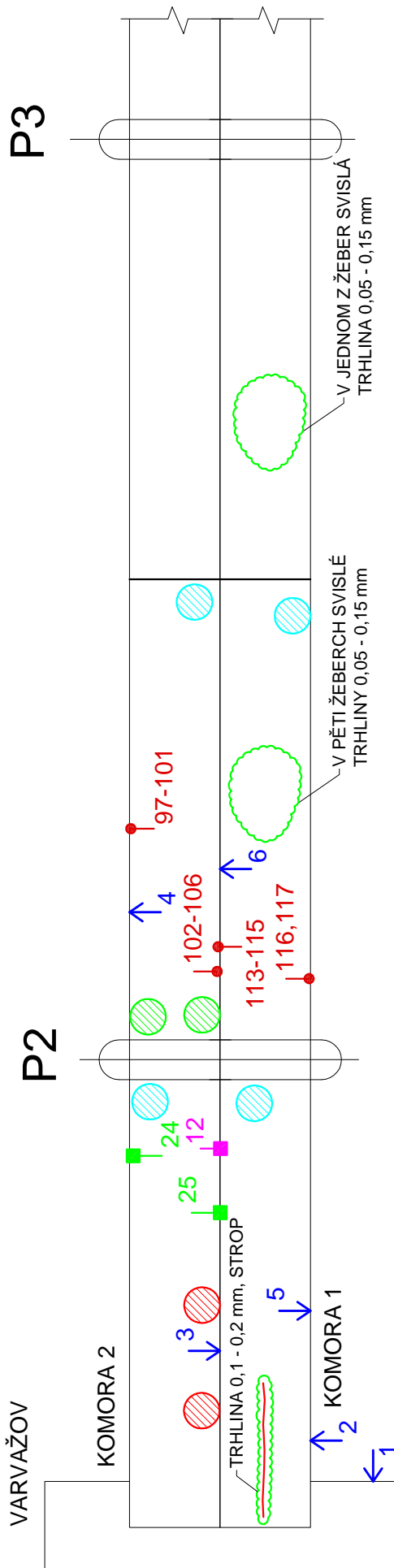
zakresleny nejvýraznější poruchy

Příloha 1.3

SCHEMATICKÝ PŮDORYS, INTERIÉR

OP1 ZACHYCENY NEJVÝRAZNĚJŠÍ PORUCHY UVNITŘ KOMOR

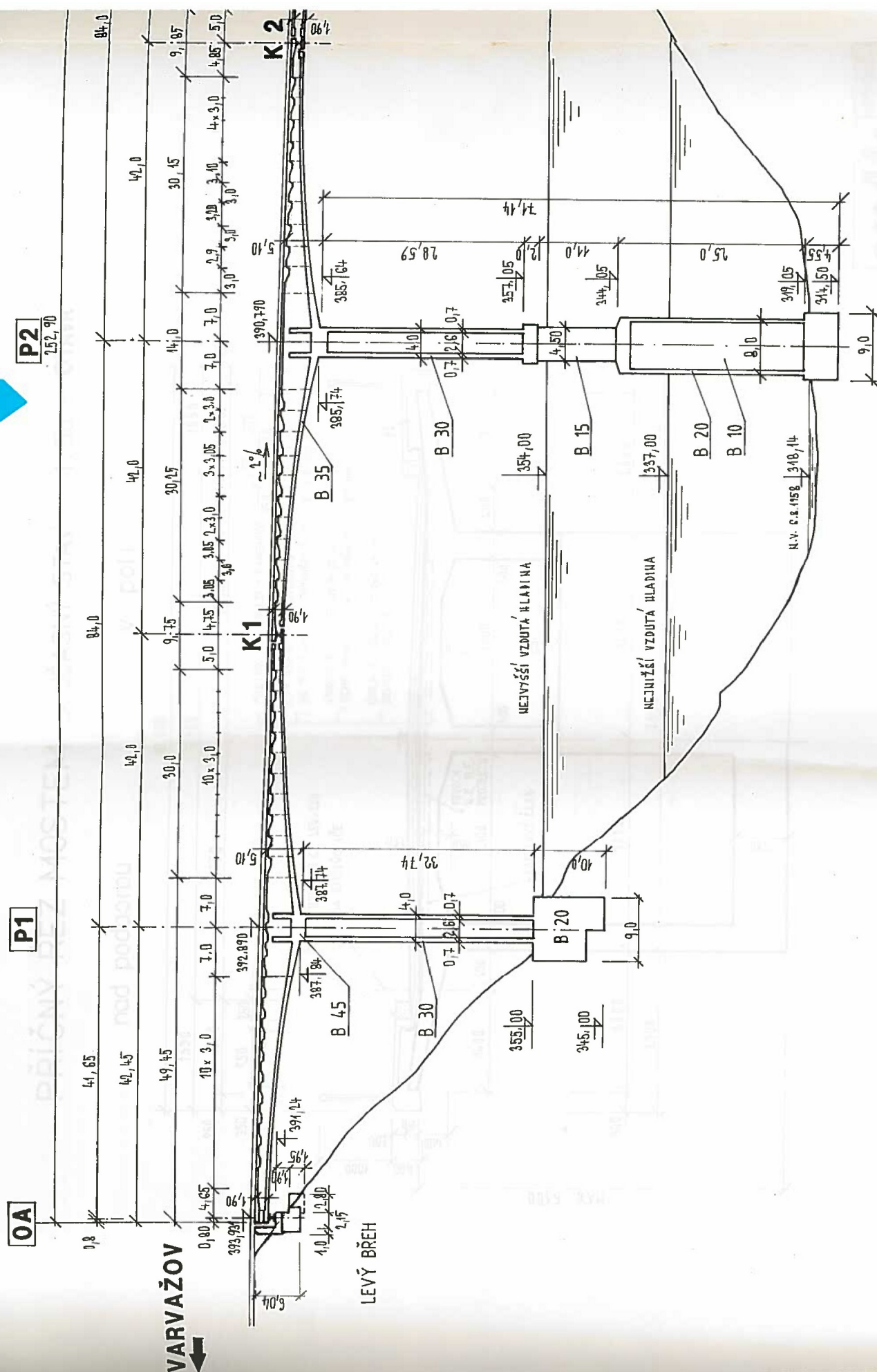
VARVAŽOV



Legenda a poznámky:

- 1 - nedestruktivní zkouška Schmidtovým tvrdoměrem
- 1 - odběr jádrového vývrtu
- 1 - místo odtrhové zkoušky
- 1 - místo odběru vzorku pro stanovení chloridů
- 1 - výraznější koroze odhalené výtuže
- 1 - povrchová degradace betonu
- 1 - stopy po zatékání, výluhy pojiva
- 1 - trhlina, šířka v [mm]

