



národní
úložiště
šedé
literatury

Posuzování historické, architektonické a konstrukční hodnoty zděných klenbových silničních mostů

Panaček M.; Fajman P.; Řeřicha P.; Máca J.; Záruba Pfeffermann J.; Hrdoušek V.; Šafář R.; Jiříkovský T.; Křemen T.; Jakubec P.

2022

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-521859>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Licence Creative Commons Uveďte původ-Neužívejte komerčně-Zachovejte licenci 4.0

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 17.05.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní nusl.cz .

METODIKA

Posuzování historické, architektonické a konstrukční hodnoty zděných klenbových silničních mostů



Metodika byla vypracována na Katedře mechaniky Stavební fakulty ČVUT v Praze a je výsledkem grantového projektu č. DG20P02OVV001 Nástroje pro zachování historické hodnoty a funkce obloukových a klenbových silničních mostů z programu NAKI II, jehož poskytovatelem je Ministerstvo kultury České republiky.

**MICHAL PANÁČEK – PETR FAJMAN – PETR ŘEŘIČHA –
JIŘÍ MÁČA – JOSEF ZÁRUBA – VLADISLAV HRDOUŠEK –
ROMAN ŠAFÁŘ – TOMÁŠ JIŘIKOVSKÝ – TOMÁŠ KŘEMEN – PAVEL JAKUBEC**

10/2022

Označení projektu: DG20P02OVV001

Název projektu: Nástroje pro zachování historické hodnoty a funkce obloukových a klenbových silničních mostů

Poskytovatel podpory: Ministerstvo kultury, Maltézské náměstí 1, 118 00 Praha 1,
IČO: 00023671, DIČ: CZ 00023671

Zpracovatelé metodiky a kontaktní údaje:

Mgr. Michal Panáček e-mail: mpanacek@yahoo.com
Doc. Ing. Petr Fajman, CSc. e-mail: fajman@fsv.cvut.cz
Prof. Ing. Petr Řeřicha, DrSc.
Prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
Ing. Josef Záruba
Doc. Ing. Vladislav Hrdoušek, CSc.
doc. Ing. Roman Šafář, Ph.D.
Ing. Tomáš Jiříkovský, Ph.D.
Ing. Tomáš Křemen, Ph.D.
Mgr. Pavel Jakubec

Oponenti metodiky a kontaktní údaje:

Ing. Jan Vinař - Strenice 4, okres: Mladá Boleslav
E-mail: jan@vinar.name, vinar.jan@npu.cz
Ing. Arch. Jan Pešta - Hofmeisterova 41, Rožmitál pod Třemšínem
E-mail: shp-pesta@seznam.cz

Uživatelé metodiky

Předpokládání uživatelé metodiky pokrývají velkou šíři profesí a zájmů v celé společnosti. Metodika má sloužit jak v „úředním pracovním“ procesu, tak i pro profesní nebo laické zájemce.

Mezi uživatele z pracovního procesu počítáme zejména:

- správce komunikací
- místní samosprávy
- obecně vlastníky nebo správce těchto staveb
- orgány státní památkové péče
- stavební úřady
- stavební inženýry a projektanty
- stavební historiky
- geodety
- stavební firmy

Mezi uživatele ze sféry profesního a laického zájmu počítáme zejména:

- zájmové organizace a spolky
- zájemce o historické a technické památky
- studenty

OBSAH

1. Úvod.....	5
1.1. Účel a cíle metodiky.....	5
1.2. Postup zpracovávání metodiky.....	6
1.3. Struktura metodiky.....	6
1.4. Případy použití.....	7
2. Základní normy a předpisy.....	8
2.1. Zákony.....	8
2.2. Normy.....	8
2.3. Předpisy z hlediska státní památkové péče.....	9
2.4. Podmínky Ministerstva dopravy ČR.....	9
3. Mostní názvosloví a definice mostů.....	10
3.1. Základní termíny a konstrukční charakteristiky.....	10
3.2. Třídění mostů podle vybraných kritérií.....	13
3.3. Nosná konstrukce a spodní stavba mostu.....	14
3.4. Svršek a vybavení, přidružené části, přesypávka.....	15
3.5. Provozní charakteristiky.....	15
4. Správa, evidence a dokumentace mostů.....	16
4.1. Správa mostů.....	16
4.2. Technická evidence mostů.....	16
4.3. Evidence mostů z hlediska státní památkové péče.....	17
4.4. Dokumentace mostních staveb.....	18
4.4.1. Projektová dokumentace.....	18
4.4.2. Kresebná dokumentace.....	19
4.4.3. Fotografická a filmová dokumentace.....	19
4.4.4. Geodetická dokumentace.....	20
4.4.5. Poznátky a zkušenosti z praktických měření mostů (výběr).....	23
5. Základní rozdělení zděných klenbových mostů	
a obecný historický a konstrukční vývoj na území ČR.....	26
5.1. Umístění v terénu.....	26
5.2. Tvar konstrukce.....	28
5.3. Stavební materiál.....	36
5.4. Stručný historický vývoj stavby zděných klenbových mostů na území ČR.....	38
5.5. Vývoj konstrukčního řešení zděných klenbových mostů na území ČR.....	43
6. Stavebněhistorický průzkum a hodnocení.....	46
6.1. Plošná pasportizace.....	48
6.2. Archivní rešerše.....	49
6.3. Stavebněhistorický průzkum in situ.....	50
6.4. Souhrnné stavebněhistorické vyhodnocení a rekonstrukce stavebního vývoje.....	51
6.5. Architektonické, konstrukční a památkové hodnocení.....	51

7. Konstruktivně-statický průzkum a hodnocení.....	52
7.1. Zásady správné údržby.....	53
7.1.1. Prohlídky.....	53
7.1.2. Diagnostický (stavební) průzkum.....	54
7.1.3. Hodnocení spolehlivosti a bezpečnosti mostu.....	55
7.1.4. Stanovení zatížitelnosti mostních konstrukcí.....	56
7.2. Poruchy a závady.....	58
7.3. Možnosti oprav a rekonstrukcí.....	59
7.4. Zásady správného konstruktivně-statického hodnocení.....	64
8. Hodnocení historického, architektonického a konstrukčního významu zděných klenbových mostů.....	66
8.1. Stručné shrnutí historického, architektonického a konstrukčního řešení klenbových mostů na území ČR.....	67
8.2. Vyhodnocení historického, architektonického a konstrukčního významu zděných klenbových mostů na území ČR.....	68
8.3. Příklady komplexního hodnocení.....	71
9. Závěr.....	79
10. Seznam použitých zdrojů a literatury.....	79
10.1. Zákony a vyhlášky.....	79
10.2. Normy.....	79
10.3. Podmínky Ministerstva dopravy ČR.....	79
10.4. Literatura.....	80
10.5. Internetové zdroje.....	81

1. Úvod

- 1.1. Účel a cíle metodiky
- 1.2. Postup zpracovávání metodiky
- 1.3. Struktura metodiky
- 1.4. Případy použití

Historické zděné klenbové mosty jsou nedílnou a podstatnou součástí kulturního stavebního dědictví na území České republiky. Jsou jak historickými stavebními díly, tak zároveň ale i funkčními nosnými konstrukcemi hrajícími svou důležitou roli v dopravní síti. Z těchto důvodů na ně byly již při jejich vzniku kladeny specifické stavební a technické požadavky, které přetrvávají i dnes. Oproti době jejich vzniku jsou však zásadním způsobem pozměněny nároky současné dopravy a potřebám dnešního provozu na komunikacích. To společně s dalšími negativními aspekty, jako je zanedbávaná údržba nebo nevhodná aplikace novodobých stavebních postupů a materiálů, vyvíjí obrovský tlak na možnosti zachování historické a konstrukční podstaty těchto staveb. Historické mosty jsou tak **jednou z nejohroženějších skupin historických staveb** na území České republiky. A v širším obecnějším měřítku všech zachovaných typů také jednou z nejméně komplexně poznaných a probádaných, jak z hlediska stavebně-historického, tak konstrukčně-statického a technologického. Při současné modernizaci dopravní sítě tak dochází k masovému úbytku těchto staveb, často naprosto zbytečnému, navíc s nevratnou ztrátou řemeslných a technologických informací, které obsahovaly. Přitom při stavbě mostů byly velmi často používány nejnepříjemnější technologické, řemeslné a stavební postupy té doby a samotná existence těchto staveb i po mnoha desetiletích a staletích jasně prokázala jejich kvality a hodnotu. Aspekty, které novodobé konstrukce, jež je nahrazují, mnohdy zdaleka nedosahují. Ale to již zpět zdemolovanou historickou konstrukci nevrátí.

Historický most je pro vlastníka a správce zároveň velkou odpovědností a zátěží. Mosty jsou samozřejmě přínosné pro celkové fungování dopravy a chod společnosti, ale tento užitek a význam se na vlastníka nebo správce přímo nepřenáší, a to i v případě, že je za tímto účelem zřízen. Ten je naopak vázán mnoha povinnostmi a musí vynakládat značné finanční prostředky, aby je splnil. A zároveň mít dostatečné schopnosti a znalosti se v péči o mosty vyznat a případnou stavební obnovu správně zorganizovat a provést.

1.1. Účel a cíle metodiky

Hlavním účelem metodiky je ochrana a zachování hodnotných historických mostů sloužících v naší dopravní síti. Sloužit by měla především všem majitelům a správcům mostů a všem, kteří se nějakým způsobem zapojují do jejich průzkumu, hodnocení, projektování a rozhodování o jejich stavební obnově.

Cílem je, aby se stala pomocným nástrojem pro správné rozhodování a péči o historické zděné klenbové mosty a přispět k jejich záchraně. Měla by pomoci dokázat rozpoznat a správně ohodnotit jejich historický význam a kulturní, konstrukční, architektonickou a památkovou hodnotu. Správně nasměrovat postup jejich odborného hodnocení a návrhů jejich údržby a obnovy. Ukázat možnosti jejich správného posuzování z hlediska stavebně-technického stavu a konstrukčně- mechanického fungování umožňující jejich zachování při spolehlivém fungování v dopravním provozu. Pomocí těchto správných postupů by chtěla nastolit obecnou důvěru v jejich konstrukční principy a řemeslné provedení a to promítnout do projektování rekonstrukčních a obnovovacích stavebních zásahů nebo vhodných adaptací s novodobým citlivým doplněním. Umožnit tak legitimní existenci a fungování těchto nezastupitelných staveb pro naši současnost i budoucnost.

1.2. Postup zpracování metodiky

Předkládaná metodika je jedním z hlavních výstupů tříletého výzkumného projektu řešeného kolektivem odborníků ze Stavební fakulty ČVUT v Praze. Řešitelský tým byl sestaven tak, aby obsahoval zkušené specialisty ze všech oborů vstupujících do řešení této problematiky. Stavební historiky, památkáře, geodety, stavební konstruktéry a mechaniky. Symbióza těchto profesí, které jinak mnohdy stojí na opačných stranách řešení problémů obnovy historických mostů, vedla k nutnosti vyvážení odlišných pohledů a nalezení obecné shody ve společném přístupu k posuzování těchto staveb. Společným záměrem bylo cíleně ověřit předchozí zkušenosti získané s tímto druhem staveb na jasně definované komplexní skupině pokrývající co největší šíři příkladů zvolené problematiky a systematicky ji tak postihnout v co největší míře.

Nástrojem k tomuto procesu bylo poznání a strukturovaná dokumentace vybraného vzorku cca 200 zděných klenbových mostů na území ČR, které byly nebo nadále jsou zapojeny do cestní a dopravní sítě, a pro něž je metodika primárně určena. Z důvodů mnoha odlišností a jiných charakteristik nebyly do sledovaného vzorku záměrně zahrnuty mosty umístěné přímo v areálech kulturně chráněných objektů nebo parků a zahrad a použití metodiky na ně není přímo zacíleno, nicméně je také možné.

Podrobnější srovnání vybraného vzorku umožnilo utřídit si celé spektrum jejich podob, velikostí a konstrukčních řešení. Zároveň byly vybrané příklady podrobeny detailnější geodetické a stavebně-historické dokumentaci a byl učiněn pokus, k nim shromáždit relevantní historické archivní údaje. Ověřována tak byla možnost na ně aplikovat obvyklé postupy poznání používané u jiných historických staveb. Stejně tak posloužily pro shromáždění vhodných nebo nevhodných příkladů jejich stavební obnovy nebo adaptace i pro porovnání různých způsobů dlouhodobé péče o ně. Z toho vyplývaly i různé podoby stavebně-technického stavu ukazující degradační procesy a poruchy, které se na těchto stavbách nejčastěji objevují. To vše poskytlo materiál pro zpřesnění pochopení a modelové ověření jejich mechanického a statického fungování v praxi. Všechny tyto poznatky posloužily jednotlivým členům týmu pro formulování dotýčných částí metodiky.

1.3. Struktura metodiky

Metodika je koncipována jako obecný, zároveň však ale přehledně a systematicky strukturovaný návod jak porozumět zděným klenbovým mostům a jejich historické hodnotě a jak postupovat v případě účasti v procesu jejich správy a péče o ně nebo jejich odborného posuzování. Snaží se být užitečným průvodcem v jednotlivých krocích a aspektech, které s tím mohou být spojené.

Základním dokumentem jsou platné **zákony a normy** České republiky a Evropské unie, jejichž přehled je také nutné znát, protože vesměs určují pravidla celého procesu a podmínky a okolnosti, které je nutné splnit a zachovávat.

Pro orientaci v metodice je nezbytné znát používané **názvosloví a terminologii**, která je důležitá jak pro pochopení dalších částí metodiky, tak především pro vlastní schopnost uživatele vyznat se v rámci celého procesu, do něhož vstupuje a umět adekvátně komunikovat s ostatními zapojenými specialisty. S tím souvisí i základní přehled o současné **správě, evidenci a dokumentaci mostních konstrukcí** v rámci České republiky.

Všechny mosty na komunikační síti v ČR mají daným způsobem nastavenou evidenci, která o nich v dlouhodobějším měřítku shromažďuje a uchovává údaje, a která je klíčová pro plánování jakéhokoliv posuzování nebo případných zásahů. Zároveň mají mosty různé vlastníky a různé správce. Proto není vůbec jednoduché se v této problematice vyznat, zvláště když chybí jednotný komplexní přehled, který by všechny tyto informace hromadně poskytl. Předmětná kapitola metodiky by proto měla umožnit aspoň základní orientaci v systému současné správy a evidence mostních konstrukcí v rámci České republiky. K evidenci nedílně patří i dokumentace mostních staveb. Přehledně je popsána od těch nejjednodušších forem až po sofistikované geodetické způsoby s využitím současných elektronických prostředků. Pro jejich správnou volbu je důležité si uvědomit různé způsoby a jejich časové a finanční nároky v porovnání s výsledkem pro konkrétní případ a pro další použití. Zvláště když mosty mají i pro tuto činnost svá podstatná specifika a odlišnosti od jiných druhů staveb. Modelové příklady způsobů ověřené na konkrétních mostech v rámci řešení projektu by měly být užitečným vodítkem pro nejhodnější výběr.

Vlastním přínosem projektu by měla být možnost **klasifikace a zařazení** konkrétní silniční mostní konstrukce podle umístění v terénu, zvolené konstrukce a použitého materiálu jako základního třídícího nástroje pro historické zařazení a uvědomění si účelu a významu dané stavby. A to jak v místním omezeném měřítku, tak v širším srovnání. Podstatné je to proto, že tyto prvky přispívají k hodnotě a významu mostních staveb mnohem více než jenom jejich absolutní stáří nebo stavební kondice, které jsou často velmi obtížně přesněji určitelné a které hrají mnohem větší a na první pohled nápadnější roli u jiných druhů historických staveb.

Standardním nástrojem pro analýzu a popsání stavebního vývoje a historicko-památkových hodnot je **metoda stavebněhistorického průzkumu**, která by měla kvalifikovaně odpovědět na otázky z této oblasti. Informace které dokáže získat a přinést jsou velmi důležité pro další rozhodování v péči o danou stavbu a v dalším procesu jsou velmi často klíčové pro další specializované průzkumy a hodnocení. A to bez ohledu na to jestli je most prohlášen za kulturní památku nebo ne, a vztahuje se na něj ochrana v rámci zákona o státní památkové péči, protože to nic neříká o tom, že stavby které nejsou kulturními památkami nebo neleží na památkově chráněném území, nejsou hodnotné či významné a nezaslouží si naše poznání a ochranu.

