

30.11.2023

VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

| Číslo změny: | Obsah změny: | Datum změny: |
|--------------|--------------|--------------|
| 01 | - | - |
| 02 | - | - |
| 03 | - | - |

Objednatel:



Správa železnic, s.o.
Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
IČO 70994234, DIČ CZ70994234
organizační jednotka Oblastní ředitelství Ústí nad Labem,
Železničářská 1386/31, 400 03 Ústí nad Labem

Zhotovitel:

Sdružení KÚ/PX - Diagnostika Ústí nad Labem - II. Etapa



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
KLOKNERŮV ÚSTAV
ŠOLÍNOVA 7
166 08 PRAHA 6



Praha 4, Bezová 1658, 147 14
tel: +420 244062215 fax: +420 244461038

Zpracovatel:



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE,
FAKULTA STAVEBNÍ
THÁKUROVA 2077/7
166 29 PRAHA 6

Řešitel:

Ing. Filip Kramoliš

Kontroloval:

prof. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.

HIP:

prof. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

Název akce:

Diagnostika a přepočty strategických přemostění
v oblasti OŘ Ústí nad Labem - II. etapa

Číslo akce ČVUT:

2300 J 233 - 2

Stupeň dokumentace:

TP

Název části:

Etapa A - Diagnostické průzkumy

Měřítko:

-

Datum:

11/2023

Název přílohy:

Diagnostický průzkum mostu v km 1,007
TUDU 024202 - Karlovy Vary

Číslo přílohy:

A.2a



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební, katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

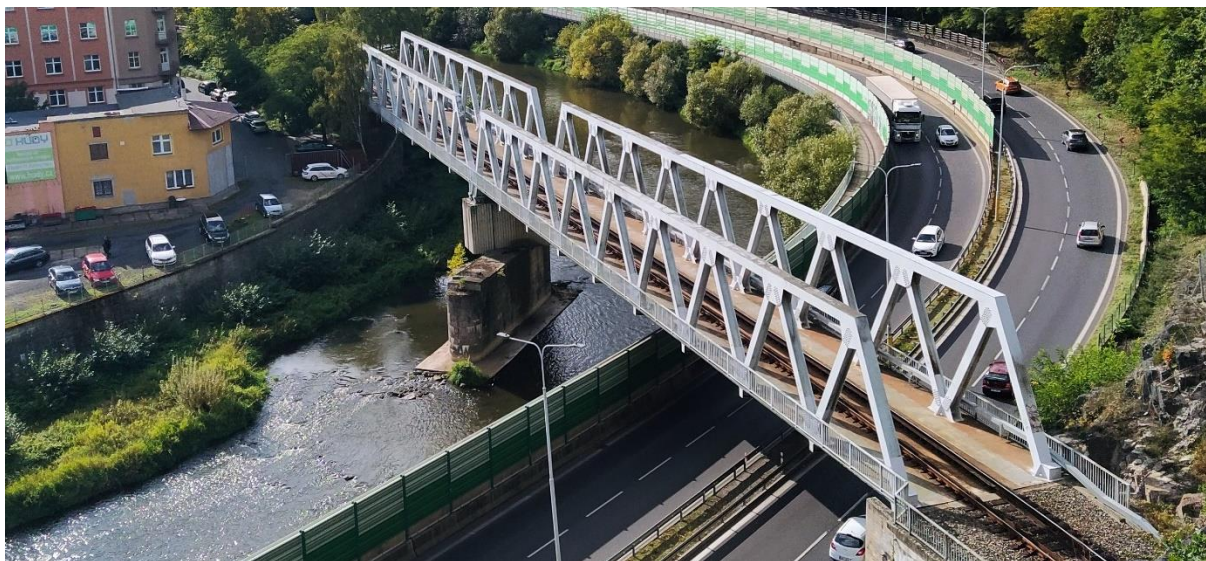
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v oblasti OŘ Ústí nad Labem – II. etapa

A.2 Diagnostický průzkum mostu v km 1,007 TUDU 024202 – Karlovy Vary

A.2a

**Diagnostický průzkum mostu v km 1,007
TUDU 024202 – Karlovy Vary**



HIP:

Ing. David Čítek, Ph.D.

Zodpovědný řešitel:

Ing. Filip Kramoliš

Vypracoval:

Ing. Filip Kramoliš

Spolupráce:

Ing. Martin Macho, Ph.D., Ing. Vladimír Šána, Ph.D.

Kontroloval:

prof. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.

Datum:

30.11.2023

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE | 5 |
| 2. ÚVOD | 5 |
| 3. PODKLADY | 6 |
| 3.1. POUŽITÉ PODKLADY | 6 |
| 3.2. POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY | 6 |
| 4. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ | 7 |
| 4.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE | 7 |
| 4.2. ZÁKLADNÍ MAJETKOPRÁVNÍ ÚDAJE | 9 |
| 4.3. ÚZEMNÍ PODMÍNKY | 10 |
| 4.4. ZPŘÍSTUPNĚNÍ MOSTU | 11 |
| 4.5. CHARAKTERISTIKA MOSTU | 13 |
| 4.6. TECHNICKÝ POPIS NOSNÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE | 16 |
| 4.7. ANALÝZA ARCHIVNÍ DOKUMENTACE | 19 |
| 5. VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA A POPIS STAVU A ZÁVAD | 21 |
| 5.1. NOSNÉ KONSTRUKCE K01 A K02 | 21 |
| 5.1.1. Hlavní nosníky | 22 |
| 5.1.2. Mostovka | 29 |
| 5.1.3. Ložiska | 33 |
| 5.1.3.1. Opěra O01 | 33 |
| 5.1.3.2. Pilíř P01 | 34 |
| 5.1.3.3. Opěra O02 | 35 |
| 5.1.4. Přejít mezi NK a SS | 39 |
| 5.2. SPODNÍ STAVBA A ZALOŽENÍ | 40 |
| 5.2.1. Opěry | 40 |
| 5.2.2. Pilíře | 49 |
| 5.3. ŽELEZNIČNÍ SVRŠEK | 50 |
| 5.4. MOSTNÍ VYBAVENÍ | 55 |
| 5.4.1. Zábradlí | 55 |
| 5.4.2. Kabelové žlaby | 62 |
| 5.4.3. Odvodnění | 65 |
| 6. KOROZNÍ POŠKOZENÍ OCELOVÉ NOSNÉ KONSTRUKCE | 67 |
| 7. STAV PROTIKOROZNÍ OCHRANY NOSNÝCH KONSTRUKCÍ | 68 |
| 7.1. KONSTRUKCE K01 A K02 | 68 |
| 8. DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM | 73 |
| 8.1. MATERIÁLOVÝ PRŮZKUM KONSTRUKCE | 73 |
| 8.1.1. Materiál nosných konstrukcí | 73 |
| 8.1.2. Tvrdostní zkoušky oceli (NDT) | 74 |
| 8.1.3. Odběr vzorků a zpětná ochrana zkušebních míst | 76 |
| 8.1.4. Tahová zkouška | 77 |
| 8.1.5. Stanovení meze kluzu materiálu | 77 |
| 8.1.5.1. Dle atestů z výrobní dokumentace [3] | 77 |
| 8.1.5.2. Dle tahových zkoušek | 78 |
| 8.1.6. Materiálové parametry pro přepočet zatížitelnosti mostu | 79 |
| 8.1.7. Chemické složení a metalografie | 80 |
| 8.1.8. Stanovení svařitelnosti oceli | 80 |
| 8.2. KONTROLNÍ MĚŘENÍ TLOUŠTKY PKO | 82 |
| 8.3. ZAMĚŘENÍ ŽELEZNIČNÍHO SVRŠKU | 83 |
| 8.3.1. Ověření prostorové uspořádání na mostním objektu | 83 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 8.3.2. | Poloha koleje vůči NK | 85 |
| 8.3.3. | Uspořádání upevnění koleje | 86 |
| 8.4. | VP ŠROUBY VE STYČNÍCÍCH | 87 |
| 8.5. | ENDOSKOPICKÁ KONTROLA DUTIN NA KONCÍCH HLAVNÍCH NOSNÍKŮ | 90 |
| 9. | ZÁVĚR | 94 |
| 9.1. | ZÁVĚR VIZUÁLNÍ PROHLÍDKY | 94 |
| 9.2. | ZÁVĚR DIAGNOSTICKÉHO PRŮZKUMU | 95 |
| 9.3. | SHRNUTÍ VÝSLEDNÉ ZATÍŽITELNOSTI A PŘECHODNOSTI MOSTU | 95 |
| 10. | NÁVRH DOPORUČENÍ A OPATŘENÍ | 96 |
| 11. | PŘÍLOHA A – OPRAVNĚNÍ K PROVÁDĚNÍ PRŮZKUMNÝCH A DIAGNOSTICKÝCH PRACÍ | 97 |
| 12. | PŘÍLOHA B – ZKUŠEBNÍ PROTOKOL Z MATERIÁLOVÝCH ZKOUŠEK..... | 98 |

1. Identifikační údaje

| | |
|-------------------------|--|
| Objednatel: | Správa železnic, státní organizace |
| se sídlem : | Praha 1, Nové Město, Dlážděná 1003/7, PSČ 110 00 |
| jednající : | Ing. Martin Kašpar, ředitel Oblastního ředitelství Ústí nad Labem, na základě pověření č. 2652 ze dne 22. 02. 2019 |
| kor. adresa: | Správa železnic, státní organizace Oblastní ředitelství Ústí nad Labem Ústí nad Labem, Železničářská 1386/31, PSČ 400 03 |
| IČ : | 70994234 |
| DIČ : | CZ70994234 |
| Zapsaný: | V obchodním rejstříku u Městského soudu v Praze, oddíl A, vložka 48384 |
| Zhotovitel: | KÚ/PX – Diagnostika Ústí nad Labem - II. etapa Správce sdružení: České vysoké učení technické |
| se sídlem: | Jugoslávských partyzánů 1580/3, 160 00 Praha |
| provozovna: | Kloknerův ústav Šolínova 7, 166 08 Praha 6 |
| jednající: | prof. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D. |
| Řešitel objektu: | České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební |
| se sídlem: | Thákurova 7, 166 29, Praha 6 |
| zastoupena: | Ing. Petr Matějka, Ph.D., tajemník Fakulty stavební |
| IČ : | 68407700 |
| DIČ : | CZ68407700 |
| Zapsaný: | Živnostenský list: Obvodní úřad městské části Praha 6, spis. zn. ŽO/11315/2008/Rec/2 |

2. Úvod

Předmětem této vizuální prohlídky a diagnostiky jsou ocelové nosné konstrukce K01 a K02 mostního objektu na TÚ 0242, v km 1,007. Hlavním cílem korozního a diagnostického průzkumu podle zadání zadavatele jsou tyto činnosti:

- Podrobná vizuální prohlídka mostu
- Analýza dostupných podkladů
- Diagnostický průzkum
- Stanovení korozního oslabení
- Základní kontrolní měření PKO
- Provedení materiálových zkoušek
- Provedení tvrdoměrných zkoušek
- Vyhodnocení návrhové meze kluzu oceli pro statické posouzení
- Rekapitulace závěrů a návrh opatření.

Výsledky průzkumu budou použity pro statické přepočty zatížitelností a přechodností mostu.



3. Podklady

3.1. Použité podklady

Podkladem pro zpracování průzkumu posouzení byla archivní dokumentace a podklady, poskytnuté Správou železnic. Jednalo se zejména o:

- [1] Archivní dokumentace 1898 (MES)
- [2] Sil. I/6 Karlovy Vary-východ, st.č.5.1 Rekonstrukce mostu ČSD, Pragoprojekt Praha, 1987
- [3] Rekonštrukcia mosta ČSD v km 1,007 na trati K. Vary d.n. – Karlovy Vary, Vítkovice Ostrava, 1988
- [4] Zápis o hlavní prohlídce, ČSD-Oblastní ředitelství Plzeň služba 13, 1991
- [5] Zpráva o statické zatěžovací zkoušce železničního mostu přes řeku Ohři a silnici I/6 v km 1,007 trati Karlovy Vary dol. n. – Potůčky, Ing. Jaroslav Šedivec, CSc., 1992
- [6] Oprava mostu v km 1,007 na trati K. Vary d.n. – K. Vary, H-PRO GEO s.r.o., 2019
- [7] Oprava traťového úseku K. Vary d. n. – K. Vary, Chládek a Tintěra, a. s., 2019
- [8] Zápis o hlavní prohlídce, SŽDC s.o. OŘ ÚL – SMT, 2019
- [9] Protokol o podrobné prohlídce z roku 2017
- [10] Protokol o podrobné prohlídce z roku 2020
- [11] Protokol o podrobné prohlídce z roku 2023
- [12] Fotodokumentace porušených VP šroubů poskytnuté Ing. Kurucem, Správa železnic s.o.

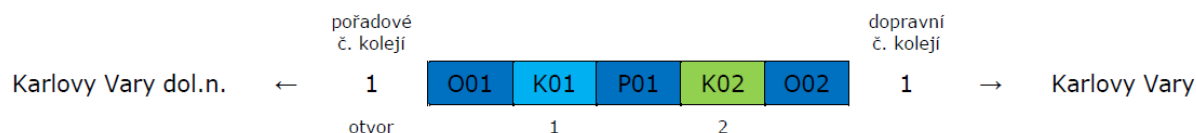
3.2. Použité normy a předpisy

- [13] Předpis S5/1 – Diagnostika, zatížitelnost a přechodnost železničních mostních objektů
- [14] Předpis S5/4 – Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí
- [15] MVL 720 – Zábradlí pro železniční mosty, platné od 1.9.2019
- [16] ČSN 73 6201 – Projektování mostních objektů
- [17] ČSN 73 0038 – Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – doplňující ustanovení
- [18] ČSN EN 1011-2 – Svařování – Doporučení pro svařování kovových materiálů – Část 2: Obloukové svařování feritických ocelí
- [19] ČSN EN 10025-1 – Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí – Část 2: Technické dodací podmínky pro nelegované konstrukční oceli
- [20] Metodika pro diagnostiku ocelových mostních konstrukcí kulturního dědictví, 2019

4. Základní údaje o mostě

4.1. Identifikační údaje

| | |
|------------------------------|---|
| Umístění mostu: | Karlovy Vary |
| Staničení objektu: | km 1,007 |
| Traťový úsek: | TÚ 0242 Karlovy Vary dol. n. (mimo) – Karlovy Vary (mimo) |
| Definiční úsek: | DÚ 02 Karlovy Vary dol. n. – Karlovy Vary |
| Údaje o koleji na mostě: | jednokolejná trať kolejnice 49E1, přímé upevnění systém DFF 300 na začátku K01 a konci K02 kolej v pravé přechodnici (mezi přechodnicemi je kolej v přímé), niveleta ve stoupá ve směru staničení |
| Druh nosné konstrukce: | Ocelová, trámová, příhradová (soustava základní bez svislic), dolní ortotropní mostovka, spoje VP šrouby a svařované |
| Popis spodní stavby: | <u>Opěra O01</u> železobetonová (1990), založená na části historické opěry (1898), vlevo přilehlá železobetonová zeď, vpravo rovnoběžné křídlo <u>Pilíř P01</u> dřík z kamenného zdiva (1898), nabetonovaný železobetonový úložný práh (1990) <u>Opěra O02</u> železobetonová (1990), rovnoběžná křídla |
| Počet nosných konstrukcí: | 2 |
| Počet mostních otvorů: | 2 |
| Délka přemostění: | 116,80 m (MES) |
| Délka mostu: | 126,80 m (MES) |
| Rozpětí nosných konstrukcí: | 52,80 m + 59,40 m |
| Kolmá světlost v otvorech: | 51,42 m + 58,04 m |
| Počet kolejí na mostě: | 1 |
| Rychlost na mostě: | 50 km/h |
| Rychlost traťová: | 60 km/h |
| TTZ s přidruženou rychlostí: | C2-55 |



Obr. 1 Schéma mostního objektu [11]

K01:

| | |
|-------------------------------|--|
| Stavební výška: | 1,04 m |
| Směrové poměry na konstrukci: | na začátku pravá přechodnice, poté v přímé |
| Stávající železniční svršek: | kolejnice 49E1 + přímé upevnění DFF 300 |
| Přemostovaná překážka: | parkoviště, inundace, trvalý vodní tok (řeka Ohře) |
| Volná výška pod mostem: | 9,50 m (měřeno nad volným tokem) |
| Mostní průjezdný průřez: | VMP 2,5 |
| Volná šířka na mostě: | 5,63-5,69 m (bez koutových výztuh) |
| Šířka mostu: | 7,24 m |
| Šikmost mostu: | 90° |
| Stavební stav objektu: | nosná konstrukce: K1 |
| Rok výstavby: | 1990 (MES) |

K02:

| | |
|-------------------------------|---|
| Stavební výška: | 1,04 m |
| Směrové poměry na konstrukci: | v přímé, na konci pravá přechodnice |
| Stávající železniční svršek: | kolejnice 49E1 + přímé upevnění DFF 300 |
| Přemostovaná překážka: | trvalý vodní tok (řeka Ohře), chodník pro chodce, silnice I/6 |
| Volná výška pod mostem: | 9,50 m (měřeno nad volným tokem) 5,40 m (nejmenší naměřená nad komunikací) |
| Mostní průjezdný průřez: | VMP 2,5 |
| Volná šířka na mostě: | 5,63-5,69 m (bez koutových výztuh) |
| Šířka mostu: | 7,24 m |
| Šikmost mostu: | 90° |
| Stavební stav objektu: | nosná konstrukce: K1 |
| Rok výstavby: | 1990 (MES) |

4.2. Základní majetkoprávní údaje

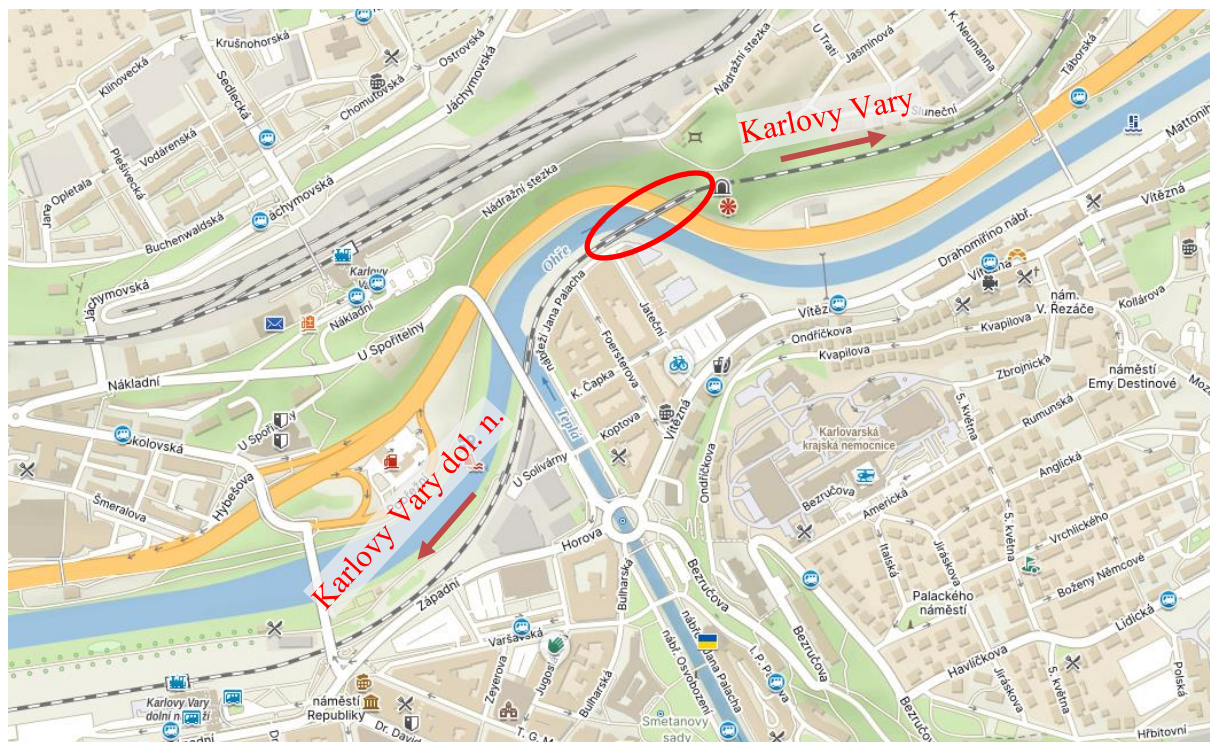
Most je dle katastrální mapy lokalizován na katastrálním území Karlovy Vary [663433] a Bohatice [663581], obec Karlovy Vary. Most je situován na pozemcích s parcelními čísly 2458/1, 2458/2, 2393/1, 840/172 a 670, které jsou ve vlastnictví Správy železnic, s.o., Statutárního města Karlovy Vary, Povodí Ohře, s.p. a Ředitelství silnic a dálnic ČR.



Obr. 2 Katastrální mapa okolí mostu

4.3. Územní podmínky

Stávající mostní objekt se nachází na TÚ 0242 v ev. km 1,007. Nosné konstrukce K01 a K02 převádí jednokolejnou železniční trať přes parkoviště, inundaci, trvalý vodní tok (řeka Ohře), chodník pro chodce, silnici I/6. Nosná konstrukce má 2 pole a nachází se v intravilánu.



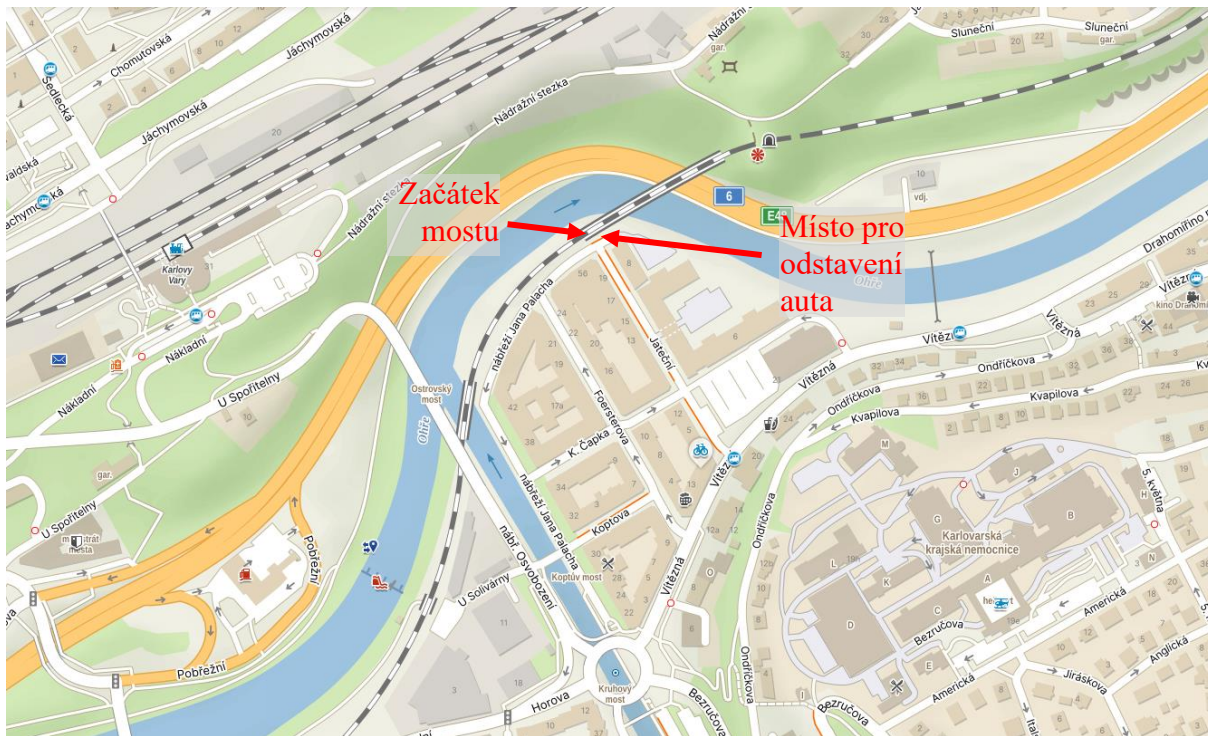
Obr. 3 Přehledná mapa okolí mostu (www.mapy.cz)



Obr. 4 Ortopapa mostu (www.mapy.cz)

4.4. Zpřístupnění mostu

Přístup k mostu je nejvhodnější na jeho začátku dle směru staničení. Automobil je možné, po dohodě s Magistrátem města Karlovy Vary, odstavit na parkovišti v blízkosti opěry O01. Přístup na mostě je po nedalekém svahu.



