



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. 2000 J 147	Datum vydání zprávy 26. května 2020	Oddělení KÚ Experimentální tel. +420 224 353 537
Objednatel: AFRY CZ s.r.o. Ing. Ondřej Janota Magistrů 1275/13 140 00 Praha		
Expertní zpráva: STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM MOSTU EV.Č. 10614-2, KONOPIŠTĚ		
Vypracoval:	Ing. David Čítek	
Spolupráce:	Ing. Tomáš Mandlík Ing. Karel Hurtig Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D.	
Odpovědný řešitel:	Ing. David Čítek	
Vedoucí oddělení:	Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.	
Ředitel KÚ:	Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.	
Výtisk číslo: 1 2 3 4 5	Rozdělovník: Objednatel: 4x 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 mostu ev. č. 10614-2 v Konopišti.

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 most ev. č. 10614-2

OBSAH:

1. ÚVOD	3
2. PODKLADY	4
3. POUŽITÉ METODY A POSTUPY	5
3.1. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA.....	5
3.2. HLOUBKA KARBONATACE BETONU	5
3.3. KRYTÍ VÝZTUŽE BETONEM	6
3.4. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU	6
3.5. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI KAMENE V TLAKU	7
3.6. LOKALIZACE A IDENTIFIKACE VÝZTUŽE	7
3.7. STANOVENÍ OBSAHU CHLORIDŮ V BETONU	8
4. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA.....	9
5. ODBĚR JÁDROVÝCH VÝVRTŮ	10
5.1 LOKALIZACE ODBĚRU JÁDROVÝCH VÝVRTŮ	10
5.2 POPIS JÁDROVÝCH VÝVRTŮ	13
6. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY BETONU V TLAKU	16
7. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY KAMENE V TLAKU	21
8. STANOVENÍ HLOUBKY KARBONATACE	22
9. STANOVENÍ OBSAHU CHLORIDŮ V BETONU	22
10. STANOVENÍ VÝZTUŽENÍ A STAVU VÝZTUŽE.....	24
11. SHRNUÍ A ZÁVĚR	28
12. SANACE BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ.....	30
12.1. PŘEDÚPRAVA POVRCHU A ČIŠTĚNÍ.....	31
12.2. ZESILOVÁNÍ KONSTRUKCÍ ČI NÁHRADA VÝZTUŽE.....	32
12.3. OCHRANA VÝZTUŽE A REPROFILACE POVRCHŮ	33
12.4. FINÁLNÍ NÁTĚR.....	34
12.5. SYSTÉMY REPROFILAČNÍCH HMOT	34
13. FOTODOKUMENTACE.....	35

1. ÚVOD

Na základě objednávky společnosti AFRY CZ s.r.o., Magistrů 1275/13, 140 00 Praha, byl proveden stavebně technický průzkum mostní konstrukce ev. č. 10614-2 v Konopišti.

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

- studium dostupných podkladů,
- odběr jádrových vývrtů,
- pevnost betonu destruktivně,
- pevnost kamene destruktivně,
- stanovení karbonatace betonu,

- chemický rozbor betonu za účelem stanovení obsahu chloridů v betonu pro posouzení korozního stavu,
- stanovení vyztužení konstrukce, ověření stavu betonářské výztuže,
- fotografická dokumentace a zpracování souhrnné zprávy.

Cílem prací je získat obraz o aktuálním stavu konstrukce z hlediska konstrukčního a poskytnout podklad pro případný sanační zásah. Průzkumné a laboratorní práce probíhaly v květnu 2020.

2. PODKLADY

- [1] ČSN ISO 13822: Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí.
- [2] ČSN EN 206+A1: Beton: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.
- [3] ČSN EN 13791: Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a prefabrikovaných betonových dílcích.
- [4] ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - Doplnující ustanovení.
- [5] ČSN EN 12504-1 Zkoušení betonu v konstrukcích. Část 1: Vývrty. Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku.
- [6] Dohnálek, J. – Kontrola pevnosti betonu ve stavební konstrukci. Úspora cementu při výstavbě betonových konstrukcí – studijní texty, ČSVTS, Praha 1983;
- [7] ČSN EN 12390-3 Zkoušení ztvrdlého betonu. Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles
- [8] ČSN 72 1151 – Zkoušení přírodního stavebního kamene. Základní ustanovení
- [9] ČSN EN 1926 – Zkušební metody přírodního kamene - Stanovení pevnosti v tlaku
- [10] ČSN 73 1316 - Stanovení vlhkosti, nasákavosti a vztlakovosti betonu (norma zrušena).
- [11] TKP 18 - BETONOVÉ KONSTRUKCE A MOSTY Schváleno: MD-OPK č.j. 2/2016-120-TN/2, ze dne 12. ledna 2016, s účinností od 15. 1. 2016
- [12] ČSN EN ISO 10304-1: Jakost vod - Stanovení rozpuštěných aniontů metodou kapalinové chromatografie iontů - Část 1: Stanovení bromidů, chloridů, fluoridů, dusičnanů, dusitanů, fosforečnanů a síranů
- [13] TKP 31/2008: Opravy betonových konstrukcí. MD-OI, č.j. 318/08-910-IPK/1 ze dne 8. 4. 2008, s účinností od 1. května 2008
- [14] ČSN EN 1504 - Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí - Definice, požadavky, kontrola kvality a hodnocení shody - řada norem Části 1-10

3. POUŽITÉ METODY A POSTUPY

3.1. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA

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

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

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

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

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

3.2. HLOUBKA KARBONATACE BETONU

Karbonatace betonu je dlouhodobý proces, ve kterém hraje rozhodující úlohu vzdušný 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 příklepovou vrtačkou vrtán otvor $\varnothing 8$ mm a zmíněný roztok byl aplikován na vynášený prach, popř. na čerstvou lomovou plochu betonu v místě

destruktivních sond. Při výrazném fialovém zabarvení se zkouška ukončila a posuvným měřítkem s přesností na 1 mm byla změřena hloubka karbonatace betonu.

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

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

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

3.3. KRYTÍ VÝZTUŽE BETONEM

Tloušťku krytí výztuže betonem je, kromě hloubky karbonatace, nezbytné stanovit pro posouzení korozního rizika u libovolné železobetonové konstrukce. Porovnání zjištěného krytí se zjištěnou aktuální hloubkou neutralizace ukazuje, zda uložená výztuž je již v oblasti snížené alkality, či nikoliv, a zda hrozí korozní riziko. Ke stanovení tloušťky krytí na vnějších površích železobetonových prvků byl použit radar HILTI PS 1000. Přístroj pracuje na principu vysílání elektromagnetických pulzů do konstrukce. Výstupem registrace odrazů el.pulzů od nehomogenit materiálu je plošný scan s příčným řezem dané konstrukce. K orientačnímu stanovení polohy a tloušťky krytí na vnějších površích jednotlivých konstrukcí bylo použito softwarového rozhraní Hilti PROFIS PS 1000. Přístroj HILTY PS 1000 pracuje s maximální detekční hloubkou 300mm. Přesnost indikace hloubky menší než 100mm je $\pm 10\text{mm}$. Při hloubce nad 100mm je přesnost $\pm 15\%$. Přesnost lokalizace je $\pm 10\text{mm}$.

3.4. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU

Pro účely destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku byly z konstrukce odebrány jádrové vývrty $\varnothing 75 \text{ mm}$. V laboratoři byly vývrty zaříznuty a zakončovány broušením. Před zkouškou byly vývrty změřeny a zváženy, aby bylo možno stanovit objemovou hmotnost betonu. Takto připravené vzorky byly zkoušeny v zatěžovacím stroji WPM 500 kN, metrologické číslo S 07 011 M. Odběry jádrových vývrtů a zkoušky vzorků byly provedeny dle ČSN EN 12504-1 [11].

Válcové pevnosti betonu $f_{c, \text{core}}$ zjištěné na vývrtech je nutné převést na krychelné pevnosti $f_{c, \text{cube}}$, které odpovídají pevnostem na krychli základních rozměrů, tj. krychli s délkou hrany 150 mm. Převod se provede dle ČSN EN 12390-3, změna Z1, příloha NA [12].

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

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

$K_{c, cyl}$ opravný součinitel štíhlosti dle [12] v závislosti na štíhlostním poměru $\lambda = h / d$ (h je výška vývrtu a d je \varnothing vývrtu); pro $1 \leq \lambda < 2$,

$K_{d, cyl}$ převodní součinitel v závislosti na průměru dle [12] a experimentálně stanoveného diagramu vypracovaného v KÚ ČVUT [13].

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

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

$K_{cyl, cube}$ převodní součinitel pevností betonu na válcích základních rozměrů na krychelné pevnosti betonu na krychlích základních rozměrů dle [12].

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

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

3.5 DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI KAMENE V TLAKU

Pro stanovení pevnosti kamene v tlaku byly odebrány jádrové vývrtu \varnothing 75 mm. Z odebraných jádrových vývrtů byla v laboratoři připravena zkušební válcová tělesa se štíhlostním poměrem \varnothing/h přibližně 1/1. Tlačné plochy všech zkušebních těles byly upraveny broušením.

3.6. LOKALIZACE A IDENTIFIKACE VÝZTUŽE

Destruktivně: Za účelem lokalizace a identifikace výztuže a stanovení tloušťky krycí vrstvy byly provedeny destruktivní sondy elektrickým bouracím kladivem, v nichž byla odhalena výztuž. Průměr výztuže byl měřen posuvným měřítkem, druh použité výztuže a její korozní stav byl stanoven vizuální prohlídkou výztuže. Dále byla měřena tloušťka krycí vrstvy a vzdálenosti, ve kterých je výztuž uložena. Výpočtové charakteristiky výztužné oceli byly stanoveny dle ČSN 73 0038 [10] na základě tvaru povrchu výztuže a stáří stavby.