Obdobným nástrojem je **konstrukčně-statické hodnocení**, zahrnující jak zásady správné údržby, tak diagnostický (stavební) průzkum a vlastní statické vyhodnocení. **Správně nastavená údržba a péče** o mostní konstrukce je klíčová pro jejich trvanlivost a funkčnost bez ohledu na další aspekty, které je ovlivňují. Protože to je otázka dlouhodobého procesu, který stojí před i po nějakém větším rekonstrukčním nebo obnovovacím stavebním zásahu a určuje jeho periodicitu a nutný rozsah. Tady by měla být metodika opět užitečným nástrojem pro základní orientaci jakéhokoliv vlastníka i laického uživatele. **Diagnostický průzkum** má svá pravidla a postupy, nicméně specifika mostních staveb vyžadují jeho správné a kvalifikované použití zejména z hlediska vyhodnocení a interpretace. Výsledkem by mělo být objektivní zhodnocení stavební podoby a kondice stavby a popsání podoby a příčin případných poruch. **Statické vyhodnocení** se používá pro případy nutnosti zjištění statického fungování stavby a její únosnosti v rámci dopravní funkce, kterou plní. Zde velmi záleží na způsobu posuzování a zkušenostech zpracovatele pro objektivní výsledek odpovídající skutečnosti.

Závěrečné hodnocení komplexně shrnuje pohledy na mostní konstrukce od všech zapojených profesí v rámci celého projektu. Z hlediska jejich historického vývoje, jejich konstrukčního řešení a historického, architektonického a konstrukčního významu zděných klenbových mostů na území ČR.

1.4. Případy použití

Metodiku lze vhodně použít zejména v těchto případech:

Hodnocení historického, architektonického a konstrukčního významu mostu

Pomocí jednoduchého zatřídění a ohodnocení předběžně určit jestli konkrétní most má hodnoty a význam z hlediska historie, z hlediska jeho architektury nebo z hlediska jeho konstrukčního řešení.

Záměr prohlášení mostu za kulturní památku

Z předchozího hodnocení může vycházet i uznání jeho památkové hodnoty a tedy snaha o jeho ochranu z hlediska státní památkové péče. Ať už iniciovaná vlastníkem, památkovými orgány nebo kýmkoliv jiným. V takovém případě tedy zpracování návrhu na prohlášení za kulturní památku a zahájení procesu zapsání do ústředního seznamu kulturních památek.

Prezentace mostu jako historické památky

Poznání hodnot a významu historických klenutých mostů lze velmi dobře využít pro jejich prezentaci v rámci turistického ruchu a poznávání historie místa. Často mohou představovat jednu z nemnoha historických památek obce nebo města a prokazovat jeho historický význam pro širší region.

Dlouhodobá péče o historický most

Správná dlouhodobá péče o historický most musí být založena na jeho poznání a ohodnocení. Podle něj je teprve možné vhodně nastavit jeho údržbu a režim.

Příprava a realizace stavební obnovy

V případě poškození či poruch mostní konstrukce je nutné zahájit přípravu jeho obnovy, která je obtížným procesem vyžadujícím příslušné znalosti a finanční náklady. V tom je nutné se zodpovědně orientovat a umět správně nastavit potřebné procesy a hlídat jejich plnění.

2. Základní normy a předpisy

- 2.1. Zákony
- 2.2. Normy
- 2.3. Předpisy z hlediska státní památkové péče
- 2.4. Podmínky Ministerstva dopravy ČR

2.1. Zákony

- Zákon č. 13/1997 Sb. O pozemních komunikacích a jeho prováděcí vyhláška č.104/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č.146/2008 Sb. O rozsahu a obsahu projektové dokumentace dopravních staveb
- Zákon č. 20/1987 Sb. Zákon o státní památkové péči

2.2. Normy

Norem, předpisů a dalších dokumentů, které se týkají mostního stavitelství, je veliké množství. Zde uvádíme přehled těch, které mají k tématu této metodiky nejbližší. Ve všech případech je nutno používat veškeré dokumenty v platném znění, včetně všech následně vydaných oprav a změn.

Normy:

- ČSN 73 6100 Názvosloví pozemních komunikací (část 1 až 5)
- ČSN 73 6200 Mosty – Terminologie a třídění

- ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů
- ČSN 73 6209 Zatěžovací zkoušky mostů
- ČSN P 73 6213 Navrhování zděných mostních konstrukcí
- ČSN 73 6214 Navrhování betonových mostních konstrukcí
- ČSN 73 6220 Evidence mostních objektů pozemních komunikací
- ČSN 73 6221 Prohlídky mostů pozemních komunikací
- ČSN 73 6222 Zatížitelnost mostů pozemních komunikací
- ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – doplňující ustanovení
- ČSN ISO 13822 (73 0038) Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí
- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
- ČSN EN 1992-2 (73 6208) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady
- ČSN EN 1996 (73 1101) Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí

2.3. Předpisy z hlediska státní památkové péče

Zákonem upravujícím nakládání se stavbou z hlediska ochrany památek a zájmů památkové péče je **zákon č. 20/1987 Sb. O státní památkové péči**. Vlastník je povinen kulturní památku na své náklady udržovat, tato povinnost může být smluvně přenesena i na uživatele (§ 11). Vlastník má rovněž oznamovací povinnost informovat obecní úřad obce s rozšířenou působností o změně užívání kulturní památky (v případě národní kulturní památky krajský úřad) (§ 12). V případně prodeje národní kulturní památky má předkupní právo Ministerstvo kultury (neplatí u prodeje mezi osobami blízkými nebo spoluvlastníky) (§ 13).

Před každou **stavební úpravou kulturní památky** je vlastník povinen vyžádat si stanovisko obecního úřadu obce s rozšířenou působností, u národní kulturní památky pak krajského úřadu. Tato povinnost se vztahuje i na vlastníky nemovitostí, které sice nejsou kulturními památkami, ale nacházejí se v památkové rezervaci či v památkové zóně. Vydané stanovisko úřadu je pro vlastníka závazné (§ 14).

Za porušení povinností při **péči o kulturní památky** stanovuje zákon sankce. U správních deliktů právnických osob a podnikajících fyzických osob stanovuje pokutu v maximální výši 2000 000 Kč v případě pokuty uložené obecním úřadem obce s rozšířenou působností a do 4000 000 Kč u pokut vyměřených krajským úřadem (§ 35). U přestupků pro fyzické osoby mohou sankce dosáhnout stejné výše (§ 39).

Mosty zpravidla svému majiteli nepřinášejí žádný přímý hmotný zisk. U poškozených mostů tedy vzniká snaha všech subjektů státní správy a samosprávy o vyvážení se z vlastnických práv a z nich plynoucí zodpovědnost za technický stav mostu.

2.4. Podmínky Ministerstva dopravy ČR

- TKP-D – Technické kvalitativní podmínky pro dokumentaci staveb PK (kap. 1-11)
- TKP – Technické kvalitativní podmínky staveb PK (kap. 1-31)
- TP 199 – Technické podmínky MD (Technické podmínky 199 Ministerstva dopravy ČR Zatížitelnost zděných klenbových mostů)
- VL – Vzorové listy staveb PK

3. Mostní názvosloví a definice mostů

- 3.1. Základní termíny a konstrukční charakteristiky
- 3.2. Třídění mostů podle vybraných kritérií
- 3.3. Nosná konstrukce a spodní stavba mostu
- 3.4. Svršek a vybavení, přidružené části, přesypávka
- 3.5. Provozní charakteristiky

3.1. Základní termíny a konstrukční charakteristiky

Dále uvádíme definice podle aktuálně platné normy ČSN 73 6200 Mosty – Terminologie a třídění z roku 2011 a podle ČSN 73 6244 Přejíždění mostů pozemních komunikací z roku 2011 (místa mírně zkráceno a/nebo upraveno). V ČSN 73 6220 Evidence mostních objektů pozemních komunikací jsou některé parametry definovány mírně odlišně.

Mostní objekt je nedílná součást dopravní cesty (pozemní komunikace, dráhy nebo vodní cesty) v místě, v němž je třeba překonat přírodní nebo umělou překážku přemostěním, popř. zvolit obdobné řešení z vodohospodářských, ekonomických, ekologických nebo estetických důvodů. Pojem mostní objekt zahrnuje:

- mosty,
- propustky,
- lávky.

Most je mostní objekt s kolmou světlostí alespoň jednoho mostního otvoru více než 2,0 m. Most je obvykle tvořen:

- spodní stavbou,
- nosnou konstrukcí,
- svrškem,
- vybavením,
- přidruženými částmi (např. přechodová oblast),
- popř. přesypávkou.

Propustek je mostní objekt s kolmou světlostí mostního otvoru (otvorů) od 0,4 m do 2,0 m včetně (objekty o světlosti do 0,4 m se obvykle označují jako potrubní vedení, chráničky apod.).

Lávka je mostní objekt, sloužící chodcům a/nebo cyklistům. Zejména širší lávky (přibližně 3,0 m a více) bývají ale navrhovány i na průjezd tzv. servisního vozidla (např. sanitka, prostředky IZS).

Mostní otvor je každý volný prostor pod přemostěním, který umožňuje průtok, průjezd, průchod nebo průhled napříč mostním objektem a je ohraničen nahoře nosnou konstrukcí, po stranách dvěma podpěrami (příp. patkou klenby nebo oblouku, svahem zemního tělesa apod.) a dole terénem, dnem vodního toku, povrchem pozemní komunikace, plochou dráhy apod. U mostu o více otvorech se rozeznává podle světlosti mostní otvor hlavní (obvykle je to mostní otvor s největší světlostí) a vedlejší. Podle umístění v podélném směru rozeznáváme mostní otvor krajní a mezilehlý.

Světlost mostního otvoru je vodorovná vzdálenost mezi líci sousedních podpěr, které omezují mostní otvor po stranách. Rozeznává se:

- kolmá světlost mostního otvoru, tj. nejmenší světlost mostního otvoru měřená kolmo k lícím plochám podpěr,
- šikmá světlost otvoru, tj. světlost měřená v ose šikmého mostu mezi líci podpěr.

Mostní pole je úsek hlavní nosné konstrukce, který přemostuje prostor mezi dvěma sousedními mostními podpěrami. Délka pole je dána osovou vzdáleností podpěr nebo ložisek v podélném směru mostu, tj. **rozpětím pole**. U mostu o více polích se podle velikosti rozpětí rozeznává mostní pole hlavní a vedlejší. Podle umístění v podélném směru se rozeznává mostní pole krajní a mezilehlé.

Osa nosné konstrukce je spojnice půdorysných průmětů bodů půlicích šířku jednotlivých příčných řezů nosné konstrukce.

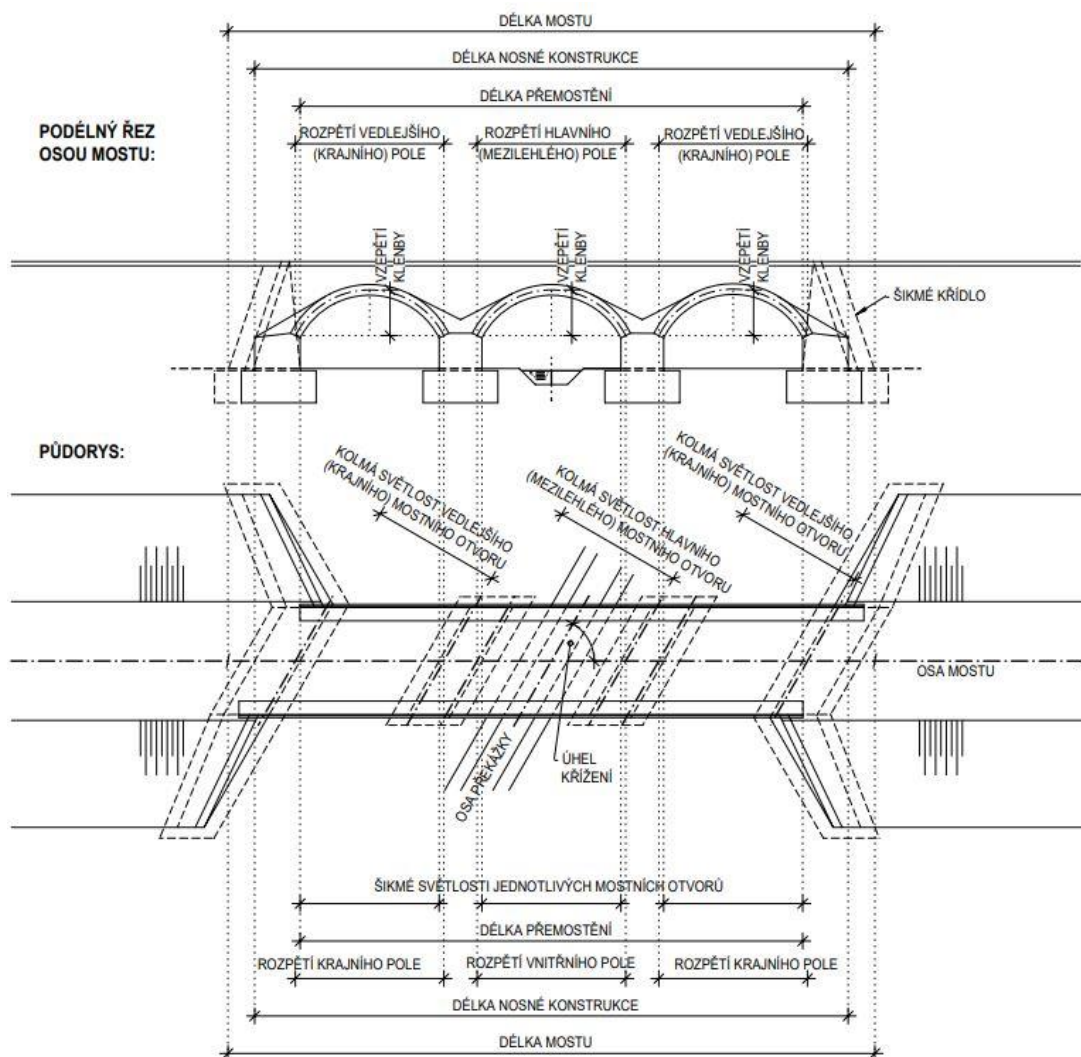
Osa mostu je spojnice bodů půlicích vzdálenost vnějších líců říms mostu pozemní komunikace.

Rozpětí je vzájemná vzdálenost dvou sousedících teoretických podpor nosné konstrukce. U vetknutých oblouků se za rozpětí považuje vzájemná vzdálenost průsečíků střednice s místem vetknutí oblouku do patky.

Délka přemostění je vodorovná vzdálenost líců krajních podpěr měřená v ose mostu.

Délka nosné konstrukce je vzdálenost čel nosné konstrukce měřená v ose nosné konstrukce mostu.

Délka mostu je podélná vzdálenost mezi konci mostních křídel; u mostů s různými délkami mostních křídel je to průměrná podélná vzdálenost konců křídel nebo jiných ukončení mostu, měřená v ose mostu.



Obr. 1. Části a návrhové charakteristiky klenutého mostu (zde most s levou šikmostí).

Úhel křížení je půdorysný, ostrý nebo nanejvýše pravý úhel, který svírá osa mostu s osou přemostované překážky v místě jejich křížení.

Šikmost je údaj charakterizující půdorysné uspořádání mostu vyjádřený úhlem mezi osou uložení a osou mostu (v případě přímého mostu) nebo tečnou k ose půdorysně zakřiveného mostu. Rozeznává se:

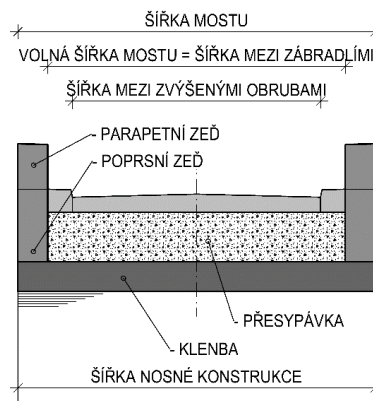
- levá šikmost, pokud levá část podpěry nosné konstrukce je při pohledu ve směru osy mostu vzdálena od pozorovatele více než část pravá,
- pravá šikmost, pokud pravá část podpěry nosné konstrukce je při pohledu ve směru osy mostu vzdálena od pozorovatele více než část levá.

U mostů nepravidelného půdorysu mohou být na jednotlivých podpěrách šikmosti různé.