Obr. 5 Místo pro odstavení auta



Obr. 6 Pohled na parkoviště pro odstavení vozidla

Vizuální prohlídka mostu byla v maximální možné míře provedena tzv. „na dosah ruky“. V nepřístupných a obtížně přístupných místech (vyjma dolní části K02 nad silnicí I/6) byl využit dron a bezdrátová kamera osazena na teleskopické tyči.



Obr. 7 Zpřístupnění K02 pomocí dronu v části nad řekou Ohří

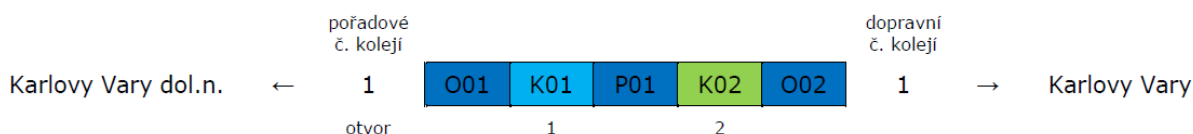
Dolní část (spodní líc mostovky a hlavních nosníků) konstrukce K02 nacházející se nad silnicí I/6 byla v maximální možné míře prohlédnuta pomocí dalekohledu z prostoru středového dělicího pásu.



Obr. 8 Zpřístupnění dolní části konstrukce K02 přes silnici I/6

4.5. Charakteristika mostu

Jedná se o železniční most tvořený nosnými konstrukcemi z roku 1990 o 2 polích, převádějící jednokolejnou trať přes parkoviště, inundaci, řeku Ohři, chodník pro chodce a silnici I/6. Nosné konstrukce jsou ocelové trémové příhradové s dolní ortotropní mostovkou. Spoje jsou svařované a šroubované (VP šrouby). Most má 2 pole o rozpětí 52,80 m + 59,40 m. Most je kolmý 90°. Trať je na mostě vedena v přechodnici (začátek K01, konec K02) a v přímé. Výšková niveleta trati v celém úseku konstantně stoupá ve směru staničení (směr Karlovy Vary). Dolní ortotropní svařovaná mostovka plní zároveň funkci dolních pásů. Upevnění DFF 300 kolejnicových pásů je připevněno přímo k ocelové desce ortotropní mostovky. Hlavní nosníky jsou příhradové jednoduché trojúhelníkové soustavy. Most je uložen na ocelových vahadlových ložiscích II.V.4 a II.P.4 (pevná ložiska jsou na středním pilíři). Spodní stavba je tvořena krajními betonovými opěrami a mezilehlých kamenným pilířem s masivním ŽB úložným prahem. Založení je plošné.



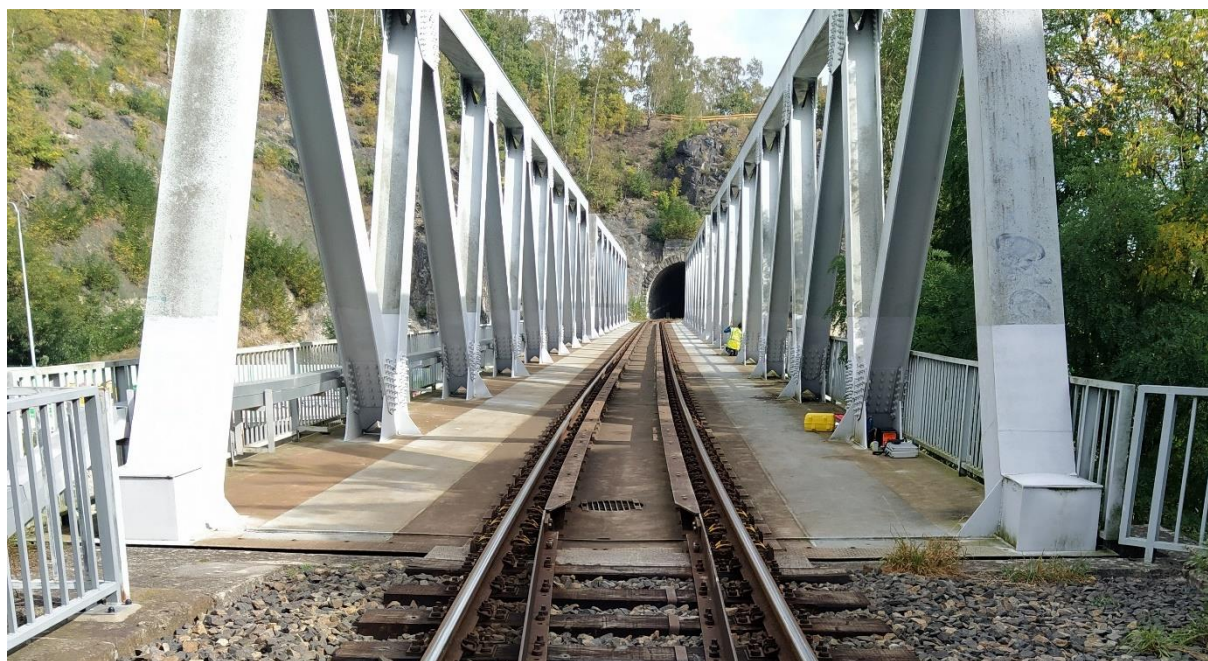
Obr. 9 Schéma mostního objektu [11]



Obr. 10 Pohled zleva na nosnou konstrukci mostu ve směru staničení (směr Karlovy Vary)



Obr. 11 Pohled zprava na nosnou konstrukci ve směru staničení (směr Karlovy Vary)



Obr. 12 Pohled v ose koleje ve směru staničení (směr Karlovy Vary)



Obr. 13 Pohled v ose koleje proti směru staničení (směr Karlovy Vary dol. n.)



Obr. 14 Podhled konstrukce K02 ve směru staničení (směr Karlovy Vary)

4.6. Technický popis nosné mostní konstrukce

Stávající železniční jednokolejná otevřeně uspořádaná ocelová mostní konstrukce o 2 mostních otvorech má celkovou délku 126,80 m. Rozpětí polí je 52,80 m + 59,40 m. Jednotlivé nosné konstrukce staticky působí jako prosté nosníky. Konstrukce nejsou rovnoběžné, úhel mezi osami obou konstrukcí je $0,285118^\circ$ [2].

Nosné konstrukce obou polí jsou tvořeny dvojicí příhradových nosníků s dolní ortotropní mostovkou. Spoje jsou šroubované a svařované.

Příhradové hlavní nosníky jednoduché trojúhelníkové soustavy mají osovou vzdálenost 6120 mm, teoretickou výšku 6100 mm a délku příhrad 6600 mm. Krajní diagonály komůrkového profilu jako horní pasy jsou s horními pasy svařeny a přivařeny i k plechu mostovky, vnitřní diagonály mají profil širokopřírubového I a k mostovce i k hornímu pasu jsou připojeny prostřednictvím přípojných styčnickových plechů VP šrouby. Krajní diagonály mají tloušťku stěn 20 mm a tloušťku pásnic 14 mm, ostatní diagonály tloušťku přírub 20 mm. Tloušťka stěn pasů jsou v rozmezí 14 až 20 mm, pásnic v rozmezí 14 až 40 mm.

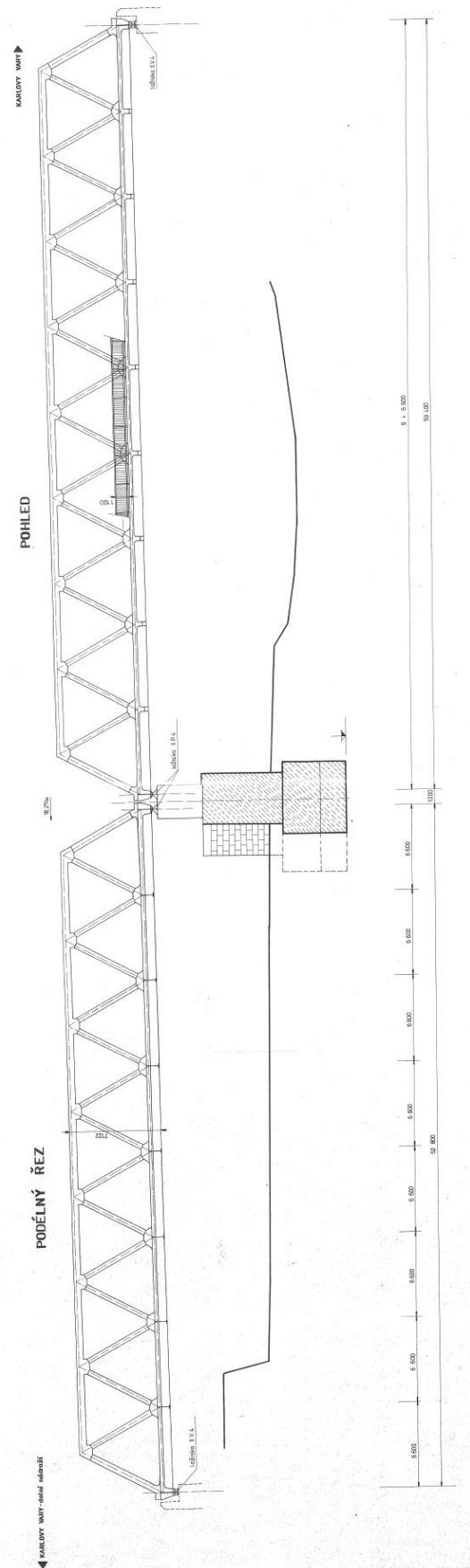
Svařovaná ortotropní deska mostovky základní tloušťky 14 mm plní současně také funkci dolního pasu, na jehož místě jsou ke spodnímu pasu přivařeny páskové podélné výztuhy. Mohutné podélné výztuhy (podélníky) opatřené dolní pásnicí probíhají pod osou kolejnic, příčné výztuhy (příčníky) stejné výšky, ale se širšími pásnicemi, pod středy přípojných styčnickových plechů diagonál hlavních nosníků k mostovce.

Ložiska jsou ocelová II.V.4 a II.P.4. Každá nosná konstrukce je uložena na čtveřici ložisek, kde vždy na opěře se nachází dvojice podélné posuvných ložisek a na pilíře P01 se nachází pevná ložiska obou nosných konstrukcí.

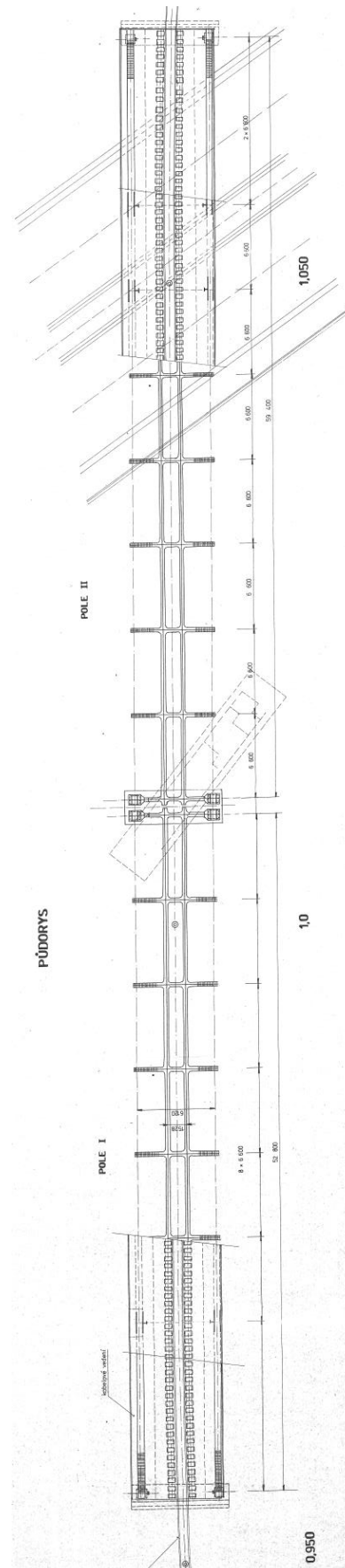
Spodní stavba je tvořena dvěma krajními opěrami s kolmými závěrnými zídkami a středním pilířem s masivním železobetonovým úložným prahem. Propojení původního zděného pilíře a masivního železobetonové úložného prahu je pomocí kotev z betonářské výztuže.

Založení opěry O02 je plošné na skalním podloží. Opěra O01 byla vybudovaná na původní zděné opěře. Základová spára nově vybudované opěry se nachází v úrovni původního úložného prahu. Původní opěra O01 je založena plošně. Stávající úložný práh je založený na původním zděném pilíři založeným plošně, který byl plně zachován.

Železniční svršek je tvořen přímým upevněním typu DFF 300. Kolejnice na mostě je bez kolejnicových styků. Před a za mostem se nachází kolejnicové styky, které oddělují kolej na mostě od koleje v širé trati.

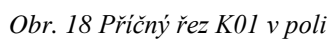


Obr. 15 Podélný řez/pohled [2]



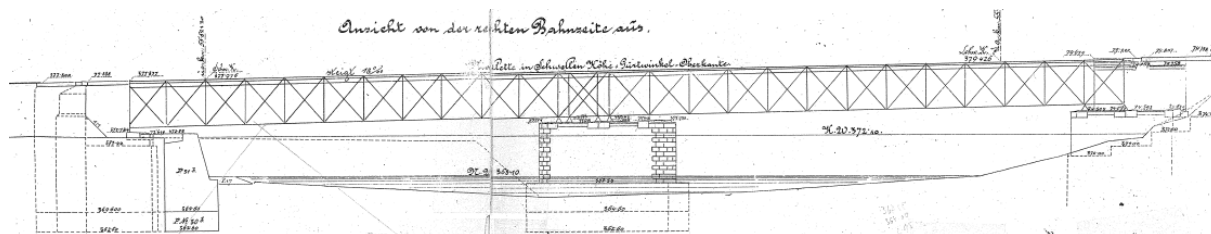
Obr. 16 Pūdorys [2]

A.2a Diagnostický průzkum mostu v km 1,007 TUDU 024202 – Karlovy Vary



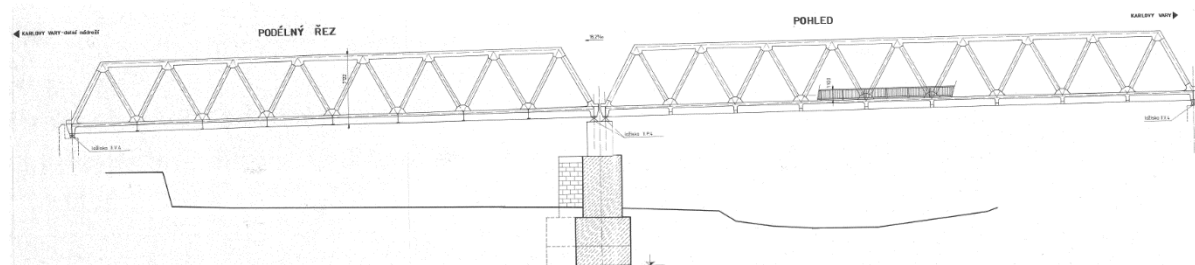
4.7. Analýza archivní dokumentace

Původní most byl postaven v roce 1898 dle MES. Spodní stavba byla tvořená kamenným zdivem a nosná konstrukce byla ocelová příhradová s horní mostovkou. Uložení mostu bylo šikmé.



Obr. 19 Původní příhradové šikmo uložené nosné konstrukce z roku 1898 (MES) [1]

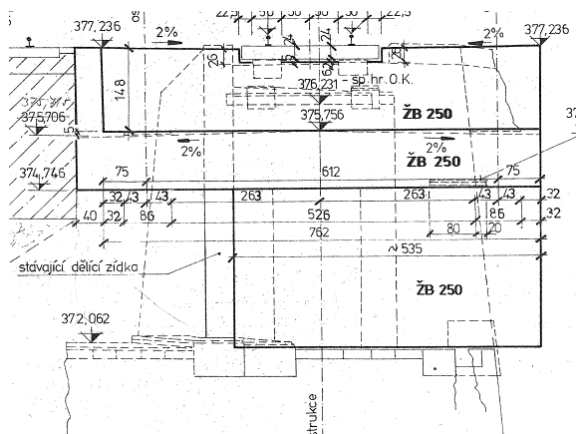
V letech 1989-1991 byla provedena rekonstrukce mostu, během které byly kompletně vyměněny nosné konstrukce, kdy původní ocelové příhradové šikmo uložené nosné konstrukce s horními mostovkami byly nahrazeny novými ocelovými příhradovými kolmo uloženými nosnými konstrukcemi s dolními ortotropními mostovkami.



Obr. 20 Stávající příhradové kolmo uložené nosné konstrukce z roku 1990 [2]

Změna polohy mostovky byla vyvolána rekonstrukcí silničního průtahu I/6 Karlovými Vary, který most přemostňuje v druhé polovině K02 a kde bylo potřeba zajistit normovou hodnotu podjezdné výšky.

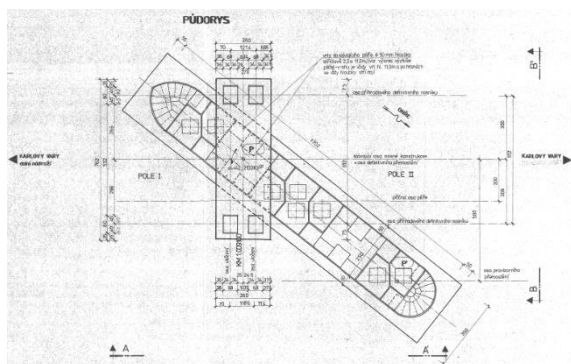
Původní most měl šikmé uložení ($37,5^\circ$), oproti tomu stávající most má kolmé uložení (90°). Při rekonstrukci byl zachován celý původní pilíř P01 a část opěry O01, která byla ubouraná až na původní úložný práh. Současná opěra O01 je uložena na původní opěře z roku 1898 (MES). U pilíře byl vybetonován masivní úložný práh, který je šikmo uložen na původním zděném pilíři, což je způsobeno změnou uložení nosných konstrukcí. Masivní úložný práh také eliminuje výškový rozdíl mezi původními nosnými konstrukcemi s horními mostovkami a stávajícími nosnými konstrukcemi s dolními mostovkami. Tento masivní úložný práh je propojen s původním zděným pilířem pomocí kotev navržených z betonářské výztuže. Opěra O02 byla kompletně nově vybudovaná při výměně nosné konstrukce a je založena na skalním masivu.



Obr. 21 Opěra O01 po rekonstrukci v letech 1989-1991 [2]



Obr. 22 Opěra O01 po rekonstrukci v letech 1989-1991



Obr. 23 Pilíř P01 po rekonstrukci v letech 1989-1991 [2]



Obr. 24 Pilíř P01 po rekonstrukci v letech 1989-1991

V letech 2018-2019 byla provedena oprava mostu, kdy byla provedena výměna přímého upevnění koleje, zdvih konstrukce na opěrách a rektifikace pohyblivých ložisek, výměna protiskluzových prvků na mostovce za ochranný nátěr s posypem, doplnění chybějících šroubů na stycích diagonál (viz kap. 8.4), obnova PKO styčných uzlů diagonál, náhrada pozednic za železobetonový práh, oprava upevnění zábradlí na spodní stavbě, zhotovení vodotěsné izolace a zajištění odvodnění předpolí mostu.

5. Vizuální prohlídka a popis stavu a závad

5.1. Nosné konstrukce K01 a K02

Konstrukce K01 a K02 jsou z globálního hlediska v dobrém stavu, při vizuální prohlídce nebyly nalezeny zásadní vady a poruchy, které by měly mít vliv na přechodnost a zatížitelnost nosných konstrukcí a neměl by být ohrožen bezpečný provoz na trati.

Za zásadní lze považovat zjištění, že se v nosnicích nachází nemalé množství vody (viz kap. 8.5), což mělo pravděpodobně za následek vznik plastické deformace na začátku pravého hlavního nosníku konstrukce K01. V koncových diagonálách pravého nosníku K01 a levého nosníku K02 se nachází čtveřice otvorů, kterými může pronikat voda dovnitř komorových průřezů koncových diagonál, ovšem voda byla nalezena i v nosnicích, kde nebyly nalezeny tyto otvory. Na již 6 místech došlo také k porušení a opravě VP šroubů (viz kap. 8.4), což je patrně způsobeno nekázní při výrobě nosné konstrukce a nedodržení maximálního utahovacího momentu. Mezi další méně závažné vady a poruchy lze považovat znečištění konstrukce mechem a jinými nečistotami, počínající korozi vlivem popraskané PKO (zejména šrouby na horních pasech), lokální plastické deformace a různé vrypy. Na konstrukci se také nachází velké množství nezatmelených štěrbin, které mohou tak působit jako zárodek vzniku štěrbinové koroze. Za vadu lze také považovat nevhodný návrh horních pasů a koncových diagonál, kdy svar spojující stěnu a pásnici není vhodně umístěn.

Mostovka tvořená příčníky, podélníky a ortotropním plechem mostovky je globálně v dobrém stavu. Lokálně lze pozorovat popraskanou a odlupující se PKO a počínající korozi, různé nečistoty a ptačí trus, který může urychlit degradaci PKO a následnou korozi. Na horním povrchu ortotropního plechu mostovky jsou patrné chyby při výrobě, kdy došlo ke vzniku několika míst, kde se zdržuje voda.

Stav ocelových vahadlových ložisek je globálně dobrý, nebyly zjištěny žádné zásadní vady a poruchy. Každá konstrukce je podepřena čtveřicí ložisek, dvojicí pevných a dvojicí kyvných posuvných ložisek. Ložisky byly patrně naposledy natřeny při rekonstrukci mostu v letech 1989-1991 a nebyly natřeny v rámci rekonstrukce v letech 2018-2019. PKO ložisek na mnoha místech poškozená a je zde již patrná počínající koroze jednotlivých částí ložisek, korozní oslabení je doposud neměřitelné. Nejvíce korozně napadené jsou ložiskové šrouby připevňující ložiska k nosným konstrukcím.

Spára mezi opěrami spodní stavby a nosnými konstrukcemi a mezi samotnými nosnými konstrukcemi nad pilířem P01 je překrytá slzičkovými plechy, lokálně lze pozorovat svařenou kombinaci více druhů plechů. U spár mezi nosnými konstrukcemi a závěrnými zídками je krycí plech upevněn vždy na nosných konstrukcích. Nad pilířem P01 je spára mezi konstrukcemi překryta dvojicí plechů. Plechy jsou zespoda na mnoha místech bez PKO a je zde patrná povrchová koroze. Nad opěrou O02 je krycí plech v kontaktu se římsou a závěrnou zídka opěry.