PODÉLNÝ ŘEZ - MOST PŘES OTAVU - SOUČASNÝ STAV



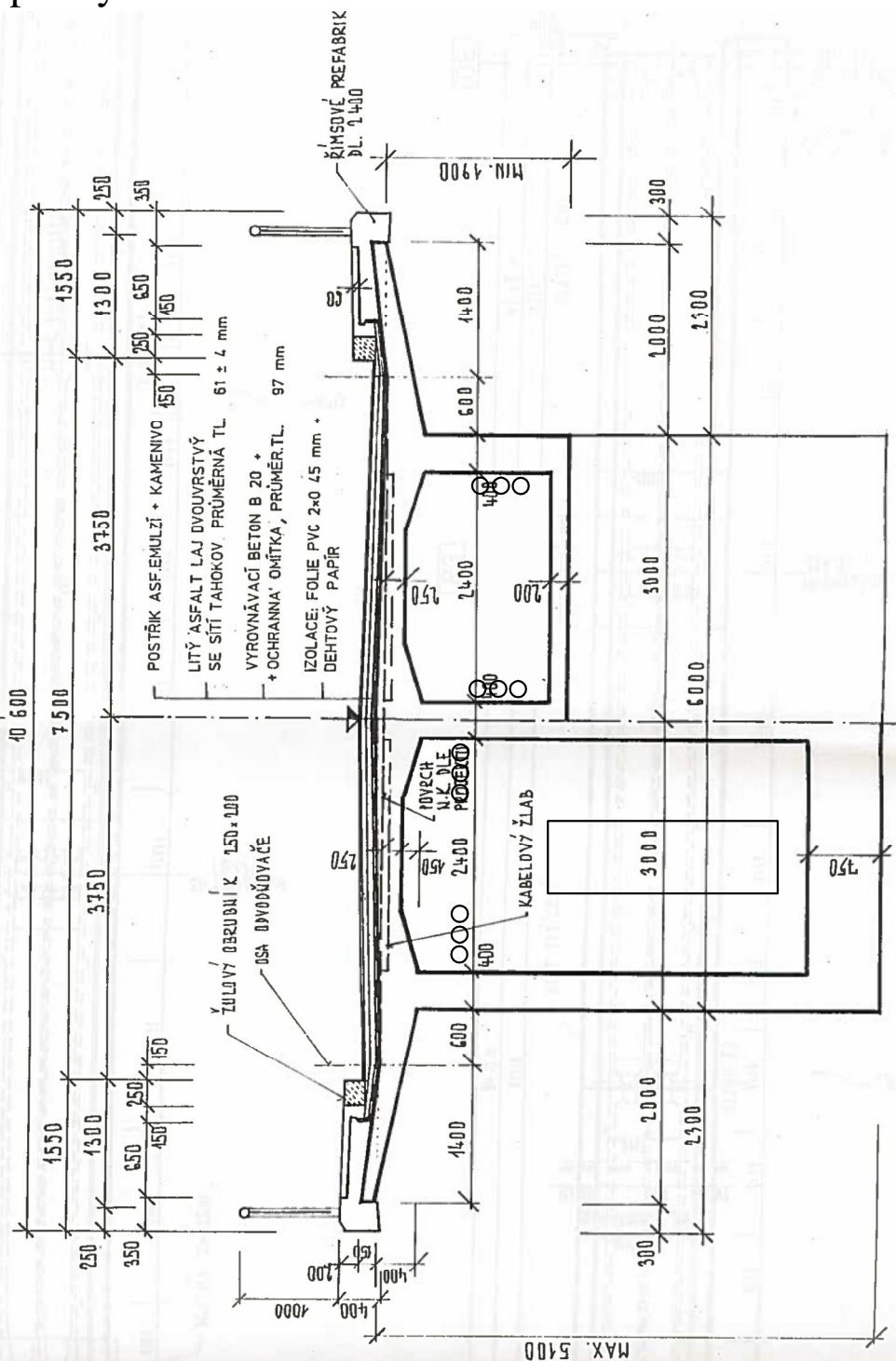
Schematický příčný řez

Příloha 1.5

PŘÍČNÝ ŘEZ MOSTEM - SOUČASNÝ STAV 1:50 - OTAVA

nad podporou

v poli



PŘÍLOHA 2

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE EV. Č. 121-006 PŘES OTAVU

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

Komory

Zr. místo	Typ konstrukce	Směr ideru	Odskok tvrdoměru a								Průměr	f_{be} [MPa]	$f_{be} a_1 a_w$ [MPa]	
KOMORY														
1	Komory	↑	58	54	58	52	54	56	55	54	55	62	55,8	
2		↑	56	58	55	55	58	55	54	53	56	64	57,6	
3		↑	58	60	58	62	59	57	52	55	58	68	61,2	
4		↑	52	56	55	56	54	55	52	51	54	60	54,0	
5		↑	54	56	55	54	58	59	55	54	56	64	57,6	
7		↑	61	60	55	54	56	58	62	55	58	68	61,2	
8		↑	58	58	59	58	52	54	55	53	56	64	57,6	
9		↑	56	56	52	58	54	54	56	53	55	62	55,8	
10		↑	55	56	54	59	60	57	51	54	56	64	57,6	
11		↑	61	62	54	56	58	55	57	57	57	66	59,4	
12		↑	60	60	58	60	55	59	58	53	58	68	61,2	
13		↑	62	55	56	60	60	62	58	55	59	70	63,0	
14		↑	58	54	60	58	61	60	57	54	58	68	61,2	
15		↑	56	58	55	54	55	54	53	54	55	62	55,8	
16		↑	56	58	59	59	54	57	55	52	56	64	57,6	
17		↑	54	57	58	60	61	62	55	54	58	68	61,2	
20		↑	54	56	55	55	58	54	53	52	55	62	55,8	
21		↑	55	59	58	57	52	55	54	53	55	62	55,8	
22		↑	60	58	57	59	54	56	55	54	57	66	59,4	
23		↑	58	61	55	59	54	58	54	56	57	66	59,4	
24		↑	56	52	53	54	52	55	51	54	53	58	52,2	
25		↑	60	59	58	57	54	52	54	53	56	64	57,6	
26		↑	58	64	55	54	55	56	52	54	56	64	57,6	
27		↑	61	62	58	50	54	55	53	54	56	64	57,6	
28		↑	59	56	51	55	60	58	53	56	56	64	57,6	
29		↑	58	60	55	54	56	57	55	57	57	66	59,4	
31		↑	61	54	56	58	55	54	53	57	56	64	57,6	
31		↑	61	62	58	54	55	54	57	56	57	66	59,4	
32		↑	60	61	60	58	59	55	59	61	59	70	63,0	
33		↑	60	58	57	55	56	55	58	57	57	66	59,4	
34		↑	60	58	55	60	54	55	57	56	57	66	59,4	
35		↑	59	58	59	57	54	55	54	54	56	64	57,6	
36		↑	58	54	55	52	58	60	58	54	56	64	57,6	
37		↑	56	54	54	58	52	52	54	56	55	62	55,8	
38		↑	54	58	58	54	55	56	54	54	55	62	55,8	
39		↑	52	54	55	57	58	56	54	56	55	62	55,8	
40		↑	58	57	56	55	54	53	52	55	55	62	55,8	
41		↑	58	59	59	56	54	60	60	57	58	68	61,2	
42		↑	60	60	62	58	59	60	57	54	59	70	63,0	
43		↑	61	60	62	60	59	54	55	58	59	70	63,0	
44		↑	60	55	54	53	55	57	54	55	55	62	55,8	
45		↑	60	57	58	59	58	55	54	57	57	66	59,4	
46		↑	52	58	59	57	55	54	58	54	56	64	57,6	
47		↑	56	59	61	59	58	56	55	57	58	68	61,2	
48		↑	59	55	60	60	58	62	57	54	58	68	61,2	
49		↑	55	57	59	58	55	54	57	56	56	64	57,6	
50		↑	58	62	59	58	55	57	54	57	58	68	61,2	
51		↑	60	58	58	60	62	54	55	56	58	68	61,2	
52		↑	60	54	56	54	56	59	54	54	56	64	57,6	
53		↑	61	55	57	58	59	57	55	58	58	68	61,2	
54		↑	55	60	58	57	55	58	54	59	57	66	59,4	
65		↑	62	65	63	60	55	59	58	59	60	72	64,8	
66		↑	58	59	60	57	58	55	54	55	57	66	59,4	
67		↑	53	58	56	56	54	53	55	54	55	62	55,8	
68		↑	55	61	57	60	61	57	55	56	58	68	61,2	
69		↑	59	58	57	55	54	55	59	54	56	64	57,6	
70		↑	54	56	54	59	59	55	58	54	56	64	57,6	
71		↑	56	58	59	54	56	54	56	55	56	64	57,6	
72		↑	55	60	56	58	59	56	59	54	57	66	59,4	
73		↑	60	55	56	54	55	54	55	57	56	64	57,6	
74		↑	53	58	52	55	53	54	54	56	54	60	54,0	
97		→	51	50	53	54	55	52	53	51	52	63	56,7	
98		→	56	56	54	50	58	55	54	52	54	67	60,3	
99		→	56	58	56	55	53	52	54	53	55	69	62,1	
100		→	51	50	54	52	53	54	52	51	52	63	56,7	
101		→	54	53	51	52	53	54	55	52	53	65	58,5	
102		→	54	56	54	52	52	53	52	51	53	65	58,5	
103		→	54	57	54	63	50	52	49	52	54	67	60,3	
104		→	55	53	53	55	57	49	50	51	53	65	58,5	
105		→	55	49	51	49	51	54	49	49	51	61	54,9	
106		→	56	50	52	53	54	52	50	53	53	65	58,5	
107		→	50	55	53	52	50	53	49	54	52	63	56,7	
108		→	57	60	58	55	50	54	53	54	55	69	62,1	
109		→	53	54	55	52	53	50	49	50	52	63	56,7	
110		→	48	53	51	51	49	48	50	49	50	59	53,1	
111		→	50	56	52	55	56	52	50	51	53	65	58,5	
112		→	54	56	55	53	54	50	54	56	54	67	60,3	
113		→	55	53	52	50	51	50	53	52	52	63	56,7	
114		→	55	53	50	55	49	50	52	51	52	63	56,7	
115		→	54	53	54	52	49	50	49	49	51	61	54,9	
116		→	53	49	50	47	53	55	53	49	51	61	54,9	
117		→	51	49	49	53	47	47	49	51	50	59	53,1	
118		→	49	53	53	49	50	51	49	49	50	59	53,1	
119		→	47	49	50	52	53	51	49	51	50	59	53,1	
120		→	53	52	51	50	49	48	47	50	50	59	53,1	
Celkový průměr												58,1		
$\alpha_w = 1 \qquad \qquad \qquad \alpha_t = 0,90$														
$s_t = 2,70 \text{ MPa} \qquad \qquad \qquad V_k = 0,05$														
$m_k = 58,1 \text{ MPa}$														
$k_h = 1,64$														
charakteristická pevnost $f_{ck, cube} = m_k (1 - k_h V_k) = 53,7 \text{ MPa}$														

PŘÍLOHA 2.1. (pokračování)Konzoly

Zk. místo	Typ konstrukce	Směr úderu	Odkok tvrdoměru <i>a</i>								Průměr	f _{be} [MPa]	f _{be} a _t a _w [MPa]
K O N Z O L Y													
6	Konzoly	↑	54	51	58	55	58	55	54	56	55	62	55,8
18		↑	56	58	59	54	60	57	55	54	57	66	59,4
19		↑	60	57	58	61	59	60	54	57	58	68	61,2
55		↑	62	62	55	56	57	54	55	54	57	66	59,4
56		↑	58	57	59	51	58	56	53	55	56	64	57,6
57		↑	55	56	55	54	57	58	55	54	56	64	57,6
58		↑	57	56	53	55	54	56	58	59	56	64	57,6
59		↑	55	54	55	57	56	54	55	57	55	62	55,8
60		↑	58	55	57	55	56	55	57	53	56	64	57,6
61		↑	55	56	55	50	50	52	53	52	53	58	52,2
62		↑	51	53	56	57	54	55	58	56	55	62	55,8
63		↑	57	57	59	59	58	54	56	55	57	66	59,4
64		↑	58	52	57	54	58	54	56	54	55	62	55,8
Celkový průměr												57,3	

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

$$s_r = 2,22 \text{ MPa} \quad V_x = 0,04$$

$$m_x = 57,3 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1,71$$

$$\text{charakteristická pevnost} \quad f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = \mathbf{53,5 \text{ MPa}}$$

Pilíře

Zk. místo	Typ konstrukce	Směr úderu	Odkok tvrdoměru <i>a</i>								Průměr	<i>f</i> _{be} [MPa]	<i>f</i> _{be} a _t a _w [MPa]
P I L Í Ř E													
75	Pilíře	→	52	50	51	50	53	51	52	55	52	63	56,7
76		→	51	50	50	52	51	50	53	54	51	61	54,9
77		→	53	55	53	51	50	51	55	54	53	65	58,5
78		→	51	52	53	50	55	54	53	55	53	65	58,5
79		→	50	51	50	48	50	49	52	51	50	59	53,1
80		→	50	51	50	52	50	49	53	52	51	61	54,9
81		→	48	50	51	50	50	51	52	54	51	61	54,9
82		→	52	55	50	53	55	54	52	55	53	65	58,5
87		→	56	54	58	52	51	49	50	51	53	65	58,5
88		→	53	54	51	50	52	50	52	54	52	63	56,7
89		→	53	55	54	54	53	51	50	52	53	65	58,5
90		→	54	51	48	52	53	51	50	54	52	63	56,7
91	→	50	51	50	47	54	52	54	53	51	61	54,9	
Celkový průměr												56,6	

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

$$s_r = 1,79 \text{ MPa} \quad V_x = 0,03$$

$$m_x = 56,6 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1,71$$

$$\text{charakteristická pevnost} \quad f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = \mathbf{53,5 \text{ MPa}}$$

PŘÍLOHA 2.1. (pokračování)Opěry

Zk. místo	Typ konstrukce	Směr úderu	Odskok tvrdoměru <i>a</i>								Průměr	f _{be} [MPa]	f _{be} α _t α _w [MPa]
O P Ě R Y													
83	Opěry	→	52	54	50	51	52	50	51	50	51	61	54,9
84		→	53	55	52	53	50	52	55	52	53	65	58,5
85		→	52	54	55	53	52	51	55	54	53	65	58,5
86		→	55	56	58	50	51	52	55	55	54	67	60,3
92		→	52	51	58	56	55	57	54	54	55	69	62,1
93		→	50	51	52	51	54	53	55	57	53	65	58,5
94		→	56	52	52	50	50	54	54	52	53	65	58,5
95		→	52	58	54	52	56	52	54	55	54	67	60,3
96		→	51	53	52	54	55	52	50	51	52	63	56,7
Celkový průměr												58,7	

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

$$s_r = 1,98 \text{ MPa} \qquad V_x = 0,03$$

$$m_x = 58,7 \text{ MPa}$$

$$k_n = 1,73$$

$$\text{charakteristická pevnost} \quad f_{ck, cube} = m_x (1 - k_n V_x) = \mathbf{55,3 \text{ MPa}}$$

PŘÍLOHA 2.2.

