

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

APLIKACE DLOUHODOBÉHO SLEDOVÁNÍ STAVEBNÍHO STAVU PRO ÚČELY HODNOCENÍ STÁVAJÍCÍCH ZDĚNÝCH ŽELEZNIČNÍCH OBLOUKOVÝCH MOSTŮ

LONG TERM CONDITION MONITORING IN ORDER TO ASSESSMENT OF EXISTING
MASONRY ARCH RAILWAY BRIDGES

TEZE DISERTAČNÍ PRÁCE
ABBREVIATED DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Ing. JAN KŮRKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Ing. LEONARD HOBST, CSc.

BRNO 2010

Klíčová slova

hodnocení, poruchy, zděné železniční klenuté mosty, dlouhodobé sledování

Key words

assessment, defects, arch masonry railway bridges, long term monitoring

Obor

3917V001 Soudní inženýrství

Místo uložení práce

Ústav soudního inženýrství VUT v Brně

OBSAH

| | | |
|------|---|----|
| 1 | ÚVOD | 5 |
| 1.1 | Zařazení tématu do systému soudního inženýrství | 6 |
| 2 | POJEM HODNOCENÍ..... | 7 |
| 3 | NÁVRH METODIKY HODNOCENÍ..... | 7 |
| 3.1 | Vstupní data | 7 |
| 3.2 | Algoritmus hodnocení | 8 |
| 3.3 | Uplatnění pravděpodobnostních metod | 9 |
| 4 | DÍLČÍ KROKY HODNOCENÍ | 9 |
| 4.1 | Stanovení účelu hodnocení | 9 |
| 4.2 | Scénáře | 10 |
| 4.3 | Předběžná prohlídka..... | 11 |
| 4.4 | Studium dokumentace a dalších zdrojů | 12 |
| 4.5 | Předběžné ověření | 13 |
| 4.6 | Rozhodnutí o okamžitých opatřeních | 14 |
| 4.7 | Doporučení pro další postup | 15 |
| 4.8 | Činnosti v průběhu omezené použitelnosti | 15 |
| 4.9 | Podrobné hodnocení..... | 16 |
| 4.10 | Provizorní konstrukční opatření..... | 16 |
| 4.11 | Monitoring | 16 |
| 4.12 | Podrobný průzkum..... | 17 |
| 4.13 | Analýza konstrukce..... | 17 |
| 5 | ZÁVĚR..... | 18 |
| 5.1 | Shrnutí Dílčích závěrů | 18 |
| 5.2 | Dosažení cílů..... | 18 |
| 5.3 | Přínos k rozvoji oboru soudní inženýrství | 19 |
| 6 | POUŽITÉ ZDROJE | 20 |
| 6.1 | Články a monografie | 20 |
| 6.2 | Výzkumné zprávy, posudky, projekty | 21 |
| 6.3 | Normy a předpisy | 22 |
| 6.4 | Seznam vlastních prací vztahujících se k disertační práci | 23 |
| 7 | ABSTRAKT..... | 24 |

1 ÚVOD

Cílem dlouhodobého sledování konstrukcí je vytvoření časového modelu vzájemných interakcí mezi stavebním objektem a jeho okolím. Tento model by měl zahrnout všechny situace, které v průběhu užívání, ale i v průběhu výstavby nastaly. Úkolem hodnotitele je potom analyzovat zjištěné skutečnosti vyplývající z chování modelu a obhájit své hodnocení před zadavatelem práce. Je-li hodnotitel soudním znalcem, potom jeho cílem při znalecké činnosti je dle Bradáče [8] přetlumočit problematiku svého oboru do formy, jež je srozumitelná pro orgány činné v příslušném řízení i pro subjekty, jichž se výsledek řízení týká. Přitom způsob práce znalce musí být v souladu se zásadami procesního řízení v dané věci.

Koncepce disertační práce vychází z aktuálních požadavků na vytvoření standardního postupu znalce při průzkumu stávajících zděných železničních klenutých mostů pro účely následného hodnocení. Nezbytným podkladem pro hodnocení libovolného mostního objektu je zjištění jeho stavebního stavu. Veličin a podkladů, které je potřebné o mostním objektu nashromáždit, je celá řada. Pro mnohé z nich je normalizována nebo jinak teoreticky zpracována metodika jejich zjišťování. Jde především o údaje související s materiálovými a konstrukčními vlastnostmi, s rozměry, s vlivy prostředí a s dalšími podmínkami, které jsou aktuálně stanoveny pro stávající mostní objekt a pro jeho současné i předchozí zatížení. Se zjišťováním potřebných údajů souvisí i přístrojová a vyhodnocovací technika, která je dnes na vysoké úrovni, avšak vyžaduje kvalifikovaný obslužný personál. Přes všechny výhody techniky a normalizované postupy se může kvalita průzkumu, jeho vyhodnocení a interpretace výsledků ve znaleckém posudku značně lišit, a to v závislosti na osobě posuzovatele, jeho odborné kvalifikaci a zkušenostech. Z uvedeného tedy vyplývá, že pro zdárné vypracování znaleckého posudku nestačí jen držet se obecných zásad pro práci znalce, ale je vhodné postupovat i podle znaleckého standardu, který znalce provede danou metodikou a upozorní na úskalí, jež se mohou vyskytnout v průběhu zajišťování důkazů, opatřování podkladů, odběru vzorků, experimentování a vyhodnocování. Návrh takového standardu je stěžejním úkolem této disertační práce.

V experimentální části disertační práce je čerpáno z realizovaných posudků a stavebně technických průzkumů zděných železničních klenutých mostů, jenž byly zadávány za účelem odstranění havarijního stavu těchto objektů. V disertační práci jsou podrobně rozebrány nejen výsledky prováděných průzkumů, ale jsou zde zohledněny i výsledky dlouhodobého sledování uvedených objektů. Závěry učiněné na základě dlouhodobého sledování mostních objektů mají klíčový vliv na hodnocení i na samotný návrh znaleckého standardu.

Vybrané železniční mosty vzhledem k jejich rozmístění na území celé České republiky představují natolik statisticky významný a reprezentativní vzorek, že lze na základě něj získané výsledky zobecnit a docílit tak objektivního pohledu na

problematiku znalecké činnosti při objasňování příčin havárií zděných železničních klenutých mostů.

Ze strany provozovatele dráhy nejen v ČR, ale i v zahraničí lze v posledních letech pozorovat zvýšený zájem o posuzování stávajících zděných železničních klenutých mostů. Důvodem je stále velký počet těchto typů mostů v železniční síti, jejich obecně špatný stavební stav a stáří přesahující 100 let. Dále pak požadavek na vyšší nápravné tlaky a vyšší přepravní rychlosti při zachování stávajícího objektu. Situace vyvolala potřebu vytvoření standardního postupu při hodnocení zděných mostů alternativními metodami jako je analýza dlouhodobého sledování stavebního stavu.