Nedestruktivně: Pro nedestruktivní stanovení polohy výztuže a tloušťky krycí vrstvy byl 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. STANOVENÍ OBSAHU CHLORIDŮ V BETONU

S ohledem na komplexní posouzení konstrukce a s ohledem na korozní stav byl stanoven obsah vodou rozpustných chloridových iontů v betonu konstrukcí mostu. Přítomnost chloridových iontů nad určitou limitní hranici významně zvyšuje riziko koroze výztuže, i když je dostatečně krytá vrstvou betonu. Tyto limity jsou uvedeny např. v tab. ČSN EN 206 + A1 [5] takto:

- *Prostý beton - max. obsah 1 % hmotnosti cementu.*
- *Železobeton - max. 0,4 % hmotnosti cementu.*
- *Předpjatý beton - max. 0,2 % hmotnosti cementu.*

Na konstrukcích byl proveden odběr a rozbor vzorků z povrchových vrstev dvou úrovní a to v rozmezí:

- a) 0 - 15 mm,
- b) 15 - 30 mm.

Odběr vzorků je rovnoměrně rozmístěn po konstrukci a je proveden odvrtáním za sucha. Vysušené vzorky jsou namlety na analytickou jemnost a následně z nich připraven vodní výluh v destilované vodě v poměru 1:10. Doba vyluhování je 24 hodin. Ve výluhu jsou stanoveny obsahy chloridů Cl^- . Zkoušky jsou provedeny dle ČSN EN ISO 10304-1 [9].

4. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA

Vizuální prohlídka byla provedena na celé mostní konstrukci. Jedná se o jednopolový most. Konstrukce přemostňuje vodní tok. Nosná konstrukce je tvořena klenbou ze železobetonu. Opěry jsou obloženy kamenem. Křídla jsou tvořena kamenným zdivem. Most převádí jednopruhovou silnici 3. třídy. Vizuální prohlídka byla zaměřena na trhliny a jiné poruchy konstrukce.

Z vizuální prohlídky lze konstatovat:

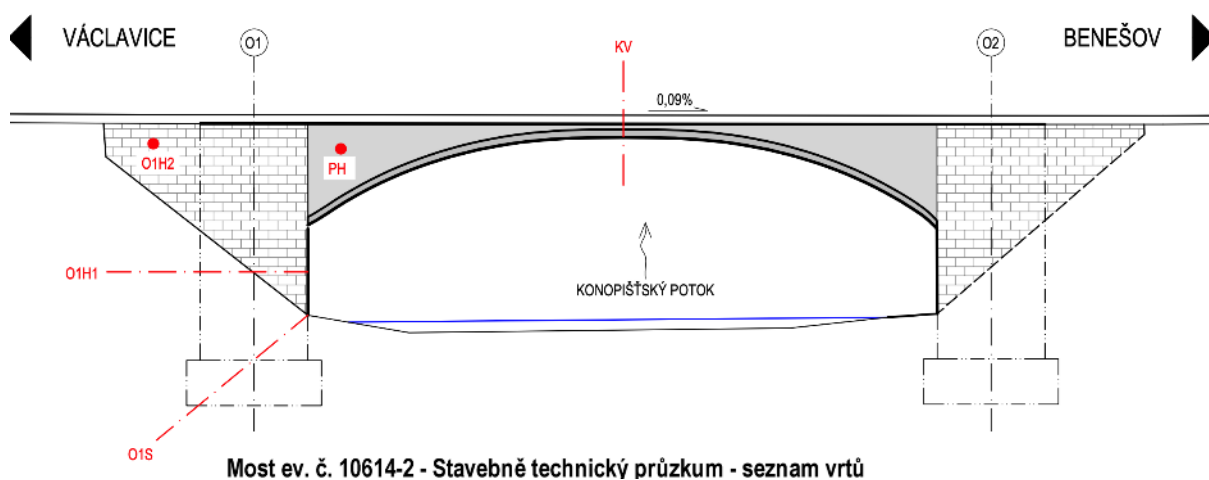
- *Z vizuální prohlídky jsou patrné lokální místa s viditelnou korozi distančních podložek (kusy ocelové výztuže) a s lokálním uvolňováním a odlupováním krycí vrstvy betonu. Na spodní straně římsy patrná prokreslená výztuž.*
- *Na konstrukci klenby nalezena lokální místa s patrným zatékáním na konstrukci. V místech jsou patrné výluhy. Lokálně dochází ke korozi rozdělovací výztuže a k prokreslení na povrch. Na konstrukci nebyly nalezeny další trhliny či závažnější statické poruchy. Komentáře jsou uvedeny ve fotodokumentaci.*
- *U parapetních říms dochází lokálně k pohybu mezi částí nad křídlem a nad opěrou. V místě povodní strany ve směru na Václavice patrné „vyvalení“ křídla a oddálení obou částí parapetních říms. Detaily jsou patrné z fotodokumentace. Lokálně nalezeny svislé a diagonální trhliny.*

5. ODBĚR JÁDROVÝCH VÝVRTŮ

V rámci prováděné diagnostiky bylo objednatelem požadované stanovení založení objektu a stanovení tloušťky jednotlivých konstrukcí. Zároveň byl odebrán materiál pro stanovení parametrů betonu daných konstrukcí. Přehledně jsou vrty detailně popsány v tabulce 1.

5.1 LOKALIZACE ODBĚRU JÁDROVÝCH VÝVRTŮ

Zadání vrtů bylo dle požadavků objednatele. Schematicky jsou vrty zobrazeny na následujícím schématu.



Tabulka 1: Detailní rozpis odběru vývrtů

Vrt	Číslo vrtu dle schématu	Směr vrtání	Odvrtaná délka (m)	Popis výnosu	Poznámky
1	O1H2	Vodorovný	1,0 m	Kámen/Kamenné zdivo	Vrtáno do poprsní zdi
2	PH	Vodorovný	1,0 m	Beton/Zemina	Vrtáno do čelní zdi
3	O1H1	Vodorovný	2,4 m	Kámen/ Beton	Vrtáno do opěry
4	O1S	Šikmý 45°	2,65	Kámen/ Beton	Vrtáno pod opěru
3	KV	Svislý	0,54 m	Beton	Vrtáno uprostřed rozpětí, vedle obrubníku

Vrt č. 1 - křídlo

0,0 – 0,27 m granitoid

0,27 m – (vrtáno do 1,0 m) kamenné zdivo z betonem

**Foto 2:** Výnos vrtu č. 1, vodorovný vrt skrz křídlo**Vrt č. 2 – čelní zídka**

0,0 – 0,705 m beton

0,705 – 0,708 m asfaltová izolace

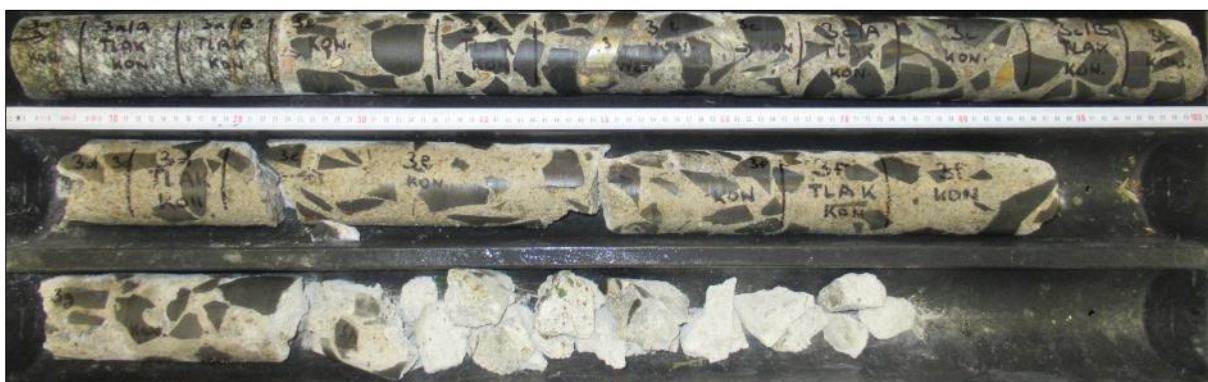
0,708 – (vrtáno do 1,0 m) – zemina/písek

**Foto 3:** Výnos vrtu č. 2, vodorovný vrt skrz čelní zed'**Vrt č. 3 - opěra**

0,0 – 0,22 m granitoid

0,22 – 2,4 m beton (do cca 1,2 m beton vizuálně lepší kvality)