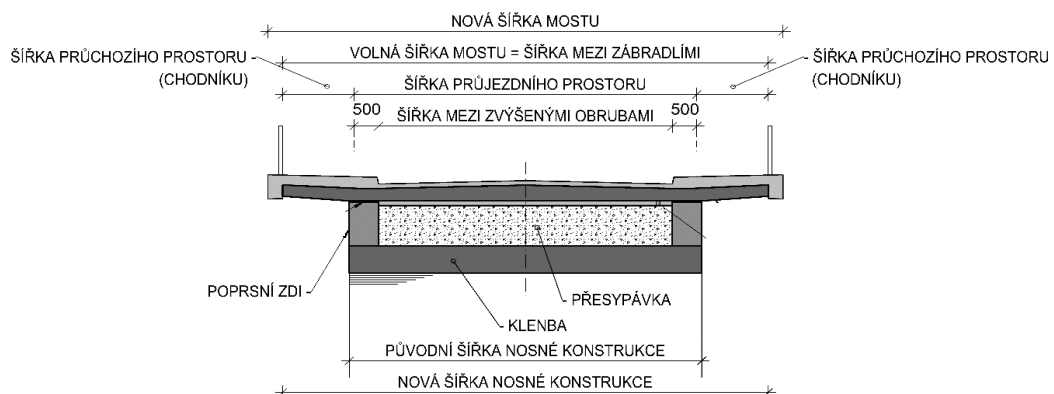
Šířka mostu je příčná vzdálenost mezi vnějšími líci obou mostních říms.

Volná šířka mostu pozemní komunikace je nejmenší šířka měřená kolmo k ose mostu mezi vnitřními líci stálých bočních překážek. Je dána zpravidla šířkou mezi záchytnými bezpečnostními zařízeními (zábradlím, svodidly, zábradelními svodidly), poprsními zdmi, mezi částmi hlavní nosné konstrukce vyčnívajícími nad pojezdenou nebo pochozí plochu mostu, mezi líci překážek o výšce přes 200 mm (u mostů pozemních komunikací) apod.

Šířka mezi zábradlím je šířka měřená kolmo k ose mostu mezi vnitřními líci vnějších záchytných systémů (mezi zábradlími nebo zábradelními svodidly) a/nebo protihlukových stěn.



Obr. 2. Šířkové uspořádání mostu – klenba s poprsními a parapetními zdmi, bez chodníků.



Obr. 3. Šířkové uspořádání rozšířeného klenbového mostu; zde most s chodníky, bez svodidel

3.2. Třídění mostů podle vybraných kritérií

Mosty mohou být tříděny podle řady různých hledisek, vybraná třídění uvádíme níže.

Třídění mostů podle převáděné komunikace:

- drážní most (železniční, tramvajový, most metra atd.),
- most pozemní komunikace (dálniční, silniční, most místní komunikace, cesta, most účelové komunikace),
- vodohospodářský most – k převedení vodního toku přes překážku („akvadukt“),
- sdružený most – je určen ke společnému převedení dvou nebo více dopravních cest různého charakteru (např. dráhy a silnice) na společné (fyzicky neoddělené) nosné konstrukci přes tutéž překážku, přičemž se přidružené komunikace pro chodce a cyklisty („chodníky“) nepovažují za samostatnou dopravní cestu.
- účelový most – (např. součást přelivu rybníku, přístup k obsluze stavidel)

Třídění mostů podle plánované doby trvání:

- trvalý most, s jehož předčasným odstraněním nebo nahrazením se při jeho návrhu neuvažuje (mosty se navrhují s návrhovou dobou životnosti 100 let),
- zatímní most, s jehož předčasným odstraněním se počítá již při jeho návrhu (například mosty v mimoúrovňových křižovatkách realizovaných po etapách, kdy se mezi jednotlivými etapami mění dopravní řešení). Podle předpokládané doby používání se rozeznává –
 - *krátkodobý zatímní most (postavený na dobu do 5 let),*
 - *dlouhodobý zatímní most (postavený na dobu delší než 5 let),*
- mostní provizorium – je souprava mostní konstrukce (obvykle skladovaná pro opakované použití) určená pro zatímní most. Mostní provizoria se používají například po dobu přestavby trvalých mostů.

Třídění mostů podle počtu mostních otvorů nebo polí:

- most o jednom otvoru, dvou a více otvorech,
- most o jednom poli, dvou a více polích.

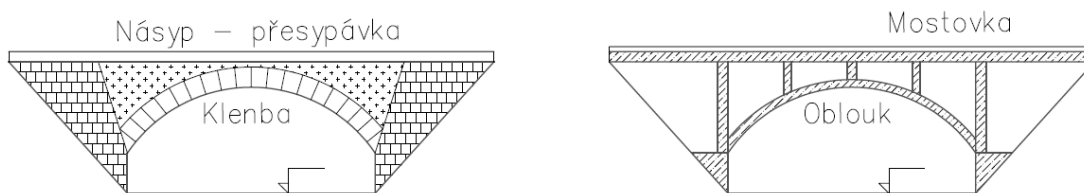
Třídění mostů podle materiálu:

- zděný most, jehož hlavní nosná konstrukce je provedena z kamene, cihel, betonových tvárnic apod., podrobněji viz 5.3.
- betonový most, jehož hlavní nosná konstrukce je vyrobena z prostého betonu (tj. bez výztuže), ze železobetonu (s pasivní výztuží, která přenáší především tahová namáhání v konstrukci), z předpjatého betonu (s předpínací výztuží tvořenou vysokopevnostními ocelovými lany, dráty nebo tyčemi, která vnáší do betonu především tlaková namáhání, čímž se v betonu snižují tahová namáhání a deformace), popř. z jejich kombinací tzv. spřažený betonový most,
- kovový most, jehož hlavní nosná konstrukce je vyrobena z kovu. Dále můžeme kovové mosty dělit na mosty ocelové, litinové a mosty z lehkých slitin (např. hliníkové),
- dřevěný most, jehož hlavní nosná konstrukce je ze dřeva nebo z materiálů na bázi dřeva,
- kombinovaný most, jehož nosná konstrukce je složena z různých stavebních materiálů, které ale netvoří společně působící příčný řez (pak se jedná o spřažené konstrukce, např. spřažený ocelobetonový most, u kterého je betonová část průřezu hlavní nosné konstrukce spřažená s ocelovou částí hlavní nosné konstrukce.

Třídění mostů podle statické funkce hlavní nosné konstrukce (pro účely této kapitoly):

- klenbový most (zděné mosty)
 - most s ohybově měkkou nosnou konstrukcí, která významně spolupůsobí se zhutněným zásypem (tenkostěnné konstrukce s přesypávkou),
 - most s ohybově tuhou nosnou konstrukcí, která nespůsobí se zhutněným zásypem.
- obloukový most.

Rozdíl mezi konstrukcí klenbovou a obloukovou představuje přesypávka (část násypu nad zakřivenou konstrukcí) – klenuté konstrukce jsou přesypané a doprava je vedena po povrchu přesypávky. Obloukové konstrukce přesypané nejsou a doprava je vedena po tzv. mostovce. Podrobnější dělení je uvedeno v kapitole 5.2.



Obr. 4. Rozdíl mezi klenbovým a obloukovým mostem.

- deskový most, trámový most, rámový most,
- věšadlový most, vzpínadlový most, vzpěradlový most, zavěšený most, visutý most,
- integrovaný most.

Vzhledem k tomu, že zděné konstrukce jsou pouze klenbové, jejich statické schéma je vetknutý oblouk.

Tuhé klenby je možno ještě rozdělit na klenby tzv. „pravé“, u kterých se využívá princip přenosu účinků zatížení konstrukcí formou tlakové normálové síly, a klenby tzv. „nepravé“, nazývané rovněž „přečnělkové“, u kterých dochází k překlenutí překonávaného otvoru tak, že kameny (příp. jiné prvky kusového staviva) jsou v jednotlivých vrstvách postupně vykonzolovávány přes okraj předcházející vrstvy. V našich podmínkách se jedná pouze o drobné stavby místního významu.

3.3. Nosná konstrukce a spodní stavba mostu

Spodní stavbu mostu tvoří:

- základy,
- podpěry, pilíře, opěry, křídlo opěry,
- popř. kotevní bloky pro nosné lano visutých mostů.

Nosná konstrukce, která přenáší účinky zatížení ze svršku na spodní stavbu; je tvořena všemi nebo jen některými z následujících konstrukčních částí:

- hlavní nosná konstrukce (pro zděné mosty se jedná o mostní klenbu),
- spolupůsobící přesypávka, popř. nadezdívka,
- čelní zeď a poprsní zeď navazující na klenbu
- mostovka, ztužení, ložiska, mostní závěry.

3.4. Svršek a vybavení, přidružené části, přesypávka

Svršek na mostě pozemní komunikace je součástí mostu uložená na jeho nosné konstrukci. Skládá se ze všech nebo jen z některých těchto částí: vozovka, izolace, vyrovnávací a spádová vrstva, krajnice, římsa, chodník, odvodňovací proužek, odrazný proužek, obrubníky apod.

Izolační systém je souhrn vrstev (přípravná, izolační a ochranná vrstva), které zajišťují ochranu mostních konstrukcí proti účinkům vody. Těsnicí vrstva dnes bývá nejčastěji z asfaltových izolačních pásů, používají se také například syntetické izolace ze syntetických pryskyřic nanášených stříkáním nebo stěrkováním. Podle plochy nosné konstrukce chráněné izolací se rozeznávají celoplošné izolace (na celé ploše nosné konstrukce, používané v současné době) a vanové izolace (realizované pouze pod vozovkou mezi římsami, nikoliv pod římsami – toto řešení se používalo v řadě případů v minulosti). K technickým detailům dále viz kapitola 7.3.

Vybavení je soubor zařízení, jímž se most doplňuje ke zvýšení bezpečnosti jeho uživatelů, k usnadnění prohlídek nebo údržby a k zajištění jeho životnosti; je tvořeno všemi nebo jen některými následujícími zařízeními:

- silniční záchytný systém (svodidla, zábradelní svodidla, zábradlí),
- odvodňovací zařízení, odpadní zařízení (odvodňovače, podélné a příčné potrubní svody, odvodňovací žlaby, chrliče),
- zábrany (např. protinárazové zábrany),
- ochranná zařízení (např. ochrany proti dotyku s živými částmi trakčního vedení),
- osvětlení,
- revizní zařízení (např. madla, lávky),
- zvláštní zařízení,
- jiná, popř. cizí zařízení (např. převáděné inženýrské sítě).

Přechodová oblast (přechod) je geotechnická konstrukce zemního tělesa přiléhající k opěře mostu, popř. k objektu s přesypávkou, složená z konstrukčních prvků (částí), jako jsou např.: zásyp, ochranný obsyp, násyp, přechodový klín, přechodová deska, ochranná vrstva izolace, těsnicí vrstva, odvodnění rubu opěry apod., včetně příslušné vozovky a aktivní zóny pod vozovkou. Cílem přechodové oblasti je zajistit plynulý nájezd na most a minimalizovat vliv rozdílných sedání mostního objektu a navazujícího zemního tělesa.

Přesypávka je část násypového tělesa nad nosnou konstrukcí mostu (klenutou, rámovou apod.). Přesypávka přechází z přechodové oblasti mostu do prostoru mezi svršek a nosnou konstrukcí mostu. Historicky se používala zemina, dnes může být tvořena i jiným materiálem - např. lehkým, použitým v potřebných případech z důvodu vylehčení násypového tělesa – je možno použít polystyrén, lehké keramické kamenivo (např. Liapor) apod. Obdobně bývá používáno i výplňové zdivo.

Zejména v případě poddajnějších mostních konstrukcí bývá uvažováno, že okolní zemní těleso včetně přesypávky aktivně spolupůsobí s mostní konstrukcí.

3.5. Provozní charakteristiky

Provozní charakteristiky jsou dány zatížitelností mostu.

Podrobnosti jsou uvedeny v kapitole 7.1.4.

4. Správa, evidence a dokumentace mostů

- 4.1. Správa mostů
- 4.2. Technická evidence mostů
- 4.3. Evidence mostů z hlediska státní památkové péče
- 4.4. Dokumentace mostních staveb
 - 4.4.1. Kresebná dokumentace
 - 4.4.2. Fotografická dokumentace
 - 4.4.3. Geodetická dokumentace
 - 4.4.4. Poznatky a zkušenosti z praktických měření mostů

4.1. Správa mostů

- Mostní objekty na dálnicích a na silnicích 1. třídy jsou ve vlastnictví státu a jejich správu (včetně přípravy realizace a vlastní realizace rekonstrukcí) zajišťuje Ředitelství silnic a dálnic ČR (ŘSD ČR) prostřednictvím Krajských ředitelství silnic dálnic. Ty zajišťují veškeré provozní záležitosti mostů a je zde uložena veškerá vytvořená evidence a dokumentace. Ústředí sídlí v Praze.
- Mostní objekty na silnicích 2. a 3. třídy jsou ve vlastnictví krajů a jejich správu a údržbu zajišťuje vždy příslušná Krajská správa a údržba silnic (KSÚS). Ty zajišťují veškeré provozní záležitosti mostů a je zde uložena veškerá vytvořená evidence a dokumentace a spadají pod krajský úřad.
- Mostní objekty na místních komunikacích v obcích jsou obvykle ve vlastnictví a správě těchto obcí. Obdobně mosty na účelových komunikacích (například uvnitř výrobních areálů apod.) bývají ve vlastnictví a správě vlastníků příslušných komunikací a areálů.

4.2. Technická evidence mostů

Pro evidenci mostních objektů platí norma ČSN 73 6220 Evidence mostních objektů pozemních komunikací.

Po dokončení každého mostního objektu je nutno pro něj vytvořit tzv. Mostní list mostu pozemní komunikace, který obsahuje základní informace – zahrnuje dvě strany textu a schéma objektu. Zejména na významnějších komunikacích se pořizují i Mostní listy podjezdu pozemní komunikace, které se týkají mostů nad uvažovanou komunikací.

Všechny mostní objekty se označují evidenčním číslem, které se skládá z následujících údajů:

- číslo komunikace,
- za pomlčkou je pořadové číslo objektu,
- případně se použijí i tzv. indexy, kterými se rozlišuje například levý a pravý most na směrově rozdělených komunikacích.

Evidenční číslo je uvedeno na tabulce, která by měla být připevněna u každého mostního objektu. Pokud mostní objekt tvoří i podjezd, přiděluje se mu rovněž evidenční číslo podjezdu (pro takový objekt se pak evidují obě čísla).

Údaje o mostních objektech na veřejných komunikacích (tzn. na dálnicích, silnicích 1., 2. a 3. třídy) se soustřeďují v jednotném registru, kterým je tzv. Systém pro hospodaření s mosty – zkratka BMS (z

anglického názvu Bridge Management System). Jedná se o softwarový systém, jehož cílem je shromažďovat o mostních objektech jejich evidenční údaje, výsledky (protokoly) z prohlídek mostů, provedená opatření (opravy apod.), plánovat další potřebná opatření apod. Obsahuje rovněž mapu České republiky s vyznačením evidovaných mostních objektů. Adresa pro přístup je <http://bms.clevera.cz>. Část databáze je přístupná veřejnosti, podrobnější údaje lze získat autorizovaným přístupem.

V BMS nejsou uvedeny všechny mostní objekty. Nejméně jich je z místních a účelových komunikací. Údaje jsou postupně doplňovány a upřesňovány.

Dále bývají veškeré potřebné písemnosti k jednotlivým mostním objektům archivovány obvykle u správce mostních objektů – jedná se o evidenční údaje, doklady (stavební povolení, kolaudační rozhodnutí, snímky pozemkových map apod.), technické písemnosti (projektová dokumentace, statické výpočty, dokumentace skutečného provedení, stavební deníky atd.), údaje o zatížitelnosti, záznamy o provedených prohlídkách, o provedené údržbě a opravách apod. Rovněž by měly být uchovávány doklady ze zrušených mostních objektů, pokud je to žádoucí z technického nebo z historického hlediska.