5.1.1. Hlavní nosníky



Obr. 25 Příhradové nosníky K01 a K02 – pohled zleva



Obr. 26 Příhradové nosníky K01 – pohled zprava



Obr. 27 Příhradové nosníky K02 – pohled zprava

- **Popis poruch a závad**



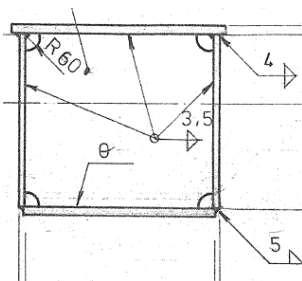
Obr. 28 K01 - Pravý hlavní nosník

Vyboulené plechy patrně vlivem vody, která se dostala do dutiny.



Obr. 29 K01 - Pravý hlavní nosník

Nezáměrné otvory v koncové diagonále (viz kap. 10 Návrh doporučení a opatření).



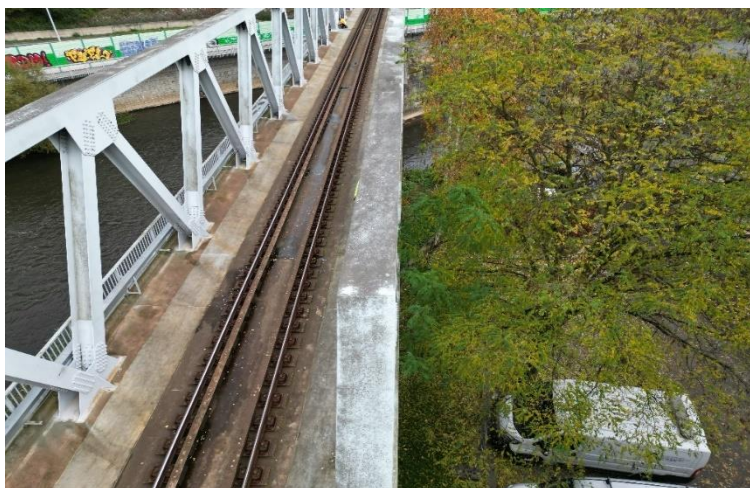
Obr. 30 K01 – Pravý hlavní nosník

Nevhodný detail spojení pásnice a stěny koncové diagonály, resp. horního pasu (typická vada).



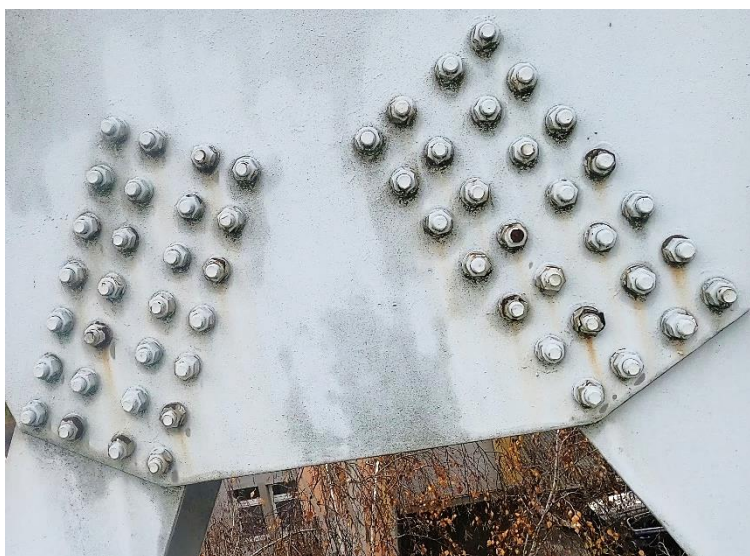
Obr. 31 K01 - Pravý hlavní nosník

Mech na jednotlivých prvcích hlavního nosníku (typická porucha). Mech svou nasákavostí může urychlost degradaci PKO a pak i samotnou korozi.



Obr. 32 K01 - Pravý hlavní nosník

Nečistoty usazené na horních pasech hlavních nosníků (typická porucha)



Obr. 33 K01 - Pravý hlavní nosník

Korozní zplodiny tekoucí po hlavním nosníku z důvodu nedostatečné a popraskané PKO (typická porucha).



Obr. 34 K01 - Pravý hlavní nosník
Plastická deformace koutové
výztuhy.



Obr. 35 K01 - Pravý hlavní nosník
Vrpy na plechu mezilehlé
diagonály (typická porucha).



Obr. 36 K01 - Pravý hlavní nosník
Nezatmelená spára, kde může
vznikat časem štěrbínová
koroze (typická vada).



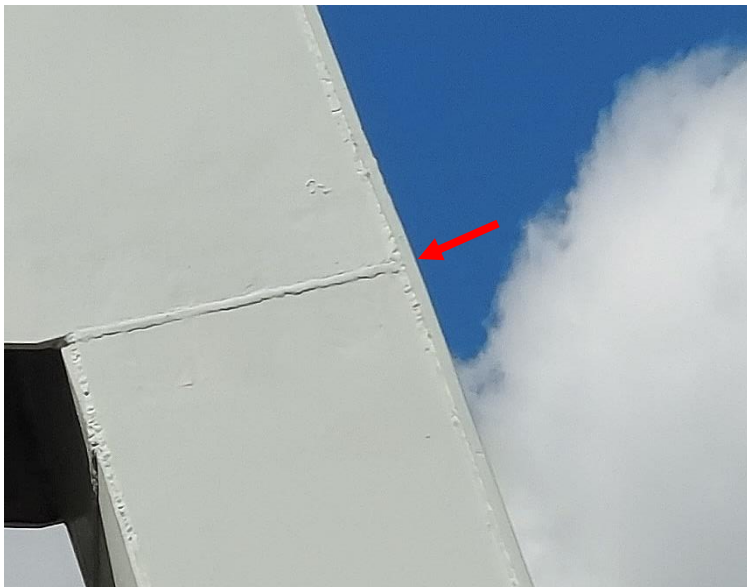
Obr. 37 K01 - Pravý hlavní nosník

Nezatmelená spára, kde může vznikát časem štěrbinová koroze (typická vada).



Obr. 38 K01 - Pravý hlavní nosník

Nepatrný výškový rozdíl mezi hlavními nosníky konstrukcí K01 a K02.



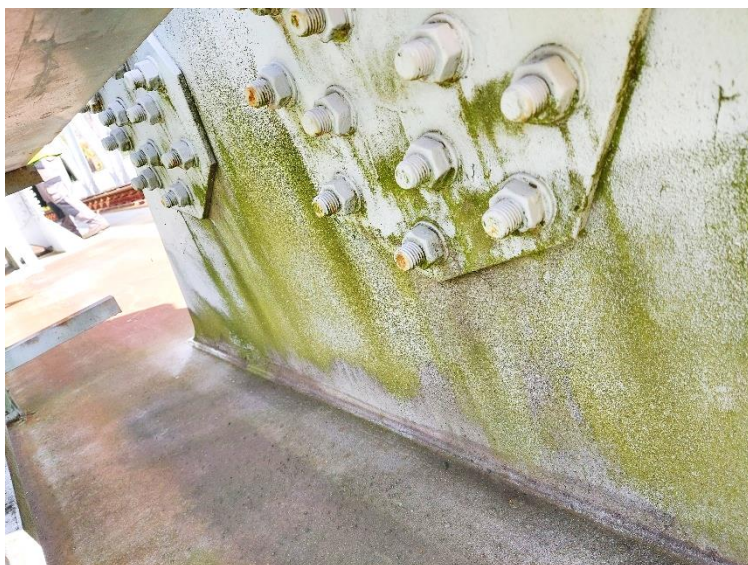
Obr. 39 K01 - Levý hlavní nosník

Mírná deformace pásnice koncové diagonály vzniklá patrně při výrobě ocelové konstrukce.



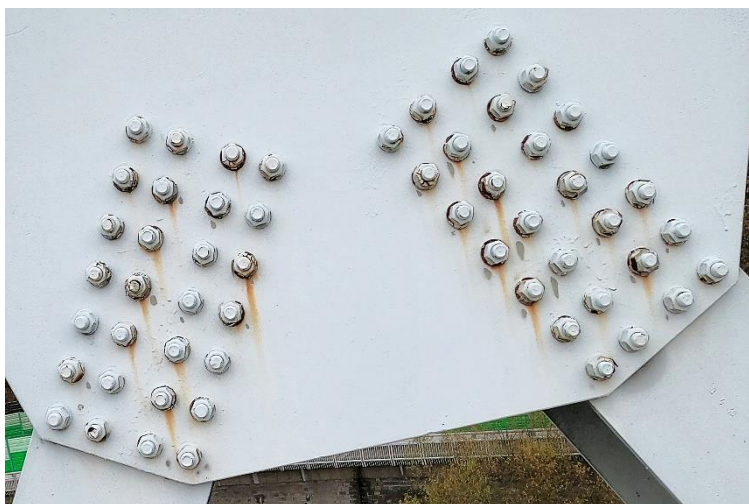
Obr. 40 K01 - Levý hlavní nosník

Neznámý předmět upevněný na koncové diagonále (typická vada).



Obr. 41 K02 - Levý hlavní nosník

Mech na jednotlivých prvcích hlavního nosníku (typická porucha).



Obr. 42 K02 - Levý hlavní nosník

Korozní zplodiny tekoucí po hlavním nosníku z důvodu nedostatečné a popraskané PKO (typická porucha).



Obr. 43 K02 - Levý hlavní nosník

Mech na jednotlivých prvcích hlavního nosníku (typická porucha).



Obr. 44 K02 - Levý hlavní nosník

Nedokonale zatmelené otvory v koncové diagonále.



Obr. 45 K02 - Pravý hlavní nosník

Deformace plechu způsobená patrně již při výrobě nosné konstrukce.

5.1.2. Mostovka



Obr. 46 Mostovka K01 – pohled zdola



Obr. 47 Mostovka K02 – pohled zdola

- **Popis poruch a závad**



Obr. 48 Konstrukce K01

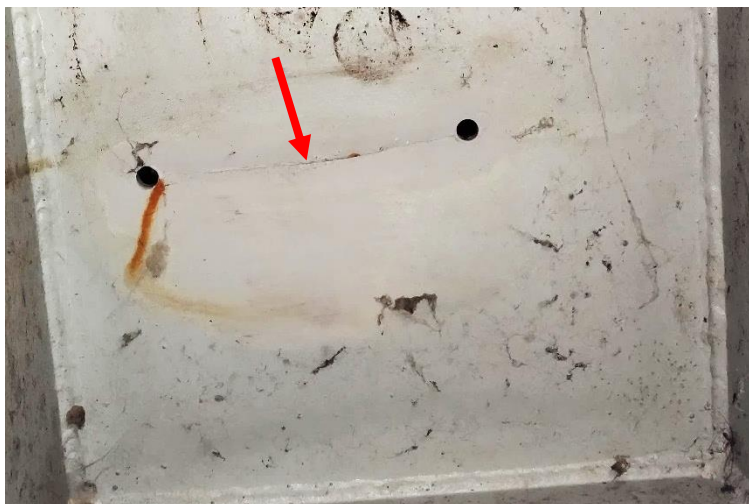
Nedokonalost vzniklá při výrobě nosné konstrukce (typická vada).

Dle dokumentace je mostovka vyspádovaná do střední části mezi kolejnice.



Obr. 49 Konstrukce K01

Nedokonalost vzniklá při výrobě nosné konstrukce, následkem nerovnosti dochází k usazování vody (typická vada).



Obr. 50 Konstrukce K01

Odvrtaná trhlina v plechu mostovky. Otvory patrně odtéká voda, která se dostane do uzavřeného průřezu koncové diagonály a odplavuje tak korozní zplodiny.



Obr. 51 Konstrukce K01

Ptačí hnízda a nečistoty, které mohou urychlost degradaci PKO a následně také korozi (typická porucha).



Obr. 52 Konstrukce K01

Drobné nečistoty na spodním lici mostovky.



Obr. 53 Konstrukce K01

Popraskaný nátěr PKO a počínající koroze.



Obr. 54 Konstrukce K01

Popraskaný nátěr PKO a počínající koroze.



Obr. 55 Konstrukce K01

Ptačí hnízda a nečistoty, které mohou urychlost degradaci PKO a následně taky korozi (typická porucha).



Obr. 56 Konstrukce K02

Znečištěný spodní líc mostovky nad silnicí I/6 od výfukových plynů (typická porucha).



Obr. 57 Konstrukce K02

Počínající koroze v důsledku popraskané PKO (typická porucha).



Obr. 58 Konstrukce K02

Počínající koroze z důvodu popraskané PKO (typická porucha).

5.1.3. Ložiska

5.1.3.1. Opěra 001



Obr. 59 Ložisko K01-O01-L: pohled ve směru staničení



Obr. 60 Ložisko K01-O01-L: pohled zprava



Obr. 61 Ložisko K01-O01-P: pohled proti směru staničení



Obr. 62 Ložisko K01-O01-P: pohled zleva

5.1.3.2. **Pilíř P01**



Obr. 63 Ložisko K01-P01-L: pohled proti směru staničení



Obr. 64 Ložisko K01-P01-L: pohled zprava



Obr. 65 Ložisko K01-P01-P: pohled proti směru staničení



Obr. 66 Ložisko K01-P01-P: pohled zleva



Obr. 67 Ložisko K02-P01-L: pohled ve směru staničení



Obr. 68 Ložisko K02-P01-L: pohled zleva



Obr. 69 Ložisko K02-P01-P: pohled ve směru staničení



Obr. 70 Ložisko K02-P01-L: pohled zleva

5.1.3.3. Opěra O02



Obr. 71 Ložisko K02-O02-L: pohled ve směru staničení



Obr. 72 Ložisko K02-O02-L: pohled zprava



Obr. 73 Ložisko K02-O02-P: pohled ve směru staničení



Obr. 74 Ložisko K02-O02-P: pohled zleva

- **Popis poruch a závad**



Obr. 75 K01-O01-L

Popraskaný nátěr a počínající koroze horní ložiskové desky a ložiskových šroubů (typická porucha).



Obr. 76 K01-O01-P

Popraskaný nátěr a počínající korozní proces (typická porucha).



Obr. 77 K01-P01-L

Korozní oslabení klínové desky mezi ložiskem nosnou konstrukcí (typická porucha).



Obr. 78 K01-P01-L

Popraskaný nátěr a počínající koroze na pevném ložisku (typická porucha).



Obr. 79 K02-P01-L

Korozní oslabení ložiskového šroubu způsobené patrně dlouhodobou vlhkostí, kterou zadržuje mech v okolí šroubu (typická porucha).



Obr. 80 K02-O02-P

Popraskaný nátěr a počínající koroze horní ložiskové desky (typická porucha).



Obr. 81 K02-O02-P

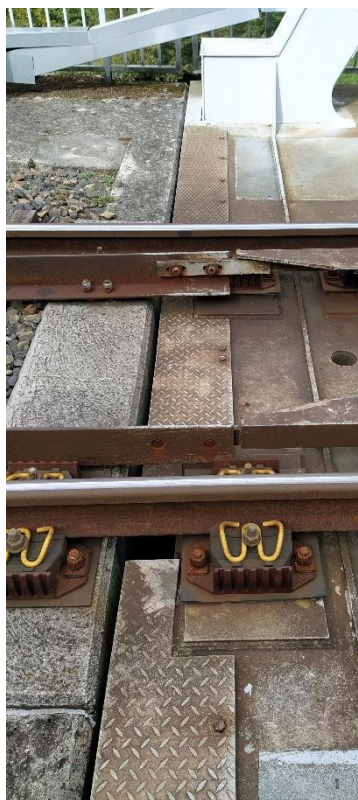
Korozní napadení ložiskového šroubů (typická porucha).



Obr. 82 K02-O02-P

Popraskaný nátěr a počínající koroze na dolní ložiskové desce.

5.1.4. Přejít mezi NK a SS



Obr. 83 Překrytí spáry mezi O01 a K01



Obr. 84 Překrytí spáry mezi K01 a K02



Obr. 85 Překrytí spáry mezi K02 a O02

- **Popis poruch a závad**



Obr. 86 Pilíř P01

Povrchová koroze na spodním lící krycího plechu (typická porucha).



Obr. 87 Opěra O02

Plech je v kontaktu s římsou a závěrnou zídou opěry O02.

5.2. Spodní stavba a založení

5.2.1. Opěry

Na základě vizuální prohlídky lze stav opěr hodnotit jako uspokojivý. Během vizuální prohlídky nebyly nalezeny zásadní vady a poruchy. Lokálně lze pozorovat trhliny, drobnou vegetaci (mech), stopy po tekoucí vodě, výluhy a obnaženou korodující betonářskou výztuž. Obě opěry jsou znečištěny graffiti. V místě napojení pravých křídel na obou opěrách jsou patrné různě rozevřené spáry. Na opěře O01 došlo k ulomení části betonu patrně vlivem nedostatečného nebo chybějící smykového propojení křídla se zbytkem opěry.

Ze statického hlediska je opěra O01 částečně nevhodně řešená. Vzhledem k částečnému zachování stávající spodní stavby z původního mostu z roku 1898 (MES) je část nové opěry vykonzolovaná a na této vykonzolované části je uloženo levé ložisko (dle směru staničení).



Obr. 88 Opěra O01: pohled zprava



Obr. 89 Opěra O01: pohled proti směru staničení (směr Karlovy Vary dol. n.)



Obr. 90 Opěra O01: pohled zleva



Obr. 91 Opěra O02: pohled zleva



Obr. 92 Opěra O02: pohled ve směru staničení (směr Karlovy Vary)



Obr. 93 Opěra O02: pohled zprava

- **Popis poruch a závad**



Obr. 94 Opěra O01: pohled zprava

Trhliny v navazující přechodové zídce. Rozevřená spára v kontaktu mezi křídlem a přechodovou zídkou.



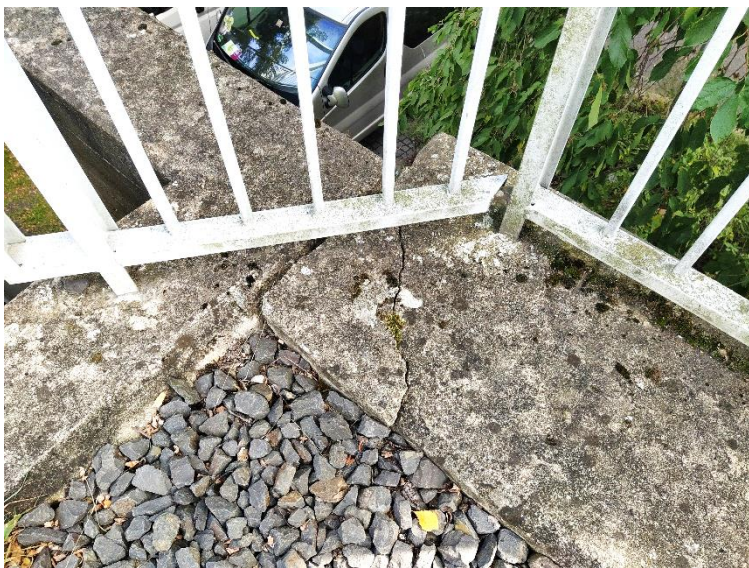
Obr. 95 Opěra O01: pohled zprava

Znečištění grafity (typická porucha).



Obr. 96 Opěra O01: pohled zprava

Rozevřená spára mezi křídlem a dříkem, resp. závěrnou a plentovací zídkou opěry. Popraskaná krycí vrstva a obnažená korodující betonářská výztuž.



Obr. 97 Opěra O01: pohled shora

Ulomený roh křídla v místě rozevřené spáry mezi křídlem a dřívkem opěry. Vznik pravděpodobně vlivem chybně nebo nedostatečného smykového propojení křídla a zbytkem opěry.



Obr. 98 Opěra O01: pohled zprava

Stopy od tekoucí vody a drobná vegetace v důsledku dlouhodobé vlhkosti na líci opěry (typická porucha).



Obr. 99 Opěra O01: pohled zprava

Šterkové hnízdo (typická vada).



Obr. 100 Opěra 001: pohled proti směru staničení (směr Karlovy Vary dol. n.)

Stopy do tekoucí vody a drobná vegetace na lici opěry (typická porucha).



Obr. 101 Opěra 001: pravá plentovací zídka

Obnažená korodující betonářská výztuž a štěrková hnízda (typická porucha).



Obr. 102 Opěra 001: závěrná zídka

Stopy od vody, drobná vegetace v důsledku trvalé vlhkosti a štěrková hnízda (typická vada a porucha).



Obr. 103 Opěra 001: pohled proti směru staničení (směr Karlovy Vary dol. n.)

Obnažená korodující ocelový prut, patrně pozůstatek po bednění z doby výstavby (typická vada). Následkem koroze dochází k zvětšování objemu prutu a trhání okolní betonu (typická porucha).



Obr. 104 Opěra 001: pohled proti směru staničení (směr Karlovy Vary dol. n.)

Odlomené kusy z předního profilovaného líce opěry (typická porucha).



Obr. 105 Opěra 001: pohled proti směru staničení (směr Karlovy Vary dol. n.)

Staticky nevhodné vykonzolování opěry pod ložiskem nosné konstrukce.



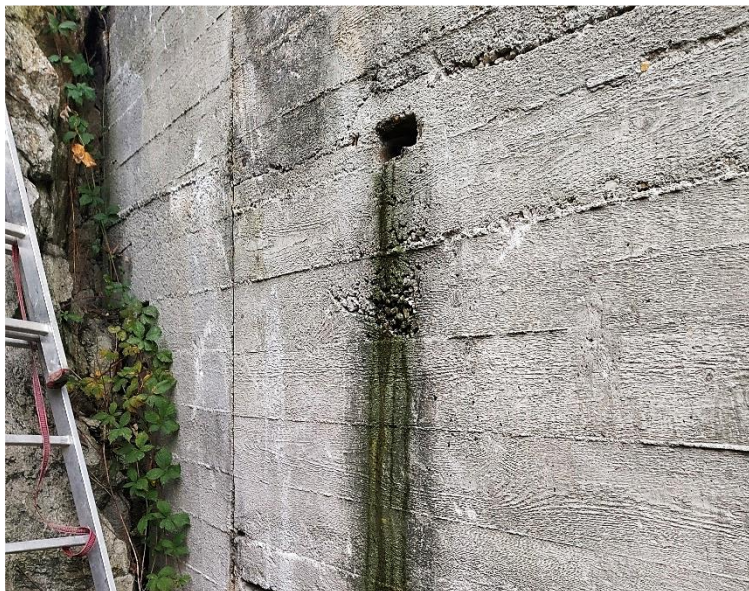
Obr. 106 Opěra 001: pohled zleva

Stopy od tekoucí vody a drobná vegetace v důsledku dlouhodobé vlhkosti (typická porucha). Výluhy na křídle opěry.



Obr. 107 Opěra 001: pohled zleva

Výluhy na křídle (typická porucha), obnažená korodující betonářská výztuž na dolní lici vykonzolované části opěry.



Obr. 108 Opěra 002: pohled zleva

Stopy od tekoucí vody a drobné vegetace v důsledku dlouhodobé vlhkosti (typická porucha)



Obr. 109 Opěra 002: pohled zleva

Rozevírající se spára mezi křídlem a římsou. Vybouraný otvor v plentovací zídce pro výztuhu ocelové konstrukce.



Obr. 110 Opěra 002: pohled zleva

Svislá trhlina v rohu opěru způsobená patrně korodující betonářskou výztuží, která v důsledku koroze zvětšuje svůj objem a tím trhá okolní beton (typická porucha).



Obr. 111 Opěra 002: pohled ve směru staničení (směr Karlovy Vary)

Svislá trhlina na předním líci opěry.



Obr. 112 Opěra 002: pohled ve směru staničení (směr Karlovy Vary)

Svislá trhlina na předním líci opěry.



