


DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM

mostní konstrukce ev. č. 308-002
přes Librantický potok před obcí Černilov



Listopad 2013


Ing. Pavel HRŮZA
BETON-DIAGNOSTIK
Věkošská 411/22b
503 41 HRADEC KRÁLOVÉ
IČO: 135 64 650

Vypracoval: Ing. Pavel Hrůza
BETON-DIAGNOSTIK

Diagnosticke a konstrukční podklady pro statický přepočet mostu :

- 1) Úvod
- 2) Konstrukční údaje
- 3) Ověření základních parametrů mostu dle mostního listu
 - a) zjištění množství a stavu ocelové výztuže (zjištění oslabení koroze v rozhodujících místech)
 - b) zjištění tloušťky železobetonové mostovky a tloušťky vozovkových vrstev
- 4) Diagnostická zjištění materiálu nosné konstrukce a spodní stavby v rozhodujících místech
 - a) stanovení krychelné pevnosti betonu včetně objemových hmotností
 - b) stanovení statického modulu pružnosti E_b
- 5) Závěr diagnostických zjištění
- 6) Fotodokumentace

1) Úvod

Na základě poptávky a následně ústní objednávky Dopravně inženýrské kanceláře, s.r.o., Bozděchova 1668, Hradec Králové, zastoupené p. Ing. Milošem Buriancem byl proveden diagnostický průzkum a následně statický přepočet mostního objektu ev.č. 308-002 přes Librantický potok na sil. II/308 před obcí Černilov.

Za tím účelem byla provedena rekognoskace mostního objektu pomocí plavidla (pramice), za přítomnosti pí. Marie Zlatníkové (odborného technika) a zpracovatele posudku Ing. Pavla Hrůzy.

Při vizuálním kontaktu „in situ“ bylo zjištěno, že pro stanovení pevnosti betonu nosné konstrukce bude nejvhodnější metodou nedestruktivní zjištění pomocí Schmidtova sklerometru a pro pevnost betonu spodní stavby se jevila optimální možnost zjištění pevnosti (vzhledem k vysoké hladině vody a nepřístupnosti) nedestruktivní metoda Schmidtova tvrdoměru. v kombinaci s odběrem jádrového vývrtu Ø 50 mm.

Pro účel zjištění množství a kvality ocelové výztuže v rozhodujícím tj. podélném nosném směru bylo rozhodnuto pro kombinaci přímého oměření obnažené (a částečně zkorodované) výztuže v poškozených oblastech mostu a pro zjištění rozmístění a hloubky uložení výztuže v oblastech relativně nepoškozené části podhledu desky pomocí elektromagnetické indukční sondy COVERMETER CM5 (Dánsko).

2) Konstrukční údaje

Mostní objekt převádějící silnici II/308 přes Librantický potok před obcí Černilov byl dle poskytnutého mostního listu postaven v roce 1982 (viz příloha ML).

Dle ověřených údajů z kroniky obce Černilov byl původní mostní objekt (stará část) postaven v letech 1952-56 (dle nezaručené informace kronikáře p. Jaroslava Kudrnáče). Později byl ostrý pravotočivý oblouk (ve směru staničení) vyrovnán přístavbou nové (pravé) části mostu v roce 1982. Z tohoto data je pravděpodobně určen rok výstavby mostu.

Nosná konstrukce

Mostní objekt je jednopólový, kde základ nosné konstrukce tvoří železobetonová deska, která je složena ze dvou částí, navzájem oddílaných.

Původní část byla postavena pravděpodobně v letech 1952 – 56, rozšíření desky bylo provedeno v roce 1982. Šířka původní levé části desky je 7,5 m, šířka nové pravé části je 3,45 m, celková šířka desky je 10,95 m. Při rozšíření mostu byla nadbetonovaná i původní římsa na levé straně mostu. Most je šikmý, šikmost levá, cca 75°. Celková šířka mostu, včetně říms, činí 11,05 m, délka nosné konstrukce je cca 4,6 m. Součástí mostu jsou betonová rovnoběžná mostní křídla. Délka křídel na levé straně mostu cca 2,5 m, na pravé straně cca 1,25 m. Délka levé římsy (na vtoku) je 9,5 m, šířka 0,35 m, délka pravé římsy (na výtoku) je 7,25 m, šířka 0,52 m. Výška obruby u vozovky je cca 100 mm u levé římsy a 150 mm u pravé římsy. Izolace desky rámu je provedena pravděpodobně z asfaltových pásů, a je zatažena do zvýšených říms. Šířka živичné vozovky mezi zvýšenými betonovými obrubami je cca 9,8 m (měřeno ve směru kolmém na osu silnice).

Mostní závěry nejsou zřízeny. Uložení nosné konstrukce na opěrách je liniové, zřejmě na vrstvě lepenky popř. přímo na betonové opěře.

Opěry jsou betonové, založení mostu je pravděpodobně plošné.

Konstrukční údaje dle poskytnutého mostního listu jsou uvedeny na konci tohoto oddílu, nový samostatně vypracovaný a aktualizovaný je vypracován formou samostatné přílohy.

3) Ověření základních parametrů mostu dle mostního listu

Veškeré údaje v předloženém mostním listě (vypracovaném pravděpodobně v roce 1982 - viz příloha původního mostního listu) byly ověřeny a byl konstatován konstrukční nesoulad s provedeným stavebním řešením mostu. Pro účely statického přepočtu nebyl dostatečně ověřen základní parametr pro zatížitelnost nosné konstrukce tj. tloušťka nosné železobetonové desky a též nebyl konstatován skutečný stav staré a nové (přistavěné) části mostu. Po stavební stránce nebyly rozměrové podklady v původním mostním listu dostatečné pro účely zadání okrajových podmínek do výpočetního programu.

Stavební stav – konstatovaný v letech vypracování původního ML – byl na úrovni klasifikačního stupně II (koeficient 1,0), ale v době diagnostických zjištění pro statický přepočet byl konstatován stavební stav ve staré i nové části mostu na úrovni IV (koeficient 0,8) s tím, že lokálně by bylo vhodné pro přepočet nosné konstrukce v pojižděné přistavěné části mostu snížit z důvodu vyšší koroze výztužných ocelových vložek (a nedostatečného krytí) snížit koeficient stavebního stavu na 0,7.

Přetížení nosné konstrukce změnou vozovkového souvrství současného mostu je ve statickém výpočtu akceptováno.