1.1 ZAŘAZENÍ TÉMATU DO SYSTÉMU SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

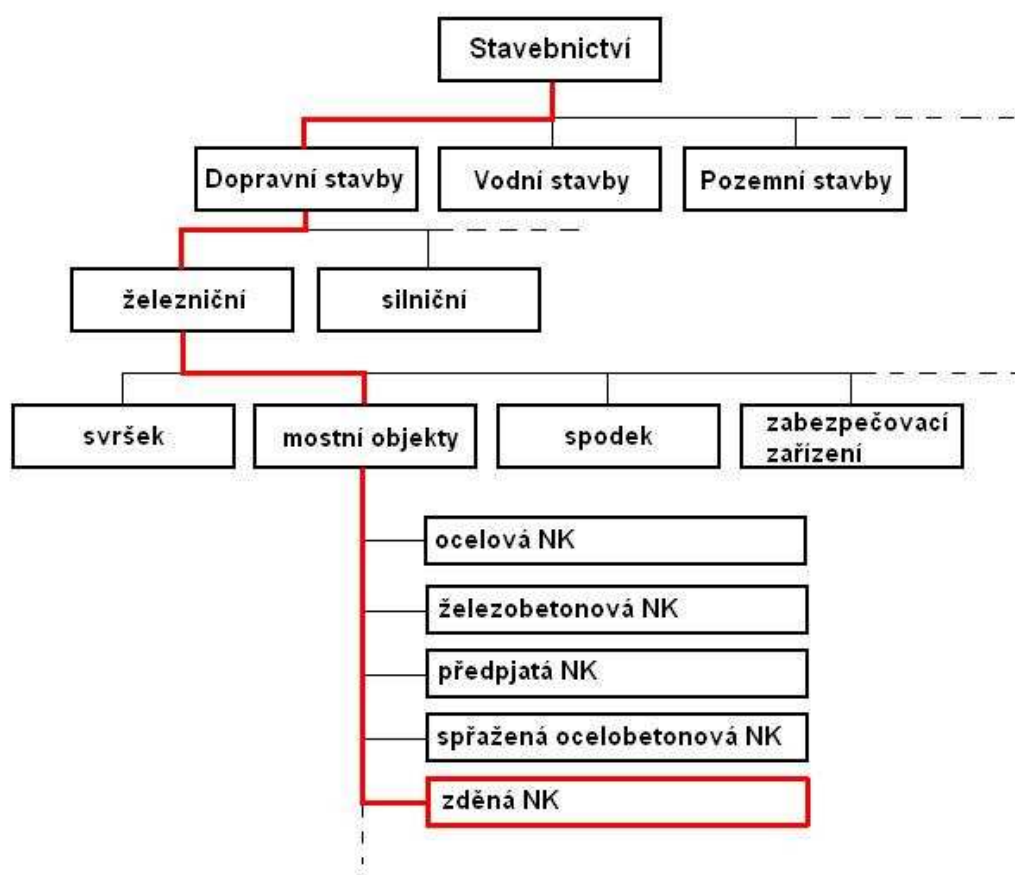


Schéma č.1 Zařazení tématu do systému soudního inženýrství

Téma disertační práce: Aplikace dlouhodobého sledování stavebního stavu pro účely hodnocení stávajících zděných železničních obloukových mostů.

Základní obor: **Stavebnictví**

Odvětví: **Stavby dopravní**

- zvláštní specializace: **Železniční mosty**

Specializace obsahuje:

- Mosty s ocelovou nosnou konstrukcí;
- Mosty s železobetonovou nosnou konstrukcí;
- Mosty s nosnou konstrukcí z předpjatého betonu;
- Mosty s nosnou konstrukcí se zabetonovanými nosníky nebo jinými tuhými vložkami;
- Mosty se spřaženou ocelobetonovou nosnou konstrukcí;
- **Mosty se zděnou nosnou konstrukcí;**
- Spodní stavba mostu;
- Mostní vybavení.

2 POJEM HODNOCENÍ

Hodnotit mostní objekt můžeme z různých hledisek. Hodnocení z hlediska spolehlivosti je kvantitativní vymezení schopnosti mostu přenést statické a dynamické zatížení [25]. Je to kombinace vlivu geometrického tvaru konstrukce, použitých materiálů, vzájemného spolupůsobení částí konstrukce a stavebního stavu konstrukce. Hodnocení je i soubor činností vedoucí ke zjištění, zda je spolehlivost konstrukce přijatelná či nikoliv [27]. Cílem hodnocení je definovat zatížení, které může most ještě přenést a které s jistou pravděpodobností nezpůsobí vážné poškození, tak aby mohl most plnit svou funkci [27].

Hodnocení stavebního stavu mostu je slovní vyjádření charakterizující přítomnost poruch a úroveň degradace mostního objektu. Vliv poruch na hodnocení existujících konstrukcí je popsán v mnoha domácích i zahraničních publikacích. Srovnej [14], [15], [16], [17], [20], [22], [23].

V závěrečném dokumentu pracovní skupiny zabývající se tématem prohlídek a hodnocení stavebního stavu [18] se hovoří o hodnocení jako o procesu, který se obecně skládá ze tří fází. Sběr vstupních dat, analýza konstrukce za použití vstupních dat a ověření získaných poznatků z hlediska bezpečnosti, trvanlivosti a použitelnosti. I přes existenci celé řady počítačových programů pro analýzu stavebních konstrukcí je potřebný zdravý úsudek hodnotitele. Hodnotit z tohoto úhlu pohledu znamená rozpoznat, jaké je chování konstrukce pod zatížením a jaké poruchy jsou slučitelné s bezpečným provozováním mostního objektu. Hodnotit také znamená vědět, jaké výsledky lze očekávat ještě před provedením analýzy konstrukce. Hodnotit v konečném důsledku znamená dokázat interpretovat výsledky analýzy s ohledem na skutečný stav konstrukce.

3 NÁVRH METODIKY HODNOCENÍ

3.1 VSTUPNÍ DATA

Hodnocení stávajících konstrukcí z hlediska spolehlivosti pomocí pravděpodobnostních metod dle Příručky pro hodnocení existujících konstrukcí [24]

vyžaduje poměrně velké množství vstupních dat o současném i minulém působení konstrukce a zejména u zděných klenutých mostů je velmi obtížné je stanovit. Zkoumané veličiny, mezi které patří průřezové a materiálové charakteristiky, tvar konstrukce, zatížení a vliv prostředí, jsou navíc náhodně proměnné. K tomu je nutno připočítat nejistoty ve statickém působení v různých stádiích ať už při výstavbě, tak při stavebních zásazích nebo haváriích. Do výpočtu spolehlivosti resp. analýzy konstrukce vstupují data s nízkou vypovídací hodnotou, jelikož přesnější a větší počet dat nelze získat. Tato skutečnost vede k závěru, že podrobnými výpočty spolehlivosti nelze za těchto podmínek postihnout reálný stav konstrukce zděného mostu. K podobnému závěru došli i autoři projektu UIC pro hodnocení, spolehlivost a údržbu zděných klenutých mostů [14]. Je-li při ověřování spolehlivosti pravděpodobnostními metodami tak velké množství nejistot, může se přistoupit k hodnocení na základě dřívějšího uspokojivého chování konstrukce. Tuto hypotézu navíc podporují výsledky mnoha studií např. autoři Pátý, Sláma, Vodsloň v materiálu k novelizaci předpisu o přechodnosti železničních mostů [25] mimo jiné uvádějí: „Po zmíněné analýze normálií [34] lze konstatovat, že mosty podle nich navržené, pokud se u nich nevyskytují výrazné poruchy či závady (např. v kvalitě zdiva, trhliny apod.), vyhovují požadavkům dnešního železničního provozu i pro třídu přechodnosti D4 UIC“. Prof. Harvey ve své studii [12] uvádí: „Klenby s nízkým stálým zatížením, a tedy s nízkým předpětím, mohou být náchylné k poškození provozem od současně provozovaného zatížení. Při použití nynějších pravidel pro posuzování se tyto mosty jeví jako bezpečné“