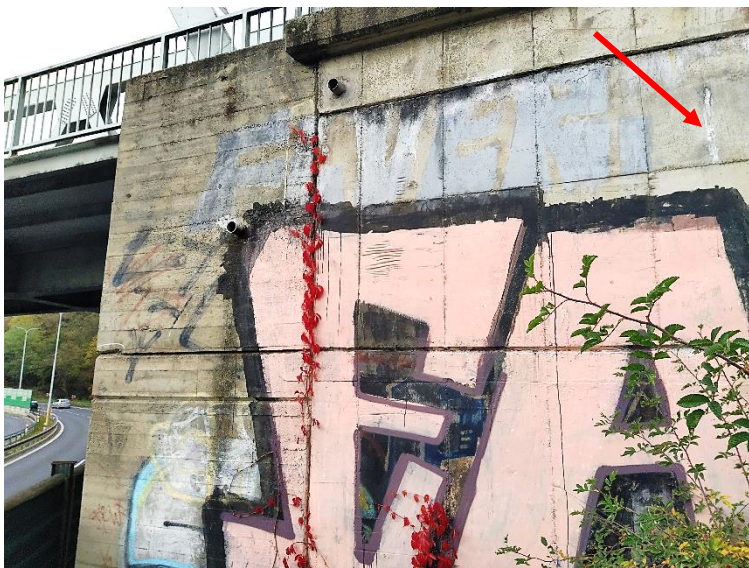
Obr. 113 Opěra 002: pohled zprava

Odlomený beton patrně v důsledku korodující výztuže, která vlivem koroze zvětšuje svůj objem a tím trhá okolní beton (typická porucha).



Obr. 114 Opěra 002: pravá plentovací zídka

Obnažené korodující pruty betonářské výztuže. Trhlina vlivem korodující výztuže, která tak zvětšuje svůj objem a trhá okolní beton (typická porucha).



Obr. 115 Opěra O02: pohled zprava

Drobná vegetace rostoucí v nevyplněné spáře mezi křídlem a dříkem, resp. plentovací a závěrnou zídou.

Lokálně lze pozorovat výluhy pojiva.



Obr. 116 Opěra O02: pohled zprava

Svislá trhlinka v křídle opěry.



Obr. 117 Opěra O02: pohled shora

Spára mezi křídlem a dříkem, resp. závěrnou zídou opěry.

5.2.2. Pilíře

Pilíř P01 je řešen samostatně a bude odevzdán v samostatné příloze.

5.3. Železniční svršek

Železniční svršek na mostě je tvořen systémem přímého upevnění DFF 300 a kolejnicemi tvaru S49. Na začátku a konci mostu se kolej nachází v přechodnici, z důvodu navazujících pravostranných oblouků. Niveleta na mostě stoupá ve směru staničení.

Na základě vizuální prohlídky se železniční svršek nachází v dobrém stavu, což částečně odpovídá nedávné rekonstrukci [7]. Lokálně lze pozorovat nedotažené a deformované šrouby pojistných úhelníků, deformované svislé příruby a vruby v upevnění pojistných úhelníků, trhliny v pozednici nad opěrou O01.

Kolejnice na mostě neobsahuje kolejnicové styky, před a za mostem se nachází kolejnicové styky, které tak oddělují kolejnice na mostě od kolejnic v širé trati. Na začátku a na konci mostu jsou umístěny svěrky s nižší svěrnou silou, aby byl umožněn posun mezi nosnou konstrukcí a kolejnicemi.

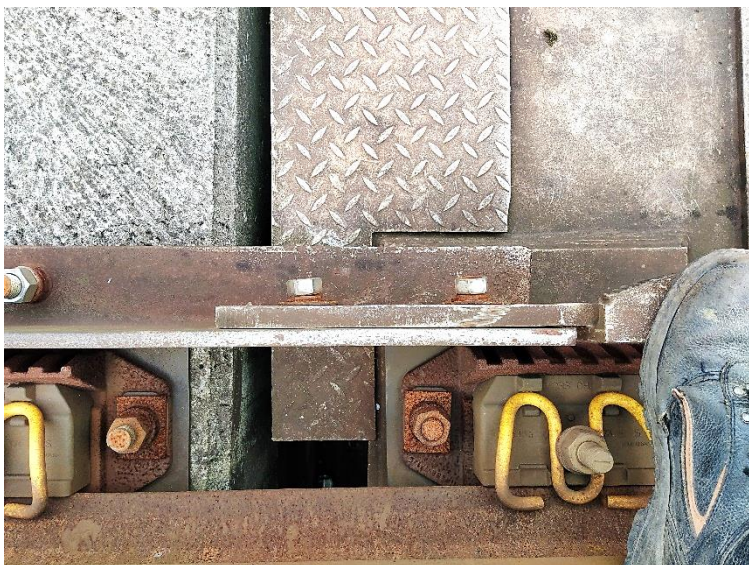


Obr. 118 Pohled na železniční svršek na začátku K01 ve směru staničení (směr Karlovy Vary)



Obr. 119 Pohled na železniční svršek na začátku K01

- **Popis poruch a závad**



Obr. 120 Přechod O01/K01

Deformované šrouby propojující pojistné úhelníky (typický detail).



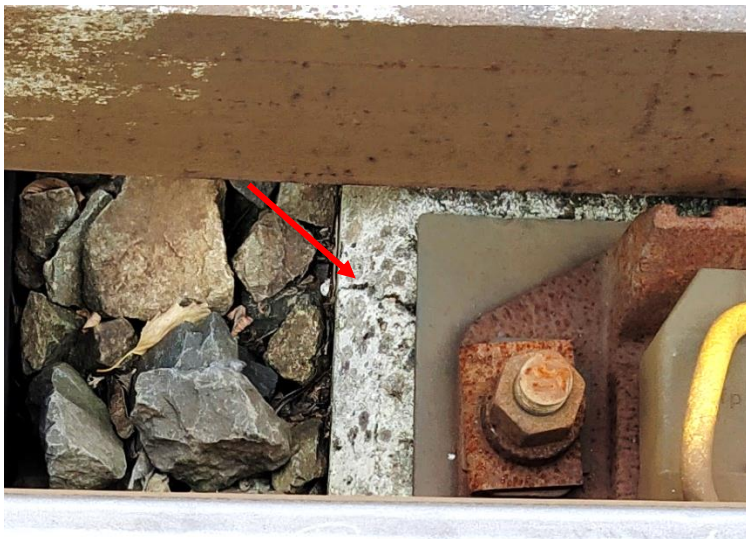
Obr. 121 Přechod O01/K01

Vybroušené plošky na patě kolejnice způsobené relativním posunem nosné konstrukce vůči kolejnici (typický detail).



Obr. 122 Pozednice O01

Trhlina přes celou šířku pozednice.



Obr. 123 Pozednice O01

Trhlina pod pravým upevnění na pozednici opěry O01, patrně jdoucí od šroubu upevnění.



Obr. 124 Přechod O01/K01

Nedostatečná délka šroubu upevnění.



Obr. 125 Konstrukce K01

Nedotažená matice upevnění pojistných úhelníků.



Obr. 126 Konstrukce K02

Plastická deformace a vrub na svislé přírubě upevnění pojistných úhelníků.



Obr. 127 Konstrukce K02

Plastická deformace a vrub na svislé přírubě upevnění pojistných úhelníků.



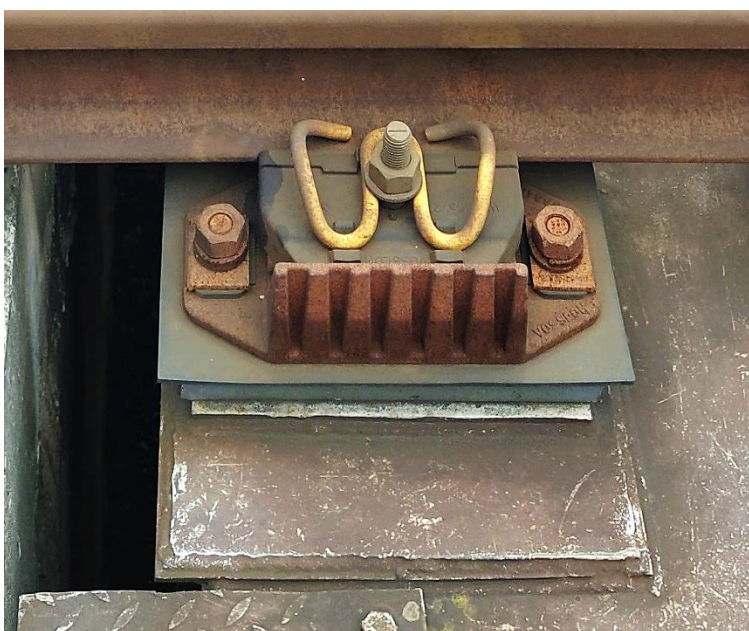
Obr. 128 Konstrukce K02

Vrub na svislé přírubě upevnění pojistných úhelníků.



Obr. 129 Konstrukce K02

Deformace svislé příruby upevnění pojistných úhelníků.



Obr. 130 Přechod K02/O02

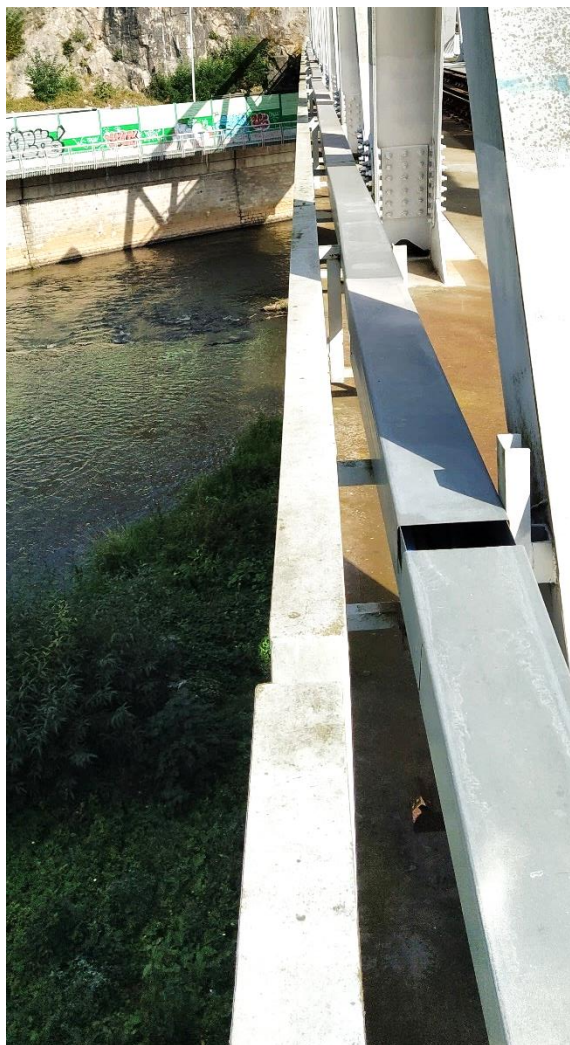
Podkladní deska je vykonzolovaná za plech mostovky.

5.4. Mostní vybavení

5.4.1. Zábradlí

Zábradlí je mostě je ocelové svařované se šroubovanými spoji, městské typu. Horní madla a dolní příče jsou tvořeny otevřenými U průřezy. Svislá výplň je tvořena uzavřenými čtvercovými průřezy. Na opěře O01 je zábradlí kotveno přes patní desky do křídel, na opěře O02 jsou sloupky zality do kalichů v křídlech, na konstrukcích K01 a K02 jsou sloupky zábradlí přivařeny k plechu mostovky. Na levé straně jsou ke sloupkům zábradlí přivařeny konzoly podpírající kabelový žlab.

Svařované spoje mezi pruty svislé výplně a dolní a horním madlem zábradlí nacházejícího se na opěrách jsou velmi nekvalitní obsahující velké množství chyb mezi které patří hlavně pórovitost svarů. Lokálně lze pozorovat korozní produkty, drobnou vegetaci (mech) a povolené šrouby v místě spojů. Na několika místech je také velké vykonzolování zábradlí za krajní sloupek, kde délka konzoly je cca 600 mm, což nesplňuje v současné době platné MVL 720, který uvádí maximální délku konzoly 500 mm. Lokálně lze pozorovat deformace konzol kabelového žlabu, sloupků zábradlí, příčí a madel.



Obr. 131 Pohled na zábradlí vlevo ve směru staničení (směr Karlovy Vary)



Obr. 132 Pohled na zábradlí vpravo ve směru staničení (směr Karlovy Vary)

- **Popis poruch a závad**



Obr. 133 Opěra 001

Velmi nekvalitní svar
připojující svislý prut výplně
k dolnímu příčli zábradlí.



Obr. 134 Opěra 001

Korozní zplodiny okolo otvoru
ve svislé výplni zábradlí.



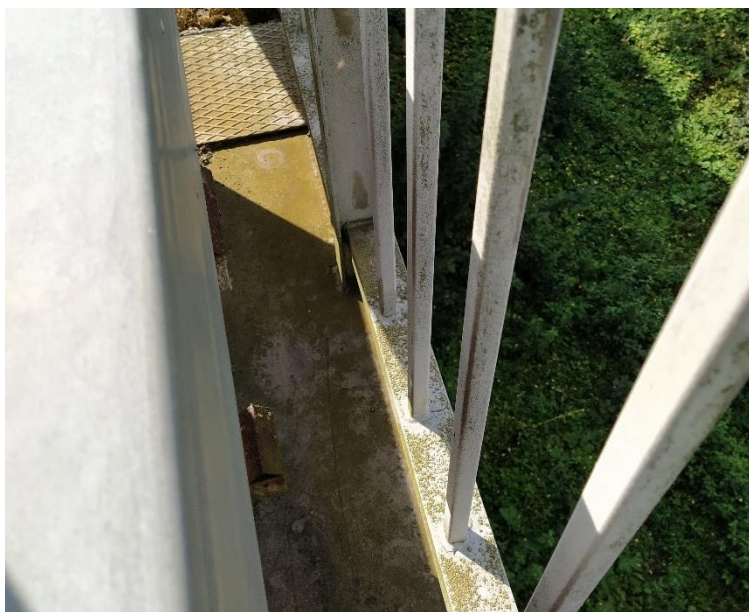
Obr. 135 Opěra 001

Korozní zplodiny na zábradlí
patrně z důvodu nefungující
PKO.



Obr. 136 Opěra O01

Nadlimitní konzola za posledním sloupkem zábradlí (typická vada).



Obr. 137 Konstrukce K01

Drobná vegetace (mech), která svou nasákavostí může prodlužovat dobu ovlhčení a tím i urychlovat degradaci PKO a následnou korozi jednotlivých ocelových profilů (typická porucha).



Obr. 138 Konstrukce K01

Odlupující se nátěr PKO a počínající koroze prutu svislé výplně zábradlí (typická porucha).



Obr. 139 Konstrukce K01

Drobná vegetace (mech) na horním madle, která svou nasákavostí může prodlužovat dobu ovlhčení a tím i urychlovat degradaci PKO a následnou korozi jednotlivých ocelových profilů (typická porucha).



Obr. 140 Konstrukce K01

Popraskaná PKO a počínající koroze v místě šroubového spoje zábradlí (typická porucha).



Obr. 141 Konstrukce K01

Nedokonalé spasování spojitých profilů horních madel před svařením.



Obr. 142 Konstrukce K02

Deformace konzoly podírající kabelový žlab (typická porucha).



Obr. 143 Konstrukce K02

Deformace konzoly pro kabelový žlab a sloupku zábradlí (typická porucha).



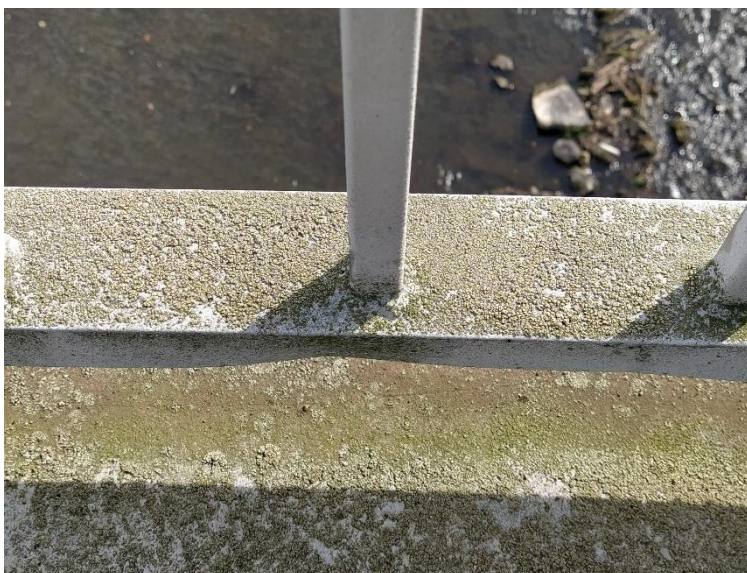
Obr. 144 Konstrukce K02

Deformovaný prut svislé výplně zábradlí.



Obr. 145 Konstrukce K01/K02

Mírný výškový rozdíl mezi horním povrchem madla na K01 a K02 (typická vada).



Obr. 146 Konstrukce K02

Deformace dolní příčné zábradlí.



Obr. 147 Konstrukce K02

Deformace šroubů a profilu dolní příčné zábradlí (typická porucha).



Obr. 148 Konstrukce K02

Nedotažené šrouby v místě šroubového spoje na madle zábradlí (typická porucha). Viz kap. 10 Návrh doporučení a opatření.



Obr. 149 Opěra O02

Trhlina ve svaru v místě dolní příruby zábradlí. Viz kap. 10 Návrh doporučení a opatření.

5.4.2. Kabelové žlaby

Přes most je převeden kabelový žlab, který je umístěn na konzolách připevněných pomocí svarů na sloupcích levého zábradlí. Žlab je tvořen tenkostěnným pozinkovaným ohýbaným plechem. Spoje jednotlivých plechů kabelových žlabů byly patrně tvořeny pouze nastřelovacími nýty, které postupně odpadávají.

Žlab je lokálně nezakrytovaný a může se zde dostávat vody a zároveň mohou být kabely ve žlabu poškozeny vandaly.



Obr. 150 Pohled na kabelový žlab před K01



Obr. 151 Pohled na kabelový žlab na K01



Obr. 152 Pohled na kabelový žlab za K02



Obr. 153 Pohled na kabelový žlab umístění na konzolách na levém zábradlí

- **Popis poruch a závad**



Obr. 154 Opěra 001

Odklopené víko kabelového žlabu, které může v krajním případě spadnout.



Obr. 155 Opěra 001

Nedořešený detail ohybu kabelové žlabu (typická porucha). Kabely jsou tak volně přístupné a mohou být poškozeny vandaly.



Obr. 156 Konstrukce K01

Odhalené kabely, které mohou být poškozeny vandaly (typická porucha).



Obr. 157 Konstrukce K02

Chybějící nýt (typická porucha).



Obr. 158 Konstrukce K02

Špatně nasazené víko kabelového žlabu.

5.4.3. Odvodnění

Deska mostovky je v příčném směru vyspádovaná do střední části, kde je poté pomocí podélného sklonu odvedena do odvodňovačů, které jsou umístěny vždy na začátku dané nosné konstrukce. U opěry O01 (odvodnění K01) je pomocí sestavy trubek voda odvedena do podzemního potrubí. U pilíře P01 (odvodnění K02) je odvodňovací trubka vyvedena volně pod most na pilíř P01 a do řeky Ohře.

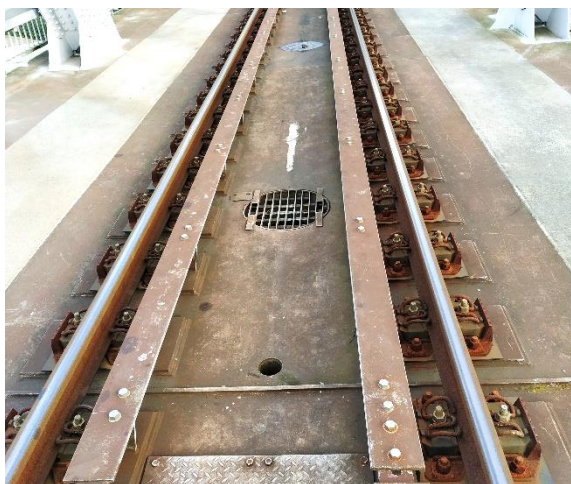
Vlivem nedokonalostí během výroby nosné konstrukce, vzniklo velké množství míst, kde je stojatá voda a není tak dokonale zajištěno odvodnění nosných konstrukcí. Odvodňovací zařízení u opěry O01 je korozně napadené.



Obr. 159 Odvodňovač K01 u opěry O01 – pohled shora



Obr. 160 Odvodnění K01 u opěry O01 – pohled zdola



Obr. 161 Odvodňovač K02 u pilíře P01 – pohled shora



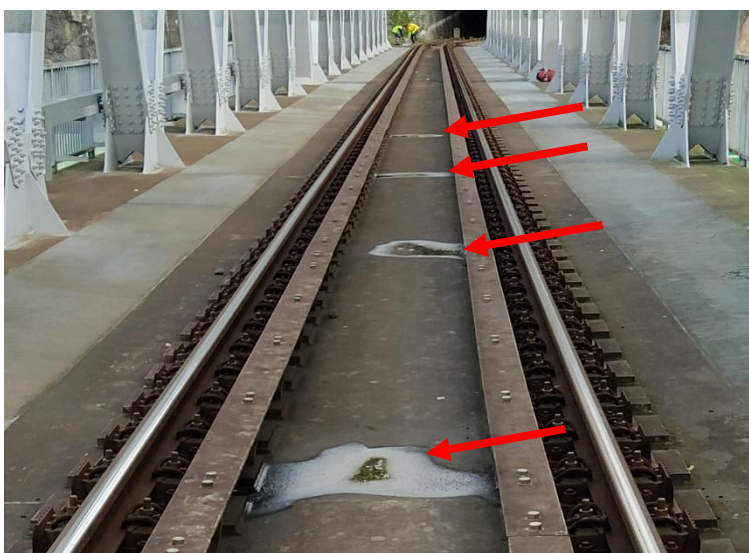
Obr. 162 Odvodňovač K02 u pilíře P01 – pohled zdola

- **Popis poruch a závad**



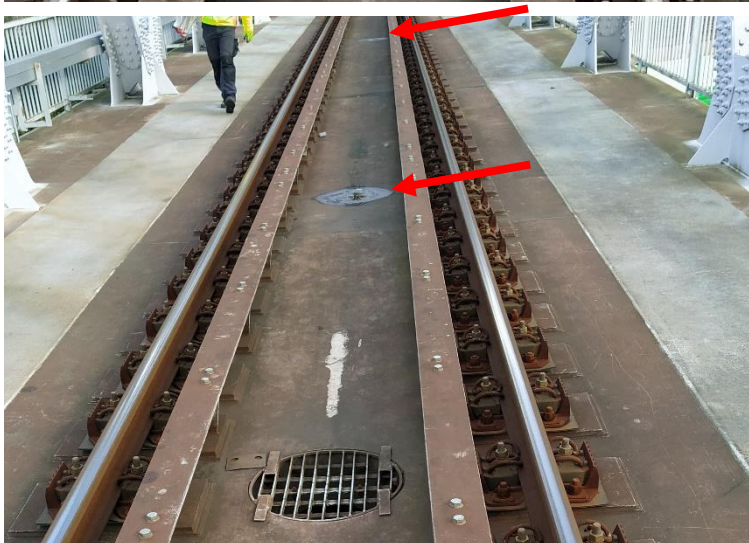
Obr. 163 Konstrukce K01

Povrchová koroze na odvodňovacím zařízení.



Obr. 164 Konstrukce K01

Stojatá voda na plechu mostovky vlivem nedokonalé výroby nosné konstrukce (typická vada).