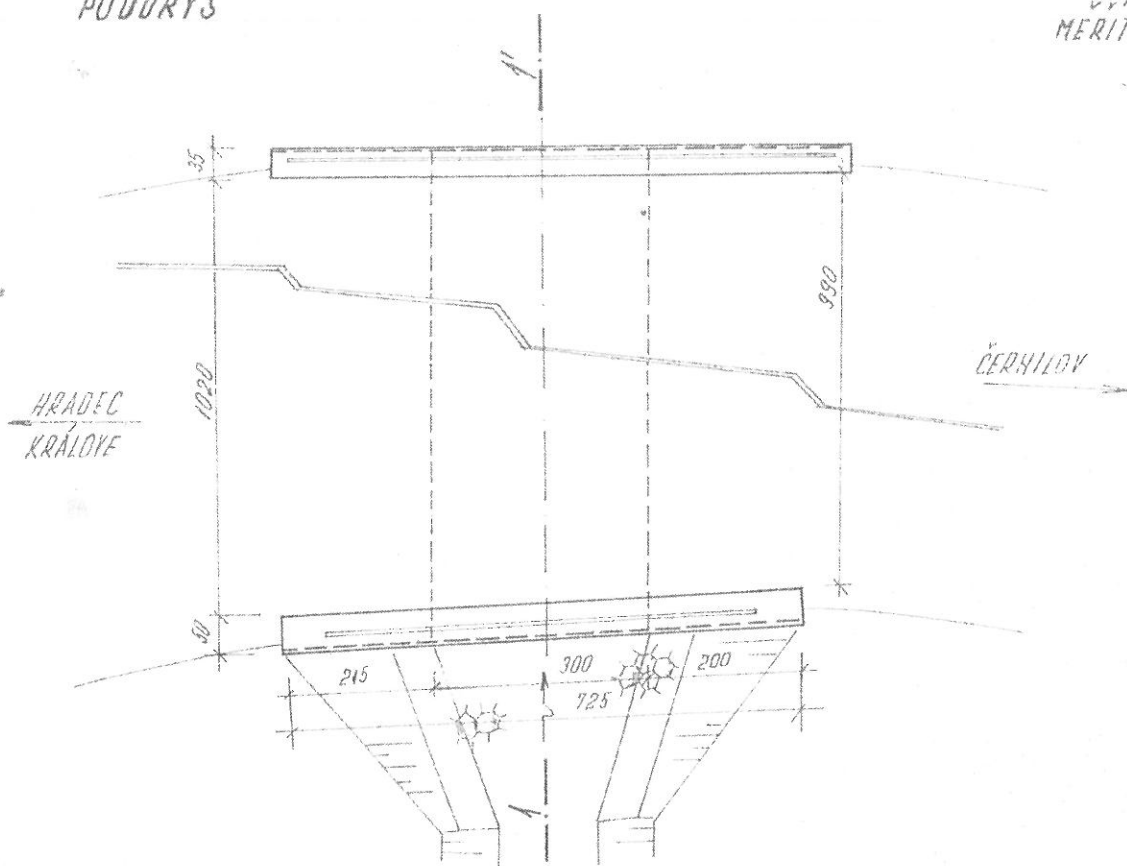
MOSTNÍ LIST:

| | | | |
|---|---------------------------------|------------------------------------|----------|
| 1. Název mostu: Most přes místní potok - Černilov | | Evidenční čís. mostu: 308 - 002 | |
| 2. Předmět přemostění nebo převedení (překážka): Místní potok - Librantický | | Rok postavení: 1982 | |
| 3. Dálnice nebo silnice: silnice č. 308 km: 5,809 5,890 | | Zatížitelnost: | |
| 4. Katastrální obec: Černilov | | a) normální: | 50 |
| 5. Okres: Hradec Králové 7. Udržovatel: OSS Hradec Králové | | b) výhradní: | 60 |
| 6. Kraj: Východočeský | | c) výjimečná: | 100 |
| d) most navržen pro zatížení: | | | |
| 8. Počet otvorů: 1 | 9. Světlost otvorů: kolmá: 3,00 | šikmá: - | |
| 10. Délka přemostění: 3,00 | 11. Rozpětí polí: | 12. Šikmost mostu: 90 | |
| 13. Podrobný popis nosné konstrukce: Železobetonová deska prostá $v = 0,35$ | | | |
| Stavební výška: 2,35 0,85 Úložná výška: | | | |
| 14. Opěry: Počet 2 | Délka: 10,20 | Tloušťka: 2,00 | |
| Výška: 2,70 | Druh a materiál: beton | | |
| 15. Ostatní podpěry: - | Počet: - | Délka: - | Výška: - |
| Tloušťka: | Druh a materiál: | | |
| 16. Prostorová úprava: Volná šířka mostu (podjezdu): 9,90 - 10,20 | | Šířka chodníků: - | |
| Šířka mezi zvýšenými obrubami: | | Volná výška nad vozovkou: | |
| 17. Vozovka a chodníky: Druh vozovky: živičn á | | | |
| Druh zpevněné části krajnice: živičná | | | |
| Druh chodníků: trubkové | | | |
| Zábradlí: | | | |
| 18. Výška mostu nad terénem: 2,35 | | | |
| 19. Výška spodní hrany konstrukce nad vel. vodou: | | Normální hloubka vody: 0,20 | |
| 20. Různá zařízení na mostě: | | Výkresy mostu: | |
| 21. Stavební stav: II. | | | |
| 22. Správní údaje: | | | |
| 23. Reprodukční pořizovací hodnota (RPH) výchozí: Kčs | | | |
| Úprava: (stručný popis) | | | |
| Nová RPH: | datum | Kčs | datum |
| | | | |
| | datum | Kčs | datum |
| | | | |

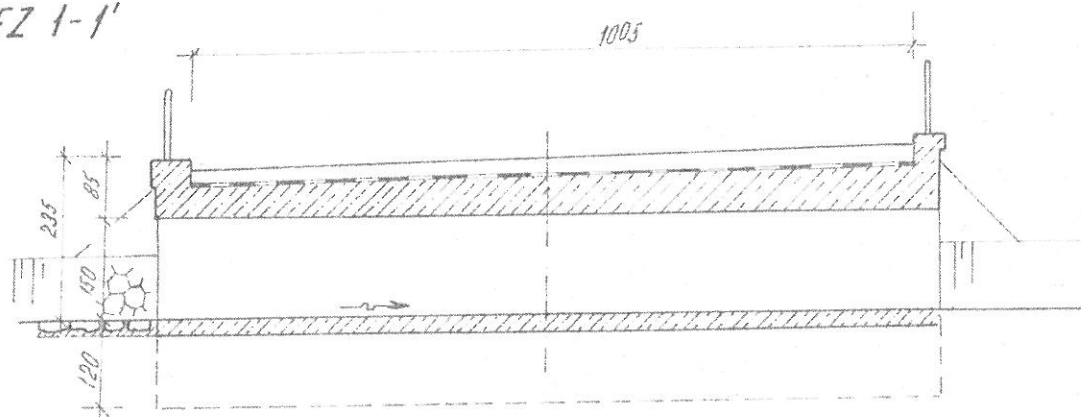
MOST PŘES LIBRANTICKÝ POTOK EV. Č. 308-002

PŮDORYS

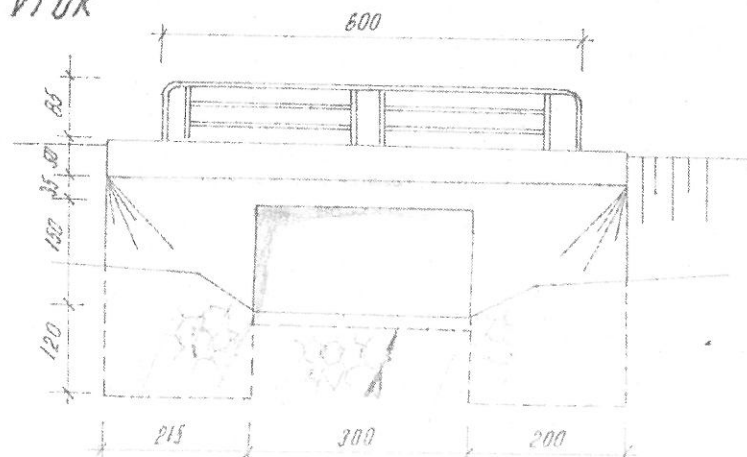
MERITKO 1:100



ŘEZ 1-1'



POHLED NA VTOK



a) Zjištění množství a stavu ocelové výztuže

(zjištění oslabení korozi v rozhodujících místech)