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE
EV. Č. 121-006 PŘES OTAVU**

DESTRUKTIVNÍ STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU

Vypracoval: Ing. Tomáš Mandlík, Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 7 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
Most Otava		
V1 Opěra 2 ks	300/Ø75 (80, 120)	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 16 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 15 mm. Do hl. 10 mm jemnozrnný beton se zrnem do 4 mm.
V2 P	220/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 45 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 Ø22/55.
V3 L	195/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 40 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 10 mm. Na čele vývrtu zřejmě otisk bednění.
V4 L	195/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 16 mm a HDK max. velikost zrna do 40 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 20 mm. Na čele vývrtu otisk bednění.
V5 P	180/Ø75	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 5 mm. Na čele vývrtu zřejmě otisk bednění.
V6 2 ks P	230/Ø75 (40, 190)	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 25 mm a HDK max. velikost zrna do 45 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 15 mm. Na čele vývrtu otisk bednění.
V7 Opěra	180/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 25 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 15 mm. Na čele vývrtu nátěr.
V8 Stěna	100/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 25 mm. Ve vývrtu zastižena výztuž (průměr/ tloušťka krytí k čelu vývrtu) Roxor Ø nelze určit/55, ve vývrtu zastiženy také 4 ks drátků o Ø 1,3 mm. Na čele vývrtu nástřik. Do hl. 15 mm vrstva jemnozrnného betonu se zrnem do 4 mm.
V9 L	190/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 8 mm a HDK max. velikost zrna do 35 mm, na povrchu vývrtu větší počet makropórů do 5 mm. Ve vývrtu zastižena výztuž (průměr/ tloušťka krytí k čelu vývrtu) Roxor Ø15/45, Roxor Ø10/60. Na čele vývrtu otisk bednění.
V10	205/Ø75	Beton vývrtu je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna

L		do 60 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm, na povrchu vývrtní větší počet makropórů do 7 mm. Na čele vývrtní otisk bednění.
V11 P	205/Ø75	Beton vývrtní je hutný, homogenní, s vyváženým obsahem HTK max. velikost zrna do 22 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm, na povrchu vývrtní větší počet makropórů do 6 mm. Na čele vývrtní otisk bednění.
V12 P	215/Ø75	Beton vývrtní je hutný, homogenní, s velkým obsahem HTK max. velikost zrna do 16 mm a HDK max. velikost zrna do 32 mm, na povrchu vývrtní větší počet makropórů do 6 mm. Na čele vývrtní otisk bednění.

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



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



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

PŘÍLOHA 2.2. (pokračování)



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



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

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 zakončení	Hmotnost	Objem. hmot.	Max. tlak. síla F	Pevnost betonu na vývrtu $f_{c, core}$	Štíhl. poměr l	Opravný součinitel (štíhlost) κ_c, cyl	Převodní součinitel (průměr) κ_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 ³]	[kN]	[MPa]	[--]	[--]	[--]	[MPa]	[--]	[MPa]
V2	V2-A	74,6	73,4	76,5	771	2410	268,0	61,3	1,025	0,859	0,930	49,0	1,224	59,9
	V2-B	74,6	79,7	83,1	848	2440	264,0	60,4	1,114	0,882	0,930	49,6	1,223	60,6
Průměr vzorek V2:						2440						49,3		60,3
V3	V3-A	74,6	78,6	81,6	831	2420	244,0	55,8	1,094	0,878	0,930	45,6	1,229	56,0
V4	V4-B	74,6	75,2	79,9	800	2440	297,0	67,9	1,071	0,872	0,930	55,1	1,215	66,9
	V4-C	74,7	76,6	79,5	820	2450	332,0	75,8	1,064	0,870	0,930	61,3	1,205	73,9
Průměr vzorek V4:						2450						58,2		70,4
V5	V5-A	74,5	73,9	77,1	754	2350	236,0	54,1	1,035	0,862	0,930	43,4	1,232	53,5
	V5-B	74,7	78,0	81,5	813	2380	311,0	71,0	1,091	0,877	0,930	57,9	1,211	70,1
Průměr vzorek V5:						2370						57,9		70,1
V6	V6-B	74,6	73,7	77,0	754	2350	279,0	63,8	1,032	0,861	0,930	51,1	1,221	62,4
	V6-C	74,6	76,1	80,6	779	2350	292,0	66,8	1,080	0,874	0,930	54,3	1,216	66,1
Průměr vzorek V6:						2350						52,7		64,2
V8	V8	74,7	78,3	82,2	835	2440	278,0	63,4	1,100	0,879	0,930	51,9	1,220	63,3
V9	V9-B	74,8	73,9	77,6	777	2400	276,0	62,8	1,037	0,863	0,930	50,4	1,223	61,6
V10	V10-B	74,7	83,0	87,7	894	2460	329,0	75,1	1,174	0,895	0,930	62,5	1,203	75,2
V11	V11-A	74,6	76,7	79,8	773	2310	218,0	49,9	1,070	0,872	0,930	40,4	1,236	50,0
	V11-B	74,7	77,5	81,2	794	2340	219,0	50,0	1,087	0,876	0,930	40,7	1,235	50,3
Průměr vzorek V11:						2330						40,6		50,1
V12	V12-B	74,6	77,9	80,2	850	2500	272,0	62,2	1,075	0,873	0,930	50,5	1,222	61,7
Průměr ze všech vzorků:						2410						51,4		62,7
Směrodatná odchylka:						54,0						6,6		7,5
Variační koeficient [%]:						2,2						12,8		12,0

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/m³.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:

 $f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 62,7 - 5 = 57,7 \text{ MPa}$ nebo $f_{ck, is} = f_{is, min.} + 4 = 50,0 + 4 = 54,0 \text{ MPa}$ 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 $f_{ck, is, cube} = 54,0 \text{ MPa}$.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:**

$f_{ck, is}$	charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci
$f_{m(n), is}$	střední hodnota n 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

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 l	Opravný součinitel (štíhlost) κ_c, cyl	Převodní součinitel (průměr) κ_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 ³]	[kN]	[MPa]	[--]	[--]	[--]	[MPa]	[--]	[MPa]
V1	V1-B	74,6	82,6	85,9	837	2320	162,0	37,1	1,151	0,891	0,930	30,7	1,246	38,2
	V1-C	74,6	76,1	79,4	792	2390	242,0	55,4	1,064	0,870	0,930	44,8	1,230	55,1
Průměr vzorek V1:						2360						44,8		55,1
V7	V7-A	74,8	74,0	77,2	774	2390	306,0	69,6	1,032	0,861	0,930	55,8	1,206	67,2
Průměr ze všech vzorků:						2370						50,3		61,2
Směrodatná odchylka:						40,4						7,7		8,6
Variační koeficient [%]:						1,7						15,4		14,0

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/m³.

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 betonu vývrtů V1 a V7 dle ČSN 13791

Na základě dvou výsledků zkoušky není možné provést stanovení charakteristické pevnosti oblasti konstrukce ze zkoušek na vývrtech dle postupu B normy ČSN 13791. Pro posouzení dané oblasti konstrukce dle ČSN EN 13791 postup B, jsou zapotřebí minimálně 3 výsledky zkoušek. Zjištěná průměrná krychlená pevnost vývrtů je 61,2 MPa při objemové hmotnosti 2370 kg/m³. Za této situace je možné s velkou mírou nejistoty provést pouze odborný odhad na základě zhodnocení charakteru struktury betonu a zjištěného výsledku. Beton je na úrovni tříd C40/50 – C45/55.

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

PŘÍLOHA 2.3.

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE
EV. Č. 121-006 PŘES OTAVU**

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 ⁻³]	Nasákavost [%]
V1-A	311	187	296	2500	5,1
V2-A	1141	661	1081	2370	5,6
V3-C	406	240	391	2440	3,8
V5-A	269	160	257	2460	4,7
V7-C	563	335	542	2460	3,9
V8-A	568	343	544	2520	4,4
V9-A	801	485	766	2530	4,6
V10-C	344	198	319	2350	7,8
V11-B	364	216	346	2450	5,2
V12-B	191	114	184	2480	3,8

Nejistota měření:

Rozšířená nejistota měření nasákavosti je 1,0 %.

Rozšířená nejistota měření objemové hmotnosti je 20 kg/m³.

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. 121-006 PŘES OTAVU**

CHEMICKÝ ROZBOR BETONU

Vypracoval: Ing. Daniel Dobiáš Ph.D.