Obr. 165 Konstrukce K02

Stojatá voda na plechu mostovky vlivem nedokonalé výroby nosné konstrukce (typická vada).

6. Korozní poškození ocelové nosné konstrukce

Na nosných konstrukcích je lokálně patrná začínající koroze vlivem popraskané nebo nedostatečné PKO. Jedná se doposud o korozi povrchovou, která není v současné době měřitelná.

Korozně nejvíce napadené jsou patrně šrouby, a to zejména ložiskové šrouby.



Obr. 166 Pilíř P01 - K02 vpravo



Obr. 167 Opěra O02 - K02 vpravo

Koroze hlavy ložiskového šroubu.

7. Stav protikorozní ochrany nosných konstrukcí

Protikorozní ochrana nosné konstrukce byla provedena v při výstavbě mostu 1991-1992, dle popisku na mostě. V roce 2019 byla v rámci opravy traťového úseku K. Vary d. n. – K. Vary provedena částečná obnova PKO, která se týkala zejména uzlů diagonál při plechu mostovky.

Dle archivní dokumentace [2] je ocelová konstrukce metalizována celoplošně vrstvou 40 μm Zn a min. vrstvou 160 μm Al (plech mostovky vrstvou 200 μm Al). Konečná úprava je provedena trojnásobným nátěrem barvou zinkchromátovou S 2003 + 2 x S 2013 (nebo S 2014) odstín 9110 (hliník) při tloušťce nátěrového systému 90 μm . V roce 2019 byla provedena obnova PKO styčných uzlů diagonál při dolních pasech.

7.1. Konstrukce K01 a K02

Stav PKO obou konstrukcí je v uspokojivém stavu a odpovídá jejímu staří (přes 30 let). S ohledem na stáří nosné konstrukce je již PKO na hranici své životnosti, což se projevuje nemalým množstvím poruch PKO, mezi které patří například znečištění mechem nebo odlupování nátěru. Odlupování nátěru má za následek počínající korozi neochráněných prvků konstrukce. Všechny nečistoty usazené na PKO nosných konstrukcí mohou danou PKO degradovat a snižovat její životnost, buď vlivem prodlužováním doby ovlhčení daných částí anebo schopností vázat látky, které mohou působit vůči dané PKO agresivně.

PKO na konstrukci K02 je také ovlivněno přemost'ovanou překážkou, kterou je silnice I/6. V této oblasti je proto větší zatížení PKO chloridy nebo výfukovými zplodinami. PKO na konstrukci K01, zejména na začátku (dle staničení), je ovlivněno téměř trvalým zastíněním okolními stromy, čímž dochází k zadržování vody, růstu drobné vegetace (mechu), trvalého ovlhčení jednotlivých povrchů a tím k urychlování degradace PKO.

- **Popis poruch a závad**



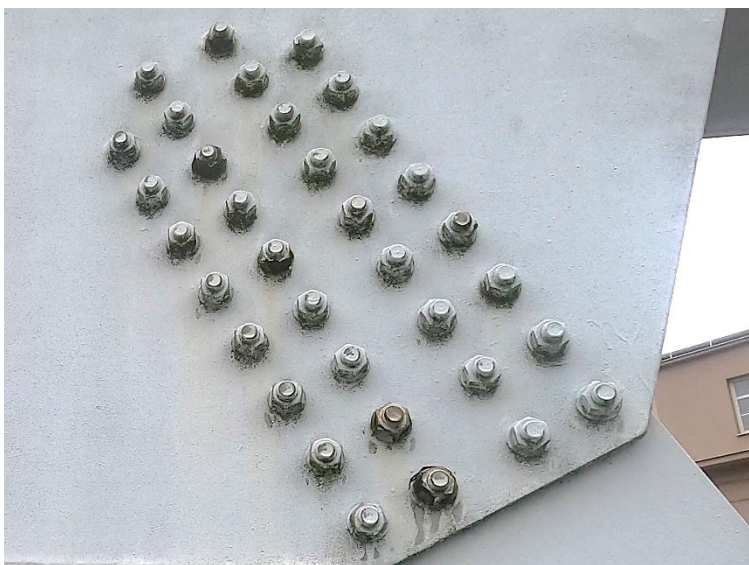
Obr. 168 Konstrukce K01

Popraskání a delaminace vrchní vrstvy nátěru PKO (typická porucha).



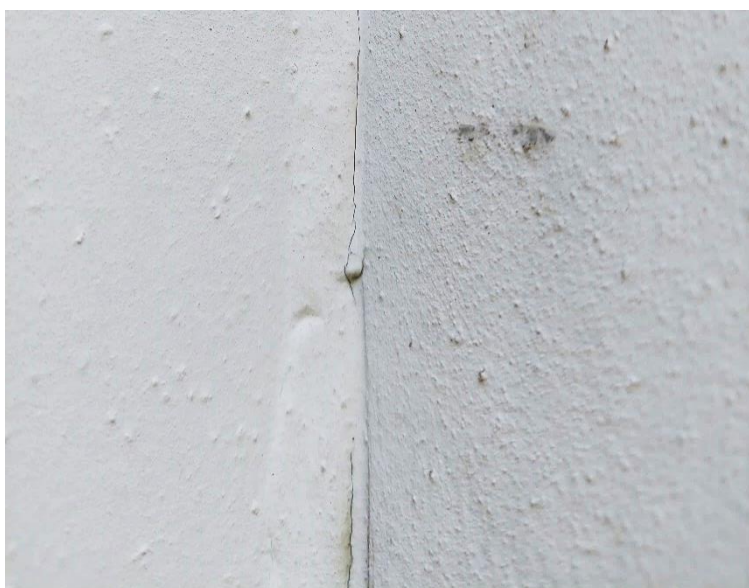
Obr. 169 Konstrukce K01

Nečistoty, které mohou urychlost degradaci PKO (typická porucha).



Obr. 170 Konstrukce K01

Popraskaný nátěr PKO na šroubech připojujících diagonálu k hornímu pasu (typická porucha).



Obr. 171 Konstrukce K01

Trhlina PKO v okolí svaru (typická porucha).



Obr. 172 Konstrukce K01
Stečeniny (typická vada).



Obr. 173 Konstrukce K01
Popraskaný nátěr na šroubech
a počínající koroze (typická
porucha).



Obr. 174 Konstrukce K01
Stečeniny (typická vada)



Obr. 175 Konstrukce K01

Delaminace vrchní vrstvy
PKO (typická porucha).



Obr. 176 Konstrukce K02

Delaminace PKO (typická
porucha).



Obr. 177 Konstrukce K02

Odlupující se nátěr PKO
(typická porucha).



Obr. 178 Konstrukce K02

Odlupující se nátěr PKO a počínající koroze (typická porucha).



Obr. 179 Konstrukce K02

Na konstrukce bylo patrně něco uchyceno, což způsobilo degradace nátěru PKO.

8. Diagnostický průzkum

8.1. Materiálový průzkum konstrukce

V rámci diagnostického průzkumu bylo provedeno:

- zmapování stávajícího stavu konstrukce a rozsah poruch, studium dostupných podkladů
- korozní průzkum a pasportizace oslabení
- kontrola geometrie a doměření chybějících rozměrů
- zaměření železničního svršku
- kontrolní měření tloušťky PKO
- destruktivní materiálové zkoušky oceli (zkouška tahem, metalografie, chemické složení), konkrétně bylo odebráno:
 - o zkouška tahem – 3x plech (porovnáno s atesty z archivní dokumentace [3])
 - o chemické složení – 1x plech
 - o metalografie – 1x plech
- nedestruktivní tvrdoměrné zkoušky oceli, celkem minimálně 15 míst na diagnostikované konstrukci
- kontrola stavu šroubovaných spojů v úrovni plechu mostovky
- endoskopická kontrola dutin na koncích dolních pasů hlavních nosníků obou konstrukcí

S ohledem na velké množství atestů a stáří nosné konstrukce byly odebrány pouze 3 vzorky, které posloužily pro ověření stávajících atestů. Dle zadávacích podmínek byla diagnostikována jedna nosná konstrukce.

Diagnostikovaná byla konstrukce K01 s ohledem na poruchy a vady, které se na této konstrukci nachází a také s ohledem na výrazně lepší přístup.

8.1.1. Materiál nosných konstrukcí

Na základě projektové dokumentace [2], atestů a výkazu materiálu [3], zápisu o hlavní prohlídce [4] a zprávě ze SZS [5] je patrné, že na mostě jsou použity dva různé materiály, kterými jsou ocel ř. 37 a ř. 52.

Všechny zmíněné zdroje se shodují v použití oceli ř. 37 u hlavních nosníků, ovšem uvádí trochu jiné informace o použití materiálu ř. 52 u jednotlivých prvků mostovky.

Ocel řady 37, střední díl mostovky z oceli řady 52.

Obr. 180 Informace o materiálu nosných konstrukcí dle [4]

Mostní konstrukce byla vyrobena ze svařitelné oceli řady 37 a řady 52. Z oceli ř. 37 je základní část plechu mostovky, její výztuhy tloušťky 20 mm, pasy a diagonály hlavních nosníků a mostní příslušenství, z oceli ř. 52 pruh plechu mostovky šířky 3 000 mm v její nejvíce namáhané části, stěny podélných a příčných výztuh /podélníků a příčníků/ tloušťky 14 mm a pásnice tloušťky 30 mm. Krajní

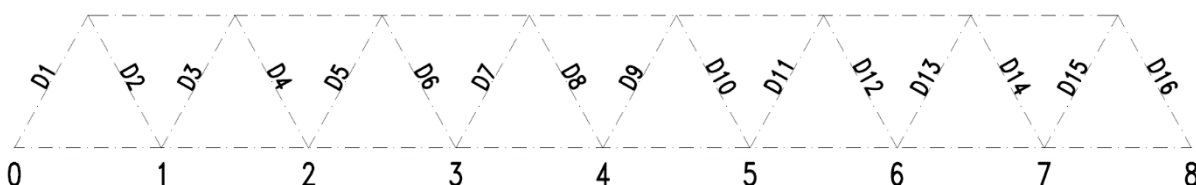
Obr. 181 Informace o materiálu nosných konstrukcí dle [5]

| PODÉLNÍK | POLE 1-2 | MATERIÁL | POLE 3-4 | MATERIÁL |
|--------------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|
| HORNÍ PÁS | $t=14$ | F. 37 | $t=14$ | F. 37 |
| STĚNA | $p. 900 \times 14$ | F. 37 | $p. 900 \times 14$ | F. 52 |
| DOLNÍ PÁS | $\square 250 \times 30$ | F. 37 | $\square 250 \times 30$ | F. 52 |
| VÝZTUHY | BEZ VÝZTUHU | | | |
| KRAJNÍ STĚNY | $t=6$ | | $t=8$ | |

Obr. 182 Materiál podélníků dle Statické výpočtu [2]

| PŘÍČNÍKY | KRAJNÍ | MATERIÁL | VNITŘNÍ | MATERIÁL |
|--------------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|
| HORNÍ PÁS | $t=14$ | F. 37 | $t=14$ | F. 37 |
| STĚNA | $p. 900 \times 14$ | F. 52 | $p. 900 \times 14$ | F. 52 |
| DOLNÍ PÁS | $\square 300 \times 30$ | F. 52 | $\square 300 \times 30$ | F. 52 |
| VÝZTUHY | $\square 120 \times 20$ | F. 37 | — | — |
| KRAJNÍ STĚNY | $t=8$ | F. 37 | $t=8$ | F. 37 |
| | $t=6$ | F. 52 | $t=6$ | F. 52 |

Obr. 183 Materiál příčných dle Statického výpočtu [2]



Obr. 184 Osově schéma K01

Dle výrobní dokumentace [3] je ocel ř. 52 použita na následujících částí mostovky (styčníky uvažovány dle schématu na Obr. 184):

- 1) Dolní pásnice a stěny příčných ve styčnicích 0-8 (všechny příčnický)
- 2) Dolní pásnice a stěny mohutných podélníků mezi styčníky 2-6
- 3) Ortotropní plech mostovky (horní pásnice příčných a podélníků) mezi styčníky 2-7
- 4) Páskové podélné výztuhy pod kolejnicemi mezi styčníky 3-7

8.1.2. Tvrdoměrné zkoušky oceli (NDT)

Tvrdoměrné zkoušky byly provedeny přenosným tvrdoměrem KT-C se sondou typu G. Na ocelových konstrukcích byla provedena tvrdoměrná zkouška na celkem 19 zkušebních místech. Níže jsou uvedeny naměřené hodnoty a vyhodnocení v souladu s ČSN EN 1990 ed. 2, který je dále použit pro výpočet návrhové meze kluzu oceli.



Obr. 185 Tvrdoměr typu KT-C se sondou typu G



Obr. 186 Zkušební místo

Tab. 1 Naměřené hodnoty z tvrdoměrných zkoušek a jejich vyhodnocení – K01

| MOST: TÚ0242, ev. km 1,007 Karlovy Vary | | | | | | | | |
|---|----------|------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|----------------------|
| | Označení | Konstrukce | Materiál dle atestů | 1 série - HL | 2 série - HL | 3 série - HL | Průměr - HL | Průměr - f_u [MPa] |
| Nosná konstrukce | T1 | K01 | ř. 37 | 367 | 373 | 372 | 371 | 470 |
| | T2 | K01 | ř. 37 | 362 | 370 | 373 | 368 | 466 |
| | T3 | K01 | ř. 37 | 376 | 399 | 402 | 392 | 512 |
| | T4 | K01 | ř. 37 | 379 | 393 | 396 | 389 | 506 |
| | T5 | K01 | ř. 37 | 381 | 389 | 404 | 391 | 510 |
| | T6 | K01 | ř. 37 | 387 | 392 | 374 | 384 | 496 |
| | T7 | K01 | ř. 37 | 407 | 414 | 406 | 409 | 544 |
| | T8 | K01 | ř. 37 | 389 | 383 | 379 | 384 | 496 |
| | T9 | K01 | ř. 37 | 384 | 385 | 392 | 387 | 502 |
| | T10 | K01 | ř. 37 | 380 | 375 | 392 | 382 | 493 |
| | T11 | K01 | ř. 37 | 352 | 351 | 348 | 351 | 431 |
| | T12 | K01 | ř. 37 | 362 | 356 | 359 | 359 | 447 |
| | T13 | K01 | ř. 52 | 358 | 356 | 363 | 359 | 448 |
| | T14 | K01 | ř. 52 | 376 | 385 | 396 | 386 | 499 |
| | T15 | K01 | ř. 52 | 402 | 425 | 398 | 408 | 543 |
| | T16 | K01 | ř. 37 | 356 | 363 | 354 | 358 | 445 |
| | T17 | K01 | ř. 37 | 360 | 373 | 372 | 368 | 465 |
| | T18 | K01 | ř. 37 | 382 | 380 | 376 | 379 | 487 |
| | T19 | K01 | ř. 37 | 357 | 363 | 364 | 361 | 452 |

| VYHODNOCENÍ | | Typ válcovaného profilu | | |
|---------------------------|---------------|-------------------------|------------|--------|
| | | ocel ř. 37 | ocel ř. 51 | Celkem |
| Počet vzorků | $n =$ | 16 | 3 | 19 |
| Minimální pevnost [MPa] | $f_{u,min} =$ | 431.3 | 447.6 | 431.3 |
| Průměrná pevnost [MPa] | $f_{u,avg} =$ | 482.7 | 496.5 | 484.9 |
| Směrodatná odchylka [MPa] | $s_x =$ | 30.2 | 47.7 | 32.3 |
| Variační součinitel | $V_x =$ | 0.06 | 0.10 | 0.07 |

Na základě tvrdoměrných zkoušek nebyl zjištěn rozdíl v tvrdosti materiálu mezi koncovým příčnickem (dle atestů [3] ocel ř. 52) a zbytkem zkoušených míst (dle atestů [3] ocel ř. 37).

8.1.3. Odběr vzorků a zpětná ochrana zkušebních míst

Z nosných konstrukcí byly odebrány celkem 3 vzorky. Menší počet vzorků byl odebrán z důvodu starší nosné konstrukce a velké množství atestů z doby výstavby. Cílem bylo ověřit zda materiál odpovídá deklarovanému materiálu. Ocel ř. 52 se nachází pouze na prvcích mostovky, do níž byla snaha nezasahovat a ověření použití dvou různých řad ocelí bylo provedeno pouze nedestruktivně tvrdoměrnou zkouškou (viz kap. 8.1.2).

Z konstrukcí byly odebrány vzorky ze styčnickových plechů spojujících plech mostovky a diagonály K01.



Obr. 187 Vzorek D78L



Obr. 188 Vzorek D78P



Obr. 189 Vzorek D910P

Na všech místech, kde byla provedena měření tloušťek prvků, tvrdoměrné zkoušky nebo odběry vzorků, byla provedena obnova PKO. Všechna místa byla nejprve vybroušena pomocí úhlové brusky s lamelovými kotouči o zrnitosti 60, následně bylo provedeno odmaštění povrchů pomocí toluenu a poté byly nanесeny 2 vrstvy speciální nátěrová hmota Correx Metallschutzlack 3in1.



Obr. 190 Místo odběru vzorku po vybroušení a odmaštění



Obr. 191 Místo odběru vzorku po aplikaci protikorozního nátěru

8.1.4. Tahová zkouška

Z odebraných vzorků byly následně vytvořeny zkušební tělíska. Laboratorní protokol ze zkoušení materiálu je uveden v „*Příloha B – Zkušební protokol z materiálových zkoušek*“. Zkouška byla provedena Ing. Martinem Holečkem a kol. z Kloknerova ústavu ČVUT v Praze.

| Označení vzorku | Mez kluzu oceli | | Mez pevnosti | Mezní plastické přetvoření | Tažnost | poznámka |
|-----------------|-----------------|----------------|--------------|----------------------------|---------|----------|
| | dolní mez | horní mez | | | | |
| | R_{eL} [MPa] | R_{eH} [MPa] | R_m [MPa] | Ag [%] | A [%] | |
| D78L | 262 | 262 | 421 | 19.2 | 33.5 | |
| D78P | 272 | 273 | 434 | 15.6 | 28.0 | |
| D910P | 274 | 280 | 410 | 19.0 | 33.2 | |

8.1.5. Stanovení meze kluzu materiálu

8.1.5.1. Dle atestů z výrobní dokumentace [3]

Rekonstrukce mostu, při níž byla vyměněna nosná konstrukce, proběhla v letech 1989-1991 a součástí výrobní dokumentace je i velké množství atestů (65 ks) na plechách o tloušťkách 8-40 mm. V rámci atestů byla stanovena pouze horní mez kluzu R_{eH} a pevnost R_m , ovšem pro stanovení charakteristické a návrhové meze kluzu je lepší využívat dolní meze kluzu R_{eL} , neboť horní mez kluzu R_{eH} může být ovlivněna například rychlosti zatěžování.

Na základě dat z atestů výrobní dokumentace byla stanovena mez kluzu pro ocel ř. 37 a ř. 52.

| ČSN 73 0038, kap. 7 Hodnocení existujících ocelových, litinových a spřažených ocelobetonových konstrukcí: K01 | | ČSN 73 0038, kap. 7 Hodnocení existujících ocelových, litinových a spřažených ocelobetonových konstrukcí: K01 | |
|---|--|---|--|
| | Var. souč. dle tahovek | | Var. souč. dle tahovek |
| Počet vzorků | n = 52 ks | Počet vzorků | n = 16 ks |
| aritmetický průměr | $m_x = 285.462$ | aritmetický průměr | $m_x = 392.188$ |
| směrodatná odchylka | $s_x = 15.732$ | směrodatná odchylka | $s_x = 18.465$ |
| variační koef. pevnosti | $V_x = s_x/m_x = 0.055$ | variační koef. pevnosti | $V_x = s_x/m_x = 0.047$ |
| variační koef. geom. | $V_{geo} = 0.050$ | variační koef. geom. | $V_{geo} = 0.050$ |
| variační koef. model. | $V_{\xi,0} = 0.050$ | variační koef. model. | $V_{\xi,0} = 0.050$ |
| variační koef. model. stab. | $V_{\xi,1} = 0.075$ | variační koef. model. stab. | $V_{\xi,1} = 0.075$ |
| Variační součinitel | $V_{R,0} = 0.090$ | Variační součinitel | $V_{R,0} = 0.085$ |
| Variační součinitel | $V_{R,1} = 0.106$ | Variační součinitel | $V_{R,1} = 0.102$ |
| charakteristická hodnota | $X_k = m_x \cdot (1 - k_n \cdot V_x)$ $X_k = 259.2$ | charakteristická hodnota | $X_k = m_x \cdot (1 - k_n \cdot V_x)$ $X_k = 360.9$ |
| návrhová hodnota | $X_d = m_x \cdot (1 - k_n \cdot V_x) / \gamma_r$ | návrhová hodnota | $X_d = m_x \cdot (1 - k_n \cdot V_x) / \gamma_r$ |
| souč. dle NA.2 | $k_n = 1.67$ | souč. dle NA.2 | $k_n = 1.70$ |
| Směrná úroveň spolehlivosti | $\beta = 3.80$ $\alpha_R = 0.80$ | Směrná úroveň spolehlivosti | $\beta = 3.80$ $\alpha_R = 0.80$ |
| Souč. mat. | $\gamma_{M0} = 1.13$ | Souč. mat. | $\gamma_{M0} = 1.13$ |
| Souč. mat. - stabilita | $\gamma_{M1} = 1.16$ | Souč. mat. - stabilita | $\gamma_{M1} = 1.15$ |
| Návrhová f_y - prosté namáhání | $f_{y,d,0} = 228.7$ MPa | Návrhová f_y - prosté namáhání | $f_{y,d,0} = 320.5$ MPa |
| Návrhová f_y - vliv stability | $f_{y,d,1} = 223.7$ MPa | Návrhová f_y - vliv stability | $f_{y,d,1} = 313.1$ MPa |

Obr. 192 Stanovení meze kluzu oceli ř. 37 dle atestů [3]

Obr. 193 Stanovení meze kluzu oceli ř. 52 dle atestů [3]

8.1.5.2. Dle tahových zkoušek

Z výsledků tahových zkoušek byla vyhodnocena hodnota charakteristické a návrhové meze kluzu oceli dle ČSN EN 73 0038 [17]. Hlavním cílem bylo ověřit materiálové parametry pro statický přepočet zatížitelnosti rozhodující nosné konstrukce mostu.

Vstupními parametry pro vyhodnocení byly hodnoty dolní meze kluzu R_{eL} . Vzhledem k nízkému počtu vzorků, které byly odebrány z jednoho typu prvku, byl uvažován variační koeficient pevnosti stanovený na základě tvrdoměrných zkoušek.