Navrhovaná metodika hodnocení vychází z obecného systému hodnocení uvedeného v normě ČSN 13822 [27] v kapitole 8, a skládá se z následujících bodů:

- stanovení účelu hodnocení,
- scénáře,
- předběžná prohlídka,
- studium dokumentace a dalších zdrojů,
- předběžné ověření,
- rozhodnutí o okamžitých opatřeních,
- doporučení pro další postup.

3.2 ALGORITMUS HODNOCENÍ

Algoritmus hodnocení může mít následující podobu:

vymezení problému → co hledám

volba metody → jak to najdu

prohlídka místa → kde to najdu

ověření nalezeného → jak je to závažné

rozhodnutí → co s tím

interpretace výsledků → co to znamená

3.3 UPLATNĚNÍ PRAVDĚPODOBNOSTNÍCH METOD

Hodnotitel/znalec je zpravidla vyzván k podání posudku v okamžiku, kdy má konstrukce poruchu, ale ještě nebylo dosaženo meze únosnosti, tj. pravděpodobnost poruchy je 100%, zbytková životnost je neznámá. V rámci procesu hodnocení hodnotitel následně hledá nejslabší část mostu, aby případně podle účelu posudku stanovil, za jakou dobu dosáhne kritické místo mezního stavu.

Životnost konstrukce s poruchou ovlivňuje:

- zatížení a jeho změny (provozní, extrémní, nehoda, dřívější stavební úpravy...),
- klimatické podmínky a jejich změny (teplota, déšť, látky rozpuštěné v ovzduší...),
- ostatní poruchy, které mohou násobit účinek hlavní poruchy,
- charakter poruchy (orientace, tvar, velikost...),
- materiálové vlastnosti (stupeň degradace...).

Do procesu rozhodování o zbytkové životnosti vstupuje velké množství neznámých veličin. Následkem toho nelze pomocí výpočtu ani za pomoci dobrého odhadu stanovit dobu, po kterou bude konstrukce bezpečná. Je-li hodnotitelem nalezený stavební stav konstrukce výsledkem dlouhodobého chátrání konstrukce, je možné přistoupit k hodnocení na základě dřívějšího uspokojivého chování konstrukce a volit opatření převážně konstrukční. Nastal-li havarijní stav konstrukce náhle, je nutno rozhodnout o okamžitém provozním opatření.

4 DÍLČÍ KROKY HODNOCENÍ

4.1 STANOVENÍ ÚČELU HODNOCENÍ

Stavební stav mostu ovlivňuje celá řada veličin. Obecně lze říci, že se jedná o veličiny časově proměnlivé. Patří sem zatížení, geometrický tvar konstrukce, vlastnosti použitých materiálů, vzájemné působení jednotlivých konstrukčních prvků (malta/klenák, opěra/podloží, čelní zeď/výplň za rubem, atd.), základové poměry, působení vody, vegetace a přírodního prostředí na mostní objekt. Výsledkem působení zmiňovaných veličin je postupná degradace mostního objektu v čase a pokles schopnosti odolávat zatížení. Z toho plyne logický závěr, že pokud je odolnost mostu časově proměnlivá veličina, musí i hodnocení probíhat v časových intervalech, aby informace o stavu mostu byla stále aktuální.

K ověřování stavebního stavu konstrukce a následně k jejímu hodnocení se přistupuje nejčastěji z těchto důvodů:

- Konstrukce byla po krátkou dobu vystavena extrémnímu zatížení, např. náraz vozidla, tlak vody, požár, vyšší moc, apod.

- Konstrukce je po delší dobu vystavena zvýšenému zatěžování, např. vyšší rychlost, vyšší hmotnost na nápravu, dlouhodobé průsaky apod., přičemž poruchy mostu vykazují pohyb nebo nárůst.
- Vlastník plánuje změnu v užívání konstrukce mostu a je nutno ověřit její uskutečnitelnost.
- Konstrukce mostu vykazuje poruchy bez zjevné příčiny a s ohledem na význam konstrukce je nutno posoudit její spolehlivost (zanedbaná údržba, skryté či nepřístupné povrchy uvnitř konstrukce, podcenění závažnosti poruchy, porucha inženýrských sítí v blízkosti mostu, zazděný mostní otvor, apod.)
- Není znám stavební stav mostu ani jeho historie neboť vlastník mostu neprováděl řádně dohlédací činnost.
- Nastala potřeba aktualizovat informace o stavebním stavu konstrukce.
- Obchodní spor o odpovědnosti za vady díla – reklamace.
- Posouzení efektivity investice do provozních nebo konstrukčních opatření.

4.2 SCÉNÁŘE

Pro identifikaci všech možných kritických situací je nutné nejprve pojednat o typických poruchách, jejich obvyklém rozvoji až po závěrečné selhání konstrukce. Na základě znalosti obvyklého chování konstrukcí lze volit vhodná opatření k zajištění bezpečnosti konstrukce. Lze říci, že po stanovenou dobu účinnosti okamžitých opatření, je konstrukce s jistými omezeními použitelná. Poruch klenutých mostů a jejich příčin je celá řada. Tabulka 1 ukazuje přehled známých poruch zaznamenaných na území ČR podle výsledků studie [45].

