



## HODNOCENÍ ZDĚNÝCH MOSTŮ

Zpracovali: Doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc., Ing. Radim Nečas, Ph.D. (Fakulta stavební VUT v Brně)

### Souhrn

Hodnocení zděných mostů je stále naléhavější v souvislosti s rostoucím stářím zděných konstrukcí na jedné straně a se vzrůstající intenzitou provozu jakož i se vzrůstajícími nápravovými tlaky na straně druhé. Důležitý aspekt zejména hodnocení železničních zděných mostů, které v tšinou pocházejí z let 1840 až 1920, je vedle úpravy a stanovení zatžitelnosti a předhodnosti odhad jejich zbytkové životnosti spolu s volbou způsobu jejich efektivní opravy.

Pro dosažení uvedených cílů nelze postupovat jen tradičními metodami vizuální inspekce, protože tyto poskytují jen podklady pro odhad integrity zděné mostní konstrukce, jež je výchozím předpokladem pro následnou analýzu konstrukce založenou na prutových lineárních modelech (tradiční vzorce pro výpočet vnitřních sil, prutové modely vystihující konstrukci v podélném směru, nepřesné a silně proměnné závadné charakteristiky zdiva na základě odděleného hodnocení staviva a malty, nemožnost vystižení spolupůsobení okolního materiálu, zanedbávání degradace staviva, nemožnost vystižení únavy zdiva).

Proto je účelné rozšířit vizuální inspekci o metody umožňující způsobem odhad materiálových charakteristik zdiva in situ a o metody srovnávací vhodně stanovené in situ změně statické a dynamické údaje konstrukce s hodnotami pokroilých modelů zděných mostů. Uvedené postupy pak mohou vést na pokroilou volbu způsobu opravy zděných mostů s výrazným prodloužením jejich zbytkové životnosti, což je hlavně na železniční síti ekonomicky významné. Na popisované hodnocení je žádoucí nahlížet jako na otevřený systém, který umožňuje zařadit dále vyvinutých diagnostických postupů a inovací.

### Oblast použití

Hodnocení zděných mostů lze využít všude tam, kde jsou stále v provozu zděné mosty z uvedeného období. To je především pro hodnocení zděných mostů převážně ve správě SŽDC, dále na silničních komunikacích ve správě SD a krajských SÚS

a také klenbových mostů na obecních a místních komunikacích ve správě obcí.

### Uplatnění postupu

Hodnocení zděných mostů má následující hierarchické členění:

#### A) Základní hodnocení na úrovni správce mostu

1. Hodnocení integrity vizuální inspekci.

#### B) Rozšířené hodnocení na běžné inženýrské úrovni

1. Hodnocení integrity vizuální inspekci.
2. Odhad parametrů zdiva (násyp) podle normových a tabulkových podkladů.
3. Běžné stanovení zatžitelnosti prutovými modely s využitím údajů zjištěných podle bodů B.1 a B.2.

#### C) Pokroilé hodnocení

1. Hodnocení integrity vizuální inspekci.
2. Způsobem odhad parametrů zdiva měřením na existujícím zdivu zděného mostu (stanovení modulu pružnosti, odvození pevnosti).
3. Způsobem odhad parametrů zděné konstrukce včetně interakce s okolím na základě změřených hodnot stanovených statickým nebo dynamickým zatříváním.

#### D) Pokroilé hodnocení se zahrnutím časového vývoje

1. Hodnocení integrity vizuální inspekci.
2. Způsobem odhad parametrů zdiva měřením na existujícím zdivu zděného mostu (stanovení modulu pružnosti, odvození pevnosti).
3. Způsobem odhad parametrů zděné konstrukce včetně interakce s okolím na základě hodnot změřených statickým nebo dynamickým zatříváním.
4. Určení časového vývoje degradace materiálů a konstrukce prostřednictvím dlouhodobým monitorováním trhlin a dalších deformací veličin.

### Příklady metod

V rozsahu technického listu lze pouze ilustrovat některé vybrané metody; jejich úplný popis jde svým rozsahem mimo rozsah technického listu.