Tab. 2 Vyhodnocená mez kluzu dle ČSN EN 73 0038

| ČSN 73 0038, kap. 7 Hodnocení existujících ocelových, litinových a spřažených ocelobetonových konstrukcí: K01 | | | |
|---|--|-----------|-----------------|
| | Var. souč. dle tvrdosti | | |
| Počet vzorků | n = | 3 | ks |
| | vzorky | f_y | $(x_i - m_x)^2$ |
| K01-ZT-P (1) | 1 | 262.0 | 53.8 |
| K07-ZT-P (4) * | 2 | 272.0 | 7.1 |
| K8-ZT-Ú (5) I | 3 | 274.0 | 21.8 |
| | | Σ | 82.7 |
| aritmetický průměr | $m_x =$ | 269.333 | |
| směrodatná odchylka | $s_x =$ | 6.4291 | |
| variační koef. pevnosti | $V_x = s_x/m_x =$ | 0.063 | |
| variační koef. geom. | $V_{geo} =$ | 0.050 | |
| variační koef. model. | $V_{\varepsilon,0} =$ | 0.050 | |
| variační koef. model. stab. | $V_{\varepsilon,1} =$ | 0.075 | |
| Variační součinitel | $V_{R,0} =$ | 0.094 | |
| Variační součinitel | $V_{R,1} =$ | 0.110 | |
| charakteristická hodnota | $X_k = m_x \cdot (1 - k_n \cdot V_x)$ | | |
| (nebo nejnižší naměřená hod.) | $X_k =$ | 237.5 | |
| | $X_{k,min} =$ | 262.0 | |
| návrhová hodnota | $X_d = m_x \cdot (1 - k_n \cdot V_x) / \gamma_r$ | | |
| souč. dle NA.2 | $k_n =$ | 1.89 | |
| Směrná úroveň spolehlivosti | $\beta =$ | 3.80 | |
| | $\alpha_R =$ | 0.80 | |
| Souč. mat. | $\gamma_{M0} =$ | 1.14 | |
| Souč. mat. - stabilita | $\gamma_{M1} =$ | 1.17 | |
| Návrhová f_y - prosté namáhání | $f_{y,d,0} =$ | 208.1 MPa | |
| Návrhová f_y - vliv stability | $f_{y,d,1} =$ | 203.7 MPa | |

Na základě vyhodnocení meze kluzu (směrná hodnota indexu spolehlivosti $\beta = 3,80$) byla stanovená charakteristická mez kluzu $f_{y,k} = 235,5$ MPa a součinitele materiálu $\gamma_{M0} = 1,15$ a $\gamma_{M1} = 1,17$.

8.1.6. Materiálové parametry pro přepočet zatížitelnosti mostu

Na základě podkladů [3] je nosná konstrukce z oceli ř. 37 a ř. 52. Z ohledem na velké množství atestů byly odebrány pouze kontrolní vzorky ze staticky nezajímavých míst. Kontrola použití rozdílné řady ocelí byla provedena pomocí tvrdoměrných zkoušek, kdy byly provedeny tvrdoměrné zkoušky jak na hlavních nosnících a mohutných podélnících na začátku K01 (ocel ř. 37), tak na koncovém příčniku (ocel ř. 52). Ovšem na základě dat z tvrdoměrných zkoušek existuje podezření, že ocel na koncovém příčniku odpovídá spíše oceli ř. 37 – nelze ale vyloučit i nižší tvrdost oceli řady 52 vlivem procesu výroby.

Na základě těchto skutečností je předpokládáno, že na mostě je použit pouze jeden materiál, kterým je ocel ř. 37. **S ohledem na rozpor s podklady [3] se doporučuje kontrolní odběr z míst, kde by dle [3] měla být použita ocel ř. 52 (viz kap. 8.1.1).**

8.1.7. Chemické složení a metalografie

U jednoho vzorku (D78P) bylo stanoveno chemické složení a zjištěna mikrostruktura materiálu pomocí metalografie. Struktura materiálu je uvedena v Příloze B.

Tab. 3 Maximální obsahy chemických prvků z rozboru hotového výrobku dle ČSN EN 10025-2

| Označení | | Způsob dezoxidace b) | C v % max. pro výrobek jmenovité tloušťky v mm | | | Si % max. | Mn % max. | P % max. d) | S % max. d), e) | N % max. f) | Cu % max. | Ostatní % max. g), h) |
|-----------------|------------------------------|----------------------------|---|--------------|--------------------|-----------------|-----------------|----------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|--------------------------------|
| Značka oceli | Číselné označení oceli | | ≤ 16 | > 16 ≤ 40 | > 40 ^{c)} | | | | | | | |
| S235JR | 1.0038 | FN | 0,19 | 0,19 | 0,23 | – | 1,50 | 0,045 | 0,045 | 0,014 | 0,60 | – |

Tab. 4 Obsah posuzovaných chemických prvků (červeně podbarveny nevyhovující prvky) – diagnostický průzkum

| Označení vzorku | Chemické složení [hm. %] | | | | | | |
|-----------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | C | Si | Mn | P | S | N | Cu |
| Limitní hodnota | 0.190 | - | 1.500 | 0.045 | 0.045 | 0.014 | 0.600 |
| D78P | 0.133 | 0.228 | 0.540 | 0.014 | 0.017 | 0.006 | 0.029 |

Z hlediska chemického složení, které bylo kontrolně stanoveno na jednom vzorku, jsou splněny všechny požadavky normy ČSN EN 10025-2 stanovující maximální obsahy jednotlivých chemických prvků.

Chemické složení u vzorků z jednotlivých taveb bylo také stanoveno v rámci atestů v době výstavby mostu [3]. Na základě dat z doby výstavby mostu lze konstatovat, že maximální obsah uhlíku, manganu, síry, fosforu a mědi splňuje požadavky dané současnou normou.

Tab. 5 Obsah posuzovaných chemických prvků (červeně podbarveny nevyhovující prvky) – atesty z doby výstavby

| Označení vzorku | Chemické složení [hm. %] | | | | | | |
|-------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | C | Si | Mn | P | S | N | Cu** |
| Limitní hodnota | 0.190 | - | 1.500 | 0.045 | 0.045 | 0.014 | 0.600 |
| minimální hodnota | 0.010 | 0.200 | 0.310 | 0.009 | 0.009 | * | 0.020 |
| průměrná hodnota | 0.119 | 0.266 | 0.653 | 0.015 | 0.016 | * | 0.046 |
| maximální hodnota | 0.180 | 0.340 | 1.400 | 0.029 | 0.027 | * | 0.070 |

* nebylo stanoveno

** hodnota byla stanovena pouze u 14 vzorků

8.1.8. Stanovení svařitelnosti oceli

Svařitelnost byla stanovena pouze informativně. Uhlíková ekvivalent CEV byl stanoven podle ČSN EN 10025-2, čl. 7.2.3:

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

Tab. 6 Maximální hodnota uhlíkového ekvivalentu (CEV) dle ČSN EN 10025-2

| Označení | | Maximální hodnota CEV v % pro výrobky jmenovité tloušťky v mm | | | | |
|--------------|------------------------|---|--------------|---------------|----------------|----------------|
| Značka oceli | Číselné označení oceli | ≤ 30 | > 30 ≤ 40 | > 40 ≤ 150 | > 150 ≤ 250 | > 250 ≤ 400 |
| S235JR | 1.0038 | 0,35 | 0,35 | 0,38 | 0,40 | 0,40 |
| S235J0 | 1.0114 | | | | | |
| S235J2 | 1.0117 | | | | | |

Z pohledu svařitelnosti posuzuje norma pouze velikost hodnoty uhlíkového ekvivalentu, který by neměl být vyšší limitní hodnoty uvedené v ČSN EN 10025-2, Tabulka 5. Ocel je uvažována jako S235, pro kterou je limitní hodnota nejvyšší.

Tab. 7 Posouzení svařitelnosti – diagnostický průzkum

| Označení vzorku | Chemické složení [hm. %] | | | | | | | Uhlíkový ekvivalent |
|-----------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| | C | Mn | Cr | Mo | V | Ni | Cu | CEV [%] |
| D78P | 0.133 | 0.540 | 0.057 | 0.004 | 0.003 | 0.031 | 0.029 | 0.240 |

Na základě chemického složení na vzorku odebráno v rámci diagnostického průzkumu lze konstatovat, že ocel je svařitelná z hlediska velikosti uhlíkové ekvivalentu stanoveného na jednom vzorku.

8.2. Kontrolní měření tloušťky PKO

V rámci diagnostického průzkumu bylo provedeno kontrolní měření celkové tloušťky nátěrového systému. Měření bylo provedeno pomocí přístroje Trotec BB30, který umožňuje měřit tloušťku nemagnetických vrstev.

Minimální tloušťka je dána předpisem S5/4 v závislosti na korozním prostředí. Dle S5/4, Tabulka E/1 je pro prostředí C4 minimální celková tloušťka nátěrového systému 280 μm (ONS14).

Tab. 8 Vyhodnocení měření celkové tloušťky nátěrového systému

| Individuální naměřené hodnoty suchého filmu: most km 1.007 | | | | | | | | | | | min [μm] | Ø [μm] | max [μm] | směr. odchylka [μm] | měřen. míst [ks] | splněna tloušťka PKO | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------|-------------|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | NE | ANO | | |
| Diagonály (původní nátěr) | 453 | 395 | 329 | 401 | 501 | 497 | 496 | 497 | 497 | 453 | 223 | 413 | 603 | 90 | 35 | 0 (0%) | 25 (71%) | | |
| | 552 | 503 | 502 | 449 | 449 | 353 | 445 | 448 | 497 | 603 | | | | | | | | | |
| | 296 | 400 | 445 | 447 | 397 | 246 | 347 | 223 | 301 | 271 | | | | | | | | | |
| | 353 | 402 | 301 | 348 | 348 | | | | | | | | | | | | | | |
| Diagonály (nátěr z roku 2019) | 495 | 529 | 504 | 502 | 502 | 605 | 752 | 624 | 649 | 695 | 246 | 540 | 752 | 106 | 35 | 2 (6%) | 23 (66%) | | |
| | 623 | 601 | 578 | 599 | 618 | 453 | 395 | 246 | 448 | 249 | | | | | | | | | |
| | 598 | 620 | 596 | 646 | 561 | 448 | 545 | 548 | 499 | 580 | | | | | | | | | |
| | 555 | 546 | 570 | 453 | 451 | | | | | | | | | | | | | | |
| Příčník | 246 | 297 | 400 | 148 | 150 | 353 | 353 | 298 | 347 | 347 | 148 | 317 | 448 | 60 | 50 | 7 (14%) | 43 (86%) | | |
| | 300 | 346 | 346 | 395 | 347 | 399 | 297 | 401 | 352 | 323 | | | | | | | | | |
| | 348 | 403 | 296 | 327 | 324 | 294 | 297 | 352 | 448 | 323 | | | | | | | | | |
| | 198 | 217 | 300 | 300 | 231 | 301 | 324 | 303 | 350 | 301 | | | | | | | | | |
| | 301 | 231 | 299 | 323 | 348 | 348 | 296 | 298 | 401 | 301 | | | | | | | | | |
| Měření provedeno na: vrchní vrstvě | | | | | | | | | | | Počet měření: 120 | | Součet měření: 49156 | | | | | | |
| Nominální tloušťka suchého filmu (μm): | | | | | | | | | | | 280 | | Průměrná hodnota (μm): | | 410 | | | | |
| Diagonála D0P | | | | | | | | | | | Příčník | | Minimální hodnota (μm): | | 148 | | | | |
| Diagonála D1P | | | | | | | | | | | Podélníky | | Maximální hodnota (μm): | | 752 | | | | |
| Diagonála D2P | | | | | | | | | | | Deska mostovky | | Směrodatná odchylka (μm): | | 125 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Nesplněná hodnota (ks): | | 9 | | | | |

Tento typ přístroje nedokáže měřit tloušťku metalizace, proto naměřené hodnoty v sobě neobsahují tloušťku metalizace, která je u tohoto mostu tvořena 40 μm Zn + 160 μm , resp. 200 μm Al [3].

Při uvažování přičtení tloušťky metalizace vyplývá, že **tloušťka PKO je dostatečná a splňuje požadavky S5/4 na všech měřených místech.**

8.3. Zaměření železničního svršku

8.3.1. Ověření prostorové uspořádání na mostním objektu

V rámci diagnostického průzkumu byl ověřen volný mostní průřez (VMP).

Dle normy ČSN 73 6201 nesmí v šířce minimálně $2,5 + 0,025$ (rezerva na mostech bez kolejového lože) = 2,525 m nic zasahovat do VMP. Dle zaměřené polohy osy koleje vyplývá, že na celém mostě **je splněn požadavek na VMP 2,5**.

| Konstrukce (styčník č.) | Vzdálenost vnitřního líce hlavního nosníku od osy koleje [mm] | | | |
|----------------------------|--|--------|--------------|--------|
| | Protokol o podrobné prohlídce [11] | | Dle zaměření | |
| | Vlevo | Vpravo | Vlevo | Vpravo |
| K01 (styčník 0) | 2970 | 2630 | 2973 | 2668 |
| K01 (styčník 1) | | | 2886 | 2794 |
| K01 (styčník 2) | | | 2846 | 2837 |
| K01 (styčník 3) | | | 2831 | 2841 |
| K01 (styčník 4) | 2840 | 2840 | 2837 | 2841 |
| K01 (styčník 5) | | | 2833 | 2839 |
| K01 (styčník 6) | | | 2835 | 2839 |
| K01 (styčník 7) | | | 2852 | 2823 |
| K01 (styčník 8) | 2820 | 2800 | 2830 | 2818 |
| K02 (styčník 0) | 2810 | 2800 | 2803 | 2831 |
| K02 (styčník 1) | | | 2814 | 2865 |
| K02 (styčník 2) | | | 2790 | 2895 |
| K02 (styčník 3) | | | 2759 | 2912 |
| K02 (styčník 4) | 2740 | 2930 | 2730 | 2935 |
| K02 (styčník 5) | | | 2695 | 2966 |
| K02 (styčník 6) | | | 2668 | 2998 |
| K02 (styčník 7) | | | 2672 | 3019 |
| K02 (styčník 8) | | | 2737 | 2930 |
| K02 (styčník 9) | 2930 | 2650 | 2932 | 2707 |

Poznámka: VMP nezasahuje pod spojnici temen kolejnicových pásů. Tloušťka železničního svršku nad plech mostovky je cca 30 cm. Výška koutové výztuhy trojúhelníkového tvaru nad plech mostovky je 42 cm a šířka koutové výztuhy u povrchu plechu mostovky je 30 cm. Šířka koutové výztuhy v úrovni temena kolejnice je tedy cca 10 cm, ovšem rezerva mezi vnitřním povrchem hlavních nosníků a VMP 2,5 je minimálně 16,5 cm. Na celém mostě je tedy splněn požadavek na VMP 2,5 i při uvažování koutové výztuhy.

Současně byla v rámci diagnostického průzkumu také zaměřena skutečná výška zábradlí nad pochozí plochou. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce níže.

Podle ČSN 73 6201, čl. 14.5.5 musí být výška zábradlí po celé jeho délce minimálně 1 100 mm nad povrchem chráněné plochy (chodníku, římsy).

Tab. 9 Změřená výška zábradlí (zaokrouhlení na nejbližší 1 cm)

| Konstrukce | Poloha | Výška zábradlí [mm] | |
|------------|---------|---------------------|--------|
| | | vlevo | vpravo |
| K01 | začátek | 1,08 | 1,10 |
| | střed | 1,10 | 1,10 |
| | konec | 1,08 | 1,10 |
| K02 | začátek | 1,07 | 1,07 |
| | střed | 1,10 | 1,10 |
| | konec | 1,07 | 1,10 |

Výška zábradlí není splněna zhruba na polovině měřených míst, ovšem maximálně o 3 cm. Měřené hodnoty jsou ovlivněny krycí slizčkovými plechy. Zábradlí tak lokálně nesplňuje požadavky současně platných předpisů.

8.3.2. Poloha koleje vůči NK

V rámci diagnostického průzkumu byla také ověřena poloha osy koleje vůči ose nosné konstrukce, což je jeden ze základních vstupů do statického výpočtu. Kolej se na začátku K01 a konci K02 nachází v přechodnici, kolej mezi přechodnicemi se nachází v přímé.

| Konstrukce (začátek/ střed/ konec) | Poloha osy koleje k ose nosné konstrukce | |
|--|--|-------------------|
| | Protokol o podrobné prohlídce [11] | Dle zaměření |
| K01 (styčník 0) | Vpravo o 153,0 mm | Vpravo o 152,5 mm |
| K01 (styčník 1) | | Vpravo o 46,0 mm |
| K01 (styčník 2) | | Vpravo 4,5 mm |
| K01 (styčník 3) | | Vlevo o 5,0 mm |
| K01 (styčník 4) | Vlevo o 3,0 mm | Vlevo o 2,0 mm |
| K01 (styčník 5) | | Vlevo o 3,0 mm |
| K01 (styčník 6) | | Vlevo o 2,0 mm |
| K01 (styčník 7) | | Vpravo o 14,5 mm |
| K01 (styčník 8) | Vpravo o 7,0 mm | Vpravo o 6,0 mm |
| K02 (styčník 0) | Vlevo o 7,0 mm | Vlevo o 14,0 mm |
| K02 (styčník 1) | | Vlevo o 25,5 mm |
| K02 (styčník 2) | | Vlevo o 52,5 mm |
| K02 (styčník 3) | | Vlevo o 76,5 mm |
| K02 (styčník 4) | | Vlevo o 102,5 mm |
| K02 (styčník 5) | Vpravo o 135,0 mm | Vlevo o 135,5 mm |
| K02 (styčník 6) | | Vlevo o 165,0 mm |
| K02 (styčník 7) | | Vlevo o 173,5 mm |
| K02 (styčník 8) | | Vlevo o 96,5 mm |
| K02 (styčník 9) | Vpravo o 115,0 mm | Vpravo o 112,5 mm |

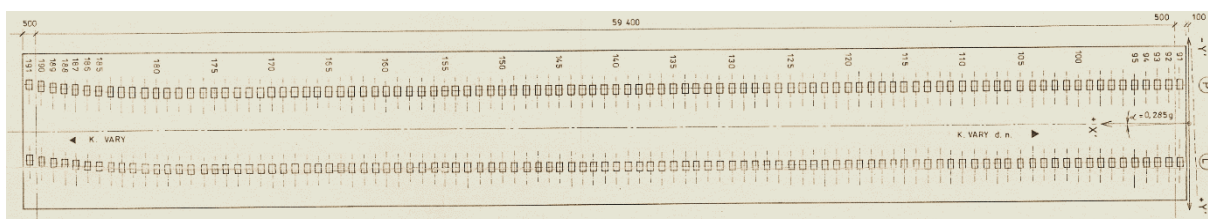
Na základě vyhodnocení polohy osy koleje vůči ose NK lze konstatovat, že se naměřené hodnoty shodují s údaji uvedenými v [11]. Pouze u hodnoty na K02 uprostřed došlo patrně k překlepu, kdy posun osy koleje je vlevo (dle [11] je osa koleje posunuta vpravo).

8.3.3. Uspořádání upevnění koleje

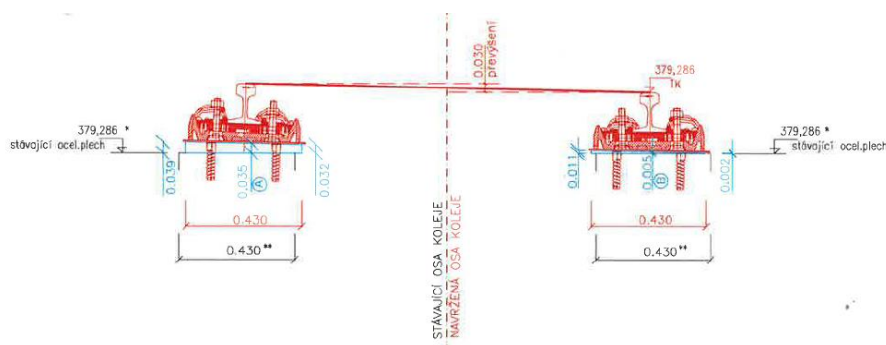
Systém přímého upevnění byl na mostě naposledy vyměněn při rekonstrukce v letech 2018-2019. Během této rekonstrukce bylo na mostě vyměněno původní nevyhovující přímé upevnění za nové přímé upevnění systému DFF 300.

Dle [6] byl během rekonstrukce demontován železniční svršek a poté bylo provedeno odbroušení části přímého upevnění. Následně byla provedena povrchová úprava pokladních desek, nedestruktivní zkouška povrchu desek a jejich přesné vytyčení. Po vytyčení byly navařeny ocelové svorníky. S ohledem na směrové a výškové úpravy koleje a změny v převýšení byly doplněny klínové podložky z ocelových plechů na oba konce mostu pod novou skladbu upevnění DFF 300.

Na základě [8] vyplývá, že v rámci této rekonstrukce došlo k posunům jednotlivých upevňovadel pouze v rámci jednotlivých podkladních desek přivařených k plechu mostovky.



Obr. 194 Ukázka polohy upevňovadel na K02 dle [3]



Obr. 195 Vzorový příčný řez upevněním DFF 300 [6]



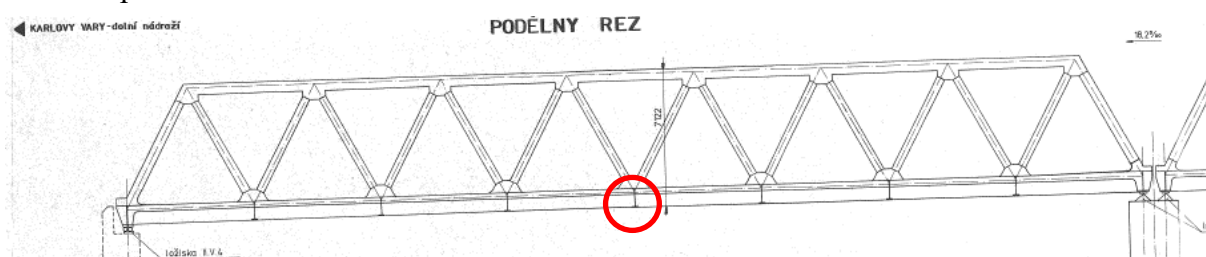
Obr. 196 Kontrola osové vzdálenosti upevňovadel

8.4. VP Šrouby ve styčnicích

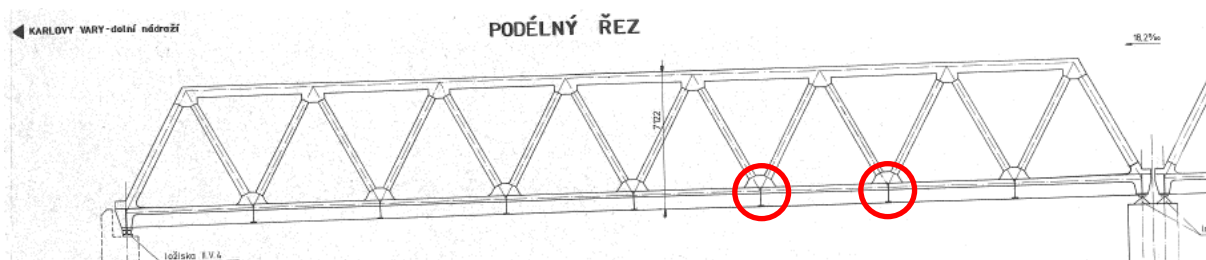
Na mostě se nachází spoje tvořené VP šrouby, tyto spoje připojují mezilehlé diagonály k přípojným plechům ortotropních mostovek a horním pasům. Oprava porušených VP šroubů proběhla v rámci rekonstrukce v letech 2018-2019 [6], kdy byla provedena oprava 5 šroubů. Porucha dalšího šroubu je uvedena v prohlídce z roku 2020 [10], tento šroub byl vyměněn v říjnu 2023.

S ohledem na nemalé množství porušených šroubů byly všechny VP šrouby v úrovni ortotropních mostovek zkontrolovány poklepem, při kterém bylo nedestruktivně kontrolováno, zda nejsou porušeny další VP šrouby. Při této kontrole nebyly nalezeny žádné další porušené nebo problematické šrouby.