2,4 - (vrtáno do 2,5 m) – zemina/štěrk

**Foto 4:** Výnos vrtu č. 3, vodorovný vrt skrz opěru

Vrt č. 4 – základ opěry

0,0 – 0,41 m granitoid

0,41 – 2,6 m beton

2,6 – (vrtáno do 2,7 m) – zemina/písek

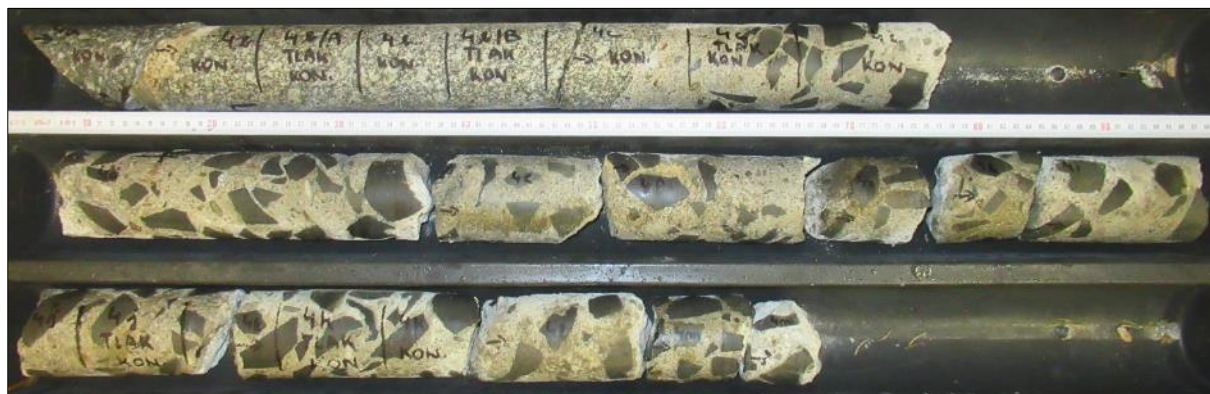


Foto 5: Výnos vrtu č. 4, šikmý vrt skrz základ opěry

Vrt č. 5 – nosná konstrukce

0,0 – 0,045 m asfaltobeton

0,045 – 0,14 m dlažební kostka

0,14 – 0,34 m písek

0,34 – 0,52 m železobetonová deska



Foto 6: Výnos vrtu č. 5, svislý vrt skrz nosnou konstrukci

5.2 POPIS JÁDROVÝCH VÝVRTŮ**Tabulka 2:** Popis struktury pláště vývrtů

Označení vývrtu	Délka /průměr [mm]	Popis struktury vývrtu
Vývrt 1: celková vrtaná délka 1 m		
1a Kámen	270/Ø75	Vývrt tvořen horninou. Hornina je hutná – vyvřelina – granitoid s vyrostlicemi velikosti do 27 mm. Vizuálně nebyly zaznamenány žádné trhliny. Na povrchu vývrtu byl zaznamenán ojedinělý počet makropórů do velikosti 0,5 mm. Povrch vývrtu je hladký.
1b Drť betonu a kamene		Tato část vývrtu je tvořena drť betonu s částmi velikosti až 140 mm a hutného kamene s částmi velikosti až 190 mm. V betonu převažuje podíl HK nad DTK a byla zde zaznamenána zrna kameniva velikosti až 27 mm. Beton je hutný až pórovitý, na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet pórů do velikosti 7 mm. Na některých částech betonu byly zachyceny bílé výluhy.
Vývrt 2: celková vrtaná délka 1 m		
2a Beton	430/Ø75	Ve vývrtu převažuje podíl HDK nad DTK. Vývrt dále obsahuje ojedinělá zrna HTK. Max. velikost zrna HTK je 27 mm, max. velikost zrna HDK je 60 mm. Beton je hutný až mírně pórovitý, místy byly zaznamenány oblasti s vyšší pórovitostí. Na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 6 mm, místy byly zaznamenány větší póry a dutiny velikosti až 25 mm. Povrch vývrtu je hladký. Na líci vývrtu byla zaznamenána vrstva jemnozrnného betonu tl. až 15 mm. Na lomu částí 2a a 2b byly zaznamenány bílé výluhy.
2b Beton	330/Ø75	Ve vývrtu převažuje podíl HDK nad DTK. Vývrt dále obsahuje ojedinělá zrna HTK. Max. velikost zrna HTK je 27 mm, max. velikost zrna HDK je 45 mm. Beton je hutný až pórovitý, místy zaznamenány oblasti s mezerovitým betonem. Na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 6 mm, místy byly zaznamenány větší póry a dutiny velikosti až 27 mm. Povrch vývrtu je hladký. Ve vývrtu v hloubce 660 a 665 mm (měřeno k líci betonu části 2a) byla zastižena výztuž – 2 pruty. Na rubu vývrtu byla zachycena vrstva zeminy tloušťky 50 mm, asfaltová izolace tloušťky 3 mm a drobná drť betonu a kameniva.

Tabulka 3: Popis struktury pláště vývrtů

Označení vývrtu	Délka /průměr [mm]	Popis struktury vývrtu
Vývrt 3: celková vrtná délka 2,4 m		
3a Kámen	220/Ø75	Vývrt tvořen horninou. Hornina je hutná – vyvřelina – granitoid s vyrostlicemi velikosti do 25 mm. Vizuálně nebyly zaznamenány žádné trhliny. Na povrchu vývrtu byl zaznamenán ojedinělý počet makropórů do velikosti 0,5 mm. Povrch vývrtu je hladký.
3b + 3c Beton	380 + 390/ Ø75	V betonu převažuje podíl HDK nad DTK. Vývrt dále obsahuje ojedinělá zrna HTK. Max. velikost zrna HTK je 27 mm, max. velikost zrna HDK je až 70 mm. Beton je hutný až mírně pórovitý. Na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 6 mm, ojediněle byly zaznamenány větší póry a dutiny velikosti až 10 mm. Povrch vývrtu je hladký. Ve vývrtu v hloubce 260 mm (měřeno od líce betonu 3b) byla zastižena výztuž orientovaná šikmo vývrtem – 1 prut. Na rubu vývrtu 3c byla zaznamenána část betonu typu části 3d.
3d, 3e, 3f, 3g Beton	150, 280, 370, 200 /Ø75	Beton obsahuje vyvážený podíl DTK a HDK. Místy byly zaznamenány oblasti s převažujícím podílem HDK nad DTK. Vývrt dále obsahuje ojedinělá zrna HTK. Max. velikost zrna HTK je 15 mm, max. velikost zrna HDK je až 70 mm. Beton je hutný až pórovitý, místy zaznamenány oblasti s mezerovitým betonem. Na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 7 mm, v mezerovitých oblastech byly zachyceny větší póry a dutiny velikosti až 32 mm.
3h Drt' betonu		Tato část vývrtu je tvořena pouze drtí betonu s částmi velikosti až 90 mm a obsahující zrna HDK do velikosti až 50 mm.

Tabulka 4: Popis struktury pláště vývrtů

Označení vývrtu	Délka /průměr [mm]	Popis struktury vývrtu
Vývrt 4: celková vrtaná délka 2,65 m		
4a Kámen	20-150 /Ø75	Vývrt tvořen horninou. Hornina je hutná – vyvřelina – granitoid s vyrostlicemi velikosti do 22 mm. Vizually nebyly na povrchu vývrtu zaznamenány žádné trhliny ani póry. Povrch vývrtu je hladký.
4b Kámen	330/Ø75	Vývrt tvořen horninou. Hornina je hutná – vyvřelina – granitoid s vyrostlicemi velikosti do 25 mm. Na povrchu vývrtu byl zaznamenán ojedinělý počet makropórů do velikosti 1 mm. Povrch vývrtu je hladký. Na lici této části byla zachycena vrstva malty tl. 25 mm. Ve vývrtu se v hloubce 110 mm až 160 mm nachází šikmá trhlina šířky 0,5 mm a délky 40 mm.
4c, 4d, 4e, 4f, 4g, 4h, 4i, 4j, 4k, 4l, 4m, 4n Beton	300, 300, 130, 160, 90, 70, 130, 160, 190, 130, 70, 50/ Ø75	Beton obsahuje vyvážený podíl DTK a HDK. Místa byly zaznamenány oblasti s převažujícím podílem HDK nad DTK. Vývrt dále obsahuje ojedinělá zrna HTK. Max. velikost zrna HTK je 22 mm, max. velikost zrna HDK je až 65 mm. Beton je hutný až pórovitý, v částech 4d a 4f byly zaznamenány také oblasti s mezerovitým betonem. Na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 7 mm, v mezerovitých oblastech byly zachyceny větší póry a dutiny velikosti až 30 mm. Povrch vývrtu je převážně hladký, místy drsný. Na lici části 4c byla do hloubky cca 70 mm zaznamenána hornina z části vývrtu 4b. Na zlomech částí vývrtu byly místa zaznamenány bílé výluhy.
Vývrt 5: celková vrtaná délka 0,52 m		
5a Asfalto- beton	45/Ø75	Ve vývrtu převažuje podíl HK nad DTK. Max. velikost zrna HTK je 20 mm, max. velikost zrna HDK je 18 mm. Beton je hutný až pórovitý. Na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 5 mm. Povrch vývrtu je hladký.
5b Kámen	95/Ø75	Vývrt tvořen dvěma částmi horniny. Hornina je hutná, vizually nebyly zaznamenány žádné trhliny ani póry. Spára mezi dvěma kusy kamene byla částečně vyplněna asfaltobetonem. Povrch vývrtu je hladký.
5c Beton	180/Ø75	Ve vývrtu převažuje podíl HDK nad DTK. Vývrt dále obsahuje ojedinělá zrna HTK. Max. velikost zrna HTK je 35 mm, max. velikost zrna HDK je 30 mm. Beton je hutný až mírně pórovitý. Na povrchu vývrtu byl zaznamenán větší počet makropórů do velikosti 4 mm, ojediněle byly zaznamenány větší póry a dutiny velikosti až 11 mm. Povrch vývrtu je hladký.

6. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY BETONU V TLAKU

Provedení zkoušky	:	7. 5. 2020
Značení vzorků	:	viz Tabulka 5 a 6
Identifikace vzorků	:	zkoušeny byly vývrtky o \varnothing cca 73 mm, výsledky zkoušek jsou uvedeny v Tabulce 5 až 9
Úprava vzorků	:	zaříznuty diamantovým kotoučem a zabroušeny
Zatěžovací stroj	:	WPM 1000 kN, metrologické číslo S 12 012 M
Prostředí zkoušky	:	teplota 21 °C, vlhkost 56 %
Provedl	:	Pavel Borodáč

Tabulka 5: Výsledky zkoušky pevnosti betonu v tlaku na vývrttech

Vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Hmotnost	Objem. hmot.	Max. tlak. síla F	Pevnost betonu na vývrtu $f_{c, core}$	Štíhl. poměr λ	Opravný součinitel (štíhlost) $K_{c, cyl}$	Převodní součinitel (průměr) $K_{d, cyl}$	Válcová pevnost betonu $f_{c, cyl}$	Převodní součinitel (cyl-cube) $K_{cyl, cube}$	Krychelná pevnost betonu $f_{c, cube}$
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]	[--]	[--]	[--]	[MPa]	[--]	[MPa]
Beton čelní zdi nad klenbou													
2	2a/A	72,4	79,2	779	2390	289,0	70,2	1,094	0,878	0,928	57,2	1,211	69,2
	2a/B	72,4	81,4	804	2400	283,0	68,7	1,124	0,885	0,928	56,4	1,212	68,4
	2b	72,4	77,8	734	2300	200,0	48,6	1,075	0,873	0,928	39,3	1,237	48,7
Průměrná hodnota 2:					2370		62,5				51,0		62,1
Směrodatná odchylka:					55		12,1				10,1		11,6
Variační koeficient [%]:					2,3		19,3				19,8		18,8

Vysvětlivky k tabulce:

 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 charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci zkoušením vývrtů – vývrt 2 – BETON ČELNÍ ZDI NAD KLENBOU

(ČSN EN 13791, čl. 7.3.3 – Postup B)

Počet zkoušek n : 3

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

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

$f_{ck, is} = f_m(n), is - k = 62,1 - 7 = 55,1$ MPa nebo $f_{ck, is} = f_{is, min.} + 4 = 48,7 + 4 = 52,7$ MPa

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

$f_{ck, is, cube} = 52,7 > 51$ MPa = $f_{ck, is, cube}$ (min. charakt. pevnost betonu, ČSN EN 13791, tab. 1)

Minimální charakteristická pevnost betonu C 50/60 $f_{ck, is, cube} = 51$ MPa.