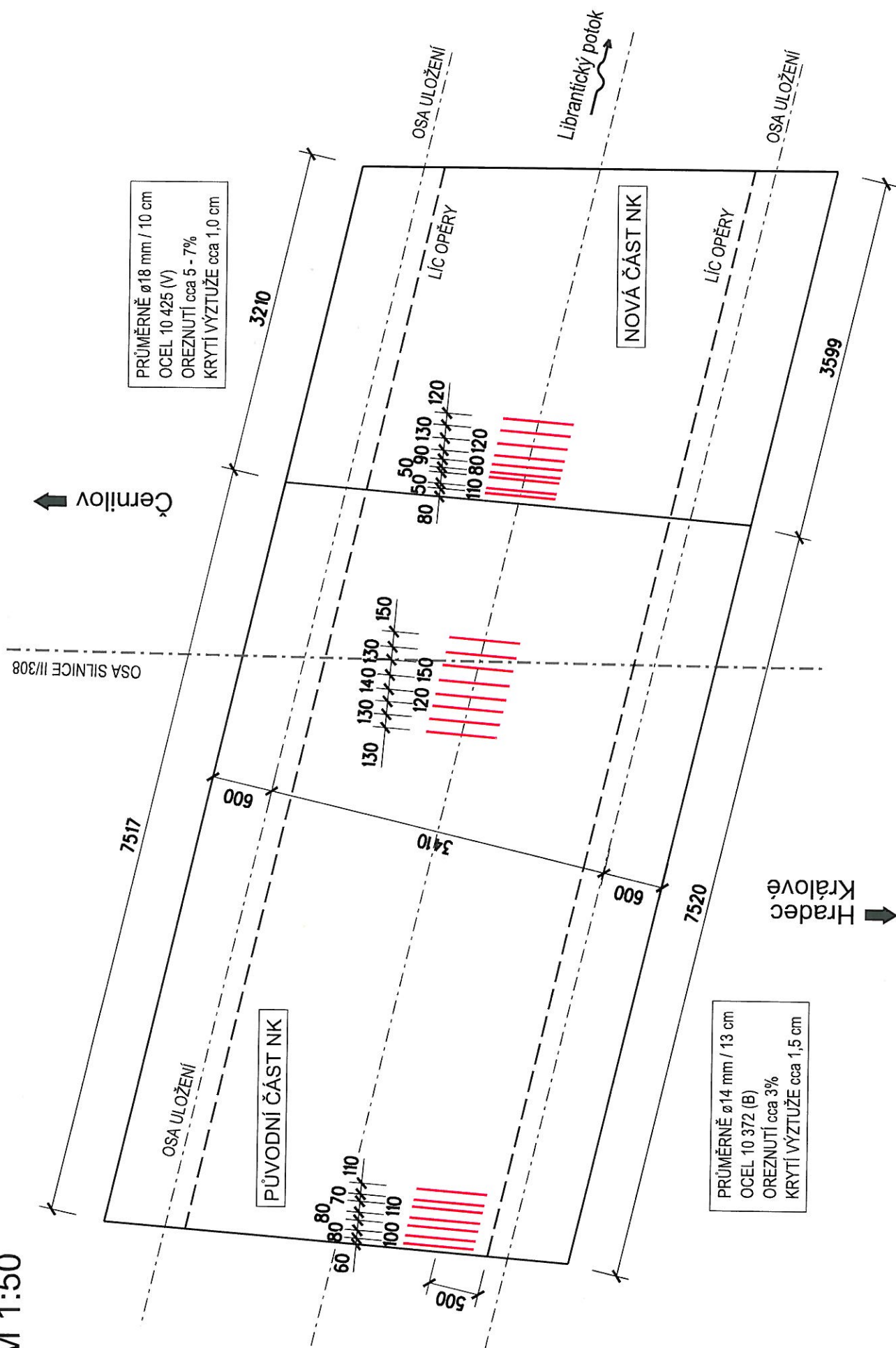
Zjišťování množství a stavu ocelové nosné výztuže železobetonového oblouku bylo provedeno kombinací přímého oměření (po odsekání) odkrytých výztužných vložek v místech odpadlé krycí vrstvy betonu (viz fotodokumentace) s následným oměřením nepoškozeného průměru ocelové výztuže mikrometrem. Z těchto hodnot bylo dále vypočteno v různých místech konstrukce procentuelní oslabení výztužných nosných vložek v podélném směru. Rozmístění výztuže v podhledu nosné konstrukce (v neporušených krycích vrstvách betonu nosné konstrukce) bylo provedeno pomocí elektromagnetické indukční sondy COVERMETER CM5 (Dánsko). Měření prokázala četnost a rozmístění výztužných ocelových vložek (v celém půdorysu podhledu nosné konstrukce) dle provedeného nákresu na konci tohoto oddílu. Mikrometrickým oměřením a následně výpočtem bylo zjištěno, že oslabení korozi se značně liší (lokálně 3 - 7 %), ale pro statický výpočet v průjezdném profilu mostu je možno uvažovat s oslabením průměru výztužných ocelových vložek ve staré (levé) části v úrovni 3 % ; v nové (pravé) části v úrovni 5 - 7 %.

Nosná podélná výztuž železobetonové desky byla ve staré (původní) části zjištěna jako kruhové profily \varnothing 14 mm v průměrné rozteči à 13 cm . Ocel byla v letech výstavby tj. 1952-56 použita v jakostní třídě 10 372(B), pravděpodobně dle ČSN 1090-1948. Krytí výztuže je rozdílné od 1,2 – 1,5 cm; pro potřeby statického přepočtu lze uvažovat průměrnou hodnotu krytí 1,5 cm.

Nosná podélná výztuž železobetonové desky v nové (přistavěné) části zjištěna jako kruhové hřebínkové profily \varnothing 18 mm v průměrné rozteči à 10 cm. Dle Výnosu ministerstva dopravy z roku 1968 použita v jakostní třídě 10 425(V). Krytí výztuže je rozdílné od 0,6 – 1,2 cm; pro potřeby statického výpočtu uvažováno průměrnou hodnotou 1,0 cm .

Ze zjištěného množství, uložení a oslabení (zkorodování) ocelové výztuže nosného prvku, tj. železobetonové desky byl vypracován schematický nákres, který je uložen na konci tohoto oddílu.

SCHEMATICKÝ NÁKRES ROZMÍSTĚNÍ NOSNÉ VÝZTUŽE V PODHLEDU DESKY M 1:50



b) Zjištění tloušťky železobetonové mostovky
a tloušťky vozovkových vrstev

Nosná konstrukce mostu, tj. železobetonová deska je tvořena dvěma částmi s rozdílnou dobou výstavby.

Za účelem statického přepočtu bylo třeba zjistit jakou tloušťku mají jednotlivé části konstrukce (navzájem od sebe oddílané) a jaká je tloušťka nadbytečných vozovkových vrstev. Úkol byl splněn přímým ověřením ručně odkopanou sondou u obou říms mostu následným změřením geodetickým způsobem.

Celková tloušťka vozovkových vrstev na mostním objektu dosahuje hodnot 45 – 46 cm. Pod vozovkovými vrstvami (skládajícími se převážně z hrubozrných nepříliš hutněných živých vrstev) byl nalezen lokálně mírně poškozený hydroizolační systém. Povrch vozovkové pojízdné části je překryt hutněným uzavřeným asfaltovým kobercem neznámého stáří.