Další informační zdroje:

- mapy.cz – lze najít umístění mostů s fotkami
- <http://historickemosty.fsv.cvut.cz/> - lze najít historické klenbové a obloukové mosty včetně jejich popisu
- databáze mostů: <http://libri.cz/databaze/mosty/>

4.3. Evidence mostů z hlediska státní památkové péče

4.3.1. Prohlášení stavby za nemovitou kulturní památku

Prohlášení nemovité nebo movité věci za kulturní památku (KP) může navrhnout kdokoliv, soukromá osoba, spolek, organizace nebo instituce. Památky prohlašuje Ministerstvo kultury České republiky (MK ČR). Národní kulturní památky (NKP) jsou prohlašovány nařízením vlády ČR. 12 kulturních památek (souborů) je zapsáno na Seznamu světového kulturního a přírodního dědictví UNESCO (památky s mezinárodním statutem). O zrušení prohlášení věci či nemovitosti za památku může ministerstvo kultury požádat její vlastník, každá taková žádost je samostatně posuzována k tomu určenou komisí MK ČR. Nejdůležitějším zákonem v tomto procesu je zákon č. 20/1987 Sb. O státní památkové péči, který také určuje závazný postup.

V **Ústředním seznamu kulturních památek** (ÚSKP, <https://www.pamatkovykatolog.cz/>) je veden odděleně seznam movitých a seznam nemovitých kulturních památek. V koncepci památkové péče se zmiňují dopravní stavby jako zvláštní památková kategorie. Kulturní památka zůstává ve vlastnictví původního majitele i po jejím prohlášení; i tehdy, jedná-li se o prohlášení za národní kulturní památku.

4.3.2. Evidence mostů v seznamu nemovitých kulturních památek

Národní památkový ústav eviduje asi čtyřicet tisíc chráněných staveb a souborů, Ústřední seznam nemovitých kulturních památek rozšiřuje Ministerstvo kultury tak, že danou stavbu za nemovitou kulturní památku prohlásí a ta je zapsána do Ústředního seznamu kulturních památek. Národní památkový ústav má své Ústřední pracoviště se sídlem v Praze a pak jednotlivá Územní odborná

pracoviště sídlící v každém kraji. (Mimo krajská města jsou umístěna pracoviště v Lokti, Kroměříži, Josefově a Telči).

Mostů jako nemovitých kulturních památek je evidováno cca 340 (dopravní stavby, stavby pro spoje). Mosty jsou také součástí památkových souborů (městských památkových rezervací či zón, chráněných krajinných celků apod.) Těchto případů je mnohem více. Některé mosty požívají zvláštní ochranu (NKP, UNESCO) – to je ve 21 případech.

Nedá se specifikovat, jaká je ochrana jednotlivých kategorií, nutné vždy posuzovat jako samostatný případ. Tyto kategorie neznamenají větší či menší míru ochrany či cennosti konkrétní stavby. Klenbové mosty tvoří převážnou část památkově chráněných mostních konstrukcí. Tento typ památky má ovšem významná specifika. Stále větší zatížení silniční sítě zvyšuje požadavky na nosnost a bezpečnost mostních konstrukcí. Historické mostní konstrukce potom na jedné straně omezují kapacity dopravní sítě, na druhou stranu vzniká tlak na jejich zničení vzhledem k současným technickým požadavkům. Na rozdíl od jiných památkových objektů historický most nepřináší přímý zisk v podobě nájmu či zisku z turistického využití. Proto vlastník mostu nemá žádné benefity, pouze povinnosti. Proto vznikají spory mezi památkovou péčí a technickými požadavky na údržbu silniční sítě.

Úlohou státní památkové péče je uchovávat historické konstrukce v maximální možné míře v autentické podobě. Památková péče nemá za úkol posuzovat statiku. Památkáři vychází z posudků, které mají k dispozici, nebo mohou vznik statického posudku sami iniciovat. Ten samozřejmě hraje zásadní roli v rozhodování o míře invazivního zásahu do památky při rekonstrukci památky.

4.3.3. Pravidla pro prohlášení stavby za nemovitou kulturní památku

Přesná pravidla pro prohlášení stavby za nemovitou kulturní památku nejsou a ani nemohou být. Závisí to na hodnocení pracovníků památkové péče v hodnotitelské komisi. Je samozřejmě rozdíl, pokud je most součástí památkově chráněného souboru, ale sám o sobě není významnou památkou, nebo zda je most sám o sobě historicky cennou stavbou. Každý vlastník nemovitosti (fyzická osoba, právnická osoba nebo stát) prohlášené za kulturní památku, je ze zákona povinen o ni pečovat a udržovat ji ve vyhovujícím stavu. Je tedy za stav památky odpovědný.

Jako základní zákonná opora ochrany památek slouží zákon č. 20/1987 Sb. O státní památkové péči. V Ústředním seznamu kulturních památek je veden odděleně seznam movitých a seznam nemovitých kulturních památek. V koncepci památkové péče se zmiňují dopravní stavby jako zvláštní památková kategorie. Kromě umělecké a historické ceny se hodnotí i jejich vědecký nebo technický význam. Pro vlastníka objektu zapsání objektu do seznamu přináší zákonná omezení vyplývající z veřejného zájmu.

Národní památkový ústav vede také Seznam nejohroženějších kulturních památek.

4.4. Dokumentace mostních staveb

- 4.4.1. Projektová dokumentace
- 4.4.2. Kresebná dokumentace
- 4.4.3. Fotografická a filmová dokumentace
- 4.4.4. Geodetická dokumentace
- 4.4.5. Poznatky a zkušenosti z praktických měření mostů (výběr)

4.4.1. Projektová dokumentace

V rámci návrhu a realizace nebo opravy mostních objektů je pro ně v současné době postupně zpracovávána projektová dokumentace v několika stupních. Historicky to bylo v rámci jednoho projektu, které se nám pro starší zděné klenbové mosty zachovaly zcela výjimečně, až od 19. století.

Z hlediska zachycení realizovaného stavu konstrukce je dnes nejužitečnější dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS), příp. i realizační dokumentace stavby (RDS). Předcházejí stupně dokumentace, který mi může být studie, dokumentace pro územní rozhodnutí (DÚR), dokumentace pro stavební povolení (DSP) a dokumentace pro provedení stavby (DPS) jsou méně podrobné a odchylky od realizovaného stavu mostu mohou být větší.

4.4.2. Kresebná dokumentace

Asi nejjednodušším a historicky nejstarším způsobem dokumentace mostů je jejich kresebné zachycení. Již od nejstarších dob tak máme různými technikami zachyceny různé podoby mostů, které jsou tak mnohdy i jedinými doklady jejich existence.

I v současném světě s množstvím elektronických prostředků má však jednoduchá kresebná dokumentace své místo. Dokáže totiž pomocí velmi omezených prostředků (papíru a tužky) velmi rychle zachytit velké množství podstatných informací. Informací, které kvůli různým okolnostem (počasí, vegetace, nepřístupnost) mohou dalece předčit fotografické zachycení.

Poučená a formalizovaná dokumentační kresba dokáže najednou zachytit:

- celkový tvar a rozvržení konstrukce
- vzájemné proporce jednotlivých částí
- detailní stavební navázání jednotlivých částí
- detaily architektonického a konstrukčního ztvárnění
- použitý materiál a jeho skladbu

Zároveň s okamžitou možností popisu zobrazovaných věcí nebo jejich změřením a zaznamenání rozměrů jde o nezastupitelný prostředek pro poznání a hodnocení historického mostu. Ihned po svém vytvoření se stává dobovým obrazovým pramenem, z něhož lze i v budoucnu, jako z archivního pramene čerpat informace o stavbě, která třeba mezi tím zanikla.

Výhody a přednosti kresebné dokumentace historických mostů:

- schopnost komplexního zachycení velkého množství informací
- minimální náklady
- relativní rychlost
- trvanlivost pořízené dokumentace a její archivace
- kombinace s popisem a zaměřením
- okamžitá sdělnost pro ostatní uživatele

Nevýhody kresebné dokumentace historických mostů:

- nutnost mít kresebné schopnosti
- stylizované zachycení reality
- větší časová náročnost proti fotografii

4.4.3. Fotografická a filmová dokumentace

Neustále se vyvíjejícími moderními prostředky dokumentace je pořizování fotografií a filmu. Pravděpodobně nejrychleji dokáží zachytit a zdokumentovat velké množství informací. Musí pro to však být vhodné podmínky a okolnosti, která jejich pořízení velmi limitují, respektive určují a omezují vypovídací schopnost pořízených fotografií nebo videí. Otázkou je také jejich dlouhodobé a spolehlivé uchování, budoucí kompatibilita a pod.

K přednostem fotografického a filmového záznamu historických mostů patří:

- rychlost
- operativnost
- malé finanční náklady
- velké množství pořízených snímků
- věrné zachycení reality
- snadné a rychlé sdílení
- za určitých podmínek možno využít pro fotogrammetrické vyhodnocení (ortofotoplány, 3D modely)

Omezení fotografického a filmového záznamu historických mostů:

- nutnost vhodného počasí, zejména dostatečného světla
- nutnost přístupu a „výhledu“
- vzrostlá zeleň, vhodné je období bez vegetace
- vodní tok
- zpracování snímků – roztřídění, popis, archivace
- velký objem a trvanlivost dat u elektronických snímků

4.4.4. Geodetická dokumentace

Pro účely evidence a správy mostů zřejmě v současnosti neexistuje jednotný přístup a požadavky na geodetické zaměření. Jak co do podrobnosti, přesnosti, tak do obsahu a formy. Lze očekávat, že dostupný bývá vždy alespoň půdorys objektu (z projektu či různých druhů map, viz níže). Pokud existuje projektová dokumentace, nutno mít na paměti, že skutečné provedení staveb se může méně nebo i více lišit.

Existující podklady

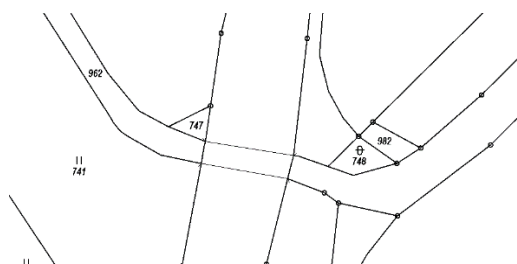
Některé možné podklady obsahující geodetické zaměření:

Zaměření skutečného provedení stavby

Provádí se dle platných legislativních požadavků (např. Zákon č. 200/1994 Sb. O zeměměřictví, Vyhláška č. 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb), požadavků Katastru nemovitostí a stavebních úřadů. Z geodetického hlediska je podstatný maximální půdorys objektu ve vazbě na zábory pozemků a katastr nemovitostí.

Zaměření v rámci Katastru nemovitostí ČR

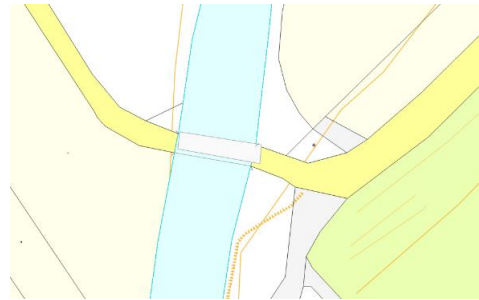
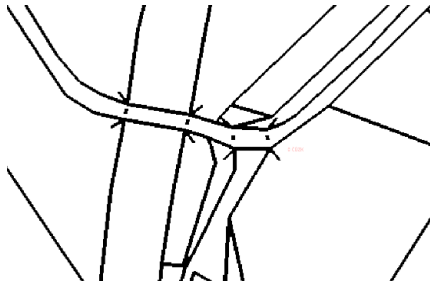
Pouze půdorysné zaměření, často velmi zjednodušeně, měřítko mapování 1:1000, 1:2000, 1:2880.



Obr. 5. Velvěty (UL), klenbový most přes Bilinu; výřez KMD (katastrální mapa digitalizovaná) a zobrazení mostu, vpravo včetně ortofoto podkladu (pův. 1:1000).

Zaměření v rámci velkoměřítkových mapovacích prací

Půdorys (pro THM, KPÚ aj.) je zaměřen vždy, často velmi zjednodušeně; někdy i výškopis ve formě vrstevnic (okolní terén), technických šraf (náspy, koryto aj.), výškových kót (občas některé body na mostě). Měřítko 1:1000 až 1:5000.



Obr. 6. Velvěty (UL), klenbový most přes Bílinu; výřez SM5 (pův. 1:5000) v rastrové a vektorové verzi

Zaměření v rámci stavebněhistorického a jiného průzkumu

Zaměření mostů geodetickými metodami pro různé druhy průzkumů není vždy obvyklé. Pro některé většinou postačí zjistit základní rozměry (šířky, rozpětí, výšky apod.), u velké části z nich je však přesné zaměření naprosto nezbytné, protože z něj vycházejí hodnocení a závěry průzkumů (např. stavebněhistorický). Pro podrobnou a/nebo přesnou geometrickou dokumentaci lze využít členění měřických metod uvedených níže. (K podrobným součástem SHP viz kapitola 6. - Stavebně historický průzkum a hodnocení)

Zaměření v rámci geodetického monitoringu

Geodetický monitoring je širším označením pro měření posunů a přetvoření konstrukce geodetickými metodami. Monitoring se obvykle provádí jen ve vybraných bodech a místech konstrukce, někdy na významných liniích či plochách. Monitorují se jen některé mosty a po omezenou dobu (např. po určený čas po výstavbě, před a po rekonstrukci, při podezření na statické poruchy atd.). Monitoring může navazovat na zatěžovací zkoušky mostu.

Jako podklad pro projekt monitoringu je někdy potřebné provést také celkové zaměření tvaru a rozměrů konstrukce a toto zaměření může být využito i k účelu dokumentace.

Kategorizace geodetického zaměření mostů

a) Přesná měřická dokumentace

stručná:

- základní rozměry objektu a jeho částí (tzv. oměrné míry) – pásmo, ruční dálkoměr (Disto apod.); případně základní zaměření vybraných bodů totální stanicí

podrobná:

- 3D laserové skenování statickým skenerem
- 3D laserové skenování ručním mobilním skenerem
- fotogrammetrické snímkování (měřickou či kalibrovaná kamerou), pozemní či z prostředků UAV (drony)
- přesné zaměření polární metodou

Pro přesné umístění objektu v rámci závazného souřadnicového a výškového systému (S-JTSK a Bpv) je vhodnou metodou zaměření charakteristických a/nebo tzv. vlíčovacích bodů metodou GNSS RTK s připojením na síť referenčních stanic CZEPOS (provozovanou ČÚZK). V komplikovaných případech navíc nutné doměření totální stanicí. Vyhotovení přesné měřické dokumentace spadá mezi zeměměřické činnosti dle zákona č. 200/1994 o zeměměřičství a musí ho provádět osoby odborně způsobilé.

b) Přibližná měřická dokumentace

stručná

- základní rozměry objektu a jeho částí (tzv. oměrné míry) – pásmo, ruční dálkoměr (Disto apod.)

podrobná

- podrobná fotodokumentace objektu neměřickou kamerou (běžným digitálním fotoaparátem) tak, aby snímky měly dostatečný překryt (80 %), to znamená pořídit desítky až stovky snímků objektu.

Pro umístění objektu do souřadnicových soustav S-JTSK, Bpv a popř. orientační WGS-84 (pro navigační GPS) je vhodné a dostatečně využít volně dostupné webové mapové služby, nejlépe zaručené státními organizacemi (ČÚZK), např. <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>.

Přibližná stručná měřická dokumentace nemusí být chápána jako zeměměřická činnost, a proto ji může zpracovávat nejen osoba odborně způsobilá dle Zák. 200/1994 ale také osoba poučená, avšak fotogrammetrické vyhodnocení záznamů je vyhrazeno odborně způsobilým osobám.

Souhrnný přehled metod

Tabulka uvádí základní vlastnosti metod zaměření (jejich rozsah a přesnost) a jejich výstupů ve formě známek (1 je nejlepší a 5 nejhorší). U geometrické přesnosti je navíc řád jednotek, ve kterých se reálná přesnost pohybuje, např. (mm – cm) znamená jednotky milimetrů až jednotky centimetrů. Nutné je mít na paměti, že staré kamenné mosty jsou značně nepravidelné, je nutná jistá míra abstrakce a zjednodušení.