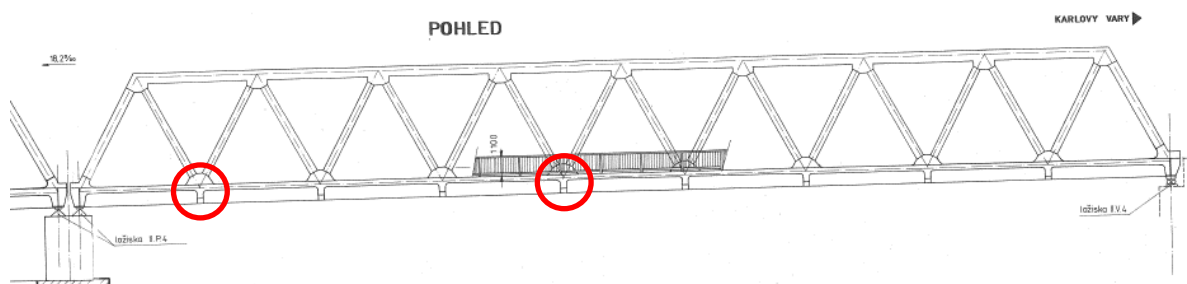
Ke dni 21.11.2023 nebyl na mostě nalezen žádný porušený VP šroub ve dolních styčnicích v úrovni plechů mostovek.



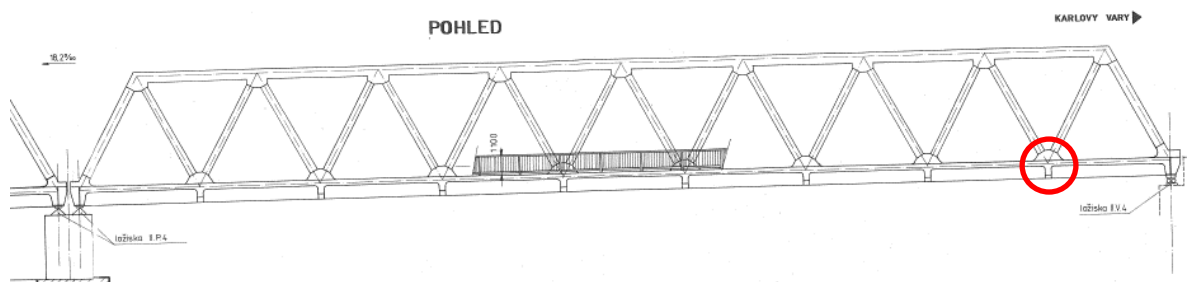
Obr. 197 Poloha porušených šroubů na K01 – levý nosník



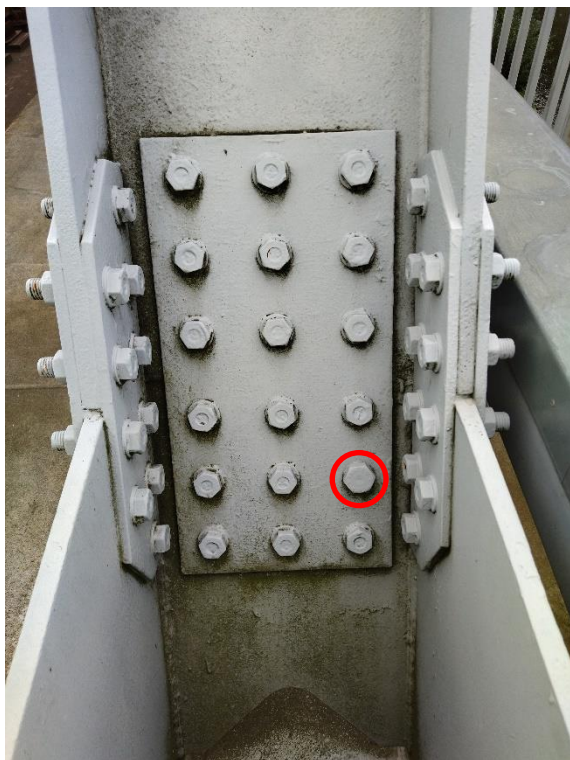
Obr. 198 Poloha porušených šroubů na K01 – pravý nosník



Obr. 199 Poloha porušených šroubů na K01 – levý nosník



Obr. 200 Poloha porušených šroubů na K01 – pravý nosník



Obr. 201 Vyměněný šroub K01 – D8L



Obr. 202 Vyměněný šroub K01 – D10P



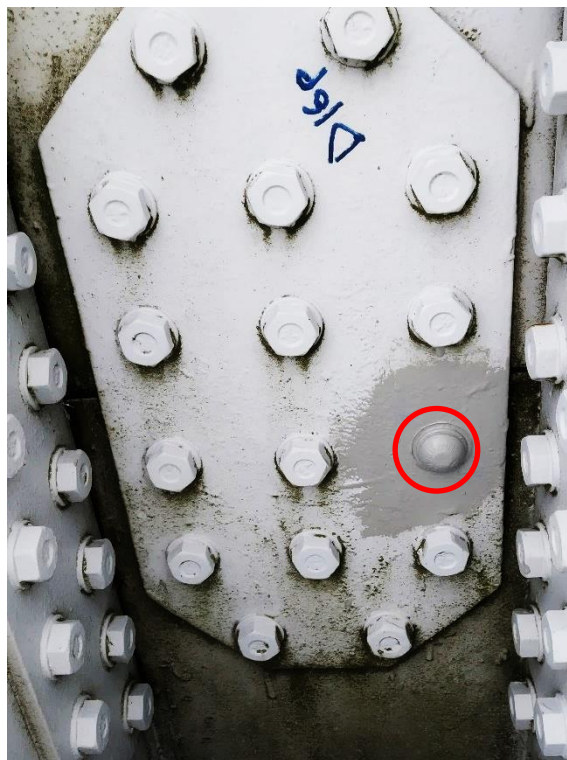
Obr. 203 Vyměněný šroub K01 – D13P



Obr. 204 Vyměněný šroub K02 – D3L



Obr. 205 Vyměněný šroub K02 – D9L



Obr. 206 Vyměněný šroub K02 – D16P

Porušení jednotlivých VP šroubů bylo pravděpodobně technologickou nekázni při montáži, kdy byly VP šrouby patrně předepnuty velikým (nadlimitním) utahovacím momentem. Kombinace namáhání poté pravděpodobně způsobila porušení VP šroubů v místě dřívku.



Obr. 207 Porušený šroub K02 – D9L



Obr. 208 Porušený šroub K02 – D16P

8.5. Endoskopická kontrola dutin na koncích hlavních nosníků

V Protokolu o podrobné prohlídce z roku 2020 [10] a 2023 [11] je uvedena porucha nacházející se na začátku pravého hlavního nosníku v oblasti nad uložením.

Tato porucha je patrně způsobená vodou, která se do této oblasti dostala z hlavního nosníku. Vlivem vody a její rozpínavosti při přeměně v led došlo k vyboulení plechů na začátku pravého hlavního nosníku a vzniku trhliny v desce mostovky.



Obr. 209 Trhlina na začátku pravého hlavního nosníku K01 nad opěrou O01 [11]



Obr. 210 Oprava trhliny na začátku pravého hlavního nosníku (foceno dne 2.11.2023)



Obr. 211 Vyboulení plechů na začátku pravého hlavního nosníku K01 nad opěrou O01



Obr. 212 Odvrtaná trhlina v desce mostovky pod vyboulenou částí na začátku pravého hlavního nosníku

Z těchto důvodů byla provedena endoskopická kontrola všech těchto míst na obou konstrukcích.

Stopy od vody byly nalezeny ve všech kontrolovaných dutinách, vyjma začátku pravého nosníku K01, kde voda patrně odtéká otvory, kterými byla odvrtána trhlina v desce mostovky.



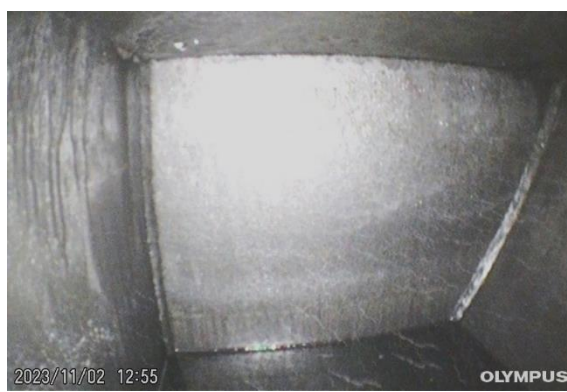
Obr. 213 K01 – začátek levého hlavního nosníku



Obr. 214 K01 – začátek pravého hlavního nosníku



Obr. 215 K01 – konec levého hlavního nosníku



Obr. 216 K01 – konec pravého hlavního nosníku



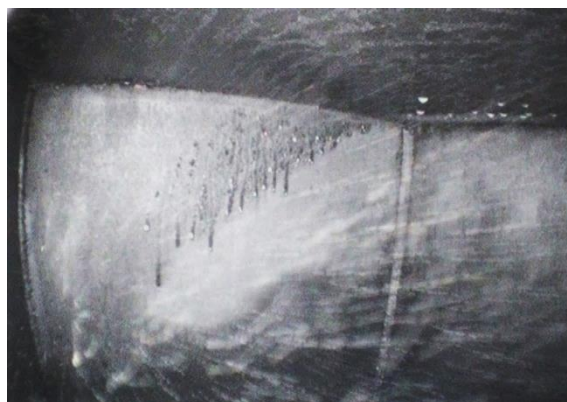
Obr. 217 K02 – začátek levého hlavního nosníku



Obr. 218 K02 – začátek pravého hlavního nosníku



Obr. 219 K02 – konec levého hlavního nosníku

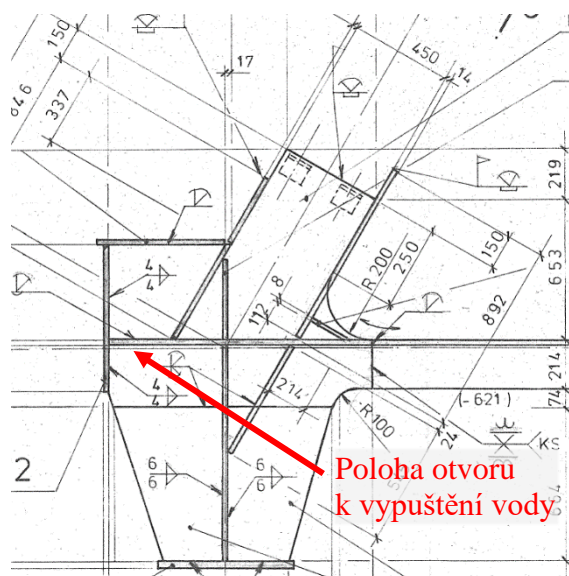


Obr. 220 K02 – konec pravého hlavního nosníku

Nejvíce vody bylo nalezeno na konci levého hlavního nosníku K02. V tomto místě bylo, po vzoru na konstrukci K01, provedeno vyvrtání otvoru Ø7 mm, voda následně odtékala po dobu cca 65 min.



Obr. 221 Voda odtékající z konce levého nosníku K02



Obr. 222 Schéma polohy otvoru sloužícího k vypuštění vody z konce levého nosníku konstrukce K02

Za účelem stanovení přístupu vody do tohoto uzavřeného prostoru na koncích hlavního nosníků byly na dvou místech provedeny další vrty. Tyto vrty byly provedeny na začátku pravého nosníku K01 (místo vybouleného plechu) a začátku levého nosníku K02 (větší množství vody). V případě pravého nosníku K01 byl pouze zvětšen již stávající otvor v této diagonále. U levého nosníku konstrukce K02 byl vytvořen nový otvor.

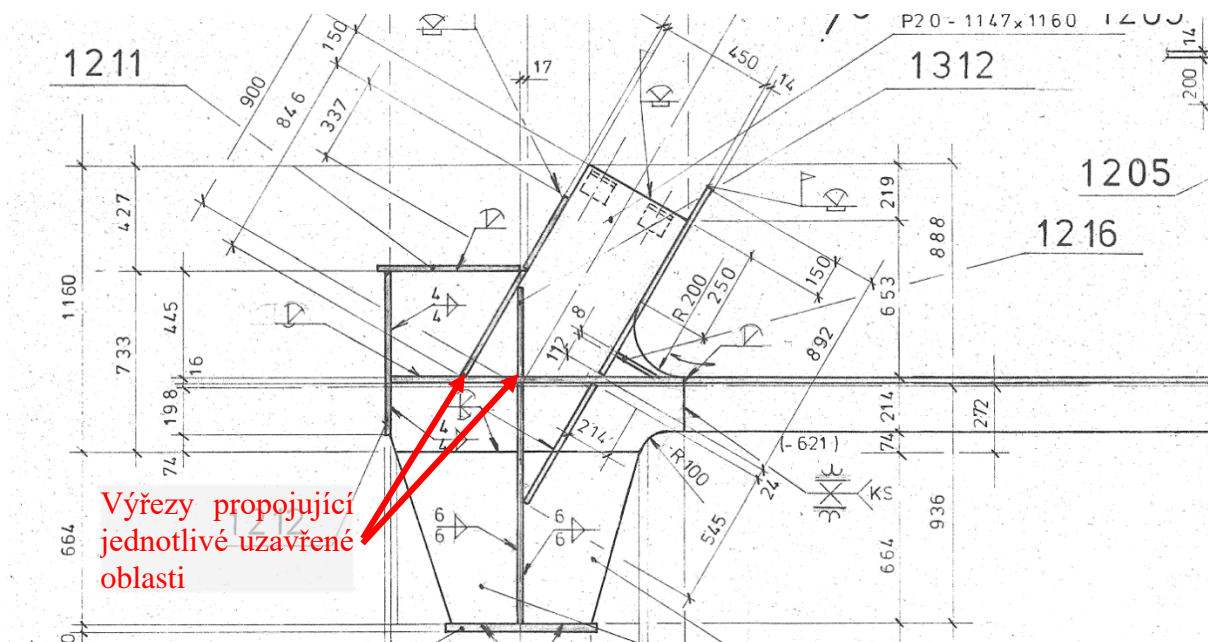


Obr. 223 Otvor na horním lici koncové diagonály pravého hlavního nosníku K01 zapravený nerezovým stavěcím šroubem následně natřeným opravnou nátěrovou hmotou



Obr. 224 Otvor na dolním lici koncové diagonály levého nosníku K02 zapravený nerezovým stavěcím šroubem následně natřeným opravnou nátěrovou hmotou

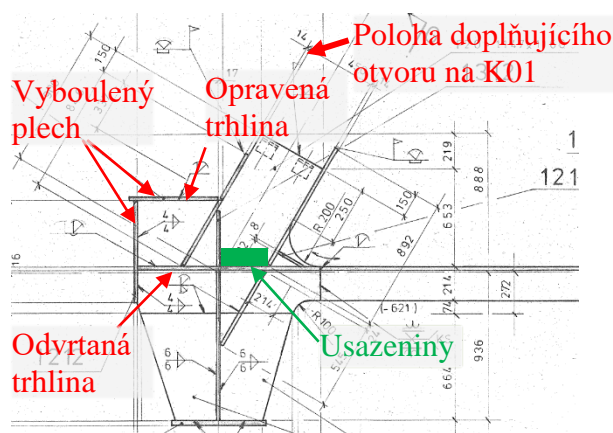
Voda se do konců hlavních nosníků dostává patrně z koncových diagonál skrz výřezy v jednotlivých diafragmatech komorového průřezu.



Obr. 225 Podélný řez dolním pasem v oblasti nad ložiskem



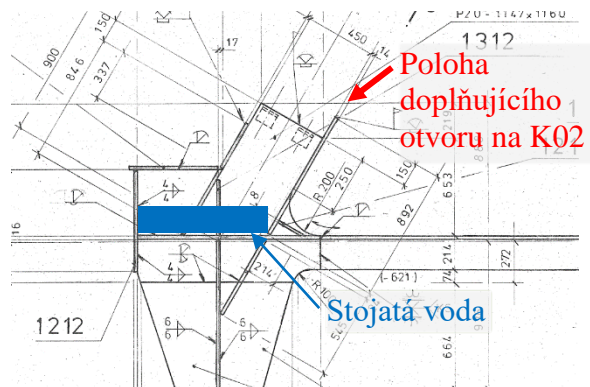
Obr. 226 Usazeniny v dolní části koncové diagonály na začátku pravého nosníku K01



Obr. 227 Znáznornění oblasti usazenin v dolní části diagonály na začátku pravého hlavního nosníku K01



Obr. 228 Stojatá voda v dolní části diagonály na začátku levého hlavního nosníku K02



Obr. 229 Znáznornění oblasti stojící vody v dolní části diagonály na začátku levého hlavního nosníku K02

9. Závěr

9.1. Závěr vizuální prohlídky

Na základě vizuální prohlídky a diagnostického průzkumu je globální stav nosných konstrukcí v dobrý. Při prohlídce nebyly zjištěny zásadní vady a poruchy, které by mohly ohrozit provoz na mostě nebo spolehlivost mostu.

Nosné konstrukce jsou z hlediska korozního oslabení v dobrém stavu, pouze lokálně lze pozorovat počínající korozní proces vlivem popraskané PKO, zatím bez měřitelného korozního oslabení. Za zásadní poruchu lze považovat vodu, která byla nalezena prakticky ve všech koncích hlavních nosníků. Tato porucha má patrně za následek vyboulení plechů a vzniku trhliny na začátku pravého hlavního nosníku K01. Za zásadní poruchu lze také považovat patrně nedodržení technologické kázně při výrobě nosných konstrukcí, kdy patrně některé šrouby byly utaženy větším, než dovoleným utahovacím momentem a došlo tak již k poruše a výměně 6 ks VP šroubů. Mezi další méně závažné vady a poruchy lze uvažovat znečištění konstrukcí mechem a jinými nečistotami, počínající korozi vlivem popraskané PKO, lokální plastické deformace a různé vrypy. Stav PKO odpovídá jejímu staří (přes 30 let) a její poruchy se nachází zejména v oblasti šroubovaných spojů v úrovni horních pasů, dále pak na diagonálách, v okolí jednotlivých svarů a na spodních lících mostovek. Na konstrukcích lze po dešti také pozorovat stojatou vodu, která neodtéká vlivem nedokonalostí vzniklých při výrobě nosných konstrukcí.

Stav ocelových ložisek je globálně dobrý, nebyly zjištěny žádné zásadní vady a poruchy. Lokálně lze pouze pozorovat odlupující se nátěr PKO a počínající korozi, která je nejvíce patrně na ložiskových šroubech.

Stav spodní stavby lze globálně hodnotit jako dobrý. Lokálně lze pozorovat svislé trhliny (opěra O02), výluhy, obnaženou betonářskou výztuž, stopy od tekoucí vody a drobnou vegetaci. Z důvodu částečného využití původní spodní stavby u opěry O01 a pilíře P01 došlo ke vzniku staticky nevhodných detailů (vykonzolování úložných prahů atd.). U pravých křídel obou opěr je patrné chybějící smykové propojení dřívů opěr a křídel, čímž dochází ke vzniku spár mezi křídly a dřívky na obou opěrách.

V rámci vizuální prohlídky **nebyly zjištěny žádné zásadní poruchy nebo vady** poukazující na problémy **související se založením spodní stavby.** Základ je viditelný pouze u pilíře P01 při nízké hladině řeky Ohře.

Železniční svršek je v dobrém stavu, což odpovídá nedávné rekonstrukci. Lokálně lze pozorovat deformované příruby a vrypy v upevnění pojistných úhelníků a trhliny v železobetonové pozednici nad opěrou O01.

Zábradlí na mostě je v uspokojivém stavu. Zábradlí umístěné na opěrách obsahuje velké množství nekvalitních svarů. Za nejzásadnější poruchu lze považovat porušený svar na spodní příčli zábradlí na opěře O02. Zábradlí na nosných konstrukcích je na mnoha místech porostlé vegetací a na mnoha místech jsou také povolené šrouby ve spojích. Lokálně lze také pozorovat plastické deformace jednotlivých částí. Na několika místech lze také pozorovat deformace konzol kabelového žlabu a s tím související sloupků zábradlí. Na mnoha místech jsou také konzoly zábradlí, které nesplňují požadavky v současné době platného předpisu MVL720.

Kabelový žlab jdoucí přes most je v uspokojivém stavu, lokálně lze pozorovat chybějící nastřelovací nýty. Žlab je na mnoha místech nezakrytovaný, tudíž se zde může dostávat voda a zároveň mohou být kabely poškozeny vandaly.

Deska mostovky by vždy měla být odvodněna v příčném směru do střední částí mezi koleje a poté podélným sklonem odvedena do odvodňovačů umístěných vždy na začátku nosných

konstrukcí. Vlivem nedokonalostí při výrobě nosných konstrukcí, ovšem došlo ke vzniku velkého množství míst, kde je stojatá voda a nedochází tak k jejímu odvedení z povrchu mostovky.

9.2. Závěr diagnostického průzkumu

V rámci diagnostického průzkumu byly provedeny destruktivní i nedestruktivní zkoušky materiálových vlastností použité oceli.

V rámci nedestruktivního zkoušení byly provedeny tvrdoměrné zkoušky a ověření tloušťky PKO. Z výsledků je patrné, že skladba PKO odpovídá podkladům, ovšem mimo měřená místa se nachází velké množství poruch PKO, což je patrně dáno zejména stářím PKO (přes 30 let). Tvrdoměrné zkoušky byly provedeny celkem na 19 místech a výsledky posloužily zejména pro stanovení rovnoměrnosti (homogenosti) materiálu na jednotlivých konstrukcích. Výsledný variační koeficient stanovený z tvrdoměrných zkoušek byl použit při vyhodnocení tahových zkoušek. **Dle [3] by měly být na nosných konstrukcích použity dvě řady ocelí, a to ř. 37 a ř. 52. Při tvrdoměrných zkouškách ovšem nebyl patrný rozdíl na místech, kde měla být rozdílná ocel. S ohledem na rozpor s poklady a zejména s atesty je doporučeno provést kontrolní odběr z míst, kde by dle [3] měla být použita ocel ř. 52 a potvrdit tak její použití.**

V rámci destruktivního zkoušení byl proveden odběr vzorků ze styčnickových plechů. Na odebraných vzorcích byly provedeny tahové zkoušky, stanoveno chemické složení a složení struktury materiálu (metalografie). Dle vyhodnocených tahových zkoušek byla stanovena **charakteristická hodnota meze kluzu $f_{yk} = 237,5$ MPa**, což potvrdilo použití oceli ř. 37. Vyhodnocená charakteristická mez kluzu odpovídá atestům pro vzorky z oceli ř. 37 [3]. **S ohledem na nejistotu danou tvrdoměrnými zkouškami se v současné době doporučuje uvažovat, že most je vyroben pouze z oceli ř. 37.** Na základě chemické složení byl informativně stanoven uhlíkový ekvivalent $C_{EV} = 0,240$.

V rámci diagnostického průzkumu byla také provedena kontrola všech VP šroubů v úrovni mostovek obou konstrukcí a endoskopická kontrola dutin všech konců hlavních nosníků. **U VP šroubů nebyl nalezen žádný další porušený VP šroub** a v současné době je na mostě 6 vyměněných VP šroubů. **Při endoskopické kontrole byla nalezena voda prakticky ve všech navrtaných dutinách, voda se zde dostává patrně z koncových diagonál.**

9.3. Shrnutí výsledné zatížitelnosti a přechodnosti mostu

Shrnutí výsledné zatížitelnosti a přechodnosti je uvedeno ve přepočtu v Etapě B - „Stanovení zatížitelnosti a přechodnosti mostů“.

10. Návrh doporučení a opatření

Okamžitá opatření

Doporučuje se opravit otvory na začátku pravého nosníku K01 a konci levého nosníku K02. Otvory se doporučuje opravit jejich zavařením nebo osazením vodotěsných šroubů tak, aby nedocházelo k vnikání vody do uzavřených prostor koncových diagonál.

Dále je nezbytné vytvoření výpustných šroubů pro odpouštění vody z konců hlavních nosníků a jejich pravidelná kontrola v rámci podrobných prohlídek. Výpustné šrouby je doporučeno osadit také do otvorů, kterými byla odvrtna trhлина na začátku K01, aby nedocházelo k vnikání vlhkosti a vody dovnitř nosníku.