V dalším kroku byly účelově vybrány typické poruchy bez ohledu na příčiny, které jsou doprovázeny zřetelným pohybem. Pohyb lze relativně snadno identifikovat. Můžeme měřit jeho velikost, směr, časový a teplotní průběh apod. Pohyb je možno dočasně zpomalit pomocí okamžitých konstrukčních nebo provozních opatření. V úvahu připadají tyto poruchy:

- podélné trhliny,
- příčné trhliny,
- vypadávání stavebních prvků,
- boulení nebo vysouvání čelní zdi,
- změna geometrie tvaru klenby.

| |
|--|
| Eroze základových prvků |
| Podemílání a vyplavování ochranných prvků základů |
| Sedání pilířů a opěr |
| Podélné trhliny v klenbě |
| Podélné trhliny mezi čelním obloukem a klenbou |
| Diagonální trhliny v klenbě |
| Příčné trhliny v klenbě |
| Vertikální trhliny v pilířích a opěrách |
| Stupňovité trhliny v pilířích či opěrách, čelních stěnách a křídlech |
| Vertikální trhliny mezi vlnolamem a pilířem |
| Vodorovné trhliny v opěrách |
| Vertikální trhliny mezi opěrou a křídlem |
| Trhliny v omítkách |
| Průsaky zdivem klenby a spodní stavbou |
| Boulení čelní zdi |
| Naklánění a boulení zdiva křídél |
| Boulení zdiva opěr a pilířů |
| Vysunutí římsy |
| Separace čelní zdi |
| Separace povrchových vrstev zdiva |
| Kaverny – vypadané zdivo |
| Degradace stavebních prvků |
| Degradace zdicí malty |
| Obroušení zdiva dopravou |

Tab. 1 Přehled známých poruch zděných klenutých mostů

4.3 PŘEDBĚŽNÁ PROHLÍDKA

Primární informace, kterou si hodnotitel opatří před prohlídkou, se týká důvodu prohlídky a popisu konstrukce, nejlépe z projektu, pokud je dostupný. Dále informace o výstavbě, konstrukčních změnách a chování v průběhu užívání, ideálně ze zápisů z předchozích prohlídek.

Před samotným zahájením prohlídky mostu se doporučuje hodnotiteli vypracovat plán prohlídky, definovat si cíle a prostředky, kterými cíle dosáhne. V praxi to znamená sepsat seznam otázek, na které bude v terénu hledat odpovědi. Součástí plánu musí být seznam diagnostických metod, pomůcek a zařízení potřebných k prohlídce. V předstihu je nutno potřebné přístroje, pomůcky a zařízení opatřit nebo objednat a zajistit účast správce mostu a dalších důležitých osob.

Neméně důležité je také ověření dostupnosti mostu a objednání potřebné prohlížečské techniky.

Nezbytné pomůcky a zařízení pro provedení prohlídky jsou čistící prostředky a nástroje (kartáče, brusky, vrtačky, drátkovače, kapesní nůž, svinovací metr, vodováha, spároměrka, kladívko, olovnice, atd.), prohlížečské pomůcky (kalibrovaný dálkoměr, dalekohled, Brinellova lupa, fotoaparát, kamera, chemická souprava, teploměr, vlhkoměr, zrcátko, atd.), bezpečnostní zařízení (bezpečnostní úvazky, jistící lana, lékárníčka, vysílačka, přilba atd.), ostatní pomůcky (značkovač, lampa, komparátory, penetrační souprava atd.)

Při předběžné prohlídce jsou využívány diagnostické metody, jež lze aplikovat bez náročné předchozí přípravy a plánování. Vizuální prohlídka přístupných povrchů, termografie, fotogrammetrie tvaru, povrchové testování vlastností materiálu. V rámci prohlídky dojde i k ověření stavu zabudovaných měřidel a odečtení jejich aktuálních hodnot.

Na místě samém hodnotitel provede ohledání. Ověří si základní poznatky o mostě získané studiem dokumentace jako je typ nosné konstrukce konstrukční systém, počet mostních otvorů poloha mostu vzhledem k železniční trati a vzhledem k přemostované překážce.

Následuje dokumentace bezprostředního stavebního stavu pochůzkou, při které se doporučuje použít videokameru. Cílem je zejména odhalit původní povrchy konstrukcí, přítomnost vlhkosti a průsaků vody, přítomnost vegetace, nepřírodní tvary a deformace, známky zvětrávání, známky nepřírodního pohybu konstrukce.

Po seznámení se s objektem následuje zevrubná prohlídka s lokalizací poruch, definování směru vlevo, vpravo, začátek, konec, popis poruchy, délka, hloubka, šířka, orientace, počet, rozsah, vzdálenost od pevného bodu, popis stavu povrchu v době konání prohlídky – mokro, vlhko, sucho, prach, vegetace, přístupnost místa poruchy, teplota místa poruchy, stopy po interakci s jiným tělesem, stopy po opravách, vyztužení a sanacích mostu, stopy po stavební činnosti v okolí mostu, a pravděpodobné příčiny poruch. Prohlídkou je vhodné také stanovit místa pro následný odběr vzorků a identifikaci důležitých míst pro další podrobnější zkoumání.

4.4 STUDIUM DOKUMENTACE A DALŠÍCH ZDROJŮ

Správnost a přesnost hodnocení mostu ovlivňuje mimo jiné i úroveň dostupné dokumentace. Dokumentace je obvykle dostupná u správce. Není však vyloučeno, že bude pozměněna nebo ztracena. Proto je nutno hledat i u projektantů, v muzeu, v kronikách měst, v soukromých sbírkách, na dobových fotografiích apod. Pro představu, stáří klenutých mostů je v průměru 130 let, jejich dokumentace tudíž musela přežít dvě světové války, změny politických režimů, změny vlastníků,

stěhování archívů a svévoli správců. Z hlediska hodnocení mostních objektů je původní dokumentace velmi cenným dokumentem.

| |
|---|
| Projektová dokumentace a dokumentace skutečného provedení |
| Informace z průběhu výstavby, stavební deníky |
| Zápisy z dohlédací činnosti včetně mimořádných prohlídek a sledování |
| Geotechnické průzkumy |
| Stavebně technické průzkumy |
| Historie zatížení od návrhového přes mimořádná až po současná provozní |
| Dokumentace o realizovaných stavebních počinech a modernizaci |
| Informace o inženýrských sítích a stavbách v okolí mostu, jejich budování a poruchy |
| Informace o historii a parametrech přemostované překážky |
| Dobové fotografie a další vizuální materiál |
| Záznamy o nehodách a mimořádných stavech |
| Analýzy konstrukce |
| Doklady o prováděné údržbě |

Tab. 2 *Přehled dostupné dokumentace*

Dokumentaci je vhodné studovat jak před vlastní prohlídkou, tak i po prohlídce. Studium před prohlídkou objevíme nejistoty, které se pokusíme v rámci prohlídky objasnit. Po prohlídce budou při studiu dokumentace mnohé souvislosti zřetelnější. Obecně platí, že dokumentace se před jejím použitím v procesu hodnocení musí ověřit, zda je v souladu s posuzovanou konstrukcí, resp. zda konstrukce byla podle ní realizována. V tabulce 2 následuje přehled dokumentace, kterou je možno při trpělivém hledání nalézt.