Minimální charakteristická pevnost zkoušeného betonu $f_{ck, is, cube} = 52,7$ MPa.

Minimální charakteristická pevnost betonu C 55/67 $f_{ck, is, cube} = 57$ MPa.

Zkoušený beton čelní zdi splňuje požadavky pevnostní třídy C 50/60.

Tabulka 6: Výsledky zkoušky pevnosti betonu v tlaku na vývrtech

Vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Hmotnost	Objem. hmot.	Max. tlak. síla F	Pevnost betonu na vývrtu $f_{c, core}$	Štíhl. poměr λ	Opravný součinitel (štíhlost) K_c, cyl	Převodní součinitel (průměr) K_d, cyl	Válcová pevnost betonu f_c, cyl	Převodní součinitel (cyl-cube) $K_{cyl, cube}$	Krychelná pevnost betonu $f_c, cube$
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m³]	[kN]	[MPa]	[--]	[--]	[--]	[MPa]	[--]	[MPa]
Beton opěry (za kamenným zdivem) tl cca 1 m													
3	3b	72,5	80,8	807	2420	204,0	49,4	1,114	0,882	0,928	40,5	1,235	50,0
	3c/A	73,6	78,7	822	2460	329,0	77,3	1,069	0,871	0,929	62,6	1,203	75,3
	3c/B	73,7	78,0	819	2470	326,0	76,4	1,058	0,869	0,929	61,7	1,204	74,2
Průměrná hodnota 3:					2450		67,7				54,9		66,5
Směrodatná odchylka:					26		15,9				12,5		14,3
Variační koeficient [%]:					1,1		23,4				22,8		21,5

Vysvětlivky k tabulce:

Zkušební vzorek nesplňuje požadavek ČSN EN 12504-1 na poměr velikosti max. zrna kameniva k průměru vývrtnu (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 charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci zkoušením vývrtů – vývrt 3 – BETON OPĚRY (ZA KAMENNÝM ZDIVEM) TL. CCA 1M
(ČSN EN 13791, čl. 7.3.3 – Postup B)

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

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

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 66,5 - 7 = 59,5 \text{ MPa} \quad \text{nebo} \quad f_{ck, is} = f_{is, min.} + 4 = 50,0 + 4 = 54,0 \text{ MPa}$$

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

$$f_{ck, is, cube} = 54,0 > 51 \text{ MPa} = f_{ck, is, cube} \text{ (min. charakt. pevnost betonu, ČSN EN 13791, tab. 1)}$$

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 $f_{ck, is, cube} = 57 \text{ MPa}$.

Zkoušený beton opěry (za kamenným zdivem) tl. cca 1 m splňuje požadavky pevnostní třídy C 50/60.

Tabulka 7: Výsledky zkoušky pevnosti betonu v tlaku na vývrtech

Vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Hmotnost	Objem. hmot.	Max. tlak. síla F	Pevnost betonu na vývrtu $f_{c, core}$	Štíhl. poměr λ	Opravný součinitel (štíhlost) K_c, cyl	Převodní součinitel (průměr) K_d, cyl	Válcová pevnost betonu f_c, cyl	Převodní součinitel (cyl-cube) $K_{cyl, cube}$	Krychelná pevnost betonu $f_c, cube$
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m³]	[kN]	[MPa]	[--]	[--]	[--]	[MPa]	[--]	[MPa]
Beton opěry (za kameným zdivem a betonem) tl cca 1,2 m													
3	3d	73,6	78,7	707	2120	68,0	16,0	1,069	0,871	0,929	12,9	1,252	16,2
	3f	73,6	88,3	827	2210	88,0	20,7	1,200	0,900	0,929	17,3	1,252	21,6
	3g	73,6	78,3	727	2190	98,0	23,0	1,064	0,870	0,929	18,6	1,252	23,3
Průměrná hodnota 3:					2180		19,9				16,3		20,4
Směrodatná odchylka:					47		3,6				3,0		3,7
Variační koeficient [%]:					2,2		18,0				18,2		18,2

Vysvětlivky k tabulce:

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

Posouzení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci zkoušením vývrtů – vývrt 3 – BETON OPĚRY (ZA KAMENNÝM ZDIVEM A BETONEM) TL. CCA 1,2M (ČSN EN 13791, čl. 7.3.3 – Postup B)

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

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

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 20,4 - 7 = 13,4 \text{ MPa} \quad \text{nebo} \quad f_{ck, is} = f_{is, min.} + 4 = 16,2 + 4 = 20,2 \text{ MPa}$$

Kritérium shody dle tab. 1, ČSN EN 13791 pro beton pevnostní třídy C 12/15

$$f_{ck, is, cube} = 13,4 > 13 \text{ MPa} = f_{ck, is, cube} \text{ (min. charakt. pevnost betonu, ČSN EN 13791, tab. 1)}$$

Minimální charakteristická pevnost betonu C 12/15 $f_{ck, is, cube} = 13 \text{ MPa}$.Minimální charakteristická pevnost zkoušeného betonu $f_{ck, is, cube} = 13,4 \text{ MPa}$.Minimální charakteristická pevnost betonu C 16/20 $f_{ck, is, cube} = 17 \text{ MPa}$.

Zkoušený beton opěry (za kamenným zdivem a betonem) tl. cca 1,2 m splňuje požadavky pevnostní třídy C 12/15.

Tabulka 8: Výsledky zkoušky pevnosti betonu v tlaku na vývrtech

Vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Hmotnost	Objem. hmot.	Max. tlak. síla F	Pevnost betonu na vývrtu $f_{c, core}$	Štíhl. poměr λ	Opravný součinitel (štíhlost) K_c, cyl	Převodní součinitel (průměr) K_d, cyl	Válcová pevnost betonu f_c, cyl	Převodní součinitel (cyl-cube) $K_{cyl, cube}$	Krychelná pevnost betonu $f_c, cube$
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m³]	[kN]	[MPa]	[--]	[--]	[--]	[MPa]	[--]	[MPa]
Beton pod opěrou													
4	4c	72,8	88,8	817	2220	125,0	30,0	1,220	0,904	0,928	25,2	1,249	31,5
	4j	72,0	83,6	824	2430	190,0	46,7	1,161	0,892	0,928	38,6	1,238	47,8
	4k	73,1	83,1	816	2340	129,0	30,7	1,137	0,887	0,928	25,3	1,249	31,6
Průměrná hodnota 4:					2330		35,8				29,7		37,0
Směrodatná odchylka:					105		9,4				7,7		9,4
Variační koeficient [%]:					4,5		26,3				26,0		25,4

Vysvětlivky k tabulce:

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

Posouzení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci zkoušením vývrtů – vývrt 3 – BETON POD OPĚROU (ČSN EN 13791, čl. 7.3.3 – Postup B)

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

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

 $f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 37,0 - 7 = 30,0 \text{ MPa}$

 nebo

 $f_{ck, is} = f_{is, min.} + 4 = 31,5 + 4 = 35,5 \text{ MPa}$
Kritérium shody dle tab. 1, ČSN EN 13791 pro beton pevnostní třídy C 25/30
 $f_{ck, is, cube} = 30,0 > 26 \text{ MPa} = f_{ck, is, cube}$ (min. charakt. pevnost betonu, ČSN EN 13791, tab. 1)
Minimální charakteristická pevnost betonu C 25/30 $f_{ck, is, cube} = 26 \text{ MPa}$.Minimální charakteristická pevnost zkoušeného betonu $f_{ck, is, cube} = 30,0 \text{ MPa}$.Minimální charakteristická pevnost betonu C 30/37 $f_{ck, is, cube} = 31 \text{ MPa}$.

Zkoušený beton pod opěrou splňuje požadavky pevnostní třídy C 25/30.

Tabulka 9: Výsledky zkoušky pevnosti betonu v tlaku na vývrtech

Vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Hmotnost	Objem. hmot.	Max. tlak. síla F	Pevnost betonu na vývrtnu $f_{c, core}$	Štíhl. poměr λ	Opravný součinitel (štíhlost) $K_{c, cyl}$	Převodní součinitel (průměr) $K_{d, cyl}$	Válcová pevnost betonu $f_{c, cyl}$	Převodní součinitel (cyl-cube) $K_{cyl, cube}$	Krychelná pevnost betonu $f_{c, cube}$
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]	[--]	[--]	[--]	[MPa]	[--]	[MPa]
Beton klenba													
5	5c/A	72,7	80,1	793	2390	275,0	66,2	1,102	0,880	0,928	54,1	1,216	65,8
	5c/B	73,0	77,3	750	2320	230,0	55,0	1,059	0,869	0,928	44,3	1,231	54,6
Průměrná hodnota 5:					2360		60,6				49,2		60,2
Směrodatná odchylka:					49		8,0				6,9		7,9
Variační koeficient [%]:					2,1		13,2				14,0		13,2

Vysvětlivky k tabulce:

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

Vzhledem k nedostatečnému počtu zkoušených vzorků není možné beton konstrukce zařadit. Z výsledků dvou vzorků lze ale orientačně zhodnotit beton jako beton pevnostní třídy C 50/60. Pro následné výpočty doporučujeme pro klenbu uvažovat pevnostní třídu betonu C 45/55.