(celkem 3 strany)

STANOVENÍ CHLORIDOVÝCH IONTŮ V BETONU

Způsob odběru	Místo odběru	Upřesnění odběru vzorků	Označení vzorku	Typ betonu pro hodnocení	Chloridy Cl ⁻ v % hmotnosti suchého vzorku betonu	Hloubka odběru [mm]	Přepočet obsahu Cl ⁻ na cement v množství přibližně 420 kg v 1 m ³ betonu [%]
V R T Á N Í	Komora, EXT.		CH1-1	předpjatý beton	0,003	0-15	0,02
			CH1-2		0,003	15-30	0,02
	Konzola		CH2-1		0,002	0-15	0,01
			CH2-2		0,001	15-30	0,01
	Komora, EXT.		CH3-1		0,002	0-15	0,01
			CH3-2		0,001	15-30	0,01
	Konzola		CH4-1		0,001	0-15	0,01
			CH4-2		0,001	15-30	0,01
	Konzola		CH5-1		0,002	0-15	0,01
			CH5-2		0,001	15-30	0,01
	Konzola		CH6-1		0,002	0-15	0,01
			CH6-2		0,001	15-30	0,01
	Konzola		CH7-1		0,001	0-15	0,01
			CH7-2		0,002	15-30	0,01
	Komora, EXT.		CH8-1		0,001	0-15	0,01
			CH8-2		0,001	15-30	0,01
	Konzola		CH9-1		0,001	0-15	0,01
			CH9-2		0,001	15-30	0,01
	Komora, INT.		CH12-1		0,001	0-15	0,01
			CH12-2		0,001	15-30	0,01
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 0-15 mm							0,01
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 15-30 mm							0,01

Průměrná objemová hmotnost betonu stanovená z odebraných jádrových vývrtů je 2400 kg/m³

PŘÍLOHA 2.4. (pokračování)**Tabulka 2:** Oblast v okolí silnice

Způsob odběru	Místo odběru	Upřesnění odběru vzorků	Označení vzorku	Typ betonu pro hodnocení	Chloridy Cl ⁻ v % hmotnosti suchého vzorku betonu	Hloubka odběru [mm]	Přepočet obsahu Cl ⁻ na cement v množství přibližně 420 kg v 1 m ³ betonu [%]
V R N T Í Á	Pilíř P2		CH10-1	železobeton	0,006	0-15	0,03
			CH10-2	železobeton	0,004	15-30	0,02
	Opěra OP1		CH11-1	železobeton	0,039	0-15	0,22
			CH11-2	železobeton	0,043	15-30	0,25
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 0-15 mm							0,13
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 15-30 mm							0,13

Průměrná objemová hmotnost betonu stanovená z odebraných jádrových vývrtů je 2400 kg/m ³

Tabulka 3: Vyhodnocení

Konstrukce	Vrstva hloubky odběru vzorku	Průměrný obsah Cl^- (% hm.) vztaženo na hmotnost cementu	Limitní hodnota dle	Splnění kritéria
	[mm]		ČSN EN 206-1	
Komory	0 – 15	0,01	0,2%	Vyhovuje
	15 – 30	0,01	0,2%	Vyhovuje
Opěry a pilíře	0 – 15	0,13	0,4%	Vyhovuje
	15 – 30	0,13	0,4%	Vyhovuje

PŘÍLOHA 2.5.

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE
EV. Č. 121-006 PŘES OTAVU**

POROVNÁNÍ HLOUBKY KARBONATACE A KRYCÍ VRSTVY BETONU

Vypracoval: Ing. Stanislav Řeháček

(celkem 5 stran)

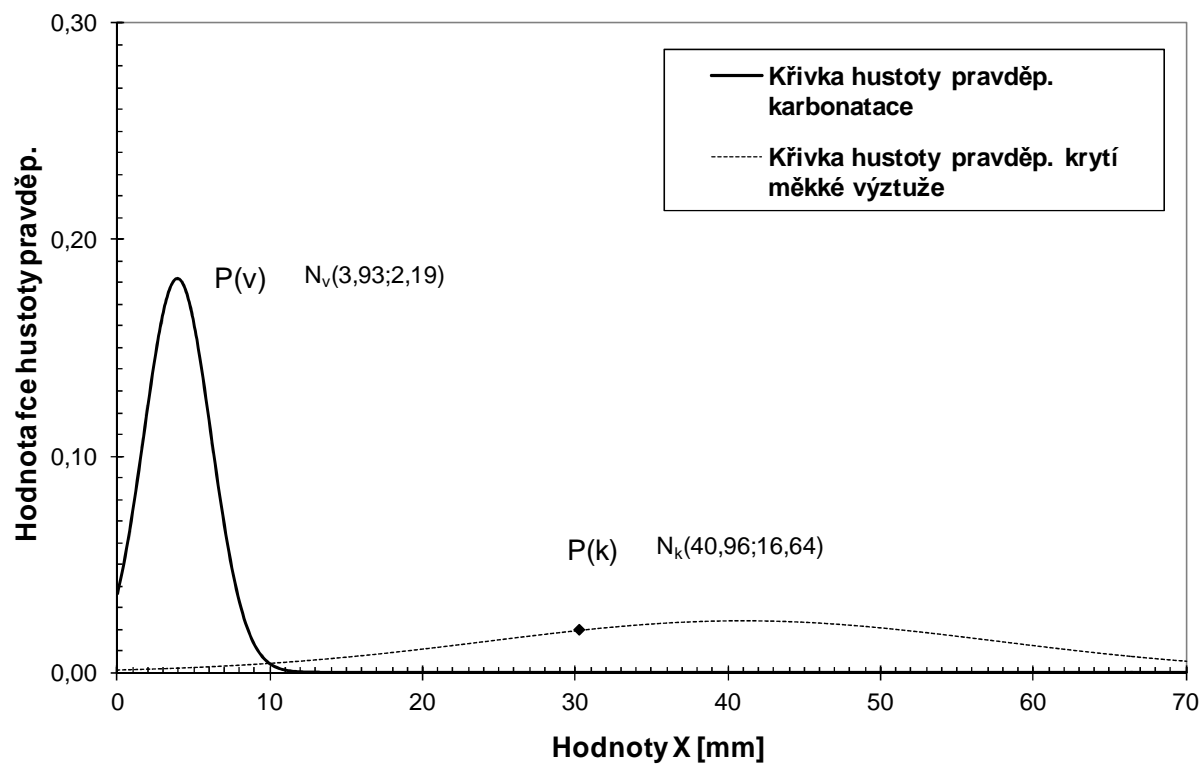
Tabulka 1: Hodnoty hloubky karbonátace, KOMORY

Tabulka 2: Hodnoty krycí vrstvy, KOMORY

Kategorie [mm]	Četnost výskytu	Komory, most přes Vltavu													
		5	3												
0 - 5	3	5	3												
6 - 10	1	8													
11 - 15	0														
16 - 20	0														
21 - 25	0														
26 - 30	2	30	30												
31 - 35	2	35	35												
36 - 40	3	40	40	40											
41 - 45	5	45	42	44	45	45									
46 - 50	2	50	50												
51 - 55	1	55													
56 - 60	5	60	60	60	60	60									
61 - 70	4	65	70	62	70										
71 - 80	0	80													
Průměrná hodnota celková:															40,96
Variační koeficient celkový:															40,6
Směrodat.odchylka celková															16,64

PŘÍLOHA 2.5. (pokračování)

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



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

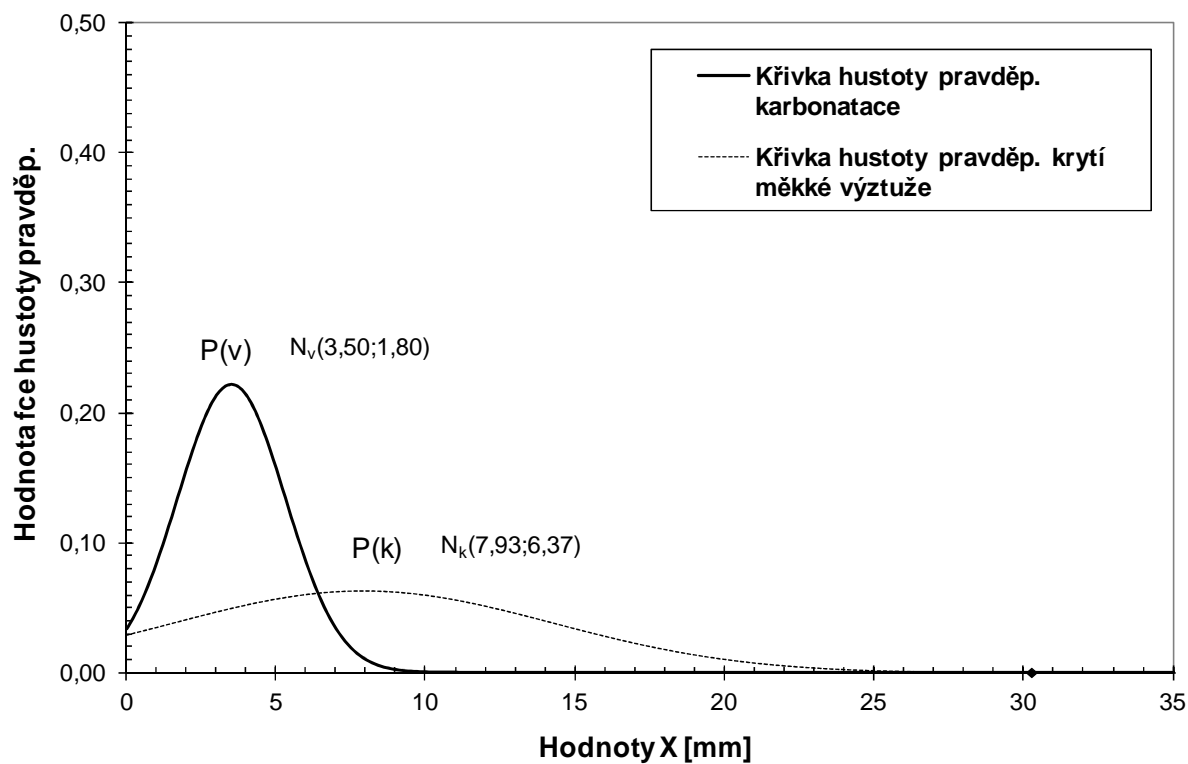
Tabulka 1: Hodnoty hloubky karbonátace, KONZOLY

Kategorie [mm]	Četnost výskytu	Konzoly, most přes Otavu													
		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 Otavu													
		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														
Průměrná hodnota celková:														7,93	
Variační koeficient celkový:														80,4	
Směrodat.odchylka celková														6,37	

PŘÍLOHA 2.5. (pokračování)

Konzoly, most přes Otavu - 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. 121-006 PŘES OTAVU**