4.5 PŘEDBĚŽNÉ OVĚŘENÍ

Tento postup je aplikován v souladu s normou pro hodnocení existujících konstrukcí ČSN ISO 13822 [27]. Norma hovoří o alternativním postupu hodnocení na základě dřívější uspokojivé způsobilosti. Postup je možné použít jednak při řešení otázky prodloužení životnosti konstrukce, ale také při hodnocení havarijního stavu a návrhu okamžitých opatření. Hodnotit lze konstrukci jak z hlediska provozuschopnosti, tak z hlediska bezpečnosti. V postupu není významný rozdíl. Ověření probíhá po předchozím studiu dokumentace a provedené prohlídce. V rámci ověření je potřeba analyzovat:

- výsledek podrobné prohlídky,
- chování konstrukce v předchozím období na základě dostupných dat o poškození, přetížení, degradaci, přetvoření nebo kmitání,

- informace o chystaných změnách ve způsobu využívání konstrukce nebo změnách samotné konstrukce,
- další způsob údržby, monitorování a očekávaný proces degradace.

Ve své podstatě se jedná o průzkum zaměřený na sběr dat o minulosti, tj. studium archiválií, aktuálních dat z provedené podrobné prohlídky resp. stavebně technického průzkumu objektu a nakonec stanovení podmínek, za kterých bude konstrukce bezpečná s ohledem na možný vývoj stavebního stavu konstrukce po předpokládanou dobu provozuschopnosti.

4.6 ROZHODNUTÍ O OKAMŽITÝCH OPATŘENÍCH

Most v průběhu užívání může dosáhnout havarijního stavu dvojím způsobem. Náhle a postupně. Havarijní stav je ve své podstatě druhem stavebního stavu mostu. O stavebním stavu mostu musí být správce pravidelně informován nebo se o stavebním stavu osobně přesvědčit v rámci povinné dohlédací činnosti. Dozví-li se správce, že most v jeho správě se nachází v havarijním stavu, je povinen rozhodnout o okamžitých opatřeních. Za havarijní stav mostu lze považovat:

- takový stavební stav mostu, který je neslučitelný s bezpečným provozováním dopravy (např. chybějící část konstrukce),
- existence nejistot o únosnosti klíčové konstrukční části nebo celé konstrukce (např. nedostatek informací o mostu),
- dobu trvání extrémního zatěžovacího stavu (např. povodeň),
- nebezpečí ohrožující most zvnějšku (např. teroristický útok).

Havarijní stav vznikl náhle

Mezi náhlé a tudíž téměř nevyzpytatelné události, které uvedou most do havarijního stavu patří náraz, požár, výbuch, sesuv půdy, povodeň, zemětřesení. Změna je často tak rychlá, že ani nelze provést prohlídku tzv. „těsně před“. Správce v takovém případě neprodleně rozhodne o opatření, kterým je bezesporu zastavení dopravy. Jedná se tedy o opatření provozní, po jejichž zavedení následuje řešení náhradní dopravy a svolání kontrolní prohlídky. Vzhledem k naléhavosti situace a vysokým nákladům na náhradní dopravu je nutno v relativně krátkém čase rozhodnout o podmínkách obnovy provozu nejprve provizorně a posléze trvale s opraveným nebo novým mostem. Zde přichází na řadu hodnotitel, aby rozhodl, zda je nebo není možné dále využívat stávající most alespoň provizorně. Musí tedy odpovědět na otázku, jaké konstrukční opatření povede k uvedení mostu do stavu dočasné provozní způsobilosti případně jaká opatření je nutno učinit k uvedení do původního stavu nebo zda je výhodnější postavit most nový.

Havarijní stav vznikl postupně

Tato situace by teoreticky neměla nikdy nastat. V praxi však v mimořádných případech nastává a to díky zanedbané dohlédací činnosti a následně neprováděné údržbě. Dosáhl-li most havarijního stavu postupně, pak není efektivní uzavřít most a čekat na výpočet zbytkové životnosti. Ani se to v praxi nedělá. Okamžitá opatření jsou konstrukčního charakteru a mají podobu dočasného řešení po předpokládanou dobu použitelnosti do provedení definitivního řešení. Metoda hodnocení musí být rychlá a na straně bezpečné. Taková metoda bude založena na porovnání výsledků z nařízené kontrolní prohlídky s výsledky dlouhodobého sledování a jejich odborné interpretaci. Předpokladem pro použití této metody je, že byla řádně prováděna dohlédací činnost (princip prevence) a tudíž nemůže dojít k projevu dosud skryté poruchy. V podstatě se jedná o bezprostřední odborný odhad spolehlivosti.

Odstranění příčiny bude mít dlouhodobý účinek, ale projeví se zpravidla až po provedení zásadního stavebního počinu. Jelikož je potřeba jednat okamžitě, bude okamžité opatření řešit především následek a tím je zajištění provozuschopnosti mostu po předem stanovenou dobu.

Doporučený postup je následující:

- Vykonání předběžné prohlídky za účelem zjištění závažnosti situace a shromáždění veškerých dostupných informací a dokumentů o mostě.
- Rozhodnutí o provozních opatřeních, tj. omezení traťové třídy zatížení a traťové rychlosti.
- Rozhodnutí o odstranění následku, tj. realizace provizorních konstrukčních opatření a rozhodnutí o dalším postupu.
- Monitoring.
- Podrobné hodnocení.
- Posouzení spolehlivosti.
- Ekonomické hodnocení variant a rozhodnutí o dalším využívání mostu.

4.7 DOPORUČENÍ PRO DALŠÍ POSTUP

Následující doporučení vycházejí ze zadání, tj. účelu hodnocení a z možných scénářů chování konstrukce. Hodnotiteli může být zadána otázka týkající se stanovení příčin současného stavu, otázka směřující na možnosti odstranění následku nebo otázka na návrh odstranění příčiny.

4.8 ČINNOSTI V PRŮBĚHU OMEZENÉ POUŽITELNOSTI

Činnosti probíhají in-situ a in-labo a zahrnují monitoring, údržbu, průzkum, prohlídky, zkoušky i zkoumání dostupné dokumentace. Za účelem vyloučení nebo

omezení dalšího zhoršování stavu je možno přistoupit k zakrytí konstrukce, vyloučení provozu pod mostem apod. Na místě se zpravidla provádí sběr dat o konstrukci formou podrobného průzkumu. Data je potřebné co nejdříve vyhodnotit v laboratoři a s jejich pomocí provést výpočet zatížitelnosti. Zatížitelnost stanovuje statik jak pro stávající konstrukci, tak pro konstrukci upravenou, kde zohlední vliv navrhovaných definitivních konstrukčních opatření.

4.9 PODROBNÉ HODNOCENÍ

Podrobné hodnocení provede hodnotitel/znalec dle postupu v normě ČSN ISO 13822 [27]. Není-li schopen sám provést posouzení spolehlivosti, požádá o spolupráci další odborníky. Výsledkem je ověření, koncepční návrh konstrukčních opatření a řízení rizik.

4.10 PROVIZORNÍ KONSTRUKČNÍ OPATŘENÍ

Provizorní stavební konstrukce musí být předimenzována, neboť částečně nebo zcela přebírá zatížení dosud přenášené samotným mostem. Toto opatření je dočasné a smí se použít za přesně stanovených podmínek.