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

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

➤ Na základě **destruktivních** zkoušek pevnosti betonu v tlaku doporučujeme pro sledované železobetonové konstrukce, dle ČSN EN 1992 uvažovat tyto třídy betonu:

- **Beton čelní zdi nad klenbou** **C50/60** ($f_{ck, is, cube} = 52,7 \text{ MPa}$)
- **Beton opěry (za kam.zdivem)** **C50/60** ($f_{ck, is, cube} = 54,0 \text{ MPa}$)
- **Beton opěry (za kam.zdivem a betonem)** **C12/15** ($f_{ck, is, cube} = 13,4 \text{ MPa}$)
- **Beton pod opěrou** **C25/30** ($f_{ck, is, cube} = 30,0 \text{ MPa}$)
- **Beton klenby** **C45/55**

7. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY KAMENE V TLAKU

Provedení zkoušky	:	14. 5. 2020
Značení vzorků	:	viz Tabulka 10 a 11
Identifikace vzorků	:	zkoušeny byly vývrty o \varnothing cca 75 mm, výsledky zkoušek jsou uvedeny v Tabulce 10 a 11
Úprava vzorků	:	zaříznuty diamantovým kotoučem a zabroušeny
Zatěžovací stroj	:	WPM 1000 kN, metrologické číslo S 12 012 M
Prostředí zkoušky	:	teplota 20 °C, vlhkost 53 %
Provedl	:	Pavel Borodáč

Tabulka 10: Výsledky zkoušky pevnosti kamene v tlaku na vývrtech

Vývrt	Ozn. zkušeb. vzorku	Průměr vzorku [mm]	Výška vzorku [mm]	Hmot. vzorku [g]	Objemová hmotnost [kg.m ⁻³]	Štíhlostní poměr λ	Tlačná síla [kN]	Pevnost kamene v tlaku $f_{c, des}$ [MPa]
KÁMEN OPĚRY POD ÚROVNÍ TERÉNU - GRANITOID								
4b	4b/A	72,7	80,4	876,0	2625	1,106	299	72
	4b/B	72,8	80,0	865,0	2598	1,099	329	79
	4b/C	72,7	79,8	865,0	2611	1,098	305	73
Průměr z vývrtní V1								76

Průměr $f_{c, des}$	75 MPa	Max. hodnota $f_{c, des}$	79 MPa
Směrodatná odchylka	4 MPa	Min. hodnota $f_{c, des}$	72 MPa
Variační součinitel	0,0	Spodní kritická hodnota	64 MPa
$k_s = 3,15$			

Tabulka 11: Výsledky zkoušky pevnosti kamene v tlaku na vývrtech

Vývrt	Ozn. zkušeb. vzorku	Průměr vzorku [mm]	Výška vzorku [mm]	Hmot. vzorku [g]	Objemová hmotnost [kg.m ⁻³]	Štíhlostní poměr λ	Tlačná síla [kN]	Pevnost kamene v tlaku $f_{c, des}$ [MPa]
KÁMEN KŘÍDLA - GRANITOID								
1a	1a/A	72,2	76,5	836,0	2669	1,060	454	111
	1a/B	72,3	72,9	794,0	2653	1,008	490	119
Průměr z vývrtní V1								115
KÁMEN OPĚRA - GRANITOID								
3a	3a/A	72,5	77,4	856,0	2679	1,068	506	123
	3a/B	72,5	78,0	858,0	2665	1,076	540	131
Průměr z vývrtní V1								127

Průměr $f_{c, des}$	121 MPa	Max. hodnota $f_{c, des}$	131 MPa
Směrodatná odchylka	8 MPa	Min. hodnota $f_{c, des}$	111 MPa
Variační součinitel	0,1	Spodní kritická hodnota	102 MPa
$k_s = 2,46$			

➤ Na základě **destruktivních** zkoušek pevnosti kamene v tlaku doporučujeme pro sledované konstrukce uvažovat průměrné pevnosti:

- Kámen křídla a opěra (granitoid)** **121 MPa**
- Kámen opěry pod úrovní terénu (granitoid)** **75 MPa**

8. STANOVENÍ HLOUBKY KARBONATACE

Hloubka karbonatace byla stanovena na 6-ti místech navrtáním a odbouráním. Součástí měření bylo porovnání hloubky krycí vrstvy betonu pomocí nedestruktivního měření.

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

- | | |
|---|------------|
| ➤ Hloubka karbonatace betonu NK (klenba): | 5 až 15 mm |
| ➤ Krytí rozdělovací výztuže nosné konstrukce: | 5 - 10 mm |
| ➤ Krytí hlavní výztuže nosné konstrukce: | 10 - 15 mm |

Z provedeného šetření a zjištěných hodnot lze konstatovat:

- *Primární riziko karbonatace je v tom, že zkarbonatovaný beton, resp. jeho pórový roztok, ztrácí svoji alkalitu ($pH < 9,5$) a tím přestává pasivovat výztuž a chránit ji před korozi, ke které následně dochází za příznivých vlhkostních podmínek.*
- *Ze zjištěných skutečností vyplývá, že diagnostikovaná výztuž se nachází z větší části ve zkarbonatované vrstvě betonu a není tak chráněna proti korozi jeho přirozenou alkaliitou.*

9. 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. Celkem bylo odebráno 12 vzorků betonu na 6 místech (vždy dva vzorky z různé hloubky). Celkové zhodnocení výsledků analýz obsahu Cl^- v % dle ČSN EN 206+A1 je uvedeno v následující tabulce, včetně informativního přepočtu obsahu chloridových iontů na obsah pojiva (cementu) v betonu. Informativní přepočet byl proveden za těchto předpokladů a kvalifikovaných odhadů a podmínek:

- Množství cementu použitého na výrobu 1 m³ betonu je 370 kg.
- Objemová hmotnost betonu je na úrovni 2360 kg/m³ pro konstrukci železobetonové klenby.

Limitní obsah Cl^- [% hm.] vztažený na hmotnost cementu je dle ČSN EN 206+A1 pro prostý beton 1 % hm.; **železobeton 0,4 % hm.**; předpjatý beton 0,2 % hm.

Tabulka 12: Celkové výsledky analýz obsahu Cl^- v % dle ČSN EN 206+A1, klenba

Způsob odběru	Místo odběru	Označení vzorku	Typ betonu pro hodnocení	Chloridy Cl ⁻ v % hmotnosti suchého vzorku	Hloubka odběru [mm]	Přepočet obsahu Cl ⁻ na cement v množství přibližně 370 kg v 1 m ³ betonu [%]	
VRTÁNÍ	Nosná konstrukce	CH1 - 1	železobeton	0,017	0-15	0,11	
		CH1 - 2		0,010	15-30	0,06	
	Nosná konstrukce	CH2 - 1		0,004	0-15	0,03	
		CH2 - 2		0,002	15-30	0,01	
	Nosná konstrukce	CH3 - 1		0,056	0-15	0,36	
		CH3 - 2		0,041	15-30	0,26	
	Nosná konstrukce	CH4 - 1		0,065	0-15	0,41	
		CH4 - 2		0,035	15-30	0,22	
	Nosná konstrukce	CH5 - 1		0,082	0-15	0,52	
		CH5 - 2		0,043	15-30	0,27	
	Nosná konstrukce	CH6 - 1		0,062	0-15	0,40	
		CH6 - 2		0,031	15-30	0,03	
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 0-15 mm						0,30	
Průměr stanovený v odebrané hloubce vzorku 15-30 mm						0,16	
Průměrná objemová hmotnost betonu stanovená z vývrtů na úrovni						2360	kg/m ³

Tabulka 13: Zhodnocení výsledku analýz obsahu Cl^- v % dle ČSN EN 206+A1

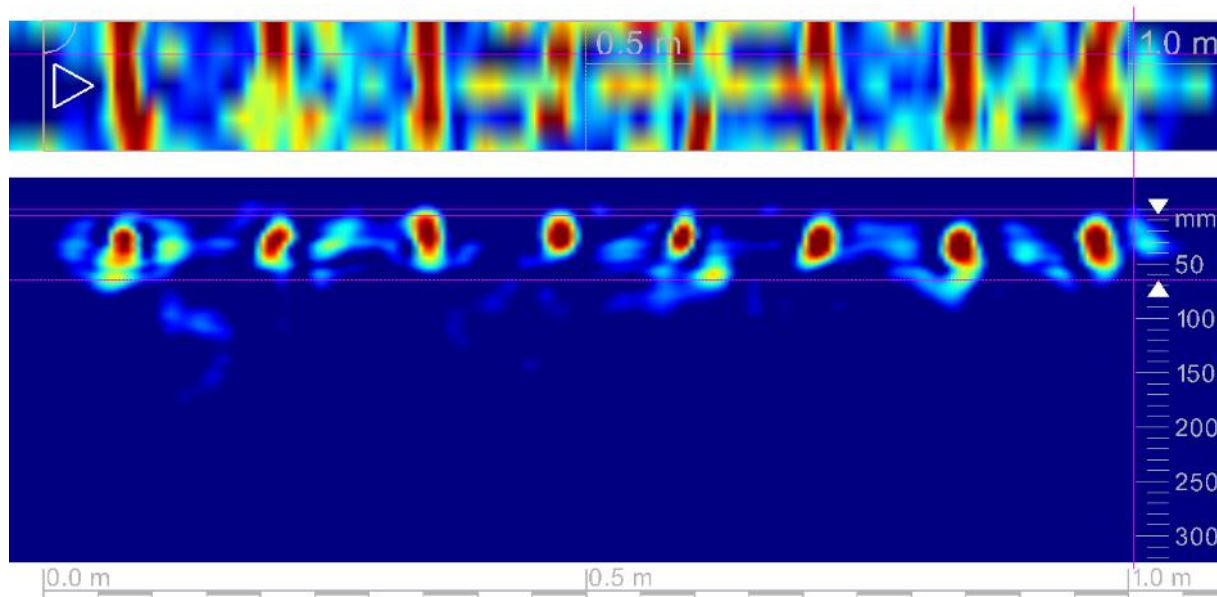
Konstrukce	Vrstva hloubky odběru vzorku [mm]	Průměrný obsah Cl^- (v % hm.) vztaženo na hmotnost cementu	Limitní hodnota dle ČSN EN 206+A1	Splnění kritéria
Nosná konstrukce	0-15	0,30	0.4%	Vyhovuje
	15-30	0,16		Vyhovuje

