

DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM A ZJIŠŤOVÁNÍ ZATÍŽITELNOSTI ŽELEZOBETONOVÉHO MOSTU EV. Č. KO-M-2 VE MĚSTĚ KOJETÍN

Kaplan Věroslav¹, Lojda Martin,² Coufal Dalibor³

ABSTRAKT

Cestné siete a miestne komunikácie sú definované mnohými prvkami. Dostatočná únosnosť mostov, ako jednej zo zložiek týchto sietí, prispieva ku komfortnej, bezpečnej a rýchlej doprave na určené miesto. Problém nastáva v prípade, keď dochádza k degradácii únosnosti mosta, pokiaľ nie je známa zaťažiteľnosť poškodené mostnej konštrukcie. Článok analyzuje existujúce diagnostické metódy použité pri zisťovaní zaťažiteľnosti železobetónového mosta ev. č KO-M-2 v Kojetíne. Princíp spočíva vo využití informačných technológií, ktoré môžu byť ďalej využité pre zdieľanie informácií medzi kooperujúcimi členmi za pomoci špeciálnej laboratória Reach-back.

Kľúčové slová:

Diagnostika, Mostné konštrukcie, Zaťažiteľnosť, Reach-back.

ABSTRACT

The road network is defined by many components. Sufficient capacity of bridges contributes to comfortable, safe and fast transport to a designated location. The problem occurs with a degradation in loading capacity of bridges, where the construction load is unknown. This paper analyzes the current diagnostic methods used on the bridge construction no KO-M-2 in Kojetin. The principle is usage of modern information technologies for sharing the information between cooperating members via the laboratory Reach-back.

Key words:

Diagnostics, Bridge construction, Loading capacity, Reach-back.

¹ doc. Věroslav Kaplan, Faculty of Military Technology, University of Defence, Kounicova 65, 662 10 Brno, Czech Republic. E-mail: veroslav.kaplan@unob.cz

² Martin Lojda, Ing., Faculty of Military Technology, University of Defence, Kounicova 65, 612 00 Brno, Czech Republic. E-mail: martin.lojda@unob.cz

³ Coufal Dalibor, Ing., Faculty of Military Technology, University of Defence, Kounicova 65, 612 00 Brno, Czech Republic. E-mail: dalibor.coufal@unob.cz

1 POPIS KONSTRUKCE MOSTU

Most KO-M-2 v obci Kojetín je mostem na místní komunikaci a je v majetku obce Kojetín. Mostní objekt je téměř přesně orientován ve směru od JV k SZ a tvoří předěl mezi ulicemi Mlýnská a Závodí. Vlastní konstrukce mostu je popisována v souladu s ČSN 73 6220. Ze statického hlediska se jedná o spojitý nosník se dvěma poli. Celková délka mostu je 18,736 m. Výpočtové rozpětí pole je 9,24 m. Most je trémový, má mírnou pravou šikmost.

Základy mostu nejsou viditelně přístupné. Mostní opěry (mlýnská a závodská) jsou popisovány společně. Spodní část mlýnské opěry je trvale pod hladinou Mlýnského potoka, spodní část závodské opěry je viditelně přístupná při ústupu hladiny na úroveň přibližně jednoho metru ode dna. Mezilehlá podpěra je tvořena plnou monolitickou betonovou stojkou obdélníkového průřezu s ostrými ledolamy na obou stranách. Mostní křídla jsou zbudována ze stejného materiálu a podobné kvality jako opěry.

Vodorovná nosná konstrukce mostu je tvořena pěti monolitickými železobetonovými trámy s náběhy ke střední podpěře, přičemž fasádní nosník na pravé straně mostu je zmenšený, podchodníkový. Trámy jsou vzájemně spojeny příčnicí a vytváří tuhý trémový rošt.

Mostovka je vytvořena jako zastropení tohoto trémového roštu v jeden monolitický celek, tzv. deskový trám. Tvoří ji relativně slabá monolitická deska, betonovaná společně s trámy a příčnicí.

Na základě vizuální prohlídky byly zjištěny závady, které mají zásadní vliv na snížení zatížitelnosti mostu. Jedná se především o celkové zatékání do konstrukce a dále o oslabení nosné konstrukce vybouráním dolních částí příčniců pro převedení sítí. [1]



Obrázek 1 Most ev.č. Ko-M-2 v Kojetíně

2 ZJIŠTĚNÍ ZÁKLADNÍCH MATERIÁLOVÝCH CHARAKTERISTIK

2.1 BETON

2.1.1 STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU KONSTRUKCE

Pevnost betonu opěr a nosné konstrukce byla stanovena sklerometrickou metodou, upřesněnou zjištěním pevností na jádrových vývrtech průměru 100mm. Zkušební postupy vycházely z platných ČSN 73 1315, 73 1317, 73 1373, 73 2011 a 73 0038 a dalších souvisejících předpisů.