Opatření do 5 let

V horizontu 5 let se, vzhledem k mnoha poruchám a stáří PKO (v roce 2028 bude stáří PKO cca 37 let), doporučuje se celková obnova PKO, neboť na mnoha místech je PKO popraskaná a neplní tak již svoji funkci a je zde patrná počínající koroze. Při obnově doporučujeme rozčlenění systémů dle míry poškození PKO, od sjednocující krycí vrstvy až po kompletní obnovu PKO.

V rámci obnovy PKO se také doporučuje kompletní obnova konzol podpírajících kabelový žlab a zábradlí na opěře O02 a nosných konstrukcích, které je na mnoha místech deformované, bez funkční PKO a se špatně dotaženými šrouby ve spojích. U zábradlí na opěře O01 je u nové části zábradlí doporučeno provést alespoň lokální opravy svarů, které jsou na několika místech velmi nekvalitní a obnovu PKO. U starší části zábradlí na opěře O01 je doporučeno provést kompletní obnovu zábradlí jako na opěře O02 a nosných konstrukcích. Dále se doporučuje také výměna krycích plechu nad opěrami a pilíři.

Vzhledem k množství poruch se také doporučují lokální sanace opěr spodní stavby a aplikace sjednocujícího a ochranného nátěru, který ochrání beton proti karbonataci, chloridům (zejména u O02) a vzdušné vlhkosti. Všechny tyto jevy urychlují korozi betonářské výztuže. Doporučení pro pilíř budou stanoveny samostatným dokumentem.

Doporučení při dohledací činnosti

Doporučuje se kontrolovat stav VP šroubů, zda nedošlo k dalšímu porušení. V případě nalezení poruchy VP šroubu doporučujeme zaznamenat polohu a fotodokumentaci místa a poruchy šroubu.

V Praze dne 30.11.2023



.....
prof. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.
autorizace: obor IM00, č.00009851

.....
Ing. Filip Kramoliš

11. Příloha A – Oprávnění k provádění průzkumných a diagnostických prací



MINISTERSTVO DOPRAVY

Odbor liniových staveb a silničního správního úřadu
nábr. Ludvíka Svobody 1222/12, 110 15 PRAHA 1



č. j.: MD-16663/2023-930/37

V souladu s Metodickým pokynem Systém jakosti v oboru pozemních komunikací – část II/2 – průzkumné a diagnostické práce č. j. 20840/01 – 120, ve znění pozdějších změn, Ministerstvo dopravy, Odbor liniových staveb a silničního správního úřadu

vydává

OPRÁVNĚNÍ

k provádění průzkumných a diagnostických prací souvisejících s výstavbou,
opravami, údržbou a správou pozemních komunikací

číslo 584/2023

pro

prof. Ing. Pavla RYJÁČKA, Ph.D.

Datum narození: 20. 2. 1977

Bydliště:

Ulice: Nerudova 619

Obec/město: Velké Přílepy

PSČ: 252 64

Tel./fax: 602 250 860

Zaměstnavatel/firma: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební

Ulice: Thákurova 7

Obec/město: Praha 6

PSČ: 166 29

Tel./fax: 602 250 860

E-mail: pavel.ryjacek@fsv.cvut.cz

Oprávnění se vztahuje na provádění diagnostického průzkumu silničních objektů a zatěžovacích zkoušek mostů.

Oprávnění platí do 18. 10. 2028.

V Praze dne 18. 10. 2023

Ing. Jiří Šmíd, Ph.D.
předseda komise



Ing. Martin Janeček
ředitel
Odbor liniových staveb
a silničního správního úřadu

12. Příloha B – Zkušební protokol z materiálových zkoušek



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**
KLOKNERŮV ÚSTAV
Šolínova 7, 166 08 Praha 6 - Dejvice

**Expertní zpráva č.
2300 J 361-1**

Datum vydání zprávy
23. listopad 2023

Oddělení KÚ
Experimentální
tel. +420 224 353 537

Objednatel: České vysoké učení technické v Praze – Fakulta stavební
Thákurova 7
166 29 Praha 6

Expertní zpráva:

MATERIÁLOVÉ ZKOUŠKY OCELI
STAVBA: PŘEMOSTĚNÍ V OBLASTI OŘ ÚSTÍ NAD LABEM – II. ETAPA; MOST V
KM 1,007 TUDU 024202 (KARLOVY VARY)

Vypracoval:

Ing. Dita Jiroutová, Ph.D.

Spolupráce:

Ing. Veronika Steinerová
Ing. Michal Křesťan

Odpovědný řešitel:

Ing. Martin Holeček

Vedoucí oddělení:

Prof. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

Ředitel KÚ:

Prof. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

Výtisk číslo:

1

Rozdělovník:

Objednatel: 0x
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

Zpráva uvádí výsledky materiálových zkoušek oceli odebrané v rámci akce: Diagnostika a přepočty strategických přemostění v oblasti OŘ Ústí nad Labem – II. etapa; most v km 1,007 TUDU 024202 (Karlovy Vary).

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.

OBSAH:

| | |
|---------------------------------|---|
| 1. ÚVOD | 4 |
| 2. PODKLADY | 4 |
| 3. POPIS DODANÝCH VZORKŮ | 4 |
| 4. ZKOUŠKA VTAHU OCELI | 5 |
| 5. METALOGRAFICKÁ ANALÝZA OCELI | 7 |
| 6. CHEMICKÁ ANALÝZA OCELI | 8 |
| 7. SHRNUÍ A ZÁVĚRY | 9 |

1. ÚVOD

Na základě objednávky č. 2300 J 361 (interní číslo Kloknerova ústavu) Fakulty stavební ČVUT v Praze, Thákurova 7, Praha, byly provedeny materiálové zkoušky oceli odebrané v rámci akce: Diagnostika a přepočty strategických přemostění v oblasti OŘ Ústí nad Labem – II. etapa; most v km 1,007 TUDU 024202 (Karlovy Vary).

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

- příprava zkušebních těles pro účely zkoušek,
- tahová zkouška ocelovi za pokojové teploty,
- metalografická analýza ocelového vzorku,
- chemická analýza ocelového vzorku,
- zpracování zprávy.

2. PODKLADY

- [1] Informace poskytnuté objednatelem
- [2] ČSN EN ISO 6892-1 Kovové materiály – Zkoušení tahem Část 1: Zkušební metody za pokojové teploty. 2009.

3. POPIS DODANÝCH VZORKŮ

Dne 3.11. 2023 byly objednatelem do Kloknerova ústavu ČVUT v Praze dodány vzorky odebrané z mostní konstrukce v km 1,007 TUDU 024202 (Karlovy Vary) v oblasti OŘ Ústí nad Labem za účelem provedení a vyhodnocení materiálových zkoušek oceli. Označení dodaných vzorků a požadovaný popis zkoušek je uveden v Tab. 1. Snímek dodaných ocelových vzorků je uveden na obr. 1.

Z dodaných ocelových vzorků byl pro účely zkoušek odstraněna bílá vrstva protikorozní ochrany a v dílnách Kloknerova ústavu ČVUT v Praze připravena zkušební tělesa pro požadované zkoušky. Z dodaného vzorku D78L bylo připraveno zkušební těleso pro zkoušku v tahu za pokojové teploty. Z dodaného vzorku D78P bylo připraveno zkušební těleso pro zkoušku v tahu za pokojové teploty, vzorek pro metalografickou analýzu a vzorek pro chemickou analýzu. Z dodaného vzorku D910P bylo připraveno zkušební těleso pro zkoušku v tahu za pokojové teploty.

Tabulka 1: Označení dodaných vzorků a popis zkoušek (akce: Diagnostika a přepočty strategických přemostění v oblasti OŘ Ústí nad Labem – II. etapa; most v km 1,007 TUDU 024202 (Karlovy Vary)).

| Označení dodaného vzorku | Popis zkoušek |
|--------------------------|--|
| D78L | Zkouška v tahu |
| D78P | Zkouška v tahu, metalografická analýza, chemická analýza |
| D910P | Zkouška v tahu |



Obr. 1 Snímek dodaných ocelových vzorků

5. ZKOUŠKA V TAHU OCELI

Zkoušku provedl : Ing. Michal Křest'an

Dne : 14. 11. 2023

Zatěžovací stroj : TIRA TEST 2300

Zkušební předpis : ČSN EN ISO 6892-1

Z dodaných vzorků oceli byla v dílnách Kloknerova ústavu ČVUT v Praze připravena zkušební tělesa pro zkoušku v tahu dle normy ČSN EN ISO 6892-1 [2]. Tahová zkouška oceli byla provedena na 3 kusech zkušebních těles označených D78L, D78P a D910P. Zkouška v tahu byla provedena v zatěžovacím stroji TIRA TEST 2300. Protažení bylo měřeno extenzometrem Epsilon 3542-050M-050-ST směrnou délkou 50 mm.

U každého zkušebního tělesa byla před započítím zkoušky změřena šířka a a tloušťka b . Z takto získaných hodnot byla stanovena hodnota počátečního průřezu S_0 – Tab. 2. Hodnoty protažení a síly byly zaznamenávány řídicím systémem zkušebního stroje. Výsledky získané z tahové zkoušky jsou uvedeny v Tabulce 2. Průběhy napětí na prodloužení jsou pro jednotlivá zkušební tělesa uvedena na obr. 2 – 4.

Symboly:

A protažení při porušení zkušebního tělesa měřené průtahoměrem

A_{gt} tažnost na mezi pevnosti

a šířka zkušebního tělesa

b tloušťka zkušebního tělesa

F_{eH} síla na horní mezi kluzu

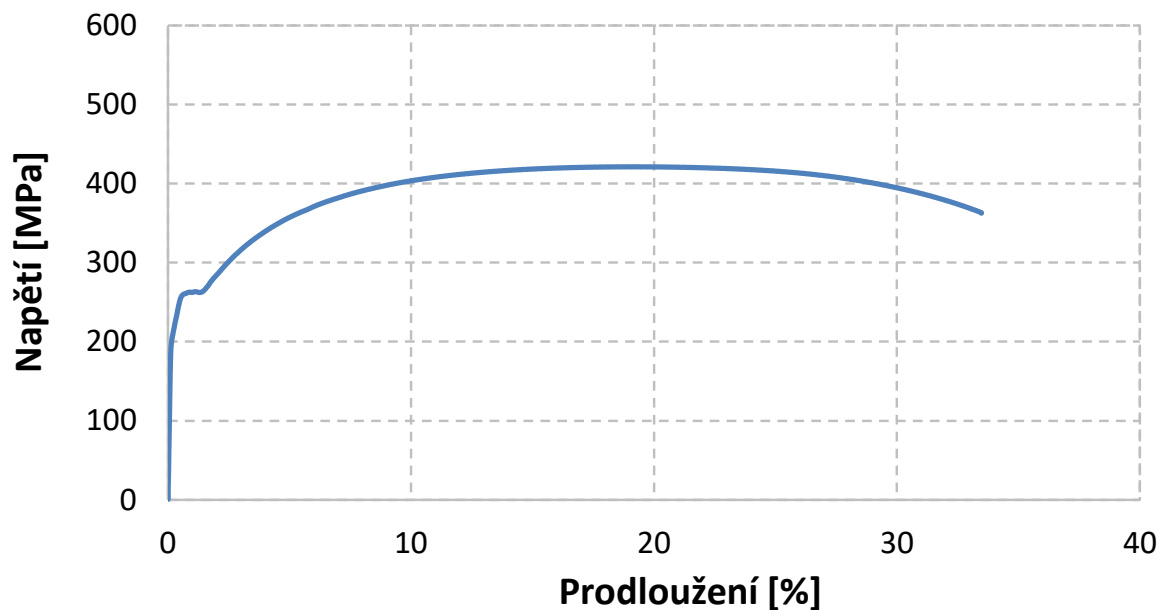
F_{eL} síla na dolní mezi kluzu

F_m maximální síla dosažená při zatěžování
 R_{eH} horní mez kluzu
 R_{eL} dolní mez kluzu
 R_m mez pevnosti
 S_0 počáteční průřez zkušebního tělesa

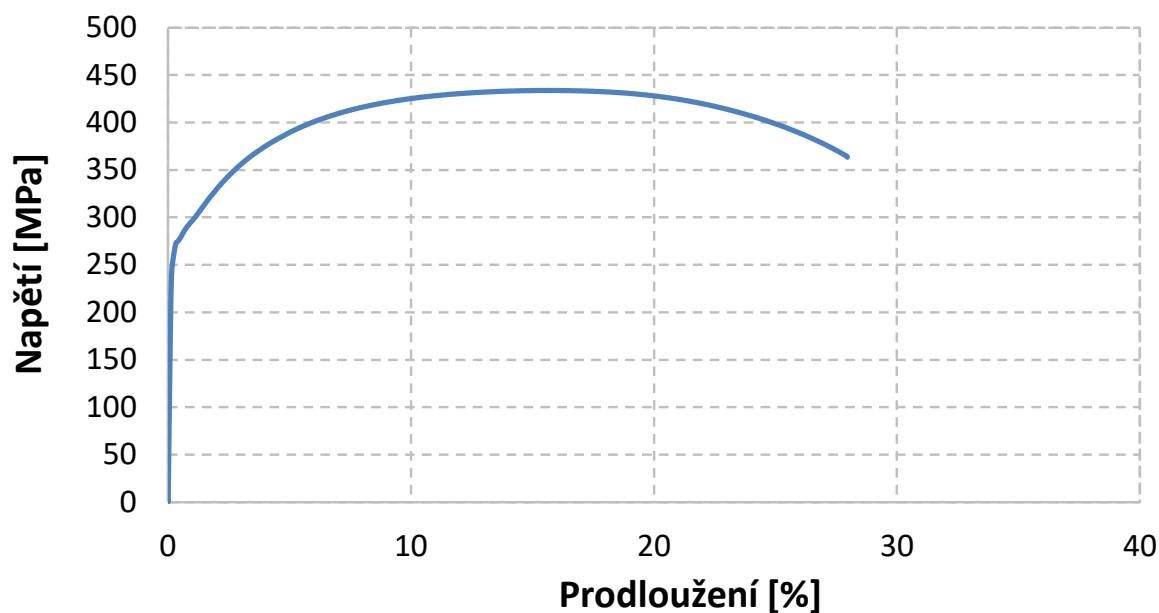
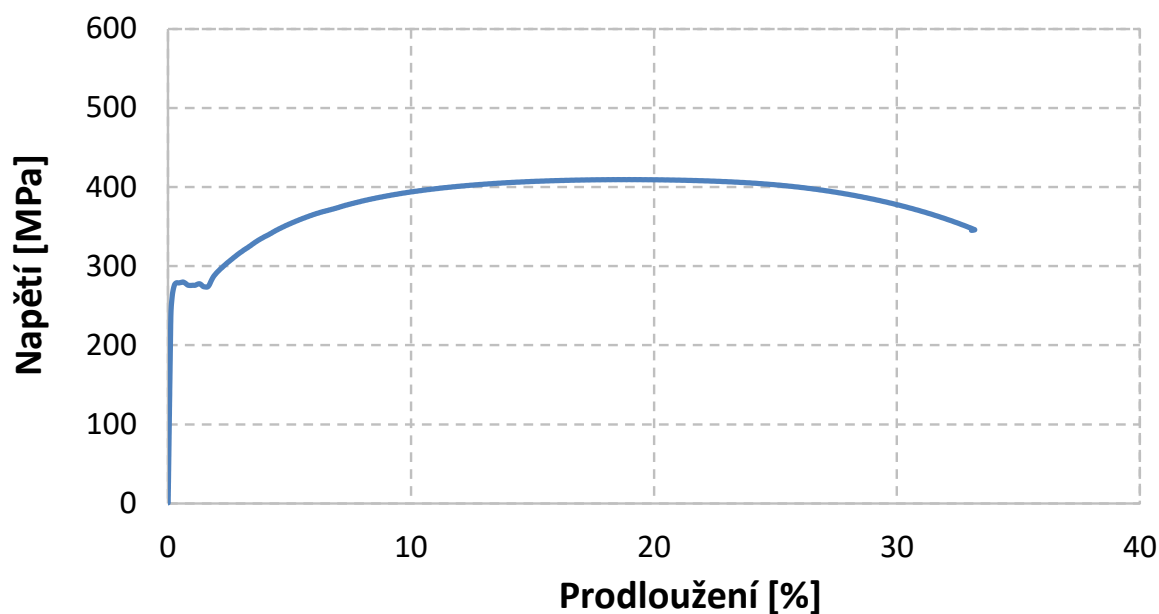
Tabulka 2: Zkouška v tahu ocelových vzorků za pokojové teploty (akce: Diagnostika a přepočty strategických přemostění v oblasti OŘ Ústí nad Labem – II. etapa; most v km 1,007 TUDU 024202 (Karlovy Vary)).

| Číslo zk. tělesa | a [mm] | b [mm] | S_0 [mm ²] | F_{eH} [kN] | F_{eL} [kN] | F_m [kN] | R_{eH} [MPa] | R_{eL} [MPa] | R_m [MPa] | A_{gt} [%] | A [%] |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------|----------|
| D78L | 20,0 | 8,1 | 162,24 | 42,6 | 42,5 | 68,3 | 262 | 262 | 421 | 19,2 | 33,5 |
| D78P | 20,0 | 8,2 | 162,79 | 44,4 | 44,3 | 70,6 | 273 | 272 | 434 | 15,6 | 28,0 |
| D910P | 19,9 | 8,2 | 163,06 | 45,6 | 44,6 | 66,8 | 280 | 274 | 410 | 19,0 | 33,2 |
| Průměrná hodnota | | | | 44,2 | 43,8 | 68,6 | 272 | 269 | 421 | 17,9 | 31,5 |
| Směrodatná odchylka | | | | 1,54 | 1,13 | 1,93 | 8,8 | 6,3 | 12,1 | 1,98 | 3,11 |
| Variační koeficient [%] | | | | 3,5 | 2,6 | 2,8 | 3,2 | 2,3 | 2,9 | 11,0 | 9,9 |

Zkušební těleso D78L, zkouška v tahu, 14. 11. 2023



Obr. 2 Zkouška v tahu za pokojové teploty – zk. těleso D78L

Zkušební těleso D78P, zkouška v tahu, 14. 11. 2023*Obr. 3 Zkouška v tahu za pokojové teploty – zk. těleso D78P***Zkušební těleso D910P, zkouška v tahu, 14. 11. 2023***Obr. 4 Zkouška v tahu za pokojové teploty – zk. těleso D910P***5. METALOGRAFICKÁ ANALÝZA OCELI**

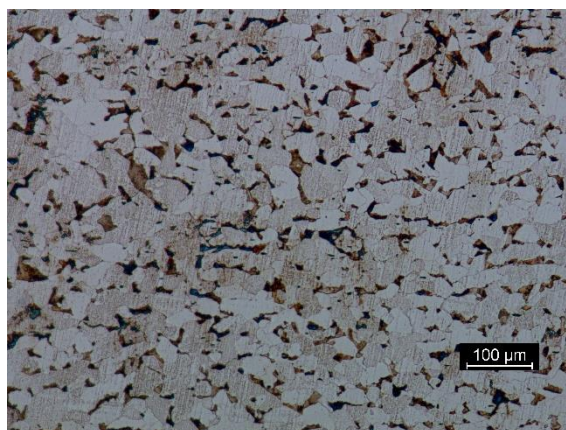
Metalografickou analýza byla stanovena na příčném řezu ocelového vzorku D78P. Analýzu provedla Ing. Veronika Steinerová.

Vzorek odebraný z dodaného ocelového vzorku D78P byl uříznut na mikropile. Takto připravený vzorek byl zalit za tepla do bakelitu a následně ručně broušen. Bylo provedeno pětistupňové broušení na SiC papírech o velikostech P 240, P 400, P 1000, P 1500 a P 2500 (označení dle FEPA). Po broušení bylo provedeno leštění diamantovou suspenzí velikosti 1 μm . Struktura na vyleštěném povrchu byla vyvolána leptáním pomocí dvouprocentního Nitalu. Vyhodnocení mikrostruktury bylo provedeno na optickém mikroskopu Nikon Eclipse ME600.

Snímek ocelového vzorku D78P po vybroušení a vyleštění diamantovou pastou získaný optickým mikroskopem je uveden na obr. 5. Ve vzorku jsou patrné vměstky seskupené v řádcích a také byl zachyven karbid. Mikrostruktura ocelového vzorku po naleptání dvouprocentním Nitalem je uvedena na obr. 6. xMikroskopickou analýzou bylo zjištěno, že se jedná o feriticko-perlitickou strukturu.



Obr. 5 Mikročistota vzorku D78P, zvětšení 100x



Obr. 6 Mikrostruktura vzorku D78P, zvětšení 100x, Nital 2 %

6. CHEMICKÁ ANALÝZA OCELI

Na základě objednávky byla provedena chemická analýza oceli. Chemická analýza dodané oceli byla provedena na 1 vzorku oceli označeném D78P. Chemická analýza ocelového vzorku byla provedena dne 8. 11. 2023 ve společnosti SVÚM a.s., Oddělení pevnosti. Z provedené chemické analýzy byla společností SVÚM a.s. vypracována Technická zpráva č.: 2330 177. V tabulce 3 jsou uvedeny průměrné hodnoty koncentrace základních prvků získaných z měření chemického složení na třech místech ocelového vzorku.

Tabulka 3: Chemická analýza oceli (akce: Diagnostika a přepočty strategických přemostění v oblasti OŘ Ústí nad Labem – II. etapa; most v km 1,007 TUDU 024202 (Karlovy Vary)).

| Ozk. zk. tělesa | C [%] | Mn [%] | Cr [%] | Mo [%] | V [%] | Ni [%] | Cu [%] | P [%] | S [%] | N [%] | Si [%] |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| D78P | 0,133 | 0,54 | 0,057 | 0,0036 | 0,0028 | 0,032 | 0,029 | 0,014 | 0,017 | 0,0059 | 0,228 |

7. SHRnutí A ZÁVĚRY

Na základě objednávky č. 2300 J 361 (interní číslo Kloknerova ústavu) Fakulty stavební ČVUT v Praze, Thákurova 7, Praha, byly provedeny materiálové zkoušky oceli odebrané v rámci akce: Diagnostika a přepočty strategických přemostění v oblasti OŘ Ústí nad Labem – II. etapa; most v km 1,007 TUDU 024202 (Karlovy Vary).

Na základě zjištěných skutečností lze konstatovat tyto rámcové závěry:

- Zkouškou v tahu bylo zjištěno, že **všechna zkušební tělesa vykazovala výraznou mez kluzu.**
- Získaná hodnota horní meze kluzu byla $R_{eH} = 272 \pm 8,8$ MPa, dolní meze kluzu $R_{eL} = 269 \pm 6,3$ MPa, a meze pevnosti $R_m = 421 \pm 12,1$ MPa.
- Z provedené mikroskopické analýzy bylo zjištěno, že vzorek D78P obsahuje vměstky seskupené v řádcích.
- **Z analýzy mikrostruktury vzorku D78P bylo zjištěno, že se jedná o feriticko-perlitickou ocel.**
- **Z chemické analýzy ocelového vzorku D78P bylo zjištěno, že se jedná o nízkouhlíkovou nelegovanou ocel.**

Závěry uvedené v této zprávě byly formulovány na základě výsledků laboratorních prací na vzorcích odebraných v určitých oblastech. Zpracovatel si vyhrazuje právo na korekce a doplnění závěrů, pokud budou zjištěny další podstatné skutečnosti, které byly nad rámec provedených prací nebo byly dodatečně zjištěny nebo mu byly zamlčeny.