Tloušťka železobetonové nosné desky v levé (starší) části mostního objektu činí dle přímého oměření geodetickým způsobem 42 cm.

Tloušťka železobetonové nosné desky v pravé (přistavěné) části mostu je dle přímého oměření 36 cm.

Tyto hodnoty byly stanoveny u říms v cca $\frac{1}{2}$ rozpětí mostu.

4) Diagnostická zjištění materiálu nosné konstrukce a spodní stavby v rozhodujících místech

Všeobecně

Diagnostický průzkum byl proveden za účelem zjištění pevnostních charakteristik betonu pro potřeby provedení statického přepočtu. Průzkum proto směřoval k tomu, aby co nejjednodušším postupem bylo možné stanovit zaručenou pevnost betonu nosné konstrukce v tlaku, její stejnorodost (homogenitu), statický modul pružnosti betonu a zjištění stavu ocelové výztuže (oslabení korozí v rozhodujících průřezích). Dále byl respektován požadavek minimálního narušení nosné konstrukce. Proto byly prováděny v převážné míře nedestruktivní zkoušky a jádrových vývrtů bylo odebráno pouze nezbytné minimum.

Pro účely statického přepočtu mostního objektu nebyl stanoven požadavek zjišťování hloubky karbonatace a nasycenost chloridových iontů (Cl^-).

Statický modul pružnosti byl stanoven rezonanční metodou na předupravených jádrových vývrtech.

Výběr diagnostických metod

Pro stanovení pevnosti betonu v tlaku a stejnorodosti (homogenity) z hlediska dostupnosti a pro daný účel vyhovující přesnosti byla použita kombinace tvrdoměrné nedestruktivní metody Schmidtova sklerometru typu N a malých jádrových vývrtů průměru 50 mm. Odběr jádrových sond malého průměru byl proveden speciální rotační vrtačkou NORTON - CHRISTENSEN, typ E-2-5.

Tloušťka krycí vrstvy betonu byla měřena pomocí magnetického indikátoru výztuže COVERMETER CM5 (Dánsko), popř. byla zjištěna přímým oměřením na odkrytých (obnažených) místech ocelové výztuže..

Při vyhodnocování zkoušek bylo využito následujících norem:

ČSN 73 0038, ČSN 73 1370, ČSN 73 1373, ČSN 73 2400, ČSN 73 2577, ČSN EN 206-1.

a) Stanovení krychelné pevnosti betonu, vč. objemových hmotností

Pevnost betonu mostní konstrukce v tlaku byla zjišťována pomocí metody Schmidtova tvrdoměru (sklerometru), kalibrované malým jádrovým vývrtem, průměr 50 mm. Jádrový vývrt byl proveden na bocích spodní stavby mostu (ve staré i nové části), vzhledem k předpokladu absence výztuže.

Stanovení pevnosti betonu nosné desky (ve staré i nové části mostního objektu) se provádělo nedestruktivním Schmidtovým sklerometrem (po předchozím obroušení až na rovný betonový podklad) a výsledky byly konfrontovány s hodnotami pevnosti betonu, které byly provedeny na bocích spodní stavby. Vzhledem k orientačním hodnotám Schmidtova sklerometru na bocích spodní stavby (které byly souhlasné s hodnotami na podhledu nosné konstrukce) , bylo možno usuzovat, že hodnoty pevnosti betonu byly identické, neboť v době výstavby (a vzhledem k malému množství betonu na mostní konstrukci) bylo možno předpokládat, že beton byl dovezen (či vyroben) na stavbě ze stejných poměrových hodnot cementu a kameniva.

Pevnost betonu říms nebyla zjišťována, neboť výsledky měření by neovlivnily statický výpočet nosné konstrukce a technologický návrh na opravu nebyl požadován. Zjištění objemové hmotnosti se provedlo pouze ze vzorků z odebraných jádrových vývrtů spodní stavby mostu o průměru 50 mm, neboť tento údaj slouží u statického přepočtu pouze ke stanovení hmotnosti mostní konstrukce od stálého zatížení.

Metoda Schmidtova tvrdoměru podle ČSN 73 1373 vychází z pružného rámu dvou těles, kdy pružinovým mechanismem tvrdoměru je proti povrchu zkušebního tělesa vržen kovový úderník a následně je registrována míra jeho odskoku, která je zároveň měřeným parametrem. Každé zkušební místo je třeba před vlastní zkouškou zbrousit až na zkoušený materiál. Na jednom zkušebním místě se provede nejméně pět dílčích měření.

Průměrná míra odskoku se pak převede podle obecného kalibračního vztahu, uvedeného v příslušné normě, na pevnost betonu v tlaku, která se dále případně redukuje s ohledem na stáří a vlhkost betonu. Na základě měření Schmidtovým tvrdoměrem lze s přesností $\pm 20 \%$ stanovit kvalitu betonu.

Metoda vycházející z odběru jádrových vývrtů hodnotí pevnost betonu v tlaku na základě zkoušek malých válcových těles o průměru 50 mm, odebraných z konstrukčních prvků speciální lehkou přenosnou jádrovou odvrtávací soupravou.

Po odběru se jádrové vývrty popíší a obvykle fotograficky zdokumentují (viz příloha - fotodokumentace). Vizuelním kontaktem s čerstvě odebranými vzorky (jádrovými vývrty) lze obvykle získat velmi přesnou představu o složení a hutnosti betonu. Současně je možné stanovit na odebraných jádrových vývrtech tloušťku zkarbonatované vrstvy. Tyto hodnoty nebyly ale pro účel statického přepočtu vyžadovány. Následně se jádrové vývrty

zaříznou na diamantové okružní pile a získaná válcová tělesa se okončují speciální sírovou směsí podle ČSN 73 1329. Zkoušky takto připravených vzorků se provádějí podle ČSN 73 1317. Výsledné pevnosti v tlaku se přepočítají s ohledem na průměr a štíhlost jádrových vývrtů na pevnost krychelnou, odpovídající krychli o hraně 150 mm. Výsledky těchto zkoušek se obvykle konfrontují s výsledky měření Schmidtovým tvrdoměrem. Významným údajem je i stanovená objemová hmotnost betonu.

Z jednotlivých zkušebních míst Schmidtova tvrdoměru byly výsledky sestaveny do tabulek a byl proveden statistický výpočet parametrů pevnosti betonu v tlaku R_{bg} . Výpočet statistických parametrů betonu z jádrových vývrtů nebyl prováděn vzhledem k malé četnosti vzorků, ale průměrné hodnoty z pevnostních zkoušek betonů z jádrových sond byly brány jako hodnoty kalibrační ke zkouškám Schmidtovým tvrdoměrem. Vzhledem k poměrné četnosti jádrových vzorků (které byly tlakovým lisem odzkoušeny), bylo možno z naměřených hodnot vypočítat pevnosti betonu v tlaku kontrolní R_{bk} . Protokoly z jednotlivých měření, jakož i z provedených tlakových zkoušek jádrových vývrtů jsou uvedeny na konci tohoto oddílu.

Výsledky měření pevnosti betonu Schmidtovým tvrdoměrem a tlakovými zkouškami na malých jádrových vývrtech lze precizovat takto:

Základní vlastnosti materiálu nosné konstrukce

Beton nosné konstrukce (železobetonové desky) pro levou i pravou část lze pro statický výpočet uvažovat na úrovni betonu B 20, tj. zatřídění dle ČSN EN 206-1 jako beton C 16/20. Objemová hmotnost byla stanovena průměrnou hodnotou $2\,257\text{ kg/m}^3$. Statický modul pružnosti E_b je stanoven pro potřeby statického přepočtu na hodnotu 26,5 GPa. Beton je stejnorodý (homogenní), variační koeficient $v = 9,06 < 16\%$.