2.1.2 CHEMICKÝ ROZBOR BETONU

Hloubka karbonatce betonu byla stanovována jednak pomocí indikátorů zbarvení fenolftaleinu ve vrtech a jádrových vývrtech a dále chemickým rozбором betonového prášku z vrtů vrtných do různých hloubek. Na základě tohoto rozboru bylo zjištěno, že zejména v oblasti mezilehlé podpěry a nosné konstrukce již není výztuž dostatečně chráněna proti korozi.

2.2 OCEL

2.2.1 ZJIŠTĚNÍ VÝZTUŽE RÁMŮ RADIOGRAFICKOU METODOU

Pro zjištění množství, polohy a průměru výztuže byla využita radiografická stereometoda křížového snímkování. Pro zjištění hlavní i smykové výztuže byl vybrán 3. trám v 1. poli, a to přibližně uprostřed jeho rozpětí a u mlýnské opěry. V řezu uprostřed bylo zjištěno 6 prutů hladkých o průměru 20 mm, v řezu u mlýnské opěry byly nalezeny 3 pruty hladké o průměru 20 mm. [1]



Obrázek 2: Levý – zjišťování množství, polohy a typu použité výztuže pomocí radiografické metody; Pravý – průběh výztuže mostovky

byl kontrolován mezi 2. a 3. trámem před závodskou opěrou.

2.2.2 ZJIŠTĚNÍ VÝZTUŽE MOSTOVKY ELEKTROMAGNETICKOU METODOU

Skutečný průběh výztuže mostovky bylo ověřeno mezi 2. a 3. trámem v bezprostřední blízkosti závodské opěry, a to elektromagnetickou indukční metodou. Průběh výztuže byl trasován během měření a vyznačen modrou barvou přímo na kontrolovanou konstrukci. Bylo zjištěno, že průměr hlavní výztuže mostovky je 8 mm, s hladkým, korodovaným povrchem. Průměr rozdělovací výztuže je 8mm, výztuž je hladká, na povrchu korodovaná, krytí 35mm, uložená je po 475mm. [1]

2.2.3 ZKOUŠKA TAHEM

Pevnost použité oceli v nosné konstrukci mostu byla ověřena tahovou zkouškou. Zkouška byla provedena na univerzálním trhacím stroji Zwick / Roel Z 100. Na základě naměřených hodnot byla ocel zatříděna jako ČSN 11 373.

2.2.4 ZKOUŠKA TVRDOSTI PODLE VICKERSE

Z kusu ocelové výztuže nosné konstrukce byl vytvořen vzorek, který byl podroben zkoušce tvrdosti na stroji Zwick / Roel ZHU 2.5. Na vzorku bylo provedeno 8 zkušebních vpichů, z nichž byl proveden aritmetický průměr. Výsledek zkoušky podle Vickerse byl HV10 = 110.

2.2.5 CHEMICKÁ ANALÝZA

Chemické složení vytvořeného vzorku bylo prováděno na zařízení LECO SA 2000. K měření byla použita metoda GDOES (Glow Discharge Optical Emission Spectrometry). Na vzorku bylo provedeno 10 měření a jejich aritmetickým průměrem bylo dáno přibližné složení oceli s hmotnostním podílem prvků: C – 0.08 %, Mn – 0.42%, P – 0.026%, S – 0.039%, Cu – 0.19%.

3 STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI MOSTU

3.1 STATICKÉ POSOUZENÍ

Podle normy ČSN 73 6203 – 86 se zatížení vozidly a lidmi může nahradit ideálním pohyblivým zatížením. Při stanovení zatížitelnosti se vychází ze zatěžovací třídy A. Ta platí pro dálnice a silnice I, II a III třídy. Norma ČSN 73 6203 – 86 zavádí pojem „normální“, „výhradní“ a „výjimečná“ zatížitelnost.

Normální zatížitelnost je maximální možná hmotnost jednoho vozidla při normálním svislém zatížení. Tato zatížitelnost může být dána jako:

- seskupení zatížení I – dvounápravové vozy v neomezené délce;
- seskupení zatížení II – dvounápravové vozy v délce 96 metrů;
- čtyřnápravové vozidlo.

Tato zatížení jsou v nejučinnější poloze v podélném i příčném směru. Při šířce zatěžovacího prostoru $2,5 \text{ m} < b < 5,5 \text{ m}$ se uvažuje pouze sestava tří vozidel na ploše $2,5 \times 36 \text{ m}$. Na ostatní ploše se uvažuje rovnoměrné zatížení $2,5 \text{ kN.m}^{-2}$.

Výhradní zatížitelnost mostů pozemních komunikací je pro zatěžovací třídu A nejméně 80 tun. Ta je realizována pomocí čtyřnápravového vozidla.