Metoda <i>Využitelný rozsah</i>	<i>Geom. přesnost</i>	<i>Podrobnost</i>	<i>3D vizualizace</i>	<i>Náročnost měření</i>	<i>Náročnost zpracování</i>	<i>Možnosti výstupů</i>
Statické 3D laser-skenování Cca do 250 m	1 – 2 (mm – cm)	1 – 2	2	3 – 4	4	mračno bodů (i s barvou), 3D model (digitální, fyzický) 2D výkresy
Ruční 3D laser-skenování Cca do 100 m	3 – 4 (cm – dm)	1	2	2	4	mračno bodů (i s barvou), 3D model (digitální, fyzický) 2D výkresy
Fotogrammetrické snímkování kamerami Cca do 100 m	3 – 4 (cm – dm)	1 – 2	1	2	4	mračno bodů (i s barvou), 3D model (digitální, fyzický) 2D výkresy
Fotogrammetrické snímkování UAV z dronu Cca do 400 m	3 – 4 (cm – dm)	2	1	4	4	mračno bodů (i s barvou), 3D model (digitální, fyzický) 2D výkresy
Tachymetrie totální stanice Cca do 400 m	1 (mm – cm)	4	4	3 – 4	2	2D – 3D schémata, výkresy, řezy
Ruční oměrné (pásmo, ruční dálkoměry) Cca do 50 m	3 (cm – dm)	5	5	2	2	2D – 3D schémata

4.4.5. Poznatky a zkušenosti z praktických měření mostů (výběr)

V rámci projektu NAKI bylo provedeno geodetické zaměření celkem 19 mostů. Byla ověřena využitelnost metod přesné měřické dokumentace uvedených výše. Některé objekty byly zaměřeny více způsoby pro možnost komparace výsledků co do přesnosti, detailnosti, náročnosti měření i zpracování. Níže jsou uvedeny základní informace pro několik vybraných zaměřených zděných klenbových mostů.

Stará Huť u Dobříše (okr. Příbram)

Hlavní údaje o zaměření a zpracování:

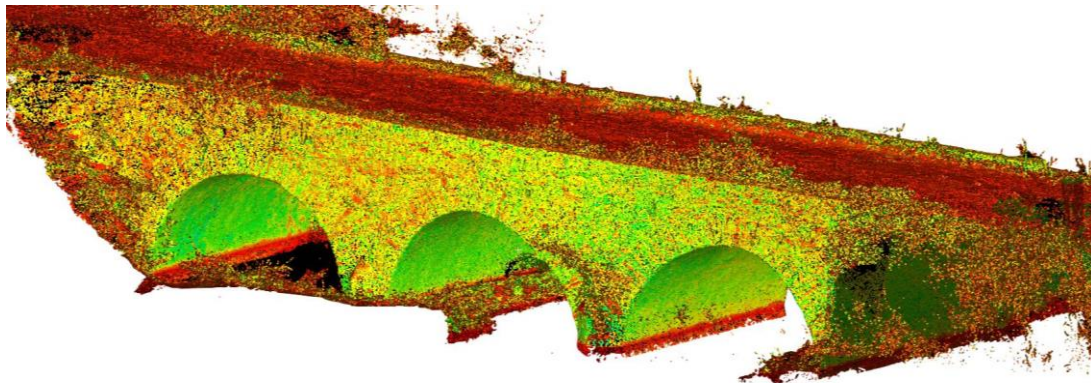
- přesné statické 3D laser-skenování (Leica P40)
- ruční 3D laser-skenování - provedeno 2x nezávisle pro ověření (ZEB Revo)
- ruční fotogrammetrické snímkování (240 snímků, Canon EOS 500D, 40mm)
- GNSS připojovací měření (Trimble GeoXR)
- měření cca 3 h (6 stanovisek P40, 2 smyčky ZEB, 3x GNSS RTK)
- základní zpracování dat cca 8 h (mračno bodů, pohledy z boku a s vrchu, půdorys v úrovni otvorů)

Dosažené výstupy:

- 3x registrované mračno bodů (georeferencované),
- síťový model

Praktické zkušenosti z měření:

- nutno odstranit sníh (mění tvar povrchu a špatně odráží laser skeneru),
- kvůli okolním stromům nešlo využít plánované snímkování z dronu,
- snímky z ručního snímkování se nepodařilo úspěšně fotogrammetricky zpracovat (nehodné překryty, sníh, vegetace, nezkušený fotograf),
- 3D skenování statické i ruční bez problémů (po odmetení sněhu)



Obr. 7. Stará Huť – registrované a očištěné mračno bodů (P40).

Velvěty (okr. Ústí nad Labem)

Hlavní údaje o zaměření a zpracování:

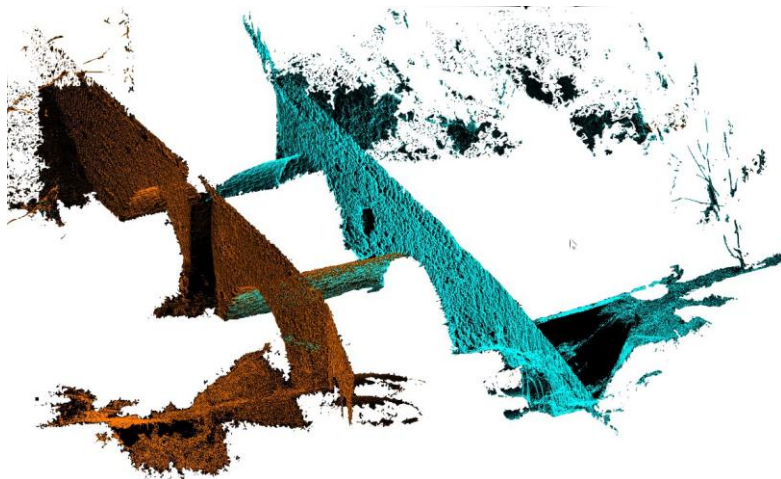
- statické 3D laser-skenování (Leica BLK360)
- ruční 3D laser-skenování (ZEB Revo)
- měření cca 1 h (5 stanovisek BLK, 1 smyčka ZEB)
- základní zpracování dat cca 2 h (registrace mračna bodů)

Dosažené výstupy:

- 2x registrované mračno bodů

Praktické zkušenosti z měření:

- skenování oběma přístroji úspěšné, pro BLK360 raději volit více stanovišek kvůli překrytům (např. 7 až 8 místo 5)



Obr. 8. Velvěty – postupné skládání dat z 3D laserových skenů (BLK360).

Poniklá (okres Liberec)

Hlavní údaje o zaměření a zpracování:

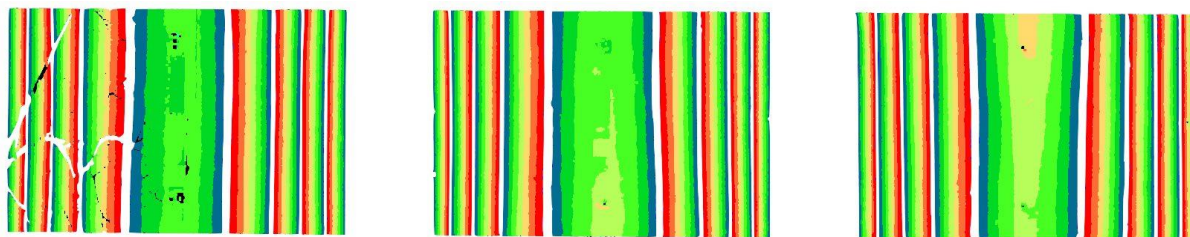
- přesné statické 3D laser-skenování (Leica P40)
- GNSS připojovací měření (Trimble GeoXR)
- měření cca 3 h (5 stanovišek P40, 3x GNSS RTK)
- základní zpracování dat cca 5 h (registrace mračna bodů, dílčí model, pohledy, válcovitost)

Dosažené výstupy:

- registrované mračno bodů (georeferencované),
- modely odchylek válcovitosti kleneb, stanovení skutečných poloměrů,
- pohledy z boku a s vrchu

Praktické zkušenosti z měření:

- částečně překážející vegetace (vždy je dobré zaměření provádět mimo vegetační sezonu)

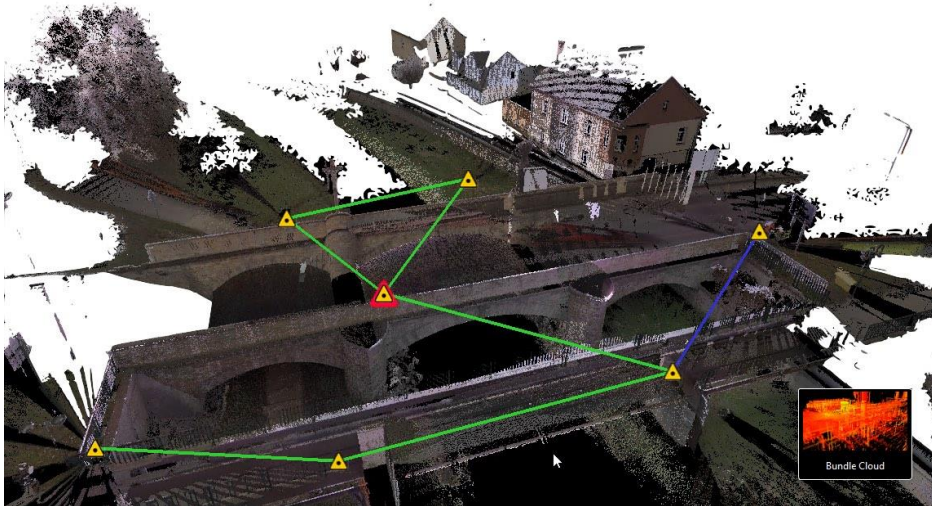


Obr. 9. Poniklá – grafické znázornění odchylek válcovitosti oblouků.

Mimoň (okres Česká Lípa)

Použitá technologie / přístroj:

- statické 3D laser-skenování (Leica BLK360)
- měření cca 2 h (5 stanovišek BLK)
- základní zpracování dat cca 3 h (celkové mračno bodů)



Obr. 10. Mimoň (ČL) – pohled na částečně zpracované mračno bodů vč. okolních objektů.

Stará Dobeč (okres Písek)

Hlavní údaje o zaměření a zpracování:

- přesné statické 3D laser-skenování (Leica P40)
- GNSS připojovací měření (Trimble GeoXR)
- základní zpracování dat cca 3 h (celkové mračno bodů)
- měření cca 1 h (3 stanoviště P40, 5x GNSS RTK)
- základní zpracování dat cca 6 h (registrace, modelování, 3D tisk)

Dosažené výstupy:

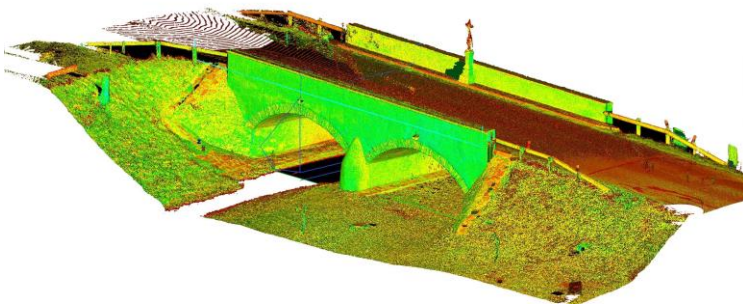
- registrované mračno bodů (georeferencované), síťový a ploškový model,
- výtisk 3D modelu

Praktické zkušenosti z měření:

- objekt nevelký, dobře přístupný a viditelný pro jakoukoliv metodu zaměření



Obr. 11. Stará Dobeč (P) – skenování mostu.



Obr. 12. Stará Dobeč (P) – registrované a očištěné mračno bodů (P40).

Snímkování vybraných mostů pomocí prostředků UAV (drony) se ukázalo problematické z důvodů technických i administrativních. Let nad vodním tokem může vést k chybám autonomního řízení, legislativně jsou omezeny prostory ochranných pásem el. vedení, obydlené prostory a mnoho dalších. V řadě případů, kde by se zdálo použití dronu výhodné se ukázala nemožnost účelného nasazení.

5. Základní rozdělení zděných klenbových mostů a obecný historický a konstrukční vývoj na území ČR

- 5.1. Umístění v terénu
- 5.2. Tvar konstrukce
- 5.3. Stavební materiál
- 5.4. Stručný historický vývoj stavby zděných klenbových mostů na území ČR
- 5.5. Vývoj konstrukčního řešení zděných klenbových mostů na území ČR

5.1. Umístění v terénu

Podle umístění v terénu můžeme rozlišit mosty:

- na rovině s nezaříznutým vodním tokem nebo jinou překážkou
- na rovině se zaříznutým vodním tokem nebo jinou překážkou
- v širokém údolí
- v úzkém údolí bez zpevnovaných břehů
- v údolí se zpevněnými břehy

5.1.1. Na rovině s nezaříznutým vodním tokem nebo jinou překážkou jsou umístěny mosty, k nimž vozovka přichází po náspu, který ji vyvyšuje nad okolní terén, který je buď trvale podmáčený, nebo se do něj rozlévá voda při vyšším stavu vodního toku (např. inundační mosty, hrázní mosty). Most je vysoký jako násep nebo hráz a je v rovině s vozovkou. Podle velikosti toku nebo překonávané překážky, může mít jeden, nebo více klenebních oblouků. Obvykle jde o jeden až šest, přičemž vodní tok většinou prochází pouze jedním, nebo dvěma středními, ostatní slouží pouze při zvýšeném stavu vody. Obvykle jsou okraje mostu vybaveny křídly chránícími začátek náspu přicházející vozovky.



Obr. 13. Jezdovice – hrázní most u Jezdovického rybníku.



Obr. 14. Postoloprty – inundační most.

5.1.2. Na rovině se zaříznutým vodním tokem nebo jinou překážkou najdeme mosty, jejichž úroveň vozovky bývá v rovině s okolním terénem, respektive navazuje na přicházející vozovku, která není umístěna na vyvýšeném náspu. Díky zahloubení vodního toku nehrozí ani při zvýšené hladině vody její rozlití do okolí. Most obvykle překonává pouze zahloubený tok a mívá tak jeden až tři pole. A není potřeba, aby byl příliš vysoký. Nábřežní opěry jsou zapuštěny do břehů vodního toku, které jsou někdy zregulované a opatřené opěrnými zdmi.



Obr. 15. Lozice, 1852-1886.



Obr. 16. Mařeničky, 1860.

5.1.3. V širokém údolí most překonává celou jeho šířku, kde bývá často trvale podmáčený terén nebo kam se rozlévá vodní tok při zvýšeném stavu vody. Musí tak být značně dlouhé a mají mnoho polí, aby umožnily volný průtok zvýšené vody. V takovém případě se nazývají inundační. Většinou jde o stavby až z 19. století, ale najdeme i ojedinělé zástupce z barokního období.



Obr. 17. Zásmyky Vlčí důl, pravděpodobně poč. 18. stol.



Obr. 18. Krč, 1790.

5.1.4. V úzkém údolí bez zpevněvaných břehů musí most překonávat vodní tok ve větší výši, aby zachoval dostatečný průtočný profil a zároveň navazoval na komunikaci, která k němu sbíhá z obou břehů. Často tak reaguje na tvar přírodního terénu a využívá různé skalní výchozy nebo hřbety, podél nichž historická komunikace přichází a které také tvoří dostatečně pevnou oporu pro založení mostu. Mnohdy jde o mosty menších až středních rozměrů obvykle s jedním až třemi poli, které mohou být různých rozměrů a velikostí.



Obr. 19. Hejnice, 18. století.



Obr. 20. Hodonice, 19. století.

5.1.5. V údolí se zpevněnými břehy jsou mosty obdobné předchozím kategoriím, ale protože bylo nutné břehy vodního toku zpevnit opěrnými zdmi je do nich most na obou stranách zapuštěn. Může jít i o mladší úpravu předchozích variant, kdy byl zároveň regulován vodní tok, zpevněny jeho břehy a nově vybudován most, který ho překonává. Toto je zvláště časté ve městech, kde zpevněné břehy chrání město od rozlivu při povodních.



Obr. 21. Radim, 1838.



Obr. 22. Želénky, 2. pol. 18. století.

5.2. Tvar konstrukce

Na základě tvaru konstrukce rozdělujeme mosty podle:

- počtu polí (kleneb)
- tvaru kleneb
- vertikálního tvaru (vedení) vozovky
- půdorysného tvaru mostu
- půdorysného tvaru pilířů

5.2.1. Počet polí (kleneb)

Dělení je vztaženo ke statickému posouzení, kde zjednodušený model konstrukce závisí na počtu polí.