Pro zpevnění odhad parametr porušeného zdiva (modulu pružnosti a pevnosti) podle D.2 lze využít *Technologie ověření spolupůsobení oddělených částí mostní klenby*. Tato slouží k ověření, zda podélnými trhlinami porušená mostní klenba působí jako jeden celek nebo jako několik oddělených částí. Princip technologie měření spočívá v osazení několika měřících zařízení pro sledování zdivých klenbových konstrukcí (dále „ramenátový zesilovač“) paralelně zapojených podél příčné osy mostní klenby (obr. 1). Vyhodnocením lze získat poměrné přetvoření vyvolané zatížením ve vrcholu klenby a srovnáním hodnot podél příčné osy lze prokázat míru spolupůsobení oddělených částí mostní klenby.

Technologie ověření spolupůsobení (ramenátového zesilovače) je vhodnou metodou pro určení velikosti přetvoření libovolného průřezu na konstrukci se zakřivenou stědicí.



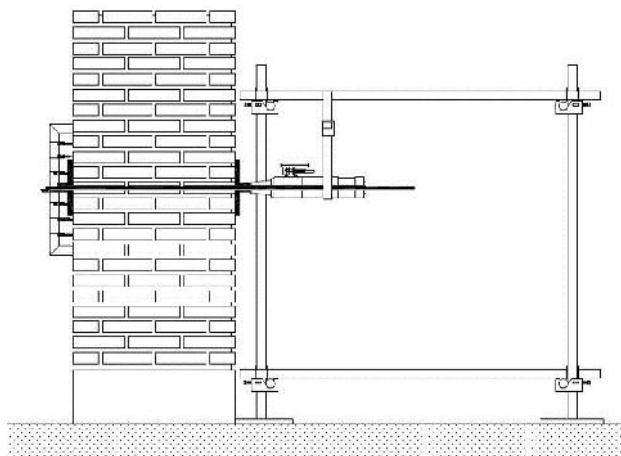
Obr. 1 Soustava ramenátových zesilovačů in situ.

Pro zpevnění odhad parametr zdiva (modulu pružnosti a pevnosti) podle D.2 lze využít *Měření modulu pružnosti zdiva jeho skutečným zatížením* s následným pokračujícím numerickým vyhodnocením. Uvedené měření slouží pro stanovení charakteristik zdiva klenbových mostů ve směru rovnoběžném s ložnou spárou pomocí proměnného předpětí vyvozeného předpínacím lanem a dutým napínacím lisem (obr. 2).

Skutečné materiálové charakteristiky (krátkodobý modul pružnosti zdiva a popřípadě z něj odvozená charakteristická pevnost zdiva) se určí pomocí změřené závislosti zatlačení roznášecí desky na vnesené tlakové síle. Změřené hodnoty se porovnávají s hodnotami na numerickém modelu s vhodně modelovaným zdivem, v tštinou jako kontinuum s kondenzovanými parametry.

Dalším příkladem metody podle bodu D.3 je *Zpevnění odhad parametr zdiva konstrukce v etn interakce s okolím*. Metoda je založena na přetvoření měření deformací odezvy staticky nebo dynamicky zatíženého klenbového mostu

a následným upřesněním numerického modelu (v tštinou skoepinové, lépe objemové modely); měřící práce jsou ilustrovány na obr. 3.



Obr. 2 Měřící sestava osazená na zdivém mostním pilířem.



Obr. 3 Měření deformací odezvy klenbového mostu.

## Závěr

Výše uvedené postupy podle tohoto technického listu mohou vést kromě možnosti vyšší exploatace existujících zdivých mostů i zachování náležitě spolehlivosti také na pokračující volbu způsobu opravy zdivých mostů s výrazným prodloužením jejich zbytkové životnosti.

## Literatura

- [1] KLUSÁ EK, L.; BUREŠ, J.; NE AS, R. Identification of basic material properties of the masonry arch bridge using full-scale load test. In 10th International Conference NDT 2012, Non-Destructive Testing in Engineering Practice. 2012. Brno: CERM, s.r.o., 2012. s. 40-50. ISBN: 978-80-7204-823-6.
- [2] KLUSÁ EK, L.; NE AS, R.; STRNAD, J.; POŽÁR, M. Technologie ověření spolupůsobení oddělených částí mostní klenby, Technický list WP3, 3.3, 2014.
- [3] KLUSÁ EK, L.; NE AS, R.; STRNAD, J.; POŽÁR, M. Stanovení modulu pružnosti zdiva pomocí jednolanového napínacího lisu - měření, Technický list WP3, 3.3, 2015.