Při statickém výpočtu se vycházelo z maximálního ohybového momentu, který se porovnával s únosností mostní konstrukce.

Podle výpočtů (SUZA, I. Diagnostika mostu ev.č. KO-M-2 přes mlýnský náhon v Kojetíně příloha č. 5) lze závěrem říci, že posuzovaná mostní konstrukce, ve smyslu ČSN 73 6203 má **normální zatížitelnost 20 tun a výhradní zatížitelnost 28 tun.** [1]

4 ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKA MOSTU

Zatěžovací zkouška mostu byla provedena v souvislosti s diagnostikou mostu, při níž vznikla potřeba potvrdit nebo případně vyvrátit možnost zvýšení zatížitelnosti mostního objektu. K zatížení bylo použito jednoho zatěžovacího vozidla s hmotností 48,92 tuny. Tato hmotnost byla zvolena tak, aby demonstrovala zatížení, které je na mostní konstrukci běžně kladeno.

4.1 ZATĚŽOVACÍ STAVY

Zatěžovací stavy byly vyvolány symetrickým zatížením prvního pole mostu nákladním vozidlem o celkové hmotnosti uvedené výše. Těžiště zadních náprav bylo po najetí vozidla umístěno nad polovinu rozpětí 1. pole mostu.

4.1.1 PRVNÍ ZATĚŽOVACÍ STAV ZS1

Začátek záznamu měření ZS1 byl spuštěn 26. října 2010 v 10:40. Celková doba měření byla 4 000s. Svislé deformace (průhyby) byly vyhodnocovány dle ČSN 73 6209, přílohy A, a to pro železobetonové konstrukce. [1]

4.1.2 DRUHÝ ZATĚŽOVACÍ STAV ZS2

Začátek záznamu měření ZS2 byl spuštěn 26. října 2010 ve 12:00. Celková doba měření byla 5 500s. Svislé deformace (průhyby) byly vyhodnocovány dle ČSN 73 6209, přílohy A, a to pro železobetonové konstrukce. [1]

4.1.3 ŘÍZENÉ COUVÁNÍ

Režim řízeného couvání nebyl z hlediska uvedené normy vyhodnocován. Šlo o simulaci pohybu těžkého vozidla na mostě při ztížených manévrovacích podmínkách, podmíněných komplikovaným vjezdem / výjezdem z hlavní brány mlýna Kojetín. K tomuto zvláštnímu zatěžovacímu stavu bylo přikročeno ze zkušenosti s kolizním stavem dvou kamionů a jejich komplikovaných manévrech. [1]

ZÁVĚR

Podíl naměřených hodnot trvalých deformací k celkovým naměřeným hodnotám deformací je pod hranicí 0,25. Dá se říci, že první rozpětí mostu je podle zátěžového testu v dobrém stavu. Druhá pole mostu je však ve výrazně horším stavu a maximální naměřené hodnoty trvalých deformací v hodnotě 10% u všech hodnocených měření vyžadují zvýšenou pozornost. Beton C16/20, z něž je vyrobena mostovka, s hustotou 2160 kg/m³ je možné považovat za nižší standard. [1] Na základě výsledků měření zatížitelnosti mostu není v žádném případě možné zvyšovat jeho únosnost. Naopak je nezbytně nutné provést řadu oprav k zachování stávající únosnosti mostu, a na základě statického posouzení konstrukce snížit zatížitelnost konstrukce.

Použití konceptu laboratoře Reach-back koncepce je v tomto případě přínosem. Spočívá zejména v poskytování technické podpory a sdílení poznatků mezi kooperujícím technickým oddělením univerzity a technikem pracujícím v terénu. [2] Informace a data jsou sdíleny ve vizuální podobě a jsou okamžitě k dispozici pro určené týmy nejen na konkrétním území, ale na celém světě. Využitelnost laboratoře Reach-back bylo již úspěšně několikrát prokázáno, například při povodních v roce 2006 nebo 2009. [3]

LITERATURA

- [1] SUZA, I. Diagnostika mostu ev. č. KO-M-2 přes mlýnský náhon ve městě Kojetín. Brno: Mostní a silniční s.r.o., 2010. p. 136
- [2] MAŇAS, Pavel; SOUŠEK, R. On Cooperation between Military and Civilian Authorities in the Czech Republic during Crisis Situation in Transport. In International Conference on Engineering and Meta-Engineering icEME 2010. Orlando, Florida, USA: IIIS, International Institute of Informatics and Systemics, 2010, p. 12-14. ISBN 978-1-934272-83-1.
- [3] MAŇAS, Pavel; MAZAL, Jan. The Reach-Back Concept in The Czech Army Corps of Engineers. International Conference on Military Technologies. Brno: Faculty of Military Technology, University of Defence, 2009. ISBN 978-80-7231-648-9.

Článek recenzoval:
prof. Ing. Miloslav Seidl, PhD.