Jedno nebo dvě pole najdeme většinou u menších místních mostků ve vesnickém nebo okrajovém městském prostředí, kde je vodní tok více zaříznutý do terénu nebo v úzkém údolí. Mohou to však být i větší konstrukce na důležitějších komunikačních trasách, kde bylo potřeba překonat větší tok při zachování maximální průtočnosti. U menších a starších zástupců jde většinou o půlkruhové oblouky o rozpětí 3-6 m, u novějších o segmentové oblouky s rozpětím 6-12 m někdy až 20 m.



Obr. 23. Rtyň nad Bílinou, pravd. 19. století



Obr. 24. Zákupy, 1849.

Tři pole již mohou představovat velký most překonávající velký vodní tok nebo ve značné výšce úzké a středně široké údolí. Zástupce těchto mostů najdeme již od raného novověku 16. století a jejich počet se zvětšuje od baroka 17. a 18. století. Dochovány jsou jak z vesnického prostředí většinou v menším provedení s drobnějšími oblouky o světlosti otvoru 3-6 m, tak z městského v mohutných podobách s oblouky o rozpětí kolem 10 m. S rozvojem státní cestní sítě po polovině 19. století vznikají velké velmi pečlivě postavené konstrukce přes říční toky s klenbami o světlostech 10-18m.



Obr. 25. Beňovy, 1921, Uhlava

Čtyři až šest polí mají význačné mosty zachované od baroka budované buď ve městech nebo na důležitých dopravních trasách. Překonávají velké řeky a jsou důležitými reprezentačními a dopravními stavbami. Klenby mají zpravidla střední světlost kolem 8-12 m a velmi často mají dva nebo více rozměrů, což nemusí být dáno pozdějším rozšiřováním.



Obr. 26. Krsice, 1869.



Obr. 27. Toušice, 1. pol. 18. století.

Více polí mají historické mosty na význačných místech již od středověku nebo inundační mosty z 18. a 19. století. Jejich velikosti a rozměrům odpovídají i rozpětí kleneb pohybující se mezi 10 až 20 m. Největší světlost kleneb mají dva mosty vybudované Praze na samém konci 19. století, Palackého most 32 m a Most Legií dokonce 42,3 m.



Obr. 28. Písek, 1250-1274.

5.2.2. Tvar kleneb:

- půlkruhové
- segmentové
- lomené
- půloválné a půlelipsovité
- nepravidelné

Půlkruhové mostní klenby nabízejí nejpravidelnější tvar, který je možné zkonstruovat, vynést na stavbě a podle něj postavit bednění pro klenbu. Výška oblouku klenby je rovna polovině jeho šířky. Při větším rozpětí tak ale stoupá výška oblouků a tím i celého mostu. Oblouk je zároveň více zakřiven, takže je nutné tomu uzpůsobit skladbu zdiva nebo výrobu tesaných kvádrových dílců klenby. Praktické jsou proto pouze pro menší stavby s oblouky menšího rozpětí. Z velkých historických mostů u nás má půlkruhové klenby pouze Kamenný most v Písku.



Obr. 29. Rabštejn nad Střelou, pravd. 18. století.



Obr. 30. Markvartice, 1746.

Segmentové klenby využívají pouze určitou, menší část kružnice, než je její polovina což umožňuje snížit vzepětí klenby, „smělost“ oblouku, a tím i výšku mostu. Respektive lze nasadit patky založení klenby výše a tím zvětšit průtočný profil. Klenba nemá tak strmou křivku, proto může být jednodušší skladba zdiva a snadnější je i výroba tesaných kvádrových dílců klenby.



Obr. 31. Vamberk, 1864-1865.



Obr. 32. Harrachov, Na Mýtě, 1862.

Lomené klenby jsou složeny ze dvou segmentových a jsou staticky výhodné. Zároveň nabízejí konstrukční a výrobní výhody segmentových oblouků. Byly hojně používány zejména ve středověké Francii. **V ČR je jich minimum.**



Obr. 33. Rumburk, 1. pol. 18. století.

Půloválné a půlelipovitě klenby jsou variantami půlkruhových, kdy střední část je stlačena dovnitř kruhu. Liší se tím, že ovál je složen ze dvou segmentových úseků kružnice o malém průměru na stranách a jednoho segmentu kružnice o velkém průměru uprostřed. Elipsa je konstruovaný geometrický útvar se dvěma ohnisky, kde každému bodu odpovídá stejný součet vzdáleností od obou ohnisek. Oba tvary jsou obtížnější pro konstruování i stavbu, každý klenák je individuální a nezaměnitelný. Na druhou stranu však nabízejí možnost výrazného snížení výšky klenby a tím i celého mostu.



Obr. 34. Troskovice, 1856.



Obr. 35. Herálec, 1856.

Nepravidelné uspořádání kleneb stoupající k jedné straně nebo se vícekrát lomící se objevují u menších staveb ve vesnickém prostředí, kde se zjevně projevuje nižší úroveň projekčních a stavebních dovedností nebo u mostů s velkým podélným spádem. Často nejsou asi záměrné. Jsou poměrně výjimečné.



Obr. 36. Brozánky, 1. pol. 18. století.

5.2.3. Rozlišení podle vertikálního tvaru (vedení) vozovky:

- vodorovná nebo přibližně vodorovná
- stoupající k jedné straně
- stoupající ke středu mostu

Vodorovnou nebo přibližně vodorovnou vozovku mají mosty, které kopírují toto vedení vozovky přicházející z obou stran nebo samy mají vodorovný tvar, i když k nim příjezdové vozovky stoupají nebo klesají. Vodorovné vedení vychází z pravidelné skladby konstrukce definované projektovým návrhem a je nejvýhodnější i pro stavební realizaci. Jde o drtivě nejrozšířenější typ historických klenbových mostů u nás.



Obr. 37. Jezdovice, 1. pol. 19. století.



Obr. 38. Lomnice nad Lužnicí, 1841.

Vozovku s jednostranným podélným spádem mají mosty, kde je nutné překonat výškový rozdíl obou navazujících komunikací, který nebylo možné nebo účelné sladit. To způsobuje nepravidelnost konstrukce, náročnější projekt a obtížnější realizaci stavby. Jde o ojedinělé zástupce drobnějších velikostí.



Obr. 39. Černousy, 1732.



Obr. 40. Hněvčice, 1. třetina 19. stol.

Vozovku stoupající ke středu mostu mají konstrukce s jednou velkou půlkruhovou klenbou nebo více klenbami, jejichž výška stoupá do středu mostu. Je tomu kvůli dostatečnému průtočnému profilu nebo nutnosti překlenutí velikého rozpětí uprostřed a zároveň ušetření konstrukce na stranách kde je nutné se opět dostat na úroveň okolního terénu. Jsou velmi obvyklým typem konstrukce mostů ve Středomoří nebo na Blízkém východě či v Arabském světě. U nás jsou výjimečné.



Obr. 41. Děčín, 18. století.



Obr. 42. Lbín, 2. pol. 18. století.

5.2.4. Rozdělení podle půdorysného tvaru mostu:

- přímý půdorys
- zalomený půdorys
- obloukový (křivkový) půdorys

Přímý půdorys má drtivá většina našich mostů. Je nevhodnější z projektového a realizačního stavebního hlediska. Pokud to situace umožňovala, byl vždy upřednostňován a přicházející komunikace byly vedeny tak, aby ho umožňovaly.



Obr. 43. Ústě, 19. století.



Obr. 44. Lozice, 1852-1866.

Zalomený půdorys byl vždy vynucen nějakým důvodem či příčinou. Mohl jim být soutok dvou toků, přicházející komunikace nebo urbanistická situace či snaha posílit odolnost vůči síle vodního toku. Jde o výjimečné případy.



Obr. 45. Velvěty, 2. pol. 18. století.



Obr. 46. Dobřany, 15.-16. století.

Obloukový (křivkový) půdorys mohou mít mosty z podobných důvodů jako předchozí kategorie. V mladších obdobích od baroka může jít i o architektonický umělecký záměr například navazující na širší kompozici. Opět jde o výjimečné případy.



Obr. 47. Kamenné mosty, pravd. středověký.



Obr. 48. Terešov, 1. pol. 19. století.

5.2.5. Rozdělení podle půdorysného tvaru pilířů:

- pilíře s trojúhelnými zhlavími
- pilíře s oblými zhlavími

- pilíře s kombinovanými trojúhelnými a oblými zhlavími
- pilíře bez zhlaví

Pilíře s trojúhelnými zhlavími jsou nejobvyklejším řešením zakončení čel mostních pilířů. A to jak na návodní straně, kde mají za úkol chránit pilíř, rozrážet tlakový účinek proudící vody a ledu (jako ledolam), nebo odklonit předměty plující po hladině toku, tak na povodní straně, kde opět spojují vodu proudící jednotlivými klenbami do jednotného toku tak, aby vytvářela co nejméně vírů u pat pilířů a nehrozilo jejich podemletí. Tvar vybíhajícího břitu může být náchylný na poškození velmi těžkými splavovanými břemeny při úderu z čela nebo boku např. při povodni.

Pokud je vybíhající břit užší než pilíř, nazývá se odsazený a odsazení pak slouží k opření hráze. Zhlaví pilířů jsou mnohdy kryty kamennými vrchlíky.

Trojúhelná zhlaví jsou buď nízká, dosahující zhruba do úrovně vrcholů klenebních oblouků, nebo vysoká vybíhající až k úrovni vozovky, kterou někdy v těchto místech rozšiřují. A umožňují tak chodcům se schovat před projíždějícími vozidly. Vysoká trojúhelná zhlaví s přístupným prostorem jsou opět typická pro konstrukce mostů ve Středomoří nebo na Blízkém východě či v Arabském světě. U nás jsou poměrně výjimečná.



*Obr. 49. Děčín, 1564-1569. Návodní strana.
Předsazené zhlaví*



*Obr. 50. Rabštejn nad Střelou, pravd. 18. stol.
Návodní strana.*

Pilíře s oblými zhlavími jsou druhým nejrozšířenějším typem zakončení čel mostních pilířů. Mohou být jak na návodní, tak na povodní straně, nejčastěji půlkruhového, segmentového nebo obloukového lomeného tvaru, které jsou všechny velmi odolné vůči mechanickému poškození. Zdá se, že jde o řešení mladší objevující se u nás od baroka, od průběhu 17. století, snad pod vlivem inženýrských projektů známých z Francie nebo Německa. Plně se u nás prosazují u staveb projektovaných a realizovaných od poloviny 19. století.



Obr. 51. Lozice, 1852-1866. Návodní strana.



Obr. 52. Odrava, 19. století. Návodní strana.



*Obr. 53. Mníšek u Liberce, 2. pol. 19. stol.
Návodní strana.*



*Obr. 54. Poniklá, před 1854.
Návodní strana.*

Pilíře s kombinovanými trojúhelnými a oblými zhlavími spojují výhody obou předchozích řešení. Obvykle na návodní straně trojúhelného zhlaví, které nejlépe rozráží tok vody a oblého na povodní straně, které je velmi odolné vůči mechanickému poškození a pravděpodobně vytváří nejméně zpětných vírů ohrožujících podemletím paty pilířů.



Obr. 55. Zákupy, 1833. Návodní strana.



Obr. 56. Zákupy, 1833. Povodní strana.

Pilíře bez zhlaví najdeme zejména u menších mostů ve vesnickém prostředí nebo u staveb jednoduššího stavebního provedení. Řešení ponechává čela pilířů bez ochrany a spoléhá na jejich samostatnou dostatečnou stabilitu. Poměrně často najdeme také řešení s trojúhelnými zhlavími na návodní straně a bez zhlaví na povodní straně.



*Obr. 57. Utín, 2. pol. 18. až 1. pol. 19. století.
Povodní strana.*



*Obr. 58. Litovel, pravd. 16. století.
Povodní strana.*

5.3. Stavební materiál

Zděné klenbové mosty můžeme rozdělit podle použitého stavebního materiálu na:

5.3.1. Mosty kamenné

- Konstrukce postavené celé z lomového nebo sbíraného kamene
 - snadnější dostupnost stavebního materiálu a menší pracnost jeho přípravy
 - možnost použití většiny hornin na území ČR
 - historicky méně významné stavby
 - v obecném měřítku starší stavby
 - celkově menší únosnost zdiva
 - náchylnější na konstrukční poruchy vlivem ztráty maltového pojiva



Obr. 59. Kájov, 19. století.



Obr. 60. Velvěty, 2. pol. 18. století.

- Konstrukce postavené celé s lícem z kvádrového kamene
 - náročnější způsob přípravy a opracování materiálu
 - možnost použití pouze některých hornin na tesané kvádry – pískovce, vápence, opuky, žuly, většinou z místních zdrojů
 - vnitřky zdiva (hmota pilířů) jsou zděny z lomového kamene
 - historicky významné stavby
 - novější stavby důležitého dopravního významu
 - větší únosnost zdiva
 - velmi odolné z dlouhodobého hlediska



Obr. 61. Děčín, 1564-1569.



Obr. 62. Kvasiny, 18. století.



Obr. 63. Poniklá, před 1854.

- Konstrukce postavené s kombinací lomového a kvádrového kamene
 - kvádrové zdivo tesaných dílců je použito na klenby a líc pilířů
 - lomové zdivo tvoří boční a parapetní zdi
 - konstrukce kombinuje výhody obou technologií
 - novější stavby důležitého dopravního významu
 - velmi odolné z dlouhodobého hlediska



Obr. 64. Beňovy, 1921.



Obr. 65. Stadice, 18. století.

5.3.2. Mosty cihelné

- konstrukce postavené celé z cihel
- velmi zřídka se vyskytující konstrukce v místech, kde je kámen obtížně dostupný
- únosnost nižší než u kamenného zdiva
- náchylné na zvětrávání cihel v místech trvalého zvlhčení



Obr. 66. Mikulov, kolem roku 1630.



Obr. 67. Nymburk, pravd. 19. století.

5.3.3. Mosty kombinující kamenné a cihelné zdivo

- klenby jsou vyzděné z cihel, pilíře a boční a parapetní zdi z kamene
- konstrukce kombinuje výhody obou technologií
- únosnost nižší než u kamenného zdiva
- náchylné na zvětřování cihel v místech trvalého zvlhčení



Obr. 68. Protivec, 1886.

5.4. Stručný historický vývoj stavby zděných klenbových mostů na území ČR

5.4.1. Nejstarší stavby do 12. století

Nejstarší mosty na našem území začaly vznikat s civilizačním rozvojem společnosti a nutností se organizovaně přesouvat za účelem obstarání obživy, obchodu, správy území nebo jeho ovládnutí. Souvisí tedy s prvotními předstátními a státními útvary. Jelikož na naše území nezasahovala Římská říše, nemáme zde její vyspělou stavební tradici, kterou položila jinde.

Pravděpodobně nejstarší archeologicky zdokumentované mosty u nás jsou dřevěné konstrukce kůlových mostů v Mikulčicích z doby Velké Moravy, zhruba z 9. století. V Čechách máme z 10. století legendisticky doložený velký dřevěný most v Praze přes Vltavu zhruba v místech dnešního Karlova mostu.

Tak jako dřevěné mosty i první zděné kamenné klenbové mosty byly **panovnickými stavbami**. Sloužily buď jako přístup do jejich sídel, nebo na důležitých zemských stezkách a v centrech moci v nově se rozvíjejících městech. Stavbu prováděly královské stavební hutě spojené s budováním královských hradů.

Asi nejstarším dochovaným torzem zděného kamenného klenutého mostu jsou zbytky jednoho oblouku **románského mostu na Vyšehradě v Praze z 11. století**. Původně pravděpodobně zajišťoval přístup na Vyšehradskou Přemyslovskou akropoli.

Za českého krále Vladislava II. byl v letech 1158–1172 v Praze na místě staršího dřevěného mostu přes Vltavu postaven kamenný klenutý most pojmenovaný po jeho manželce **Juditin most**. Byl cca 514 metrů dlouhý a skládal se z 21 segmentových klenutých oblouků a 20 pilířů. Až na poměrně velké množství dodnes dochovaných torzálních zbytků ho jako celek v roce 1342 zničila velká povodeň.

5.4.2. Gotické mosty

Druhým nejstarším velkým říčním mostem, který vznikl v Čechách je **gotický Kamenný most v Písku** přes Otavu. Král Přemysl Otakar II. ho nechal postavit kolem roku 1270. Je přes 91 metrů dlouhý a skládá se ze šesti původních půlkruhových klenutých oblouků a sedmi pilířů, a jednoho segmentového oblouk barokního. Dnes je nejstarším dochovaným mostem v ČR.