Z provedené analýzy obsahu chloridů lze konstatovat:

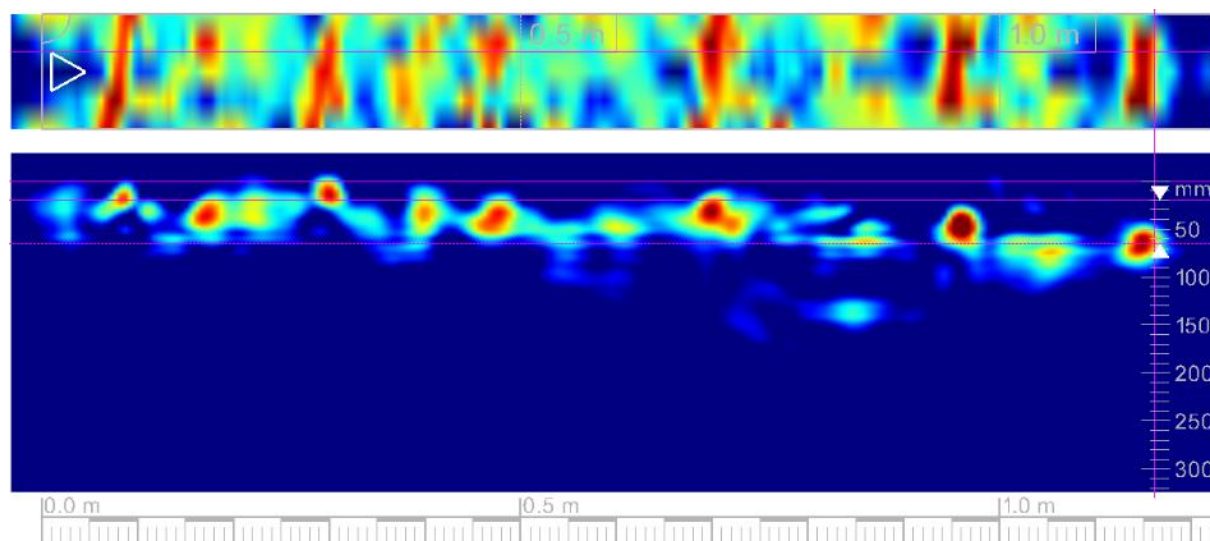
- Průměrný obsah Cl^- [% hm.] zjištěný laboratorní analýzou pro beton klenby je 0,16 % pro hloubku odběru 0-15 mm a 0,3 % pro hloubku odběru 15-30 mm. Limitní obsah Cl^- [% hm.] vztažený na hmotnost cementu je dle ČSN EN 206+A1 pro železobeton 0,4 % hm.
- V betonu konstrukce klenby je obsah chloridových iontů v celém rozsahu hloubky odběru vzorku (0 - 30 mm) nízký a splňuje požadavky ČSN EN 206+A1.

10. STANOVENÍ VYZTUŽENÍ A STAVU VÝZTUŽE

Sonda 1



Obr 1: Sken hlavní výztuže klenby – patrná hlavní výztuž rovnoběžná s osou mostu s roztečí 90-100 mm, krycí vrstva betonu 10-20 mm

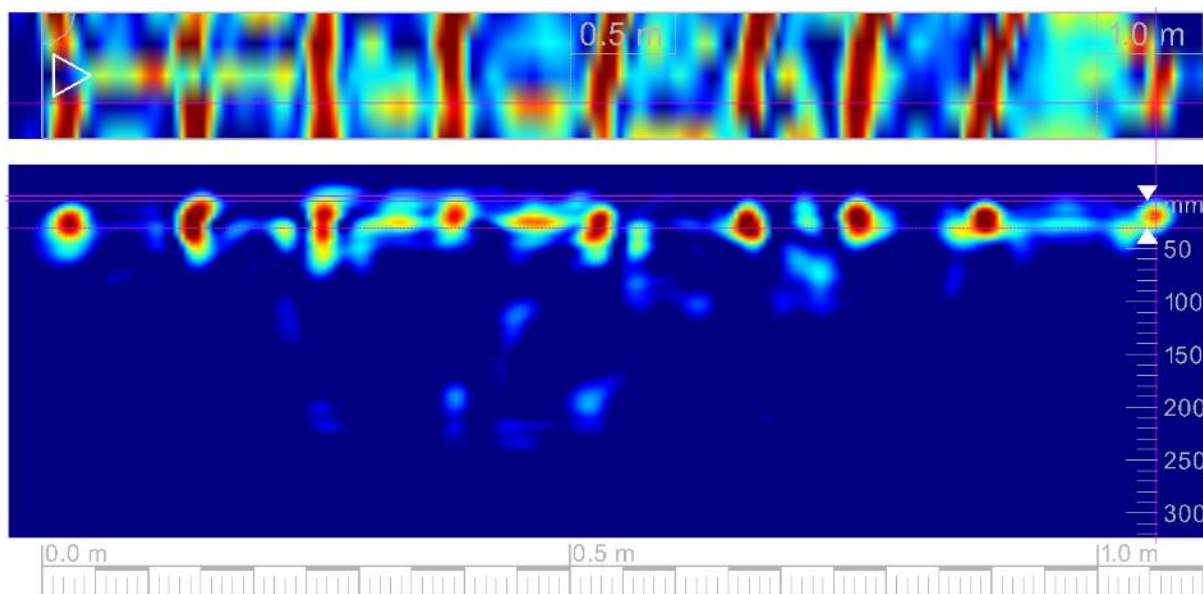


Obr 2: Sken rozdělovací výztuže klenby – patrná výztuž kolmá na osu mostu s roztečí 200-220 mm, krycí vrstva betonu 5-15 mm

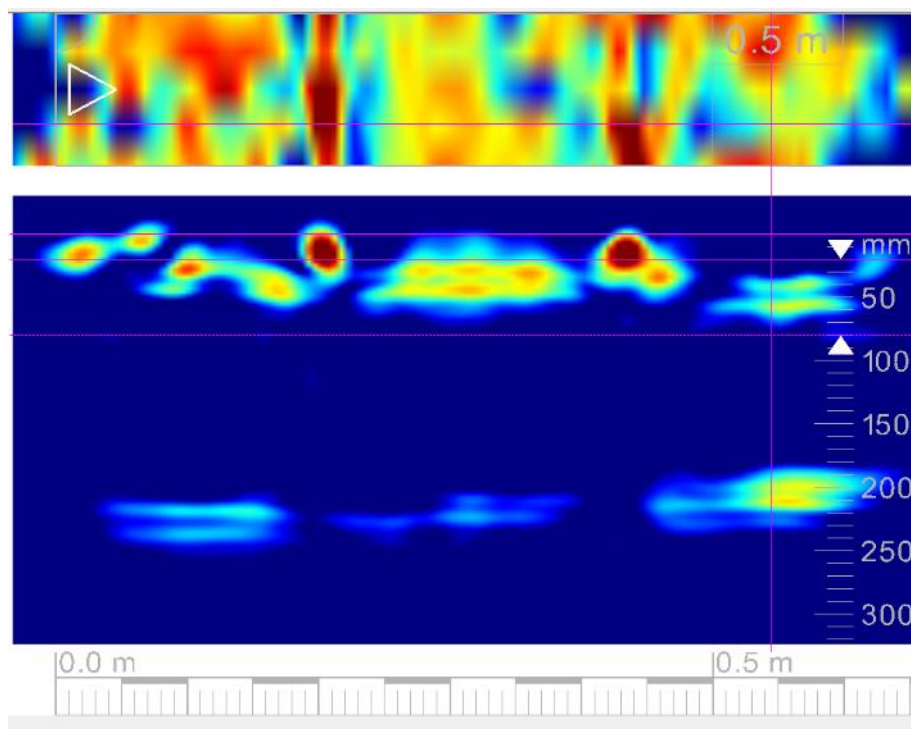


Foto 7: Detail hlavní výztuže klenby, sonda č.1 – nalezena hlavní výztuž průměru 20 mm, typ C (hladká), rovnoběžná s osou mostu (pnutá mezi opěrami), krycí vrstva betonu 10-15 mm, rozteč 90-110 mm, povrchová koroze výztuže, rozdělovací výztuž průměru 8 mm (koroze způsobuje lokální oslabení až na 5 mm), typ C (hladká), krycí vrstva betonu 5-10 mm

Sonda 2



Obr 3: Sken hlavní výztuže klenby – patrná hlavní výztuž rovnoběžná s osou mostu s roztečí 90-110 mm, krycí vrstva betonu 10-20 mm



Obr 4: Sken rozdělovací výztuže klenby – patrná výztuž rovnoběžná s osou mostu (pnutá mezi opěrami) s roztečí 90-100 mm, krycí vrstva betonu 15-25 mm



Foto 8: Detail hlavní výztuže klenby, sonda č.2 – nalezena hlavní výztuž průměru 20 mm, typ C (hladká), rovnoběžná s osou mostu (pnutá mezi opěrami), krycí vrstva betonu 10-15 mm, povrchová koroze výztuže, rozdělovací výztuž průměru 8 mm, typ C (hladká), krycí vrstva betonu 5-10 mm

Destruktivní sondy byly provedeny na dvou místech klenby. Poloha sond je patrná z fotografie 1. Identifikace výztuže byla provedena vizuálně dle charakteru povrchu výztuže a odhadnutého stáří stavby. Odvození charakteristik výztužné oceli bylo provedeno na základě údajů uvedených v ČSN 73 0038 [1]. Charakteristiky zjištěné výztužné oceli jsou uvedeny v tab. 14.