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 Otava

Terč číslo	Poloha odtrhu	Upřesnění místa odběru	Typ podkladu	Odtrhová síla F [kN]	Rozměr (průměr) [mm]		Plocha A [mm ²]	Napětí R _t [MPa]	Charakteristik a porušení
					a	b			
1	komora, ext.	-	beton	9,5	50	50	2500	3,80	B
2	komora, ext.		beton	7,0	50	50	2500	2,80	B
3	komora, ext.		beton	7,5	50	50	2500	3,00	B
4	komora, ext.		beton	7,8	50	50	2500	3,12	B
5	komora, ext.		beton	8,5	50	50	2500	3,40	B
6	komora, ext.		beton	6,9	50	50	2500	2,76	L/B
7	komora, ext.		beton	8,2	50	50	2500	3,28	B
8	komora, ext.		beton	7,6	50	50	2500	3,04	B
9	konzoly		beton	5,8	50	50	2500	2,32	L/B
10	konzoly		beton	8,5	50	50	2500	3,40	B
11	konzoly		beton	6,4	50	50	2500	2,56	B
12	konzoly		beton	9,1	50	50	2500	3,64	B
13	komora, ext.		beton	7,6	50	50	2500	3,04	B
14	komora, ext.		beton	8,7	50	50	2500	3,48	B
15	pilř 2		beton	8,1	50	50	2500	3,24	B
16	pilř 2		beton	6,4	50	50	2500	2,56	B
17	pilř 2		beton	5,9	50	50	2500	2,36	B
18	opěra 1		beton	5,8	50	50	2500	2,32	B
19	opěra 1		beton	6,1	50	50	2500	2,44	B
20	pilř 4		beton	5,5	50	50	2500	2,20	L/B
21	pilř 4		beton	6,1	50	50	2500	2,44	B
22	opěra 5		beton	5,0	50	50	2500	2,00	B
23	opěra 5		beton	7,2	50	50	2500	2,88	B
24	komora, int.		beton	6,5	50	50	2500	2,60	B
26	komora, int.		beton	8,5	50	50	2500	3,40	B
Průměr								2,88	
Směrodatná odchylka								0,48	
Celkový průměr								2,88	

Terč	Z
Lepidlo	L
Beton	B

PŘÍLOHA 3

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE EV. Č. 121-006 PŘES OTAVU

FOTODOKUMENTACE A POPIS VIDITELNÝCH PORUCH

Opěra OP1 – Zvíkovské Podhradí:



Foto 1: Celkový pohled na předpolí, strana Varvažov.

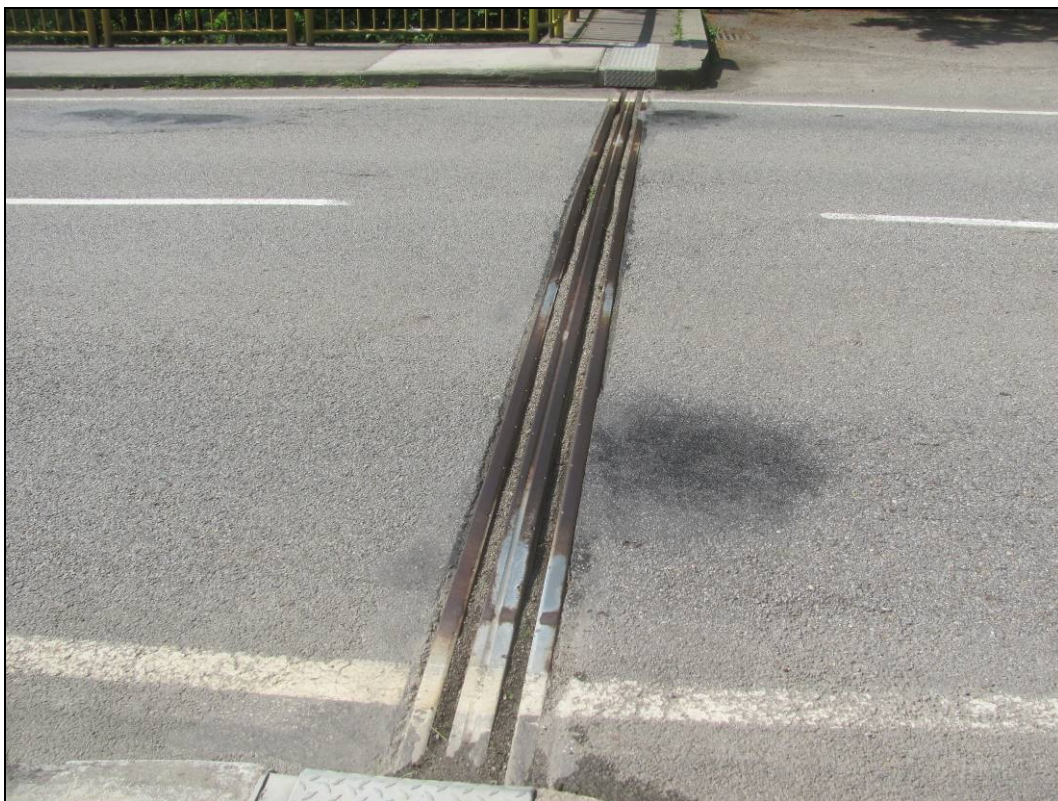


Foto 2: Pohled na mostní závěr.



Foto 3: Celkový pohled na opěru OP1. Viditelné výluhy vlivem zatékání na čele opěry a na kamenných křídlech. V době prohlídky neaktivní.



Foto 4: Trhlinou prokreslená dilatace mezi závěrnou zídkou a komorou (levá strana).



Foto 5: 3x šikmá trhlina ve vrstvě torkretu, na závěrné zídce v prostoru za ložisky.



Foto 6: Pohled na tři hrncové ložiska (NGe 2,5MN) a táhlo.

Pole 1 (exteriér komor):



Foto 7: Pohled na bok komory v poli 1. Návodní strana. Bok komor a spodní líc konzol plošně zakryt vrstvou torkretu.



Foto 8: Pohled na bok komory v poli 1. Povodní strana. Bok komor a spodní líc konzol plošně zakryt vrstvou torkretu.



Foto 9: Detail provádění trasování pro zjištění soudržnosti vrstvy torkretu na betonovém podkladu.

Pilíř P2:



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



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



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



Foto 13: Pata pilíře. Viditelná místa prováděných testů.

Pole 2 (exteriér komor):



Foto 14: Návodní strana, pole 2. Návodní strana. Bok komor a spodní líc konzol plošně zakryt vrstvou torkretu.



Foto 15: Povodní strana, pole 2. Bok komor a spodní líc konzol plošně zakryt vrstvou torkretu. Na spodním líci konzol místa s odpadlou vrstvou torkretu. Viditelný průsak v místě zmonolitněný kloubu.



Foto 16: Povodní strana, pole 2. Detail zmonolitněného kloubu uprostřed rozpětí. Na površích nebyly nalezeny známky nějakého zjevného poškození, jako jsou např. trhliny, drcení betonu, nadměrné deformace. V oblasti kloubu viditelné lokální výluhy způsobené zatékáním, v době prohlídky neaktivní.



Foto 17: Na spodním líci komor, viditelná štěrková hnízda a místa a kde nebyl dostatečně ztuhl beton při výstavbě. Betonové distanční podložky (trámečky).



Foto 18: Na koncích konzol místa s odpadlou vrstvou torkretu. Odhalená výztuž. Zde dochází k povrchové korozi výztuže.

Pilíř P3 – středový pilíř:



Foto 19: Celkový pohled na pilíř P3.



Foto 20: Detail hlavy pilíře P3, povrchová až silná koroze odhalené výztuže v horní části pilíře.

Pole 3:



Foto 21: Návodní strana, pole 3. Bok komor a spodní líc konzol plošně zakryt vrstvou torkretu. Na spodním líci konzol místa s odpadlou vrstvou torkretu. Viditelné průsaky v místě pracovních spár.



Foto 22: Povodní strana, pole 3. Bok komor a spodní líc konzol plošně zakryt vrstvou torkretu. Na spodním líci konzol místa s odpadlou vrstvou torkretu. Aktivní zatékání nefunkčním odvodňovačem na bok komory.



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

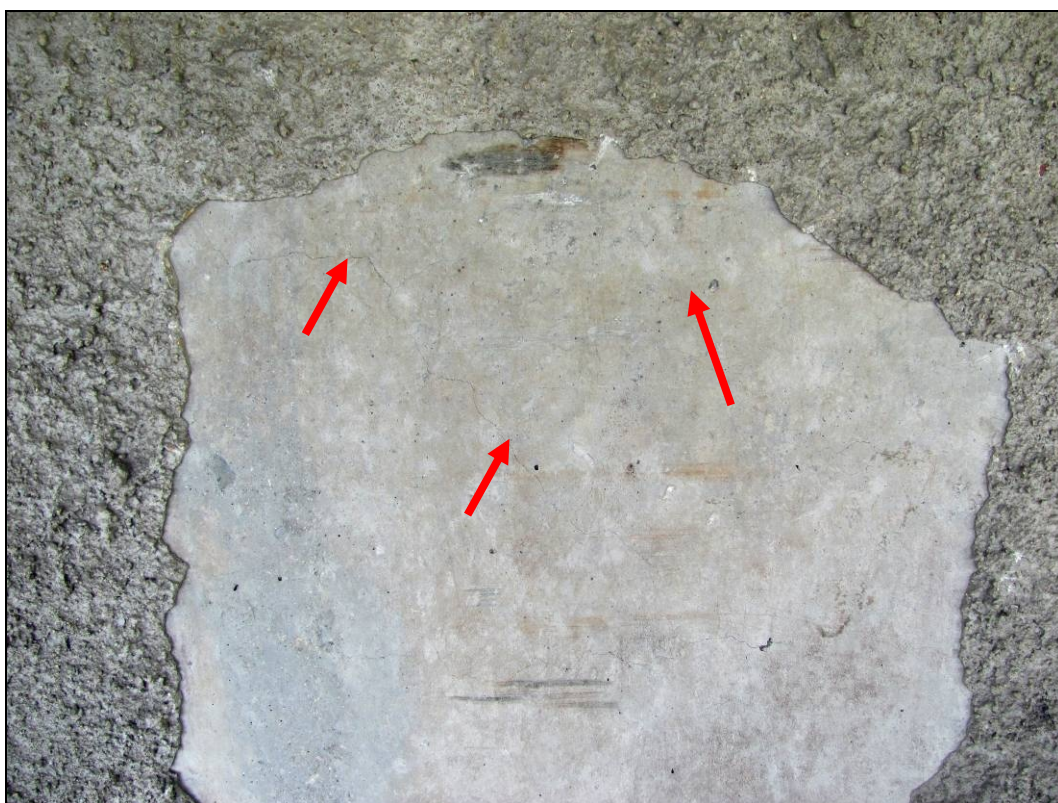


Foto 24: Síť pravděpodobně smršťovacích trhlin šířky 0,1 mm na boku komory v místě odpadlé vrstvy torkretu (povodní strana).