V letech 1333–1340 nechal pražský biskup Jan IV. Z Dražic postavit **kamenný most v Roudnici nad Labem**. Jeho autorem je francouzský stavitel Vilém z Avignonu, který navrhl 220 metrů dlouhý most s osmi segmentovými klenutými oblouky a sedmi pilíři. Most byl bohužel záměrně poničen za 30. leté války, pak už neobnoven a dodnes se z něj zachovalo pouze několik pozoruhodných konstrukčních prvků.

Teprve čtvrtým zděným mostem v Českých zemích je **vrcholně gotický Karlův most v Praze** založený Karlem IV. a budovaný v letech 1357–1402. Je 499 metrů dlouhý a skládá se ze 16 segmentových klenutých oblouků a 17 pilířů. Jeho předpokládaným autorem je mistr Otto, v jeho stavbě pokračoval i Petr Parléř s královskou hutí. Most byl mnohokrát pobořen zejména povodněmi a opět obnoven. Díky vstupním branám na obou koncích a galerii barokních soch na jeho pilířích jde o jednu z nejvýznamnějších středověkých mostních staveb v celé Evropě.



Obr. 69. Praha, Karlův most, 1357-1402.

Od vrcholného středověku druhé poloviny 14. století se do stavby zděných klenutých mostů v jednotlivých případech začali pouštět i **nejvýznamnější šlechtici a ambiciózní kláštery**. Vždy záleželo na schopnostech stavebníka zajistit stavitele, který by dokázal most postavit a mít dostatek prostředků na financování jeho stavby. Bohužel se nám však ve větší míře tyto mosty nezachovaly. I u mostů, u nichž se dříve předpokládalo, že by mohly být středověkého stáří, se v poslední době se ukazuje, že jsou s největší pravděpodobností až mladší. Středověký byl snad malý dvouobloukový **most v Klášterní Skalici**, který však byl bohužel v roce 2016 zbořen a nahrazen železobetonovou konstrukcí. Mladší jsou ale určitě **mosty v Rabštejně nad Střelou, v Chotěboři nebo v Sázavě na Vysočině**, které byly považovány za středověké.

Snad ještě **pozdně středověkého nebo goticko-renesančního stáří** z konce 15. – počátku 16. století je skupina středně velikých mostů se třemi klenutými oblouky. Jde o **mosty v Příbyslavi-Ronově, Věžnici, Kamenných Mostech, Dobřanech nebo Dobromilicích**. Přesné datování vzniku mostů je však velmi problematické.



Obr. 70. Přibyslav-Ronov, pravd. středověký.



Obr. 71. Věžnice, pravd. středověký.

5.4.3. Renesanční a barokní stavby

Od 16. století se staví mosty i jako stavby šlechtické na významných panstvích zejména v sídlech jejich rezidencí, kterým věnovali největší pozornost a která byla většinou spojena s rozvíjejícím se městem jako centrem obchodu a řemesel. Samozřejmě k tomu přispěl i všeobecný rozvoj stavebnictví a příliv stavebních mistrů ze zahraničí odkud si přinesli znalosti mostního stavitelství. **Renesanční jsou mosty ve Stříbře** se dvěma klenutými oblouky z let 1555–1560 a most v **Litovli** se šesti oblouky z let 1590–1592. Pozoruhodný je most v **Děčíně** se čtyřmi klenutými oblouky z let 1564–1569. Z doby předbělohorské je dvouobloukový **most v Brandýse nad Labem** (1600–1604).



Obr. 72. Litovel, 1590-1592.

Více zděných klenutých mostů bylo postaveno a na našem území se zachovalo z období **baroka**. Souvisí s budováním šlechtických vrcholně barokních rezidencí s množstvím funkčních součástí hospodářského nebo kratochvilného a odpočinkového charakteru. Zároveň s tím se rozvíjejí i poddanská města. Zásadní způsobem se rozšiřuje cestní síť umožňující cestování na dlouhé vzdálenosti, proto vznikají nové velké i malé zděné klenbové mosty, které jsou velmi hodnotnými stavbami z doby před průmyslovou revolucí. Mosty se stávají součástí komponované barokní krajiny. Jejich vlastní podoba dostává soudobé architektonické formy a součástí se stává sochařská výzdoba. Český světec Jan Nepomucký se po svém svatořečení v roce 1729 stává evropsky známým světeckým ochráncem mostů a na mosty se osazují jeho sochy.

Velké barokní mosty z průběhu 17. a 18. století jsou např. v **Bělé nad Radbúzou** (8 oblouků přes řeku Radbuzu) nebo v **Náměšti nad Oslavou** (7 oblouků). O něco menší v **Dolním Kramolíně** (5 oblouků), **Toušicích** (5 oblouků), **Zásmukách** (4 oblouky), **Brozánkách** (5 oblouků), **Martínkovicích** (4 oblouky), **Sazené** (4 oblouky), **Velvětech** (4 oblouky) nebo **Brenné** (5 oblouků).



Obr. 73. Náměšť nad Oslavou, 1. pol. 18. století.

Středně velké tříobloukové mosty najdeme v mnoha českých a moravských městech, často tam kde je součástí městský zámek a kde byly tyto stavby součástí rozvoje města podporovaného v něm sídlící šlechtou. Mosty již mají barokní architektonické znaky a mnohdy i bohatou sochařskou výzdobu. Jde např. o mosty v **Rumburku, Mimonu, Žďáru nad Sázavou, Žinkovech, Lbíně, Želénkách nebo Lahošti**.

Menších, jednoobloukových nebo dvouobloukových mostů se již dochovalo velké množství ve všech částech dnešního území ČR. Např. most v **Žichovicích** snad již z počátku 17. století nebo **Velenicích** s nejstarším datem 1677, a z 18. století v **Zahrádkách, Hejnicích, Brtnici, Zlivu, Kostelním Vydří, Rožanech, Chřibské, Skuhrově nad Bělou, Šluknově, Budyni nad Ohří, Rumburku, Milevsku, Královicích, Varvažově, Vodňanech, Stadicích nebo Lahošti či Kadově**.



Obr. 74. Velenice, 1677.



Obr. 75. Lahošť, 1. pol. 18. století.

Vznikají i první mosty, které mají velké množství klenutých oblouků a které bychom označili pozdějším termínem jako **inundační**. Asi za nejstarší by se dal označit patnáctiobloukový most v **Mikulově** u zámku datovaný do 30. let 17. století (obr. 66). Ten je dokonce celý výjimečně postaven z cihel. Asi na konci 18. století byl postaven čtyřobloukový most v **Kuksu**. Ze samého sklonku 18. století, z roku 1799 pochází dvanáctiobloukový most ve **Staré Hlíně**.



Obr. 76. Kuks, konec 18. století.



Obr. 77. Stará Hlína, 1799.

5.4.4. Mosty z průběhu 19. století

Ke starší skupině mostů patří i mosty větších a středních velikostí s pěti až třemi klenutými oblouky pocházející z první poloviny 19. století, které najdeme na hlavních i vedlejších trasách tehdejších obchodních cest. Jako ve **Sviněticích** (4 oblouky), v **Bělé nad Radbúzou** z doby kolem roku 1820 (5 oblouků přes Bezděkovský potok), v **Dobříši** z roku 1830 (4 oblouky), v **Horní Polici** z roku 1843 (4 oblouky), v **Louňovicích pod Blaníkem** (3 oblouky), **Jezdovicích** (3 oblouky), **Libštátě** z roku 1822 (3 oblouky), **Zákupech** z roku 1833 (3 oblouky), **Kutné Hoře** (3 oblouky), **Horních Nerestcích** již let 1814-1816 (3 oblouky) nebo **Bohumilči** z roku 1843 (3 oblouky).



Obr. 78. Sviněnice, 19. století.



Obr. 79. Horní Nerestce, 1814-1816.

Od poloviny 19. století se s nároky rozvinuté průmyslové revoluce staví státní (císařské) silnice, v jejichž rámci vznikají velké kvalitní mosty. Jsou již projektovány školenými krajskými inženýry a stavěny velmi kvalitním způsobem na strategických dopravních bodech, kde často překonávají významné vodní toky. Dodnes jsou součástí intenzivně využívané dopravní sítě v mnoha případech i na silnicích I. a II. třídy.

K těm větším patří např. most v **Kobylnici u Habrkovic** se šesti oblouky, most v **Poříčí nad Sázavou** z let 1849-1850 (5 oblouků), **Předměřicích nad Jizerou** (5 oblouků) nebo Chebský most v **Karlových Varech** z roku 1869 (5 oblouků). Nejobvyklejší jsou tříobloukové mosty střední velikosti, k nimž můžeme počítat již most v **Jablonném nad Orlicí** z roku 1840 a dále Pitrův most v **Rajhradě** z roku 1845, most v **Poniklé** z poloviny 19. stol. a nedaleký most Na mýtě u **Harrachova** z roku 1862, most ve **Vamberku** z let 1864-1865, **Křelovicích**, **Římově** (1869), **Zdemyslicích** (1883), **Odravě**, **Verměřovicích** (1895) a **Březnici** (1899).



Obr. 80. Poříčí nad Sázavou, 1849-1850.



Obr. 81. Římov, 1869.

Ještě větší stavby představují **inundační projekty mnohaobloukových klenutých mostů** překonávajících široká údolí na okrajích měst jako např. v **Lounech** z let 1804-1816 a 1863 (40

oblouků), **Poděbradech** z let 1830-1832 (26 oblouků) nebo **Postoloprtech** z poloviny 19. století (9 oblouků).



Obr. 82. Louny, 1804-1816 a 1863.

Většina dodnes zachovaných středně velikých tříobloukových a menších dvou a jednoobloukových klenutých mostů vzniká v době po polovině 19. století na venkově a v menších obcích po celém území státu. K těm větším a zajímavějším se třemi oblouky patří např. mosty v **Herálci** z roku 1865, v **Putimí** z let 1862-1864, **Lozicích**, **Protivci** (1886) nebo **Cizkrajově**.



Obr. 83. Putim, 1862-1864.



Obr. 84. Protivec, 1886.

Ještě na konci 19. století se staví dva nové veliké kamenné klenbové mosty v Praze přes Vltavu. **Most Františka Palackého** se sedmi oblouky v letech 1876-1878 a **most Legií (most císaře Františka I.)** s devíti oblouky v letech 1898-1901.

5.5. Vývoj konstrukčního řešení zděných klenbových mostů na území ČR

5.5.1. Středověké mostní stavitelství od 12. do 15. století

V případě mostů šlo ve středověku o velmi významné stavby, které byly schopny provádět pouze vyspělé stavební hutě, které pracovaly na královských nebo významných církevních stavbách. Měly dostatečnou finanční podporu a dostatečné konstrukční a stavitelské znalosti pro takto náročné stavby kombinující vysoké statické klenební nároky s uměním zakládání a budování staveb v trvale zamokřeném terénu nebo ve vodě. Často bylo potřeba najít a přivést stavitele se zkušenostmi ze zahraničí, kde byly vyspělejší znalosti s tímto druhem staveb, přetrvávající např. ještě z dob římské říše.

Středověké mosty zachované na území ČR mají tyto konstrukčně-stavební charakteristiky:

- **klenbové oblouky jsou půlkruhové nebo segmentové**, protože tento pravidelný tvar vycházející z kružnice je nejjednodušší pro zkonstruování dřevěného šalování pro stavbu

klenby. Zároveň je nejjednodušší pravidelná skladba lomového kamene nebo výroba opracovaných lichoběžníkových kvádrů tvořících nosnou klenbu. Výjimečně, jako u středověkého mostu v Roudnici nad Labem, byly použity i pravidelné pravoúhlé kvádry, ale bylo nutné je pak spojit speciálním systémem malt, aby byla zajištěna jejich dostatečná tuhost. Oblouky jsou nasazovány co nejvýše na mohutné pilíře, tak aby byla zajištěna dostatečná průtočnost i při zvýšené hladině vody.

- **pilíře** s obdélným půdorysem **jsou zakládány na skalní podloží**, pokud to situace dovoluje, nebo **na dřevěné ležaté rošty** na zarovnané štěrkové podloží vodního toku. Na skále jsou založeny pilíře mostu v Písku, dřevěné rošty měl Juditin most v Praze a most v Roudnici nad Labem. Dřevěný rošt umožňuje rovnoměrně rozložit váhu pilíře a kleneb, je však náchylný na podemletí proudící vodou vedoucí k poklesu pilíře a destrukci kleneb. U Karlova mostu v Praze byly k tomuto účelu použity hrubé kamenné otesky ve tvaru mlýnských kamenů, které byly dohromady spojeny železnými skobami.

- **zhlaví pilířů** mají většinou **trojúhelný tvar** na návodní i povodní straně. Jde o nejjednodušší přirozený tvar zajišťující ochranu vlastního těla pilíře. Zhlaví bývají spíše nízká a jsou kryta jehlancovou stříškou.

- ke spojování kamene se používají **speciálně připravované malty** pojené přirozeně hydraulickým vápnem nebo vzdušným vápnem s hydraulickými přísadami (pucolán, tuf, přepálený kaolin apod.) které dokáží tuhnout i pod vodou nebo v zamokřeném prostředí. Mají také vyšší pevnost a trvanlivost. Máme je identifikovány jak u Karlova mostu v Praze, tak u středověkého mostu v Roudnici nad Labem, kde ve třech odlišných podobách hrály zásadní roli v řešení konstrukce. Někde se kameny kvádrového líce spojují i pomocí železných skob (Písek).

- pro lícové zdivo se většinou používá **tesaný kvádrový kámen**, jádro zdiva je vyplněno **lomovým kamenem**. U mostu v Písku je použita žula, u ostatních středověkých mostů u nás jsou to různé druhy pískovců a arkóz, které jsou dostatečně pevné a dobře se opracovávají. Menší pozdně středověké mosty u nás jsou postaveny celé z lomového kamene, kde zvýšená pozornost byla věnována pouze např. nároží pilířů armovaných kvádry nebo klenbám vyzděným z větších plochých deskových kamenů.

5.5.2. Konstrukce renesančních a barokních mostů 16. až 18. století

Mnohem větší variabilita mostních staveb co do jejich velikosti, konstrukčního řešení nebo architektonického ztvárnění přináší i větší variabilitu jejich stavebního provedení. Od malých jednoduchých mostků ve vesnickém prostředí po architektonizované velké mosty ve městech.

K jejich charakteristikám patří:

- **různé tvary klenebních oblouků – půlkruhové, segmentové, oválné, elipsovité, nepravidelné.** U jednoduchých a menších staveb převažují půlkruhové a segmentové oblouky ale u větších a vyspělejších nebo mladších staveb se v souladu s barokními klenbami, které se stávají čím dál tím ploššími, hojně objevují stlačené oblouky oválné nebo elipsovité. Výjimečné jsou i tvary lomené nebo jinak nepravidelné, které asi vznikají někdy i nezáměrně.

- **zakládání pilířů** využívá jak osvědčených řešení na skalní podloží nebo na dřevěný ležatý rošt, tak i na **zabraněné piloty nebo do dřevěných bárek**. Vodní toky jsou už v městském prostředí i částečně usměrňovány a regulovány pro účely mlýnů nebo pomocí jezů a mosty mohou jako opěry využít jejich zpevněných břehů.

- **zhlaví pilířů** dostávají i jiné tvary než trojúhelné – **oblé půlkruhové, segmentové lomené nebo jsou bez zhlaví**. Často se kombinují jiné tvary na návodní a povodní straně, kde někdy zhlaví chybí úplně. V souvislosti s rozšířením osazování mostů sochařskou výzdobou mnohdy vybíhají ze zhlaví hranolové podstavce, na nichž jsou sochy osazeny.

- ke spojování stavebního materiálu se dále používá **vápenných malt s příměsí** způsobujícími jejich hydraulicitu, tedy schopnost tuhnout a odolávat i pod vodou. Většinou jde o místní zdroje, kde při pálení „nečistého“ vápence dochází k přirozené hydraulicitě vypáleného vápna a tedy získání potřebných vlastností.

- v konstrukci se často **kombinuje tesaný kvádrový kámen a lomové zdivo**. Kvádrovým zdivem bývají obloženy pilíře, zejména ve své spodní části spočívající ve vodě a na zhlavích. Z kvádrů jsou vyzděny mostní klenby jako hlavní nosná konstrukce. Poprsní zdi nebo těla pilířů či jádrové výplňové zdivo tvoří lomový kámen. Výjimečně se používá i **pálená cihla**, buď pouze na oblouky, nebo i na celý most. Někdy jsou plochy mostu omítané, zvláště když je použit lomový kámen.