4.11 MONITORING

Monitoring představuje kontinuální sledování celého mostního objektu nebo jen těch jeho prvků, které jsou nejdůležitější ze stavebního a spolehlivostního hlediska. Mostní inženýr předepíše místa sledování a interval vyhodnocování výsledků z měřených míst. Dále předepíše, podle jakých kritérií se bude vyhodnocovat a jaké kroky je nutno podniknout v případě hrozícího nebezpečí.

K posouzení reálného stavebního stavu lze využít i běžný provoz na mostě. Pomocí zabudovaných senzorů lze měřit tvarové deformace mostu a porovnávat je s teoreticky vypočítanými deformacemi. Existuje-li úzký vztah mezi naměřenými a vypočítanými hodnotami, můžeme se pokusit výsledky interpretovat. Hodnotitel tak může dojít k závěru, že vliv nahodilého zatížení od dopravy na stav mostu je nepatrný, zatímco vliv působení přírodního prostředí je rozhodující. U klenutých mostů zůstává problémem volba správného výpočtového modelu pro stanovení teoretických deformací.

Součástí monitoringu je i měření šířky trhlin, viz Obr. 4.10. Ze znalosti chování klenutého mostu pod zatížením je nutno vyvodit závěr, že trhliny u tohoto typu konstrukce jsou zcela přirozené. Klenba, ač je složena z tuhých prvků, se deformuje v závislosti na působení zatížení, viz Obr. 4.19. Po odeznění zatížení se klenba vrací

do původního tvaru. Veškeré pohyby tak probíhají ve spárách mezi jednotlivými klenáky. I přes tuto teorii nelze na klenbu pohlížet jako na pružný klenutý nosník, což potvrzuje Harvey ve své studii [12] nebo závěry projektu Sustainable bridges [16]. Stejně tak nelze měřit kritické šířky trhlin jako je tomu u betonových konstrukcí. Mnohem větší význam má měření celkové geometrie tvaru klenby, které odhalí vznik kloubového mechanismu už při nepatrných šířkách trhlin. Navíc u konstrukcí s vypadaným spárováním nelze měřit šířky trhlin, ale pouze rozevírání spár.

Přes všechny výhody zůstává stálý dohled nad stavem mostu velmi nákladný, a proto je vhodné přistoupit co nejdříve ke stavebnímu počínání.

4.12 PODROBNÝ PRŮZKUM

Podrobný průzkum se musí zaměřit na zjištění materiálových vlastností zdiva na co nejvíce charakteristických místech. Cílem je eliminovat nejistoty o materiálu za rubem viditelných konstrukcí. V rámci průzkumu se také podrobně zkoumá křivost klenutého oblouku a jeho odchylky od projektovaného nebo dříve měřeného tvaru. Ověřuje se tloušťka klenby a čelních zdí, mocnost a hloubka založení opěr. Provede se pasport poruch, tedy přesná lokalizace nedokonalostí konstrukce tak, aby bylo možné je zohlednit ve výpočtu zatížitelnosti. Získané údaje o mostě je nutno konfrontovat s údaji v dokumentaci. Výsledek tohoto průzkumu je pro další exploataci mostu zásadní.

4.13 ANALÝZA KONSTRUKCE

Ve fázi podrobného průzkumu je již zpravidla rozhodnuto o ponechání nebo odstranění posuzovaného mostu bez ohledu na výsledek výpočtu spolehlivosti/zatížitelnosti. Je velkou neznámou, zda výpočet spolehlivosti při současném stupni poznání dokáže odhalit skryté rezervy v únosnosti klenuté konstrukce postižené řadou vad a poruch, tak aby správce efektivně investoval finanční prostředky určené na modernizaci mostů. Je nutno najít spolehlivý způsob ověření únosnosti konstrukce klenutého mostu, který poskytne správci právní jistotu po dobu dočasné provozuschopnosti do provedení definitivního řešení. Jedna z možností je použití předimenzovaných konstrukčních opatření a druhá možnost je analýza konstrukce, výpočet spolehlivosti a zbytkové životnosti. Do teoretických výpočtů vstupuje stále mnoho nejistot, kterými jsou především skryté detaily, rozdělení zatížení, interakce mezi klenáky, interakce mezi jednotlivými oblouky kleneb, nelineární chování, vliv poškození a interakce mezi klenbou a přesypávkou. V souboji teoretický výpočet proti konkrétnímu činu v praxi zatím vítězí konzervativní přístup v podobě konstrukčních opatření.

5 ZÁVĚR

V průběhu zpracování disertační práce byla shromážděna celá řada dokumentů, listinných, grafických i digitálních. Za stěžejní považuji zprávy z dohlédací činnosti, odborné i znalecké posudky a stavebně technické průzkumy zděných železničních klenutých mostů, jež byly realizovány za účelem stanovení příčin jejich havarijního stavu a obsahovaly i návrh opatření na odstranění těchto nežádoucích stavů. Sbírká dokumentů o zděných klenutých mostech v sobě zahrnuje celou řadu provázaných a navzájem se doplňujících činností, prováděných odborníky v oblasti statiky, stavební mechaniky, geotechniky, geodézie, diagnostiky a materiálového inženýrství. S využitím metod znalecké analýzy a systémového přístupu jsem dokumenty zařadil podle významu z hlediska dlouhodobého sledování. Překvapivým zjištěním byl obsah některých dokumentů z dohlédací činnosti, od kterých jsem očekával největší zdroj informací, ale ukázaly se jako nepoužitelné.

5.1 SHRNUTÍ DÍLČÍCH ZÁVĚRŮ

- Výsledky současného způsobu provádění dohlédací činnosti správcem infrastruktury nelze využít pro účely hodnocení konstrukcí na základě dlouhodobého sledování.
- Rozhodující význam pro hodnocení provozuschopnosti má vznik nové poruchy a její včasné odhalení.
- Pravidelná údržba mostních objektů prokazatelně prodlužuje jejich životnost.
- Pravidelná dohlédací činnost založená na principu měření stejnými přístroji ve stejných místech umožňuje srovnání naměřených veličin a jejich vyhodnocení z dlouhodobého hlediska. První prohlídka musí jasně definovat měřené veličiny a měřená místa.
- Hodnocení stavebního stavu mostního objektu pro jakýkoliv účel může provádět pouze osoba znající principy měření, mechanismus chování konstrukcí a základní smysl diagnostiky – možnost srovnání výsledků.
- Realizací provizorních konstrukčních opatření získá hodnotitel čas pro výpočet zbytkové životnosti konstrukce pomocí pravděpodobnostních metod.

5.2 DOSAŽENÍ CÍLŮ

Cílem disertační práce bylo vytvoření standardního postupu znalce při hodnocení zděného železničního klenutého mostu na základě dlouhodobého sledování jeho stavebního stavu. Navrhovaná metodika hodnocení u konstrukcí, které do havarijního stavu dospěly postupně, vychází z odborného odhadu spolehlivosti na základě dostupných dat z předchozích hodnocení.