Beton spodní stavby mostu (tj. opěr) pro levou i pravou část mostu lze pro statický výpočet uvažovat na úrovni betonu B 20, tj. zatřídění dle ČSN EN 206-1 jako beton C 16/20.

Výsledky zkoušek jádrových vývrtů - v opěře staré (levé) části mostu

ev. č. 308-002 Černilov

Datum odběru : 24.11.2013
Datum zkoušek : 29.11.2013

Zkoušky vývrtů

| Popis | Průměr d (mm) | Výška h (mm) | Výška po koncování h _k (mm) | λ h _k /d | K _λ | Hmotnost m (g) | Objemová hmotnost m/V (kg/m ³) | Pevnost v tlaku (R _{bk}) | | |
|-------|---------------------|--------------------|---|------------------------|----------------|----------------------|---|------------------------------------|--------------|--|
| | | | | | | | | N (kN) | N/A (MPa) | N/ (A.K _d .K _λ) (MPa) |
| OPS 1 | 49,8 | 60,3 | 63,8 | 1,281 | 0,935 | 265,6 | 2 272 | 51,22 | 26,42 | 25,92 |
| OPS 2 | 49,8 | 56,8 | 59,9 | 1,203 | 0,954 | 241,1 | 2 189 | 52,89 | 27,28 | 28,60 |
| OPS 3 | 49,8 | 57,1 | 60,2 | 1,209 | 0,950 | 262,5 | 2 249 | 49,99 | 25,78 | 24,90 |

Zprůměrované hodnoty

2 237

26,47

A (plocha vývrtu) = 19,39 cm²

K_d = 1,09

Výsledky pevnosti v tlaku R_{bk} odpovídají B 20, tj. dle ČSN EN 206-01, tj. C 16/20.

Výsledky zkoušek jádrových vývrtů - v opěře nové (pravé) části mostu

ev. č. 308-002 Černilov

Datum odběru : 24.11.2013
Datum zkoušek : 29.11.2013

Zkoušky vývrtů

| Popis | Průměr d (mm) | Výška h (mm) | Výška po koncování h _k (mm) | λ h _k /d | K _λ | Hmotnost m (g) | Objemová hmotnost m/V (kg/m ³) | Pevnost v tlaku (R _{bk}) | | |
|----------------------|---------------------|--------------------|---|------------------------|----------------|----------------------|---|------------------------------------|--------------|--|
| | | | | | | | | N (kN) | N/A (MPa) | N/ (A.K _d .K _λ) (MPa) |
| OPN 1 | 49,8 | 52,1 | 55,8 | 1,120 | 0,971 | 226,3 | 2 240 | 55,42 | 28,58 | 27 |
| OPN 2 | 49,8 | 54,3 | 57,2 | 1,151 | 0,964 | 240,1 | 2 280 | 61,33 | 31,63 | 30,10 |
| OPN 3 | 49,8 | 55,1 | 59,4 | 1,193 | 0,953 | 245,8 | 2 301 | 64,49 | 33,26 | 33,02 |
| OPN 4 | 49,8 | 58,2 | 61,5 | 1,235 | 0,943 | 257,9 | 2 285 | 58,2 | 30,02 | 29,20 |
| OPN 5 | 49,8 | 51,3 | 56,6 | 1,137 | 0,975 | 226,4 | 2 276 | 59,55 | 30,71 | 28,90 |
| Zprůměrované hodnoty | | | | | | | 2 276 | 29,44 | | |

A (plocha vývrtu) = 19,39 cm²

K_d = 1,09

Výsledky pevnosti v tlaku R_{bk} odpovídají B 20, tj. dle ČSN EN 206-01, tj. C 16/20.

| | 0° | -90° | 90° | 45° | | |
|----------|-----------------|--------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|
| a | vodorov. | svisle dolů | svisle vzhůru | šikmo dolů | počet zk.míst | k_n |
| 23 | 13 | 17 | 7 | | 5 | 2,15 |
| 24 | 15 | 19 | 9 | 18 | 6 | 1,98 |
| 25 | 16 | 21 | 10 | 19 | 7 | 1,9 |
| 26 | 18 | 22 | 12 | 21 | 8 | 1,86 |
| 27 | 19 | 24 | 13 | 22 | 9 | 1,83 |
| 28 | 21 | 26 | 14 | 24 | 12 | 1,77 |
| 29 | 22 | 27 | 15 | 26 | 15 | 1,74 |
| 30 | 24 | 29 | 17 | 27 | 20 | 1,71 |
| 31 | 25 | 30 | 18 | 29 | 25 | 1,69 |
| 32 | 27 | 32 | 20 | 30 | 30 | 1,68 |
| 33 | 28 | 33 | 21 | 32 | 40 | 1,66 |
| 34 | 30 | 35 | 23 | 34 | >50 | 1,64 |
| 35 | 32 | 37 | 25 | 35 | | |
| 36 | 33 | 39 | 26 | 37 | | |
| 37 | 35 | 40 | 28 | 39 | | |
| 38 | 37 | 42 | 30 | 41 | | |
| 39 | 39 | 44 | 32 | 42 | | |
| 40 | 41 | 46 | 34 | 44 | | |
| 41 | 42 | 47 | 35 | 46 | | |
| 42 | 44 | 49 | 37 | 48 | | |
| 43 | 46 | 51 | 39 | 50 | | |
| 44 | 48 | 52 | 41 | 51 | | |
| 45 | 50 | 54 | 43 | 53 | | |
| 46 | 52 | 56 | 45 | 55 | | |
| 47 | 53 | 58 | 47 | 57 | | |
| 48 | 55 | 60 | 49 | 59 | | |
| 49 | 57 | 62 | 51 | 61 | | |
| 50 | 59 | 64 | 52 | 62 | | |
| 51 | 61 | 65 | 54 | | | |
| 52 | 63 | 67 | 56 | | | |
| 53 | 65 | 68 | 58 | | | |
| 54 | 67 | 70 | 60 | | | |
| 55 | 69 | 72 | 62 | | | |
| 56 | 70 | 73 | 64 | | | |
| 57 | 72 | | 66 | | | |
| 58 | 74 | | 68 | | | |
| 59 | 76 | | 69 | | | |
| 60 | 78 | | 71 | | | |

Výsledky stanovení pevnosti betonu Schmidtovým tvrdoměrem

Tabulka A

Akce:

Černilov ev.č. 3008-002

Konstrukce:

podhled nosné konstrukce-žlb.deska

Datum zkoušky:

24.11.2013

Teplota vzduchu:

14°C

Typ zkušebního přístroje:

SCHMIDT, typ NR

| místo č.01 | popis | | | | | | $\alpha=$ | 90° |
|------------------|--------|-------|----|-------|----|-------|-----------|------------|
| číslo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| odraz | 53 | 59 | 54 | 59 | 59 | 55 | 56 | |
| V' _c | 58 | 69 | 60 | 69 | 69 | 62 | 64 | |
| V _c | | | | 64,43 | | | | |
| meze | | 51,54 | | | | 77,31 | | |
| V' _c | 58 | 69 | 60 | 69 | 69 | 62 | 64 | |
| V _c | | | | 64,43 | | | | |
| meze | | 51,54 | | | | 77,31 | | |
| R' _{be} | 64 MPa | | | | | | | |

| 2 | popis | | | | | $\alpha=$ | 90° |
|------------------|--------|-------|----|-------|----|-----------|-----|
| číslo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| odraz | 54 | 59 | 61 | 52 | 58 | 57 | 55 |
| V' _c | 60 | 69 | 71 | 56 | 68 | 66 | 62 |
| V _c | | | | 64,57 | | | |
| meze | | 51,66 | | | | 77,49 | |
| V' _c | 60 | 69 | 71 | 56 | 68 | 66 | 62 |
| V _c | | | | 64,57 | | | |
| meze | | 51,66 | | | | 77,49 | |
| R' _{be} | 64 MPa | | | | | | |

| Místo č.3 | popis | | | | | $\alpha=$ | 90° |
|------------------|--------|-------|----|-------|----|-----------|------------|
| číslo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| odraz | 57 | 59 | 52 | 56 | 60 | 58 | 61 |
| V' _c | 66 | 69 | 56 | 64 | 71 | 68 | 71 |
| V _c | | | | 66,43 | | | |
| meze | | 53,14 | | | | 79,71 | |
| V' _c | 66 | 69 | 56 | 64 | 71 | 68 | 71 |
| V _c | | | | 66,43 | | | |
| meze | | 53,14 | | | | 79,71 | |
| R' _{be} | 66 MPa | | | | | | |

Výsledky stanovení pevnosti betonu Schmidtovým tvrdoměrem

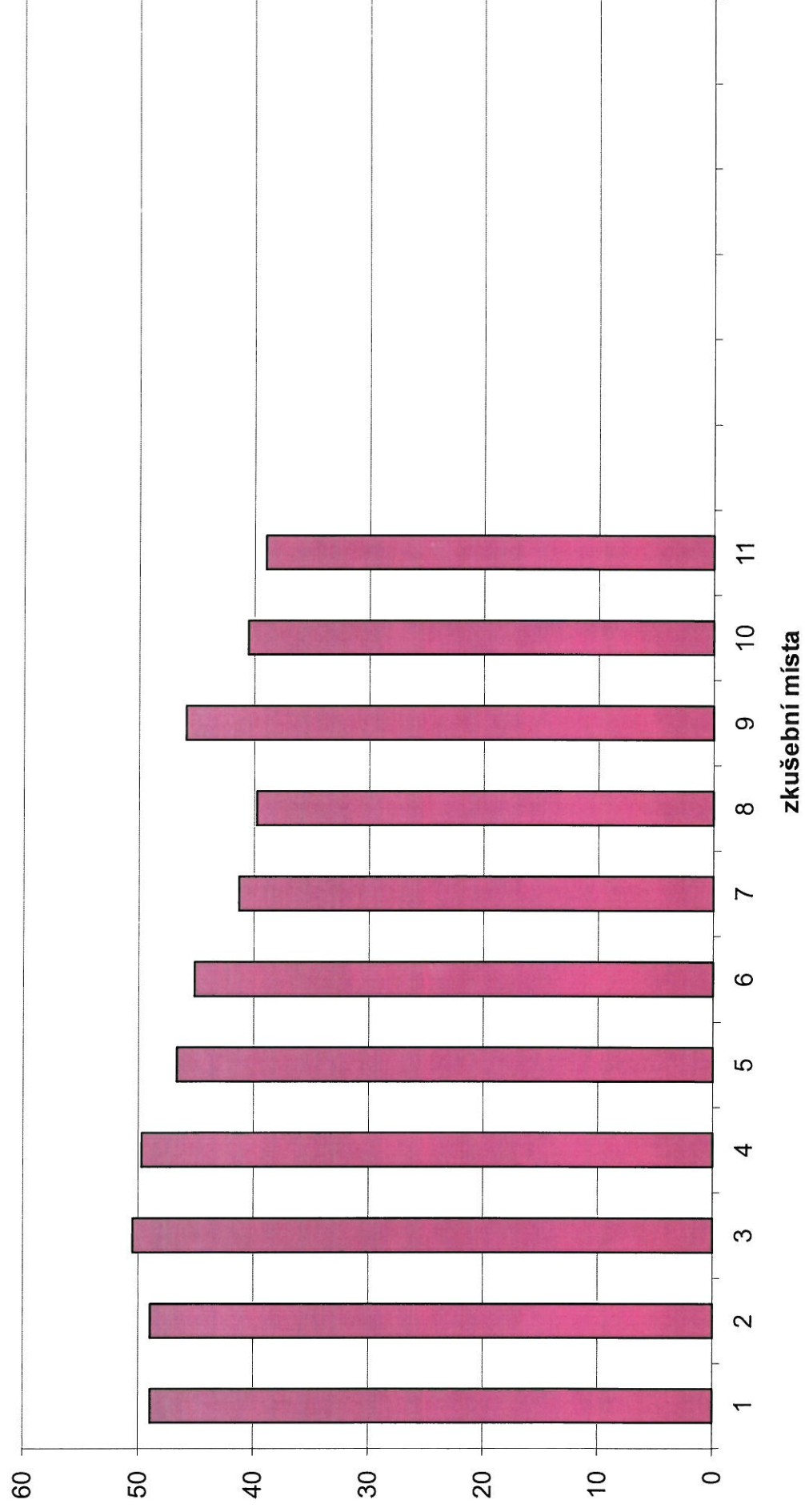
Tabulka B

Akce: **Cernilov -ev.č. 308-002**
 Konstrukce: podhled nosné konstrukce - žlb. deska
 Datum zkoušky: 24.11.2013
 Teplota vzduchu: 14°C
 Typ zkušebního přístroje: SCHMIDT, typ NR

| popis | | $\alpha_t=0,9$ | | $\alpha_w=0,85$ |
|----------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|--------------------------|
| zkušební místo | R'_{be} [MPa] | R_{be} [MPa] | $R_{bei}-R_{beprům}$ | $(R_{bei}-R_{beprům})^2$ |
| 1 | 64 | 49 | 3,8 | 14,6 |
| 2 | 64 | 49 | 3,8 | 14,6 |
| 3 | 66 | 50 | 5,4 | 28,7 |
| 4 | 65 | 50 | 4,6 | 21,1 |
| 5 | 61 | 47 | 1,5 | 2,3 |
| 6 | 59 | 45 | 0,0 | 0,0 |
| 7 | 54 | 41 | -3,8 | 14,6 |
| 8 | 52 | 40 | -5,4 | 28,7 |
| 9 | 60 | 46 | 0,8 | 0,6 |
| 10 | 53 | 41 | -4,6 | 21,1 |
| 11 | 51 | 39 | -6,1 | 37,5 |
| 12 | 61 | 47 | 1,5 | 2,3 |
| Průměr [MPa] | | 45,1 | Součet | 183,8 |
| Směrodatná odchylka [MPa] | | 4,1 | | |
| Variační koeficient - | | 9,06% | | |
| k_n - | | 1,77 | | |
| R_{bg} [MPa] | | 38 | | |

Výsledky stanovení pevnosti betonu Schmidtovým tvrdoměrem

C



b) Stanovení modulu pružnosti E_b

Modul pružnosti betonu konstrukce v tlaku byl vyšetřován rezonanční metodou na odebraných upravených vzorcích z konstrukce (jádrové vývrty).