Tabulka 14: Zjištěná výztužná ocel a jejich charakteristiky dle ČSN ISO 73 0038 pro objekty navržené v období po roce 1920–1965

Druh výztuže	Vlastnosti výztužných ocelí [MPa]				
	Návrhová hodnota pevnosti oceli pro betony pevnostní třídy C12/15 a vyšší		Charakteristická hodnota oceli		Svařitelnost
	tah	tlak	mez kluzu 0,2	mez pevnosti	
C	180	180		min. 340	-

Výztuž kruhového průřezu s hladkým povrchem byla používána v letech 1920 až 1965 a měla označení C s indexovým značením (např. C_b, C_c, C₃₄, C₃₈), které charakterizovalo její některé mechanické vlastnosti. Nejčastěji používanou výztuží v té době byla ocel C_b. Všechna výše uvedená výztuž s označením C má stejné návrhové hodnoty pevnosti v tahu i tlaku

11. SHRNU TÍ A ZÁV Ě R

Na základ ě objednávky společnosti AFRY CZ s.r.o., Magistrů 1275/13, 140 00 Praha, byl proveden stavebn ě technický průzkum mostní konstrukce ev. č. 10614-2 v Konopišti.

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

- studium dostupných podkladů,
- odb ěr jádrov ých v ývrtů,
- pevnost betonu destruktivně,
- pevnost kamene destruktivně,
- stanovení karbonatace betonu,
- chemický rozbor betonu za účelem stanovení obsahu chloridů v betonu pro posouzení korozního stavu,
- stanovení vyztužení konstrukce, ov ěření stavu betonářské v ýztuže,
- fotografická dokumentace a zpracování souhrnn ě zprávy.

Cílem prací je získat obraz o aktuálním stavu konstrukce z hlediska konstrukčního a poskytnout podklad pro případný sanační zásah. Průzkumn ě a laboratorní práce probíhaly v kv ětnu 2020.

Na základ ě proveden ěho průzkumu lze konstatovat:

- 1) Z vizuální prohlídky jsou patrn ě lokální místa s viditelnou korozí distančních podložek (kusy ocelové v ýztuže) a s lokálním uvolňováním a odlupováním krycí vrstvy betonu. Na spodní stran ě řím sy patrn ě prokreslen ě v ýztuž.
- 2) Na konstrukci klenby nalezena lokální místa s patrn ým zat ěkáním na konstrukci. V místech jsou patrn ě výluhy. Lokálně dochází ke korozi rozdělovací v ýztuže a k prokreslení na povrch. Na konstrukci nebyly nalezeny další trhliny či závažnější statické poruchy. Komentáře jsou uvedeny ve fotodokumentaci.
- 3) U parapetních řím s dochází lokálně k pohybu mezi částí nad křídlem a nad op ěrou. V místě povodní strany ve směru na Václavice patrn ě „vyvalení“ křídla a oddálení obou částí parapetních řím s. Detaily jsou patrn ě z fotodokumentace. Lokálně nalezeny svislé a diagonální trhliny.

- 4) Jádrovým vrtem byla stanovena **tloušťka betonové opěry 2400 mm.**
- 5) Jádrovým vrtem byla stanovena **tloušťka kamenného křídla 270 mm.**
- 6) Jádrovým vrtem byla stanovena **šířka betonové čelní zdi nad klenbou 705 mm.**
- 7) Jádrovým vrtem byla stanovena **tloušťka ŽB klenby NK 180 mm.**
- 8) Šikmým vrtem pod úhlem 45° od svislice bylo dovtřeno do hloubky 2,65 m. Vývrt byl proveden v úrovni stávajícího terénu (viz fotodokumentace). Vývrt obsahoval kámen do délky vrtu 410 mm (granodiorit), dále do **délky 2,6 m vrtu beton,** dále štěrkopísek/zemina.
- Na základě **destruktivních** zkoušek pevnosti betonu v tlaku doporučujeme pro sledované železobetonové konstrukce, dle ČSN EN 1992 uvažovat tyto třídy betonu:
- **Beton čelní zdi nad klenbou** **C50/60** (fck, is, cube = 52,7 MPa)
 - **Beton opěry (za kam.zdivem)** **C50/60** (fck, is, cube = 54,0 MPa)
 - **Beton opěry (za kam.zdivem a betonem)** **C12/15** (fck, is, cube = 13,4 MPa)
 - **Beton pod opěrou** **C25/30** (fck, is, cube = 30,0 MPa)
 - **Beton klenby** **C45/55**
- 9) Na základě **destruktivních** zkoušek pevnosti kamene v tlaku doporučujeme pro sledované konstrukce uvažovat průměrné pevnosti:
- **Kámen křídla a opěra (granitoid)** **121 MPa**
 - **Kámen opěry pod úrovní terénu (granitoid)** **75 MPa**
- 10) Průměrný obsah Cl⁻ [% hm.] zjištěný laboratorní analýzou pro beton klenby je 0,16 % pro hloubku odběru 0-15 mm a 0,3 % pro hloubku odběru 15-30 mm. Limitní obsah Cl⁻ [% hm.] vztažený na hmotnost cementu je dle ČSN EN 206+A1 pro železobeton 0,4 % hm. V betonu konstrukce klenby je obsah chloridových iontů v celém rozsahu hloubky odběru vzorku (0 - 30 mm) **nízký a splňuje požadavky ČSN EN 206+A1.**

- 11) Primární riziko karbonatace je v tom, že zkarbonatovaný beton, resp. jeho pórový roztok, ztrácí svoji alkalitu ($\text{pH} < 9,5$) a tím přestává pasivovat výztuž a chránit ji před korozi, ke které následně dochází za příznivých vlhkostních podmínek. **Ze zjištěných skutečností vyplývá, že diagnostikovaná výztuž se nachází z větší části ve zkarbonatované vrstvě betonu a není tak chráněna proti korozi jeho přirozenou alkalitou.**
- 12) Vyztužení nosné konstrukce klenby bylo ověřeno nedestruktivní metodou v kombinaci s odbouráním krycí vrstvy betonu. Celkem byly provedeny 2 sondy. Byla nalezena **hlavní výztuž průměru 20 mm, typ C (hladká)**, rovnoběžná s osou mostu, krycí vrstva betonu 10-20 mm, povrchová koroze výztuže. Rozteč výztuže je 100 – 120 mm. Dále byla nalezena **rozdělovací výztuž průměru 8 mm, typ C (hladká)**, krycí vrstva betonu 5-10 mm s roztečí 190 – 210 mm. Charakteristiky ocele dle ČSN ISO 73 0038 pro objekty navržené v období po roce 1920–1965 jsou uvedeny v následující tabulce:

Druh výztuže	Vlastnosti výztužných ocelí [MPa]				
	Návrhová hodnota pevnosti oceli pro betony pevnostní třídy C12/15 a vyšší		Charakteristická hodnota oceli		Svařitelnost
	tah	tlak	mez kluzu 0,2	mez pevnosti	
C	180	180		min. 340	-

12. SANACE BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

Postup sanace betonových konstrukcí lze rozdělit na několik fází:

- 1) předúprava podkladu - odstranění uvolněného betonu, čištění betonu a výztuže,
- 2) zesilování konstrukcí či nahrazení zkorodované výztuže,
- 3) ochrana výztuže a reprofilace - ochrana výztuže a náhrada odstraněného betonu,
- 4) finální povrchová úprava – barevné sjednocení povrchu a zvýšení odolnosti proti chemickým vlivům – karbonatace, působení CH.R.L.

V následujících kapitolách probereme jednotlivé kroky podrobněji. Každá fáze musí být doplněna kontrolní činností zhotovitele a případně i zadavatele prací.

Práce se musí řídit dle aktuálně platného předpisu ŘSD a to TKP 31 [13], případně také ustanoveními řady norem ČSN EN 1504 [14]. Případná konkretizace požadavků může být uvedena a specifikována v DPS.

12.1. PŘEDÚPRAVA POVRCHU A ČIŠTĚNÍ

Této přípravné etapě je nezbytné věnovat mimořádnou pozornost, protože na ní závisí trvanlivost opravy. V zásadě je třeba odstranit všechny degradované a porušené nebo chemicky napadené části betonu a zbytky nátěrů, a to tak, aby byl obnažen dosud neporušený beton. Toho lze dosáhnout řadou postupů buď mechanických, termálních, případně chemických. Zvláštním případem je pak odstranění chloridů z povrchových vrstev betonu. Metody čištění uvádí např. i TKP31 [13] v tab.1 a 2.

Obecně platí, že výběr vhodné metody čištění podkladu závisí na dané situaci, zejména na rozsahu a tloušťce vrstvy betonu, kterou je třeba odstranit, a zároveň na typu a lokalizaci poruch v konstrukci.