Foto 25: Návodní strana, pole 3. Detail zmonolitněného kloubu uprostřed rozpětí. Na površích nebyly nalezeny známky nějakého zjevného poškození, jako jsou např. trhliny, drcení betonu, nadměrné deformace.



Foto 26: Pohled na spodní líc zmonolitněného kloubu. Dochází k ulamování hran betonu na styku dvou sousedních prvků až do hloubky cca 70 mm. Dobetonovaná spára je lokálně porušena trhlinami do šířky 0,2 mm. V místě ulámaných hran jsou v odkryté dobetonované spáře vloženy betonové jádrové vývrty.



Foto 27: Pohled na spodní líc zmonolitněného kloubu. Dochází k ulamování hran betonu na styku dvou sousedních prvků až do hloubky cca 70 mm. Dobetonovaná spára je lokálně porušena trhlinami do šířky 0,2 mm. V místě ulámaných hran jsou v odkryté dobetonované spáře vloženy betonové jádrové vývrty.

Pilíř P4:



Foto 28: Pohled na pilíř P4.



Foto 29: Pohled od paty na pilíř P4.

Pole 4:



Foto 30: Návodní strana, pole 4. Bok komor a spodní líc konzol plošně zakryt vrstvou torkretu.



Foto 31: Povodní strana, pole 4. Bok komor a spodní líc konzol plošně zakryt vrstvou torkretu.



Foto 32: Na spodním líci konzoly viditelné výkvěty.



Foto 33: Na koncích konzol místa s odpadlou vrstvou torkretu. Odhalená výztuž vlivem odpadlé krycí vrstvy. Zde dochází k povrchové korozi výztuže.

Opěra OP5 - Zvíkovské Podhradí:



Foto 34: Celkový pohled na opěru OP5.



Foto 35: Detail křídla, povodní strana. Viditelné výluhy na kamenném zdivu.



Foto 36: Dilatační spára mezi nosnou konstrukcí a kamenným křídlem.
Viditelné výluhy po průsacích. V době prohlídky neaktivní.



Foto 37: Pohled na pravé hrncové ložisko (NGe 2,5MN). Chybí ochranná manžeta.



Foto 38: Celkový pohled na předpolí směr Zvíkovské Podhradí.



Foto 39: Detail mostního závěru.

Interiér komory 1:



Foto 40: Detail interiéru komory 1. Viditelná volná předpínací lana. 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. V čele příčnicku sít' trhlín.

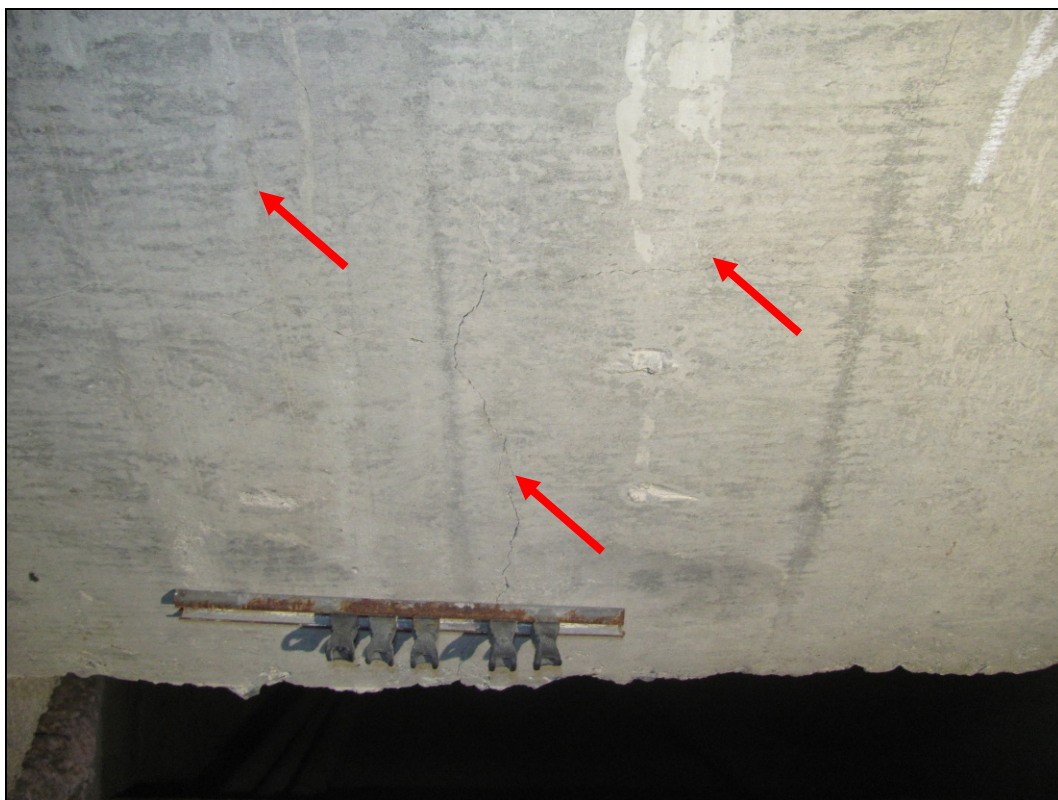


Foto 43: Detail příčnicku u zmonolitněného kloubu v poli 3.
Trhliny šířky 0,1 – 0,35 mm.



Foto 44: Detail příčnicku u zmonolitněného kloubu v poli 3.
Měření šířky trhlin. Trhliny šířky 0,1 – 0,35 mm.



Foto 45: Nově instalovaný snímač pro měření předpětí ve volných kabelech.



Foto 46: Pohled do interiéru pilíře P3.



Foto 47: Detail trhliny šířky 0,05 – 0,15 mm v jednom z příčných kotevních prahů. Výluhy vlivem průsaků. V době prohlídky neaktivní.



Foto 48: Kolonie netopýřů.

Interiér komory 2:



Foto 49: Interiér komory 2, lokálně viditelná koroze výztuže.
Již opatřeno nátěrem.



Foto 50: Detail lokální koroze deviátorů, degradace nátěru.



Foto 51: Detail zmonolitněného kloubu v poli 2.



Foto 52: Detail zmonolitněného kloubu v poli 3.



Foto 53: Detail štěrkových hnízd na boku komory.
Povrchová korozí odhalené výztuže.



Foto 54: Výluhy způsobené zatékáním z vozovky.
V době prohlídky neaktivní.



Foto 55: Nprobetonované kotvy v příčném kotevním prahu.

Komory pod mostními závěry:



Foto 56: Pohled do komory pod mostním závěrem, Zvíkovské Podhradí.
Lokální výluhy způsobené zatékáním. V době prohlídky neaktivní.

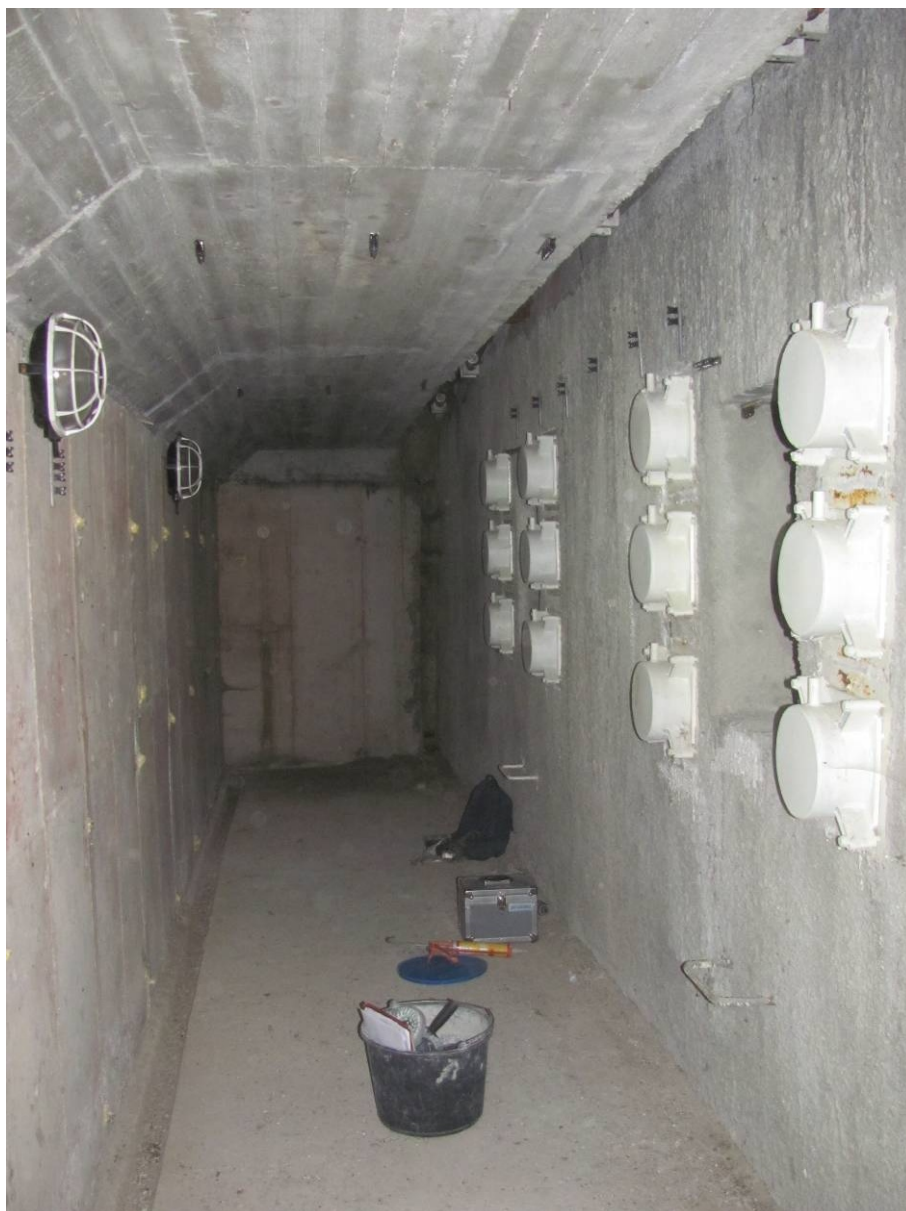


Foto 57: Pohled do komory pod mostním závěrem, Varvažov.
Lokální výluhy způsobené zatékáním. V době prohlídky neaktivní.