Dynamický modul pružnosti E_{brL} zjištěný rezonanční metodou dle ČSN 73 1372 byl na statický modul pružnosti E_b převeden pomocí součinitelů α_r (ČSN 73 2011). Výpočet dynamického modulu pružnosti na krátkých kruhových válcích se prováděl dle oddílu E, ČSN 73 1372 dle vzorce $E_{brL} = c_3^2 \cdot 4 \cdot L^2 \cdot f_L^2 \cdot \rho$.

Vlastní kmitočet podélného kmitání byl vždy určen několikerým měřením.

| Rezonanční metoda | Vzorek | V 11 | V 12 |
|---------------------------------|-------------------|--------|--------|
| | Hodnoty E_{brL} | 29 800 | 30 500 |
| | α_r | 0,88 | 0,88 |
| | Hodnoty E_b | 26 224 | 26 840 |
| $\bar{E} = 26\,532 \text{ MPa}$ | | | |

$$\bar{E} = 26,5 \text{ GPa}$$

Statické moduly pružnosti pro potřeby statického přepočtu lze uvažovat průměrnou hodnotou **$E_b = 26,5 \text{ GPa}$**

5) Závěr diagnostických zjištění

Mostní konstrukce je tvořena železobetonovou deskou uloženou na betonových opěrách a byla postavena ve dvou různých časových obdobích. Starší (původní) část – nalézající se po levé straně ve směru staničení – byla postavena v letech cca 1952-56 a nová (přistavěná) část byla provedena z důvodu rozšíření mostního objektu pro vylepšení směrových parametrů silnice v roce 1982. Stavební stav obou částí mostu byl v době diagnostického průzkumu stanoven klasifikačním stupněm pro spodní stavbu III (dobrý) a pro nosnou konstrukci IV (uspokojivý) na levé části mostu a klasifikačním stupněm pro spodní stavbu IV (uspokojivý) a pro nosnou konstrukci IV – V (uspokojivý až špatný) pro pravou část mostu. Z tohoto důvodu byl ve statickém výpočtu uplatňován koeficient snížení zatížitelnosti 0,8 pro levou část a 0,7 pro pravou část (z důvodu narušení ocelových výztužných vložek korozí pod poježděnou částí mostu).

Pro potřeby statického přepočtu mostu byla provedena nezbytná zjištění, která sloužila k ověření rozměrů a skladby mostního objektu, zjištění základních vlastností betonu a zjištění množství (a rozmístění) výztuže v nosném železobetonovém prvku – tj. železobetonové desce.

Základní vlastnosti materiálu nosné konstrukce lze vyhodnotit takto:


Beton nosné konstrukce (železobetonové desky) pro levou i pravou část lze pro statický výpočet uvažovat na úrovni betonu B 20, tj. zařídění dle ČSN EN 206-1 jako beton C 16/20. Objemová hmotnost byla stanovena průměrnou hodnotou $2\,257\text{ kg/m}^3$. Statický modul pružnosti E_b je stanoven pro potřeby statického přepočtu na hodnotu 26,5 GPa. Beton je stejnorodý (homogenní), variační koeficient $v = 9,06 < 16\%$.

Ocelová podélná nosná výztuž v levé části mostu (původní konstrukce) je z oceli 10 372 (B) o $D = 14\text{ mm}$ a je rozmístěna v podélném směru po cca 130 mm při spodním okraji průřezu (dle ČSN EN 206-1).

Ve výpočtu je třeba uvažovat ořeznutí hlavní výztuže cca 3%

Ocelová podélná nosná výztuž v pravé (přistavěné) části mostu je z oceli 10 425 (V) o $D = 18\text{ mm}$ a je rozmístěna v podélném směru po cca 100 mm při spodním okraji průřezu (dle ČSN EN 206-1).

Ve výpočtu je třeba uvažovat ořeznutí hlavní výztuže cca 5-7 %.


Ing. Pavel HRŮZA
BETON-DIAGNOSTIK
Věkošská 411/22b
503 41 HRADEC KRÁLOVÉ
IČO: 135 64 650

Ing. Pavel H r ů z a
Beton – diagnostik

6) Fotodokumentace



pohled ve směru staničení



boční pohled zleva



pravá strana mostu



boční pohled zprava



pohled proti směru staničení



levá strana mostu (pohled ve směru staničení)



pravá strana mostu (pohled proti směru staničení)



detail římsoy na pravé straně mostu (pohled proti směru staničení)



obnažená výztuž a degradovaný beton římsy na konci mostu vpravo



hloubkově poškozený beton římsy po pravé straně mostu (pohled proti směru staničení)



podhled mostu



protékající hydroizolace v podhledu mostu po levé straně



dilatační napojení staré a nové (pravé) části mostu



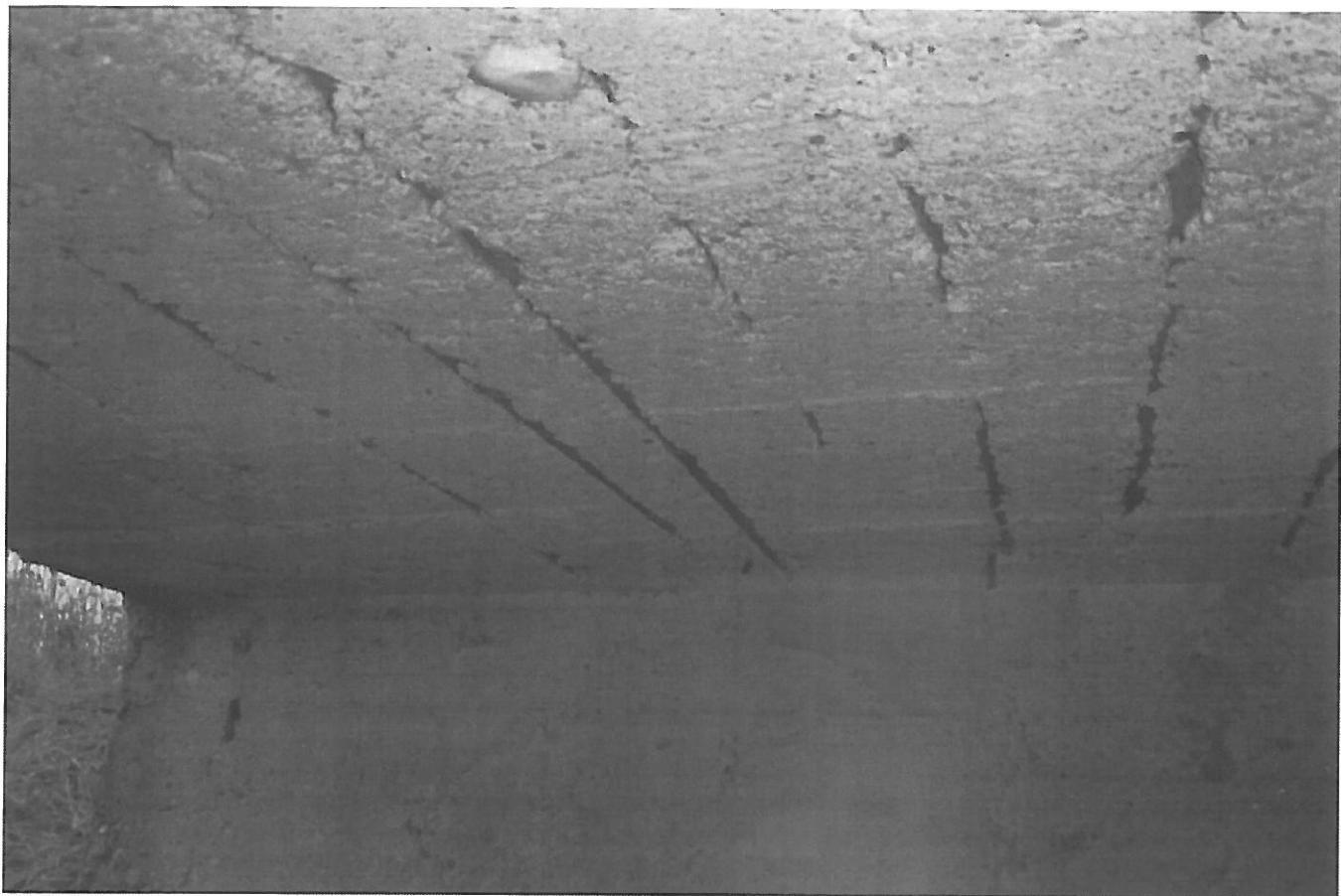
protékající spojení rozdílných částí mostu a hloubkově narušená (zkorodovaná) výztuž pravé části mostu