Celý proces čištění a předúpravy povrchu lze rozdělit na tři etapy:

- a) hrubé odstranění betonu - zásah do hloubek větších než 10 mm, změna rozměrů nebo dispozičního uspořádání konstrukce,
- b) vlastní příprava podkladu - odstranění degradovaného nátěru, nesoudržných úlomků a částic z povrchu, uvolnění korodující výztuže, důsledné odstranění korozních splodin z výztuže, popřípadě zdrsnění povrchu. Výsledkem je vytvoření dostatečně únosného povrchu s vhodnou strukturou pro zakotvení dalších vrstev. Tento zásah se obvykle provádí do hloubky 3 až 5 mm,
- c) dočištění povrchu - odstranění ulpěných prachových částic a otevření pórové struktury betonu. V této fázi můžeme realizovat odmaštění povrchu a odstranění přípravku látek, které mají separační účinky a mohly by snižovat soudržnost dalších aplikovaných vrstev s podkladem.

Hloubka zásahu obvykle vychází z požadavku na únosnost podkladu – na dostatečnou pevnost v tlaku a tahovou pevnost podkladu. V tomto případě doporučujeme limitní hodnotu dle TKP 31 [13], a to min. 1,2 MPa jednotlivá hodnota. Omezením pro hloubku zásahu je únosnost oslabených prvků - při odstraňování poškozených vrstev může dojít k dalšímu snížení únosnosti prvku.

Při volbě technických prostředků pro přípravu povrchu zvažujeme několik aspektů:

- a) přístupnost sanovaných ploch,
- b) sanačně technologické požadavky,
- c) dopad zvoleného způsobu čištění na konstrukci a provozovanou technologii (nebezpečí vznícení kapalin nebo výparů, dynamické účinky demoličního zásahu pro sanovanou konstrukci i na okolní objekty atd.),

- d) hygienické hledisko použité technologie - snažíme se o omezení nebo vyloučení zdravotně závadných (prašnost, hluchost) nebo životní prostředí poškozujících technik (leptání kyselinami),
- e) hospodárnost použitého postupu.

Postup čištění a předúpravy povrchu doporučujeme provést následujícím způsobem:

- 1) Hrubé čištění na všech typech ploch provést mechanicky osekáním pomocí bouracích kladiv (při provádění je nezbytný !! citlivý přístup !! ke konstrukci).
- 2) Celoplošné čištění provést vysokotlakým vodním paprskem (tlak > 600 barů = 60 MPa). Je nezbytné odstranit stávající degradované nátěry.
- 3) Odstranění korozních zplodin z výztuže provést mechanicky ručně v kombinaci s pískováním za vlhka systémem TORBO.

Před zahájením čištění doporučujeme provést referenční plochu, na které se posoudí účinnost zvoleného postupu čištění, aby nedošlo ke zbytečnému narušení konstrukcí a odstranění nadměrného množství betonu. Tento postup se týká zejména dna a podlah.

Současně referenční plocha stanoví intenzitu čištění, aby byl dokonale odstraněn stávající zcela degradovaný nátěr.

Po očištění a před zahájením reprofilace je nutná přejímka podkladu, která bude zahrnovat:

- a) vizuální hodnocení provedeného čištění podkladu a výztuže a celkového stavu výztuže,
- b) stanovení pevnosti povrchových vrstev v tahu odtrhovou zkouškou.

Záznam o provedených zkouškách je nezbytné vést ve stavebním deníku a výsledky uvádět také ve stavebním deníku případně samostatném laboratorním deníku či protokolu.

12.2. ZESILOVÁNÍ KONSTRUKCÍ ČI NÁHRADA VÝZTUŽE

V rámci diagnostiky nebyly zaznamenány konstrukce, které by vykazovaly potřebu okamžitého zesílení. Nicméně, na základě provedeného čištění, může vyplynout nutnost nahradit zkorodovanou výztuž, či zvýšit únosnost prvku jako takového. Daný problém je pak nutno řešit pro daný konkrétní prvek. Technologické postupy pro doplňování výztuže, její kotvení a nebo využití jiných speciálních materiálů pro zesilování, jsou dnes již dostatečně známé a prověřené.

12.3. OCHRANA VÝZTUŽE A REPROFILACE POVRCHŮ

Na konstrukcích byly nalezeny následující typy poruch:

- ◆ degradace povrchové tenké vrstvy betonu,
- ◆ lokální hloubkovou degradací betonu,
- ◆ povrchová koroze odhalené výztuže,
- ◆ lokálně odpadávající povrchová vrstva betonu.

Po očištění podkladu a výztuže bude nutno ochránit výztuž speciálními ochrannými nátěry a odstraněný beton doplnit vhodnou reprofilační hmotou. Z průzkumu lze předpokládat, že valná většina reprofilačních vrstev bude v síle do max. 50 mm, případně tenkovrstvé stěrkování. Vzhledem k předpokládaným skladbám a rozsahu doporučujeme provést tuto fázi standardním ručním zednickým způsobem.

S ohledem na životnost je nezbytné použít speciální systémy na sanaci betonových konstrukcí. Lze doporučit materiály na bázi cementu a modifikovaných polymerv (PCC malty), třída min. R3 dle tab. 7b TKP 31 [13] nebo aktuálně platných norem řady ČSN EN 1504.

Pro reprofilace betonu libovolné části konstrukce musí být zhotovitelem zpracován a objednatelem schválen předem technologický předpis TePř s uvedením KZP s rozsahem a přejímacími kritérii kontrolních zkoušek.

Po očištění je nutno provést přesnější aktualizaci rozsahů oprav a případně provést rozčlenění do reprofilačních souvrství dle tl. doplňované vrstvy a to např.

- reprofilace do 5 mm (stěrkování),
- reprofilace v síle 5-15 mm,
- reprofilace v síle 15-30 mm,
- reprofilace více jak 30 mm – v případě této poměrně silné vrstvy lze v závislosti na typu aplikovaného souvrství a jeho rozsahu doporučit provedení dodatečného kotvení pomocí trnů o průměru 6 nebo 8 mm kotvených do podkladního zdravého betonu v kombinaci s výztužnou sítí (kari síť nebo jiný typ jemnější ocelové sítě s menšími oky). Vždy musí být zajištěno dostatečné krytí sítě dle aktuálních předpisů.

12.4. FINÁLNÍ NÁTĚR

Smyslem finálního nátěru je v tomto konkrétním případě barevné sjednocení povrchu do zvoleného odstínu a zvýšení odolnosti povrchů proti působení CO₂ a CH₄R₂L₂. V tomto případě lze doporučit nátěrový systém v požadovaném barevném odstínu typu S5 dle tab. 5a TKP 31 [13]. Propustnost proti CO₂ s_D > 50 m.

12.5. SYSTÉMY REPROFILAČNÍCH HMOT

Dodavateli vhodných systémů mohou být např. následující společnosti:

- BASF
- Betosan
- Mapei
- MC Bauchemie
- Premix
- Sika
- Stado

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.

13. FOTODOKUMENTACE



Foto 1: Pohled na povodní stranu mostu



Foto 2: Pohled na návodní stranu mostu



Foto 3: Pohled na povodní stranu mostu



Foto 4: Pohled na spodní část klenby a opěry směr Václavice, patrné lokální průsaky



Foto 5: Pohled na spodní část klenby a opěry směr Václavice, patrné lokální průsaky



Foto 6: Pohled na spodní část klenby u opěry směr Václavice, patrné průsaky a koroze distančních vložek, lokální odlupování krycí vrstvy výztuže



Foto 7: Pohled na křídlo na návodní straně, opěra směr Václavice



Foto 8: Pohled na povodní stranu mostu, napojení klenby a čelní zdi na opěru



Foto 9: Pohled na povodní stranu mostu, patrné prokreslení výztuže na římse, lokální zatékání a výluhy



Foto 10: Pohled na povodní stranu mostu, patrné prokreslení výztuže na římse, lokální zatékání a výluhy



Foto 11: Pohled na spodní stranu klenby, lokální zatékání a výluhy



Foto 12: Pohled na spodní stranu klenby, lokální zatékání a výluhy, koroze výztuže v římse



Foto 13: Pohled na spodní stranu klenby u opěry směr Benešov, lokální zatékání a výluhy



Foto 14: Pohled na spodní stranu klenby u opěry směr Benešov, lokální zatékání a výluhy



Foto 15: Pohled na spodní stranu klenby u opěry směr Benešov, odlupování krycí vrstvy vlivem zatékání



Foto 16: Pohled na spodní stranu klenby u opěry směr Benešov, odlupování krycí vrstvy vlivem zatékání



Foto 17: Pohled na spodní stranu klenby u opěry směr Benešov, odlupování krycí vrstvy vlivem zatékání, odhalená výztuž s povrchovou korozí



Foto 18: Pohled na spodní stranu klenby u opěry směr Benešov, odlupování krycí vrstvy vlivem zatékání, výluhy



Foto 19: Pohled na návodní stranu mostu, patrné prokreslení výztuže na římse, lokální zatékání a výluhy



Foto 20: Pohled na křídlo na návodní straně u opěry směr Benešov



Foto 21: Pohled na návodní stranu mostu, patrné prokreslení výztuže na římse, lokální zatékání a výluhy



Foto 22: Pohled na návodní stranu mostu, patrné prokreslení výztuže na římse, lokální zatékání a výluhy



Foto 23: Pohled na návodní stranu mostu, patrné prokreslení výztuže na římse, lokální zatékání a výluhy



Foto 24: Pohled na návodní stranu mostu, patrné prokreslení výztuže na římse, lokální zatékání a výluhy



Foto 25: Pohled na spáru mezi křídlem a opěrou



Foto 26: Detail spáry mezi křídlem a opěrou, trhliny v kamenném zdivu



Foto 27: Pohled na parapetní římsu na povodní straně, patrná diagonální trhлина



Foto 28: Pohled na parapetní římsu na povodní straně, patrná svislá trhлина



Foto 29: Pohled na parapetní římsu na povodní straně



Foto 30: Detail styku parapetní římsy v místě napojení křídla a opěry na povodní straně, patrné rozevírání konstrukcí



Foto 31: Detail styku parapetní římsy v místě napojení křídla a opěry na povodní straně, patrné rozevírání konstrukcí



Foto 32: Pohled na parapetní římsu na návodní straně mostu