Samotné zajištění objektu z hlediska bezpečnosti a provozuschopnosti má probíhat ve dvou fázích. První fáze musí být rychlá a účinná po omezenou dobu platnosti. Provozními opatřeními se omezí přechodnostní parametry a konstrukčními

opatřeními se odstraňují následky. Ve druhé fázi je dostatek času zabývat se hledáním příčin poruch a návrhu jejich odstranění. U konstrukce navržené na opravu nebo demolici je stanovení zbytkové životnosti neúčelné. Spolehlivost se stanoví na projektovaný stav po provedení stavebního počinu. Účinnost stavebního počinu na odstranění příčin poruch se očekává dlouhodobá.

5.3 PŘÍNOS K ROZVOJI OBORU SOUDNÍ INŽENÝRSTVÍ

Navržený postup zahrnující sběr informací, zkoumání použitelnosti dokumentů a doporučené činnosti vedoucí k ověření informací při místním šetření byl prakticky vyzkoušen a ukázal se jako užitečný v praxi.

Přínosem disertační práce po stránce rozvoje soudního inženýrství jako vědního oboru je posouzení využitelnosti kapitoly 8 normy ČSN EN 13822 pro účely hodnocení zděných mostních objektů v rámci zpracování znaleckého posudku. Metodika ukazuje, jak přistupovat k hodnocení mostního objektu postiženého poruchou, u které známe její vývoj až do současného stavu označeného jako havarijní.

Po stránce pedagogické je nutno zdůraznit, že personál provádějící hodnocení zděných mostních objektů bez ohledu na účel musí být dostatečně vzdělán. Je nutno organizovat vzdělávací semináře a motivovat mostní inspektory se jich účastnit. Každý seminář v rámci celoživotního vzdělávání je příležitost pro získání nových poznatků v oblasti moderních diagnostických metod, v oblasti materiálového inženýrství a v neposlední řadě v oblasti chování konstrukce pod zatížením. Za vzdělání je nutno považovat i předávání zkušeností o původních technologiích výstavby, údržby a dohlédací činnosti pro objasnění pohnutek, které vedly tehdejší i současné zástupce provozovatele dráhy k závažným rozhodnutím.

Podání znaleckého posudku ve věci posouzení havarijního stavu zděného železničního mostu není vůbec jednoduché. Výsledky, ke kterým znalec dospěl a uvedl je v závěru posudku, musí obhájit. Závěry učiněné pouze na základě výpočtu pomocí pravděpodobnostních metod jsou při značném množství nejistot vstupujících do výpočtu snadno zpochybnitelné. Znalcovy výroky musí být podloženy především fakty, experimenty a zkušenostmi. Tento úhel pohledu považuji za praktický přínos navrhované metodiky pro posuzování stavebního stavu železničního mostního objektu postiženého řadou vad a poruch.

Disertační práce splnila stanovený cíl a potvrdila, že pro zajištění provozuschopnosti a bezpečnosti mostních objektů z dlouhodobého hlediska hraje klíčovou roli schopnost prohlídky odhalit změny stavebního stavu a rychlost, s jakou na změnu zareaguje správce formou údržby. Zanedbání údržby vede k dražším konstrukčním opatřením, jako je oprava, rekonstrukce nebo stavba nového mostu.

6 POUŽITÉ ZDROJE

6.1 ČLÁNKY A MONOGRAFIE

- [1] WITZANY, Jiří. *Poruchy a rekonstrukce zděných budov*. Praha: Technická knihovna ČKAIT, 1999. 312 s.
- [2] VLČEK, Milan, et al. *Poruchy a rekonstrukce staveb*. 2. dopl. a oprav. vyd. Brno: ERA group, 2003. 222 s. ISBN 80-86517-56-X.
- [3] HOLICKÝ, Milan, et al. *Zásady navrhování a zatížení stavebních konstrukcí podle EN eurokódů: Sborník přednášek a příkladů*. Praha: Studio AXIS, 2005. 165 s. ISBN 80-239-5606-X.
- [4] HOBST, Leonard, et al. *Diagnostika stavebních konstrukcí*. Brno: [s.n.], 2005. 124 s.
- [5] CIKRLE, Petr. *Diagnostika poruch staveb – dlouhodobé sledování trhlin ve zdivu a měření posunů*. Brno: CERM, 2002. 141 s., 14 s. příl. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí disertační práce Prof. Ing. Jiří Adámek, Csc.
- [6] ŠERTLER, Hynek. Stanovení spolehlivosti stávajících železničních mostů. In *ČD vědeckotechnický slovník Českých drah: č. 7*. Praha: GR ČD, 1999. s. 15.
- [7] WERNER, Thomas, MORRIS, David. 3D Laser Scanning for masonry Arch Bridges. In *FIG Congres 2010*. Sydney, 2010. 15 s.
- [8] BRADÁČ, Albert, et al. *Úvod do soudního znaleství*. Brno: CERM, 2004. 220 s. ISBN 80-7204-365-X.
- [9] KOLÁŘ, Jan, KLOKNER, František. *Mostní stavitelství. Část 2. Sešit 1: Kamenné a cihelné mosty*. 2. přeprac. vyd. Praha: Technicko – vědecké vydavatelství, 1951. 64 s. Technický průvodce.
- [10] Encyklopedický institut ČSAV; *Malý encyklopedický slovník A-Ž*. Praha: ACADEMIA, 1972. 1456 s.
- [11] OŠLEJŠEK, Jiří; BRADÁČ, Albert. *Znalecká činnost ve stavebnictví*. Brno: CERM, 1994. 187 s. ISBN 80-85867-06-0.
- [12] HARVEY, Bill. Some problems with arch bridge assessment and potential solutions. In *The structural Engineer*, February 2006, pp. 45–50.

[13] RYALL, Michael, et al. *Manual of bridge engineering*. 3rd edition. London: Thomas Telford Publishing, 2003. ISBN 0 7277 2774 5.

6.2 VÝZKUMNÉ ZPRÁVY, POSUDKY, PROJEKTY

[14] ORBAN, Zoltan, et al. *Assessment, reliability and maintenance of masonry arch bridges*. Budapest: UIC, 2003.

[15] HOLICKÝ, Milan, et al. *Současné problémy hodnocení existujících konstrukcí: Sborník. K. Jung*. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT v Praze, 2007. 166 s. ISBN 978-80-01-03918-2.

[16] *Sustainable Bridges: Assesment for Future Traffic Demands and Longer Lives*. Edited by Jan Bien, Lennard Elfgren, Jan Olofsson. Wroclaw: Dolnoslaskie Wydawnictwo Edukacyjne, 2008. 490 s. ISBN 978-83-7125-161-0.

[17] OZAETA, Rafael, MARTÍN-CARO, Jose. *Catalogue of Damages on Masonry Arch Bridges: WP 3: Optimised Instection and Monitoring of Masonry Arch Bridges*. Paris: UIC, 2006. 185 s.

[18] Federal Institute for Materials Research and Testing. *Workshop I: Inspection and Condition Assessment*. Berlin: BAM, 2006. 96 s.

[19] DOHNÁLEK, Jiří, et al. *Vady a poruchy betonových staveb – poučení z chyb: Studijní texty*. Praha: ČVUT v Praze, Kloknerův ústav, 2005. 140 s. Svazek č.4.