Mostní svršek a zábradlí:



Foto 58: Pohled na mostní svršek/vozovku.



Foto 59: Zapravené výtluky na vozovce v asfaltobetonové vrstvě, trhliny a vyjeté koleje.



Foto 60: Detail vrchního líce chodníku, nedostatečné krytí výztuže a její koroze.



Foto 61: Detail částečně ucpaného vtoku odvodňovače.

PŘÍLOHA 4

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE EV. Č. 121-006 PŘES OTAVU

VÝSLEDKY MĚŘENÍ VOLNÝCH KABELŮ

Číslo zakázky: 15040004000

Číslo dokumentu: 1

Číslo výtisku: 2

Zvíkov, kontrolní měření předpětí kabelů v mostní konstrukci

Měření napětí v kabelech mostu 121-006
přes řeku Otavu



květen 2015

Číslo zakázky:

15040004000

Číslo dokumentu:

1

Zakázka: Zvíkov, kontrolní měření předpětí kabelů v mostní konstrukci
Dokument: Měření napětí v kabelech mostu 121-006 přes řeku Otavu
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

INSET s.r.o. IČ 41187628
LUCENBURSKÁ 1170/7, 130 00 PRAHA 3
TEL.: 266 311 414
CS 601 365 651 - 2 -14-

Dokument vypracovali: doc. RNDr. Andrej Jaroševič, PhD.
RNDr. Pavel Obluk



Měření provedli: Ing. Josef Turčák
Ing. Peter Kurota



Výstupní kontrola: Ing. Dáša Praisová



INSET s.r.o.
SPECIALISTA KONTROLY
4

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

OBSAH:

1. ÚVOD	4
1.1. Identifikační údaje	4
2. Předmět měření	4
3. Realizace zkoušky	4
3.1. Měření 17. 8. 1994	4
3.2. Měření 11. 5. 2015	8
4. Výsledky měření	8
5. Závěr	9

1. ÚVOD

1.1. Identifikační údaje

Objednatel: České vysoké učení v Praze, Fakulta stavební
Číslo smlouvy objednatele: 3126050026 ze dne 5. 5. 2015
Číslo smlouvy zhotovitele: 15040004000-01

2. Předmět měření

Měření síly ve volně vedených kabelech K23 a K24.

3. Realizace zkoušky

3.1. Měření dne 17. 8. 1994

Při rekonstrukci zvíkovských mostů v roce 1994 byly do komor obou mostů přidány volně vedené kabely. Na mostě přes Otavu nainstalovala firma Projstar – P.K s.r.o. na obou koncích kabelů K23 a K24 elastomagnetické snímače H90-HC. Tyto snímače sloužily především na měření okamžitých ztrát síly třením v zakřivení. Zároveň byly přímo na předpínací pistoli Freyssinet na každém laně kabelu umístěny elastomagnetické snímače H16M, které umožňovaly měřit rozdělení síly mezi jednotlivá lana kabelu. Výsledky těchto měření jsou uvedeny ve zprávě společnosti Projstar z roku 1994. Rozsáhlá měření při napínání volně vedených kabelů vykonával také Kloknerův ústav ČVUT.



Obr. 1 EM snímače na kabelech K24 (horní) a K23 (střední) na pravobřežním konci mostu přes Otavu

Při měření EM snímačů byla použita jedna z prvních měřicích aparatur. Jednalo se o klasickou analogovou aparaturu, která měřila strmost hysterezní smyčky v oblasti technického nasycení kabelu. Výstupní napětí U_{int} (úměrné síle v kabelu) se měřilo číslicovým multimetrem. Tato aparatura je dodnes funkční, což umožnilo odměřit EM snímače nainstalované v roce 1994 a stanovit změnu síly ve volně vedených kabelech po 21 letech.

Pro ilustraci je na obr. 2 znázorněn průběh výstupního napětí U_{int} naměřený při napínání kabelu K23. EM snímač byl kalibrován přímo při napínání kabelu. Jak je vidět z obr. 2, závislost napětí U_{int} na napínací síle je prakticky lineární, což umožňuje použít na stanovení síly jednoduchý lineární vztah.

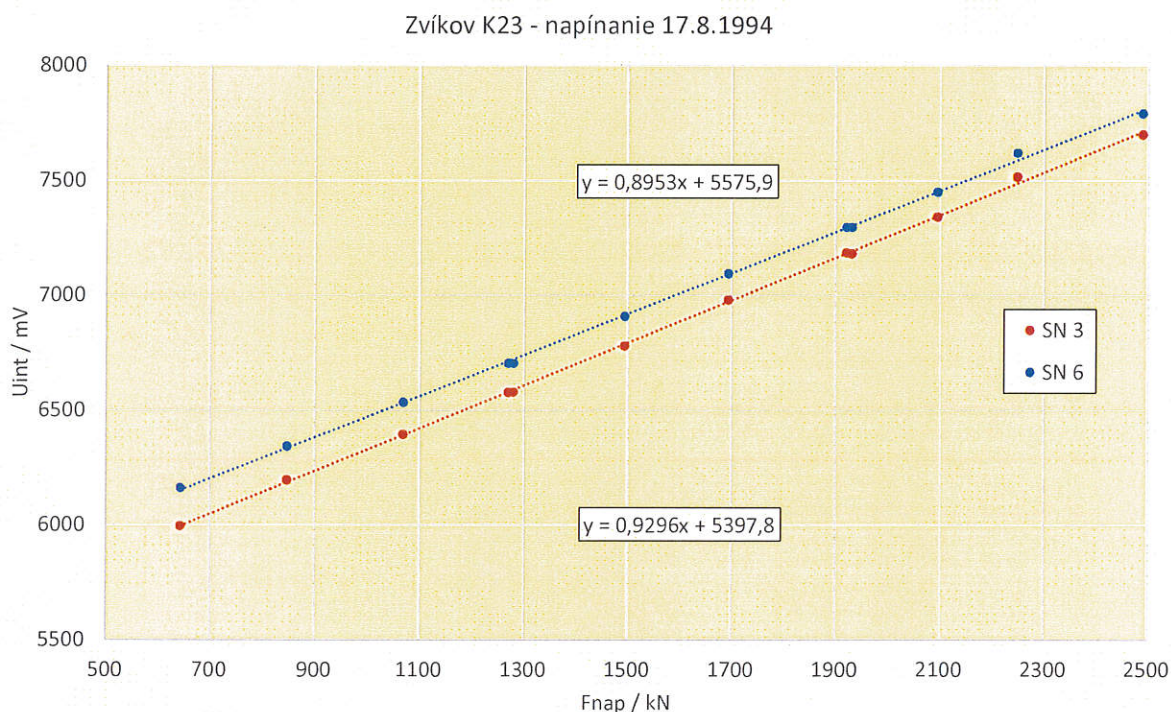
Kalibrace EM snímače na aktivním konci kabelu (SN3) umožňuje stanovit jeho elastomagnetickou citlivost, t.j. změnu napětí U_{int} při změně síly F_{nap} . Pro SN3 vychází hodnota elastomagnetického koeficientu $mec = \Delta U_{int} / \Delta F_{nap} = 0,9296 \text{ mV/kN}$ a $U_{int}(0) = 5397,8 \text{ mV}$.

Tento způsob kalibrace neuvažuje ztrátu síly v přechodovém obalu kotvy, tedy skutečná síla v kabelu bude asi o 3% menší. Protože EM snímače sloužily především na stanovení ztrát třením, byl důležitý poměr sil a ne jejich absolutní hodnoty.

Jak je vidět z obr. 3, ztrátu síly je možné stanovit přímo ze směrnice závislosti $U_{int} \text{ pas} = f(U_{int} \text{ akt})$ bez nutnosti jakékoli kalibrace.

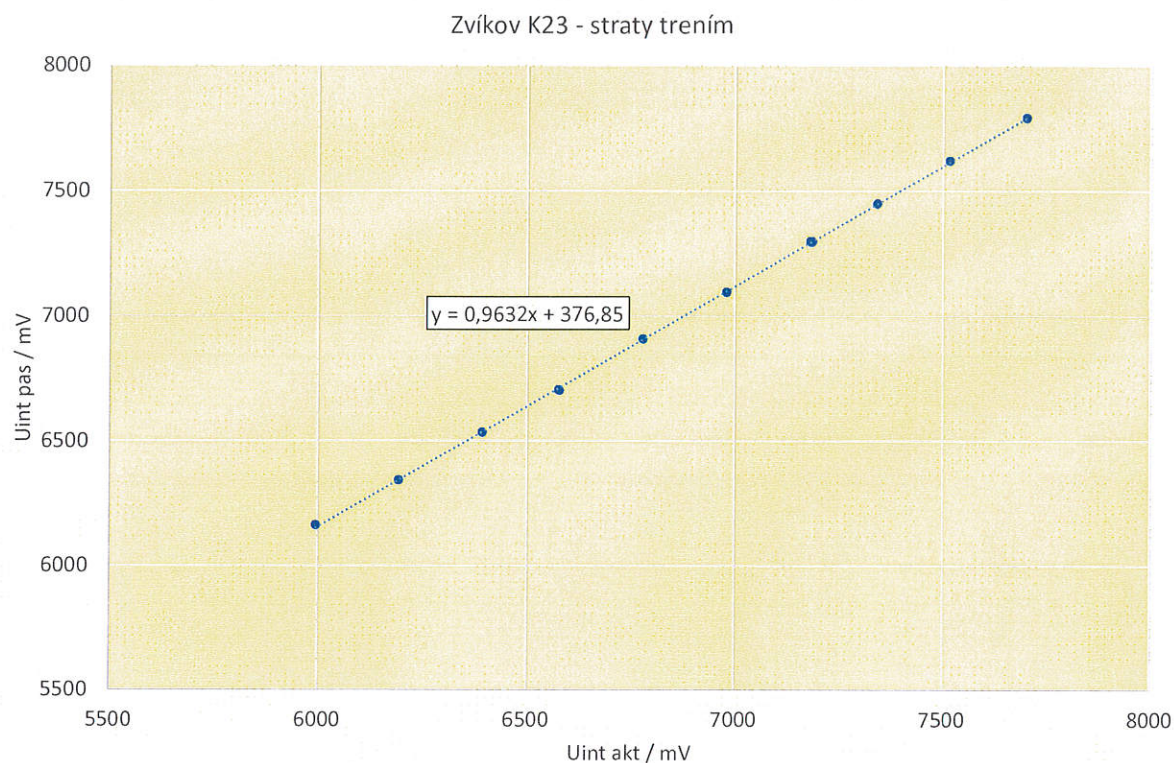
Sílu v daném řezu kabelu stanovíme ze vztahu
 $F = (U_{int}(F) - U_{int}(0)) / m_{ec}$

Na výsledek měření má vliv také teplota. Při měření okamžitých ztrát je vliv teploty nevýznamný, při dlouhodobém měření je potřebné uvažovat také vliv teploty, který představuje přibližně $-5 \text{ MPa}/^{\circ}\text{C}$ (pro kabel $12 \times 141,5 \text{ mm}^2$ asi $-9 \text{ kN}/^{\circ}\text{C}$). Na korekci teplotního vlivu byl v komoře mostu umístěn referenční EM snímač se vzorkem kabelu, který slouží na vyloučení vlivu teploty při dlouhodobém měření.