detail spojení staré a nové (přistavěné) části mostu



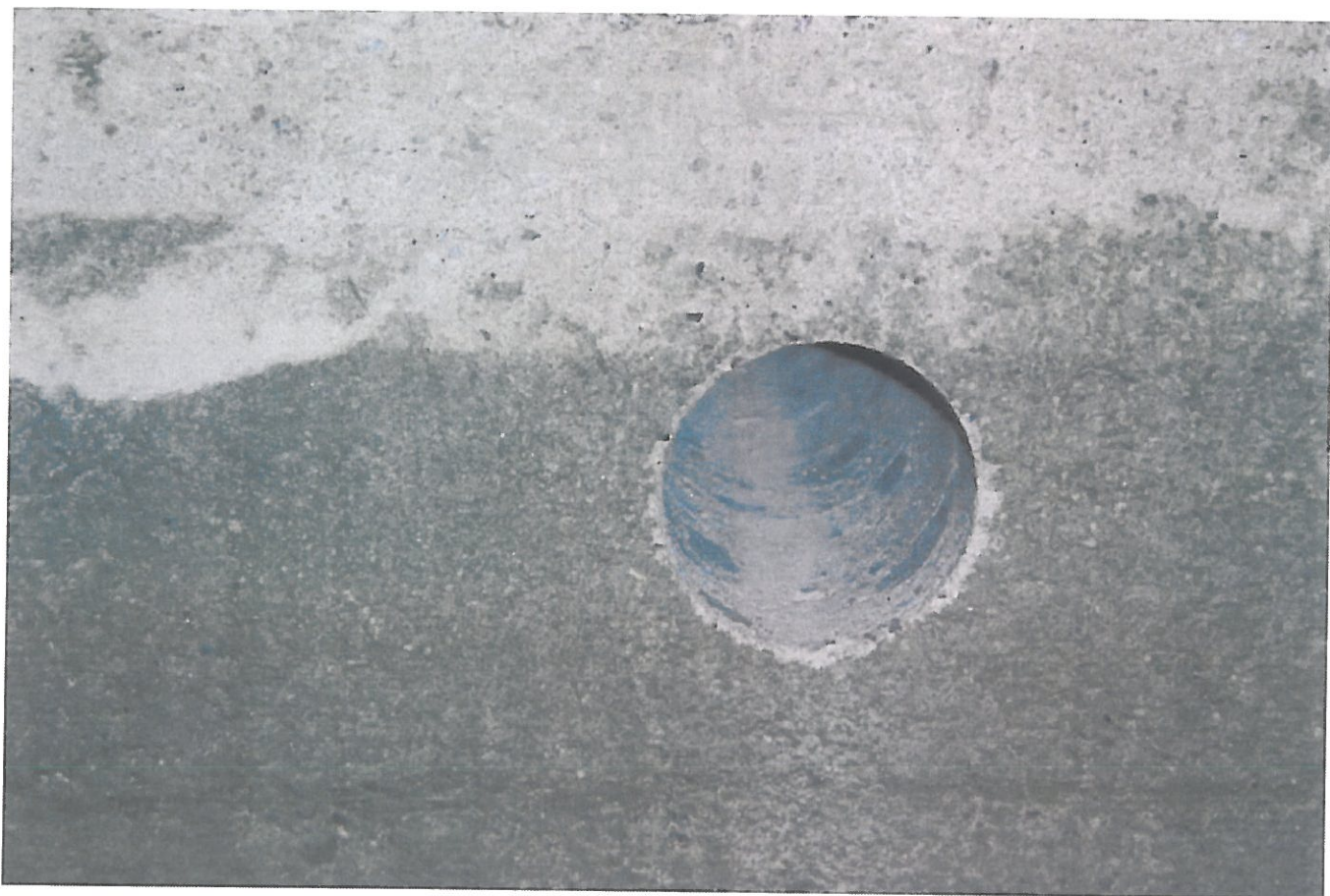
zkorodovaná výztuž v oblasti spojení mostu



obnažená výztuž v nové (pravé) části mostu - pohled proti směru staničení



detail zkorodované výztuže v nové (pravé) části mostu




pohled do provedeného jádrového vývrtu ve staré části mostu



částečně obnažená výztuž a elektromagnetickou sondou zjištěná v podhledu desky ve staré části mostu

JÁDROVÝ VÝVRT - STARÁ OPĚRA
ČERNILOV

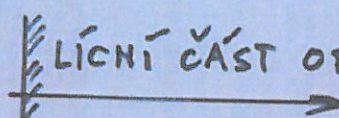
LÍČNÍ ČÁST OPĚRY



průřez jádrovým vývrtem ve staré opěře

JÁDROVÝ VÝVRT - NOVÁ OPĚRA
HRADEC KRÁLOVÉ

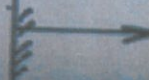
LÍČNÍ ČÁST OPĚRY



průřez jádrového vývrtu na nové opěře

JÁDROVÝ VÝVRT - STARÁ OPĚRA ČERNILOV

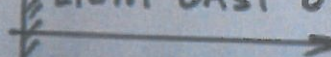
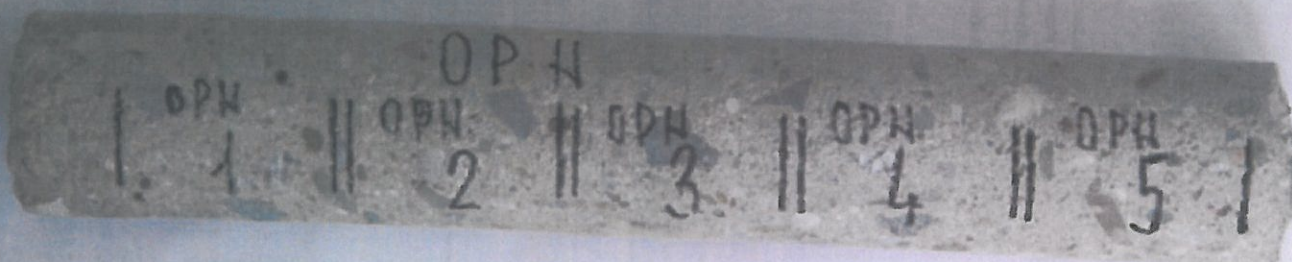
LÍČNÍ ČÁST OPĚRY




vzorky k rozřezání jádrové vývrtu na staré opěře

JÁDROVÝ VÝVRT - NOVÁ OPĚRA HRADEC KRÁLOVÉ

LÍČNÍ ČÁST OPĚRY

vzorky k rozřezání jádrového vývrtu na nové opěře