[20] MATYÁŠ, Pavel, et al. *Sanace zděných klenutých mostů: Studie Českých drah*. Hradec Králové: TÚČD, 2004. 125 s.

[21] WP3, Federal Institute for Materials Research and Testing. *Guideline for Inspection and Condition Assessment of Raiway Bridges*. 2006. 182 s.

[22] *Příručka pro základní seminář Správy železniční dopravní cesty Správy mostů a tunelů 2009*. Praha: Správa železniční dopravní cesty, 2009. 318 s.

[23] *Katalog závad mostních objektů pozemních komunikací*. Praha: Pontex, 2008. 214 s.

[24] HOLICKÝ, Milan, et al. *Příručka pro hodnocení existujících konstrukcí*. Praha: Česká technika, 2007. 175 s. ISBN 978-80-01-03790-4.

[25] PÁTÝ, Vladimír; SLÁMA, Josef; VODSLOŇ, Jiří. *Materiály vypracované v souvislosti s novelizací předpisu ČSD S 66*. Praha: ČSD – Výzkumný ústav železniční, 1992. 20 s.

6.3 NORMY A PŘEDPISY

[26] International Union of Railways. UIC Code 778-3: *Recommendations for the Assessment of the Load Carrying Capacity of Existing Masonry and Mass-concrete Arch Bridges*. Paris: UIC, 1995. 89 s.

[27] ČSN ISO 13822. *Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2005.

[28] ISO 2394. *General Principles on Reliability for Structures*. Geneva: ISO. Zavedená v ČR jako ČSN ISO 2394:2003 *Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí*, Praha: Český normalizační institut, 1998.

[29] ČSN EN 1990. Eurokód: *Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2004.

[30] DOHNÁLEK, Jiří. *Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah: Kapitola 23 Sanace inženýrských objektů*. 3. aktualiz. vyd. Praha: Správa železniční dopravní cesty, 2006. 57 s.

[31] Správa železniční dopravní cesty, SR 5 (S) *Určování zatížitelnosti železničních mostů*. Praha: SUDOP Praha, 1995. 97 s.

[32] Správa železniční dopravní cesty, S 5 *Správa mostních objektů*. Praha: České dráhy, 1996. 58 s., 66 s. příloh.

[33] Studijní plány ÚSS, Praha: ČSD, 1920.

[34] K.K. *Privilegierte österreichische Staats Eisenbahn Gesellschaft, Unterbau – normalien*. Wien: Wiener Stadtbahn, 1856.

[35] ČSN 73 6202. *Zatížení a statický výpočet mostů*. Praha: Úřad pro normalizaci, 1953.

[36] ČSN 73 6200. *Mostní názvosloví. Změna a 5/1977, změna b 4/1983*, Praha: Úřad pro normalizaci, 1977.

[37] ČSN EN 13018. *Nedestruktivní zkoušení-Vizuální kontrola – Všeobecné zásady*. Praha: Český normalizační institut, 2002.

- [38] ČSN EN ISO 8596. Oční optika – Zkouška zrakové ostrosti – Normalizovaný optotyp a jeho zobrazení. Praha: Český normalizační institut, 2002.
- [39] ČSN EN 473. Nedestruktivní zkoušení – Kvalifikace a certifikace pracovníků NDT – Všeobecné zásady. Praha: Český normalizační institut, 2009.

6.4 SEZNAM VLASTNÍCH PRACÍ VZTAHUJÍCÍCH SE K DISERTAČNÍ PRÁCI

- [40] KŮRKA, Jan, HÖKL, Libor. Rekonstrukce železničního mostu v Brně Chrlicích v km 8,172 trati Brno – Přerov. In *Železniční mosty a tunely*. Praha: Sudop Praha, 2004. s. 53 – 61.
- [41] KŮRKA, Jan. Podrobné prohlídky železničních mostních objektů. *Silnice železnice*, 2007, roč. 2, č 4, příloha s. VII - IX. ISSN 1807-8220.
- [42] KŮRKA, Jan. Podrobné prohlídky železničních mostních objektů. In *12. mezinárodní symposium Mosty 2007*. Brno: Sekurkon, 2007. s. 57 – 61. ISBN 978-80-86604-30-5.
- [43] KŮRKA, Jan. Nedestruktivní metody diagnostiky zděných železničních mostů. In *Juniorstav 2008*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2008. s. 4 – 14. ISBN 978-80-86433-45-5.
- [44] KŮRKA, Jan. Nedestruktivní metody diagnostiky železničních mostů – vizuální prohlídka. In *13. mezinárodní symposium Mosty 2008*. Brno: Sekurkon, 2008. s. 4 – 14. ISBN 978-80-86604-35-0.
- [45] DOHNÁLEK, Jiří, et al. *Vliv poruch na přechodnost zděných mostních objektů a bezpečnost drážní dopravy: Technicko ekonomická studie*. Praha: [s.n.], 2008. 150 s.
- [46] KŮRKA, Jan. Hodnocení stávajících konstrukcí zděných mostů na základě dlouhodobého sledování stavebního stavu. In *Vědeckotechnický sborník ČD* [online]. 2009 [cit. 1.listopadu 2010]. Dostupné na WWW: <http://www.cd rail.cz/VTS/vts27.html>. ISSN 1214-9047.
- [47] KŮRKA, Jan. Hodnocení stávajících zděných obloukových mostů na základě dřívější uspokojujivé způsobilosti In *Junior Forensic Science Brno '09*. Brno: VUT v Brně, Fakulta stavební, 2009. s. 4 – 14. ISBN 978-80-214-3822-4.

7 ABSTRAKT

Práce vychází z aktuálních požadavků na vytvoření standardního postupu při hodnocení stávajících zděných železničních klenutých mostů na základě dlouhodobého sledování jejich stavebního stavu. Hodnocení mostu je součástí každé prohlídky, obzvláště když v jejím průběhu vyvstanou pochybnosti z důvodu vážných poruch, nárůstu nápravových tlaků nebo nárůstu frekvence dopravy, které mají vliv na bezpečnost konstrukce, bezpečnost dopravy nebo na trvanlivost mostu.

Pokud průzkum zděných mostů nemůže zajistit dostatek dat pro aplikaci pravděpodobnostních metod, hledají se další možnosti sběru a vyhodnocování dat pro hodnocení. Významnou alternativou je hodnocení na základě dřívější uspokojivé způsobilosti dle ČSN ISO 13822, kapitola 8.

Abstract

Thesis rises from an actual needs to make standard of practice for assessment an existing arch railway masonry bridges on the basis of condition long term monitoring. Bridge assessment is a part of any inspection, especially in case of doubts arising during inspections due to heavy defects, increase of axle load or increase of train frequency, which may influence the structural safety, traffic safety or durability of a bridge.

There are possibilities for utilization of monitoring results for assessment in case of investigation data absence. An important option is assessment based on satisfactory past performance by ČSN ISO 13822, chapter 8.