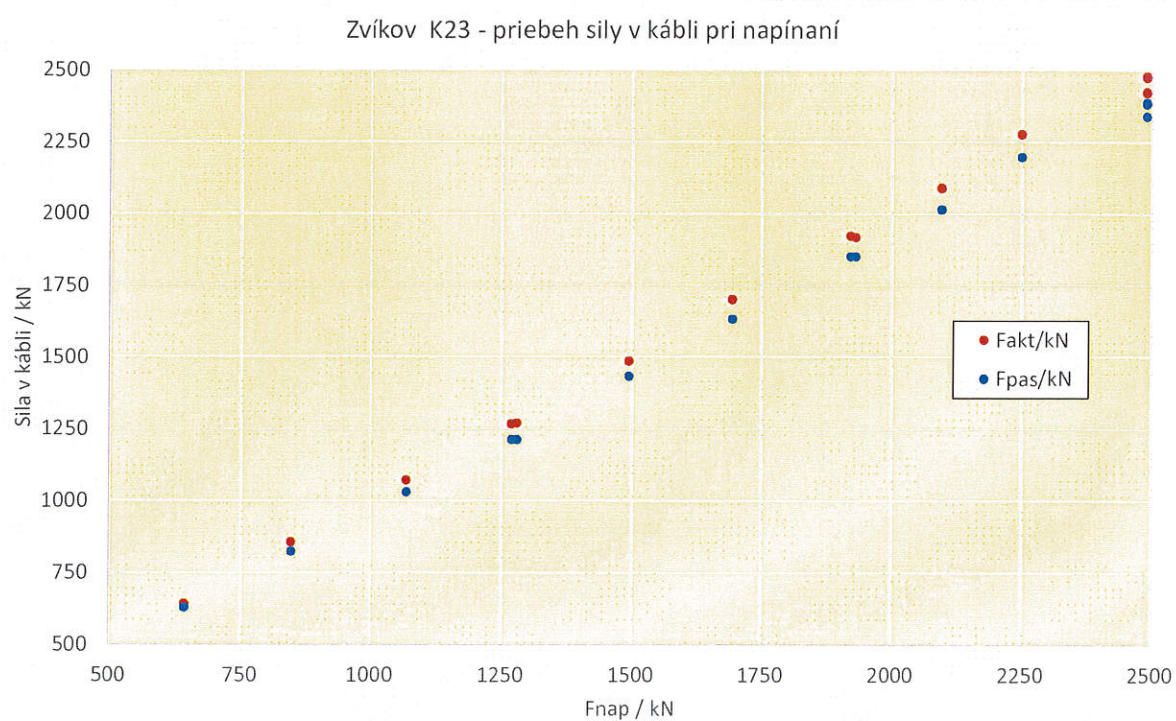


Obr. 2 Závislost výstupního napětí U_{int} na napínací síle F_{nap} pro snímače SN3 a SN6

Průběh síly v místě snímačů SN3 a SN6 je znázorněn na obr. 4. Na tomto průběhu je vidět také ztráta síly prokluzem při zakotvení kabelu. Tato ztráta představuje na obou koncích kabelu asi 50 kN, což svědčí o správné funkci kotvícího okruhu napínacího lisu Freyssinet.



Obr. 3 Stanovení ztrát třením ze směrnice závislosti $U_{int\ pas} = f(U_{int\ akt})$

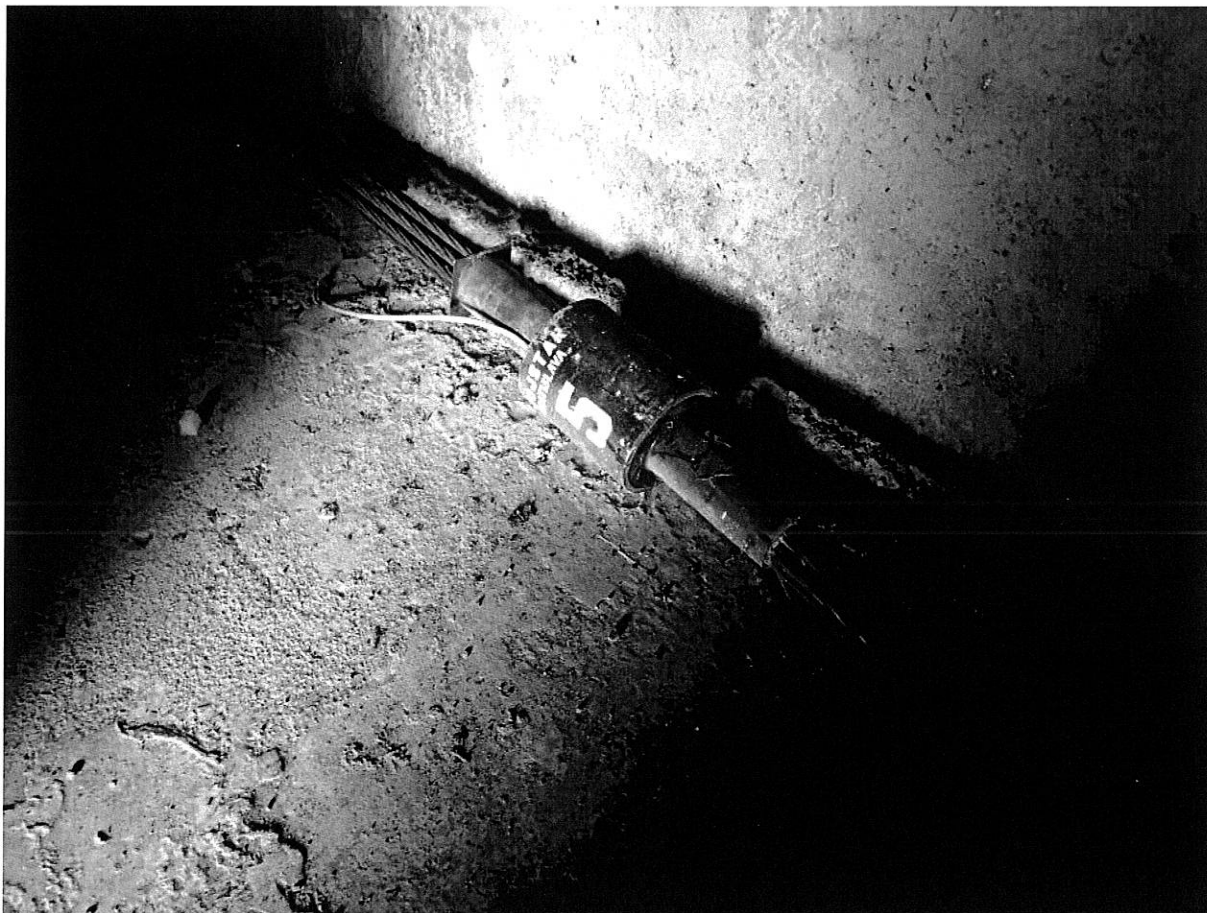


Obr. 4 Průběh síly v kabelu K23 při napínání

3.2. Měření dne 11. 5. 2015

Při vyhodnocení měření EM snímačů dne 11. 5. 2015 byly použity výsledky měření ze dne 17. 8. 1994 a poznatky o elastomagnetických charakteristikách předpínacích lan Lp 15,5.

Při napínání volně vedených kabelů 17. 8. 1994 byla teplota kabelů (odhadem) asi o 15°C vyšší než při měření 11. 5. 2015. Na vyloučení vlivu teploty byl využit proto také referenční snímač SN5.



Obr. 5 Referenční snímač se vzorkem kabelu v komoře mostu

4. Výsledky měření

Výsledky měření jsou shrnuty v tabulce TAB. 1. S ohledem na dlouhý časový odstup a metodiku měření v roce 1994 je třeba počítat s nejistotou výsledků měření asi +/-70kN.

Zvíkov, most cez Otavu. Meranie 11.5.2015. Sily v kN.				
Dátum	K23		K24	
	SN3	SN6	SN4	SN2
	breh	stred	breh	stred
17.8.1994	2422	2386	2425	2469
11.5.2015	2378	2326	2393	2428

TAB 1.1 Výsledky měření

Hodnoty síly byly vypočteny podle uvedeného kalibračního vztahu EM snímače bez uvažování ztráty síly v přechodovém obalu kotvy.

5. Závěr

1. Všechny EM snímače H90-HC nainstalované v roce 1994 fungují bezchybně.
2. Výsledky měření síly na obou koncích volně vedených kabelů K23 a K24 potvrzují jejich správnou funkci. Jak je vidět z TAB. 1, síly v měřených řezech se zmenšily průměrně o 44 kN.
3. S ohledem na metodiku měření použitou v roce 1994 (EM snímače ještě neměly vestavěný teploměr, mařicí aparatura neměla funkci autokalibrace) je potřebné počítat s nejistotou měření asi ± 70 kN a jistým vlivem teploty. Protože teplota kabelu při maření dne 11. 5. 2015 byla odhadem o 15°C nižší než teplota při napínání kabelů, naměřené hodnoty síly jsou pravděpodobně vyšší (o 50 až 100 kN), než je skutečná síla v kabelu. Referenční snímač nedokáže úplně vyloučit vliv teploty a rozptyl elastomagnetických charakteristik lan.

Dne 19. 5. 2015

V Šali

doc. RNDr. Andrej Jaroševič, PhD.

V Ostravě


RNDr. Pavel Obluk