5.5.3. Inženýrské mostní stavitelství 19. století

V souvislosti s prosazením průmyslové revoluce a jí vyvolaných potřeb dochází od 1. poloviny 19. století i u mostů k inženýrskému projekčnímu řešení a realizaci staveb v dnešním slova smyslu. Návrhy projektů zpracovávají akademicky školení krajští inženýři, kteří uplatňují všechny poznatky a možnosti průmyslového stavebnictví. Projevuje se to v geometrickém řešení tvarů, pečlivém materiálovém a řemeslném řešení i umístění na strategických dopravních místech. Stavební průmysl využívá veškeré dostupné pokročilé strojní a nástrojové vybavení.

Změny se odrazí zejména v:

- v řešení **tvaru klenebních oblouků**, které jsou buď velmi **ploché segmentové, nebo oválné** opět s velmi plochou střední částí a strmým výběhem z pilířů. Tvar oblouků je mnohem odvážnější než dříve a oblouky dosahují velkých rozponů přes 10 metrů. Jsou velmi přesně geometricky konstruovány a vykazují pouze drobné odchylky od ideální válcové nebo jiné plochy.

- **pilíře jsou zakládány na zabraněné piloty, skalní podloží nebo pomocí kesonů**, které se prokopají až na stabilní podloží. Dřevěné piloty se zarážejí do podloží pomocí parních beranidel, čímž se vytvoří dostatečně stabilní platforma pro založení pilířů ve šterkopískovém i bahnitém podloží. Kesoný jsou speciální železné konstrukce, které se podkopáváním zapouštějí do stabilního podloží. Zakládání pilířů je tak prováděno velmi důsledným a stabilním způsobem.

- **pilíře mají často půlkruhová nebo segmentová lomená zhlaví** na obou stranách, která nejlépe odolávají mechanickému poškození. Vytaženy jsou do střední výšky celého mostu pod úroveň vozovky a zakončeny krycími stříškami.

- ke spojování zdícího materiálu se nadále používá **hydraulických vápenných malt** nebo nově **portlandského cementu**, který má také hydraulické vlastnosti a používá se do **betonu**. Jeho použitím nastává nová éra stavebnictví s mnohem pevnějšími vazbami, které dokáže vytvořit. Zvláště namáhaná místa jsou navíc spojována železnými kramlemi.

- **pečlivě opracovaný kvádrový kámen** dodržující inženýrsky navržený spárořez kleneb a pilířů je charakteristickým znakem větších mostů 19. století. Schopnosti a trvanlivost kamene jsou v klenbové konstrukci dovedeny na maximum a zajišťují stavbám dlouhodobou trvanlivost ve stovkách let. Části větších mostů jsou někdy vyzdívány z lomového kamene, který byl obvykle i omítán. Menší mostky byly stavěny celé z lomového kamene a omítány.

6. Stavebně historický průzkum a hodnocení

- 6.1. Plošná pasportizace
- 6.2. Archivní rešerše
- 6.3. Stavebněhistorický průzkum in situ
- 6.4. Souhrnné stavebněhistorické vyhodnocení a rekonstrukce stavebního vývoje
- 6.5. Architektonické, konstrukční a památkové hodnocení

Stavebněhistorický průzkum (SHP) je zavedeným nástrojem stavebněhistorického hodnocení historických staveb včetně zděných klenbových mostů.

Je vědeckou disciplínou, jejímž úkolem je shromáždit veškeré písemné a obrazové materiály existující ke stavbě a kritickou analýzou s detailním poznáním vlastní stavby rekonstruovat její stavební vývoj a stanovit její architektonické, stavební a kulturně-památkové hodnoty a význam. V základní rovině jde v systému památkové péče v ČR o průzkum nedestruktivní bez provádění sond. Teprve v dalším stupni ve spojení s restaurátorským nebo archeologickým průzkumem či stavebně-technickými průzkumy může jít o vyhodnocení pomocí cílených sond, odběru vzorků materiálů nebo provádění destruktivních mechanických zkoušek. Provádění nedestruktivních stavebněhistorických průzkumů se řídí metodikou Národního památkového ústavu, svazek 70, Metodika stavebněhistorického průzkumu (Beránek–Macek 2015).

Součástí stavebněhistorického průzkumu jsou dokumentace stávajícího stavu:

- fotografická
- měřická kresebná
- geodetická plánová

Fotografická dokumentace zahrnuje několik desítek až stovek kvalitních barevných snímků, které komplexně zachycují celky i detaily zkoumaného objektu. Postupuje se z exteriéru do interiéru stavby. Od celkových záběrů po vybrané dílčí konstrukce a detaily stop stavebního vývoje, řemeslného zpracování nebo např. barevných úprav. Kde je to účelné, tak se používá do záběru vložené měřítko v podobě měřického metru nebo latě či barevná fotografická škála pro určení barevného odstínu. Všechny snímky jsou posléze podrobně popsány s přesnou lokalizací a charakteristikou co zachycují. K fotografické dokumentaci mostů viz také kapitola 4.4.2. metodiky.

Za dodržení určitých podmínek je možné snímky následně využít pro fotogrammetrické vyhodnocení (ortofotoplány, 3D modely).

Měřická kresebná dokumentace se používá pro zachycení menších konstrukcí a jejich detailů jako např. profilací říms apod. Provádí se oměrně pomocí stavebních metrů nebo specializovaných pomůcek pro zachycení oblých nebo složených tvarů (snímací šablony).

Pro zachycení detailních tvarů nebo dokonce trasologie stop nástrojů, se dnes hojně používají nové dokumentační a zobrazovací techniky fotogrammetrie či 3D scanování. Podrobně se této problematice věnuje metodická publikace NPÚ Měřická dokumentace historických staveb pro průzkum v památkové péči (Veselý 2014). Ke kresebné dokumentaci mostů viz také kapitola 4.4.1. metodiky.

Geodetická plánová dokumentace je buď dodána od profesionálních geodetů a nadále upravována a přizpůsobována, nebo ji zpracovatel vytváří sám, pokud k tomu má prostředky a schopnosti. SHP pracuje s geodetickými měřickými podklady odpovídající přesnosti min. pro měřítko 1:50. Podrobně se této problematice věnuje metodická publikace NPÚ Měřická dokumentace historických staveb pro průzkum v památkové péči (Veselý 2014). Vyjmenované zeměměřické činnosti podle Zákona č. 200/1994 O zeměměřictví smí vykonávat pouze osoby odborně způsobilé, částečně se to také týká fotogrammetrie apod. Ke geodetické dokumentaci mostů viz podrobně kapitoly 4.4.3. a 4.4.4. metodiky.

Sám o sobě se tak elaborát SHP ve chvíli zpracování stává důležitým archivním pramenem.

Podle platné metodiky NPU se skládá z několika částí, které společně skládají celkový elaborát.

Součástí elaborátu standardního nedestruktivního SHP je:

1. Titulní identifikační list a úvod
2. Dějiny objektu – archivní rešerše
3. Soupis archivních a publikovaných pramenů, ikonografie, map a plánů
4. Rozbor objektu (strukturovaný popis)
5. Specializované průzkumy (dendrochronologický, chemicko-technologický atd.)
6. Stavební historie
7. Hodnocení objektu (stavebněhistorické, architektonické a památkové)
8. Náměty pro rekonstrukci objektu a další průzkumy
9. Obrazová a plánová příloha
 - reprodukce historických map
 - reprodukce historických plánů
 - reprodukce historické ikonografie
 - nákresy detailů
 - fotografická dokumentace stávajícího stavu
 - zaměření stávajícího stavu
 - barevné grafické vykreslení stavebního vývoje objektu do zaměření stávajícího stavu
 - barevné grafické vykreslení hodnoty a významu objektu do zaměření stávajícího stavu

Zastřešujícím zpracovatelem SHP, který garantuje jeho celkovou podobu, je zpravidla stavební historik, ale na vypracovávání se podílí několik specializovaných profesí a řešitelů odborných analýz:

- stavební historik – celkový garant průzkumu, zpracovatel stavebního rozboru a celkové stavební historie, vytváří obrazové přílohy
- historik archivář – zpracovává archivní rešerši
- historik architektury – často totožný se stavebním historikem, hodnotí architektonický a umělecký význam objektu
- geodet – dodává měřické podklady, zaměření stávajícího stavu, fotogrammetrické plány (fotoplány), 3D mračno bodů apod.
- projektant/kreslič – v případě potřeby upravuje plánové podklady a vytváří plánovou přílohu
- dendrochronolog – zpracovatel datování dřevěných prvků
- geolog – zpracovatel analýz použitého kamene
- chemický technolog – zpracovatel analýz malt, pigmentů apod.
- a další (urbanista, historik umění, obecný historik, etnograf, specialista na historické technologie...)

Zpracování SHP vyžaduje čas v řádu měsíců až roků a odpovídající finanční náklady v řádu desítek až stovek tisíc korun.

Výsledky SHP jsou všestranně použitelné a v mnoha směrech nezastupitelné. Pro všechny přináší informace o vzniku stavby, o době kdy byla postavena, o důvodech proč byla realizována a kým. Mnohdy se dozvíme i detailní informace o použitých stavebních technologiích, postupech a materiálech. Stejně je to i s následnými přestavbami, úpravami nebo obnovami, které vždy zanechají svou stopu a dají se lépe nebo hůře rozpoznat. Tyto informace jsou podstatné jak pro vlastníky nebo správce staveb, tak zejména pro všechny instituce, orgány a profese které se zapojují do přípravy a posléze realizace případného stavebního zásahu. A nejde jen o pohled čistě historický nebo památkový, ale mnohdy i více konstrukční a technologický, které jsou rozhodující pro technické, stavební a mechanické posuzování. Často právě historické údaje teprve dokážou objasnit příčiny stavebních nebo mechanických poruch a poškození.

Historické zděné klenbové mosty jsou pro zpracovávání SHP v mnoha ohledech specifické a odlišné od jiných druhů staveb. Více než jiné v sobě charakteristicky kombinují především aspekty konstrukčně-mechanické (klenby, založení pilířů, odvodnění) a materiálově-technologické (stavební materiál, spojovací malta) a teprve poté přistupují i aspekty architektonické a slohové. To klade poněkud odlišné nároky a výchozí kritéria na jejich stavebněhistorické hodnocení a klasifikaci.

6.1. Plošná pasportizace

Plošná pasportizace a srovnání historických staveb všech rozdílných typů a druhů na větším území je velmi důležitá pro jejich komplexní poznání v celé šíři možné variability v průběhu času a v různém prostředí.

V jejím rámci se většinou sledují základní znaky jako:

- celková velikost
- tvar a rozložení
- celkové řešení funkční dispozice
- základní stavební provedení
- základní datace/stáří, slohové zařazení
- základní architektonické provedení

Tyto charakteristiky se pak souhrnně statisticky srovnávají v rámci velkého vzorku a vyhodnocují se prvky opakující se, tedy mající obecnější širší použití nebo prvky výjimečné ukazující na specifickou přírodu.

U historických zděných mostů, kde velmi často postrádáme jakékoliv podrobnější časové údaje k jejich vzniku a stavby samy o sobě také nenabízejí žádné charakteristické slohové atributy, respektive ty vykazují značnou retardaci, jde o nástroj umožňující přesněji na základě analogií odhadnout dobu jejich vzniku a okolnosti jejich výstavby. Můžeme tak skládat určité dobově nebo funkčně ohraničené skupiny, které spojují vedlejší aspekty a důvody jejich vzniku – hranice šlechtických panství, rozvoj a systematizace silniční sítě, výstavba rybníčních hrází, inundační mosty atd.

Jako vzorový příklad plošné pasportizace historických mostů na vymezeném území může sloužit Inventarizace historických mostů na území okresu Kolín zpracovaná J. Peštou v roce 2004 (Pešta 2006).

Výstupy z plošné pasportizace můžou mít různou podobu:

- databázový seznam
- mapa s legendou
- GIS mapa propojená s databází
- katalog zpracovaný formou evidenčních listů

6.2. Archivní rešerše

Zpracovávání archivních rešeršů má své zákonitosti dané zejména organizací archivů a systémem ukládání archiválií podle jejich povahy a místa kde vznikly. Podle toho je nutné vyhledávat archiválie jak pro jednotlivé stavby, tak i pro průzkum většího souboru. Pro mostní stavby k tomu přistupují ještě další specifika, např. jejich umístění na hranicích panství nebo v rámci státní silniční sítě apod.

V první řadě je nutné excerpovat archivní fondy především lokální provenience, v nichž se přítomnost materiálu k mostním stavbám očekává. Zejména jsou to fondy okresních zastupitelstev, k jejichž hlavní činnosti patřila správa silnic a dopravních staveb, okresních úřadů (resp. hejtmanství) do roku 1945 a fondy místních municipalit, ať již předválečných a válečných obecních úřadů či místních národních výborů, a to s velkým důrazem na přítomnost kronik. Zde se naplno projevuje náročnost studia pramenů vyplývající z dobového správního uspořádání. Je to charakteristický moment archivního schizmatu, kdy síť okresních archivů odpovídá správnímu uspořádání republiky po roce 1960, ale pečuje mimo jiné o fondy staršího data. V praxi pak dochází k tomu, že fond hejtmanství (okresního úřadu) se nalézá v jedné instituci, ale fond okresního zastupitelstva, odpovídající svou působností rozsahu bývalých soudních okresů, v archivu sousedním. K tomu je třeba připočítat zcela odlišnou působnost tzv. stavebních okresů.

V druhé řadě pak přicházejí na řadu prameny na úrovni státních oblastních (zemských) archivů, které ukládají dokumenty nadregionální provenience, zejména fondy velkostatků a rodinné šlechtické fondy. Nad těmito rovinami pak stojí studium v Národním archivu v Praze se zcela nezastupitelným materiálem ve fondu České gubernium, v němž lze očekávat stěžejní dokumenty z období budování státní (erární) silniční sítě. Zde je ovšem nutné přistoupit k jiné formě vytěžování materiálu, neboť fond je natolik rozsáhlý, že při povoleném denním rozsahu předložených evidenčních jednotek (pět

kartonů!) není v moci jedince domoci se relevantních výsledků. Toto je práce např. pro pětičlenný tým studentů nebo jiných osob nevázaných dalšími pracovními povinnostmi.

Významnou rovinou archivního výzkumu jsou kartografické prameny. Podle zkušeností lze říci, že výsledky z analýzy obou vojenských mapování a všech tří základních mapových podkladů stabilního katastru, tedy indikační skici, císařského otisku a reambulovaného originálu mohou přinést zásadní údaje např. k dataci některých mostních staveb.

Dílním způsobem lze využít i jiné zdroje, včetně soukromých osob.

6.3. Stavebněhistorický průzkum in situ

Stěžejní část SHP představuje průzkum, poznání a analýza vlastní stavby. Provádí se optickým pozorováním celků i detailů vlastní stavby, srovnáváním jejich jednotlivých částí, porovnáváním vzájemných tvarů a hledáním odlišností, které by upozorňovaly na odlišné stáří či nějaké přestavby a úpravy. Sleduje se použitý stavební materiál a jeho pojivo nebo stratigrafie a superpozice navazujících konstrukcí vypovídající o jejich následnosti vzniku. Analyzují se použité stavební a řemeslné postupy pro pochopení celého procesu vzniku díla od ideové projekční přípravy a výběru staveniště, získávání, dopravy a přípravy stavebních hmot a materiálů po postup a realizaci stavby a podobu výsledného díla. Vhodným a téměř nepostradatelným prostředkem k dostatečnému stavebněhistorickému poznání stavby je provádění její celkové i detailní dokumentace pomocí fotografií a pomocí zaměření a kresebného plánového vykreslení.

Postup stavebněhistorického průzkumu a hodnocení vlastní stavby in situ:

1. Poznání urbanistických vztahů, umístění, orientace, zasazení do terénu.
2. Vizuální prohlídka celkové podoby stavby, zhodnocení architektonického uspořádání a kompozice, základní rozlišení chronologie stavebního vývoje podle nejvýraznějších znaků.
3. Důkladné poznání vlastní stavby, celků a detailů, poznání exteriéru a interiéru, pochopení dispozičního uspořádání a komunikačních řešení, hledání pravidelností nebo naopak odlišností a anomálií.
4. Provedení fotografické dokumentace stavby, uvědomění si systematického strukturovaného přístupu k jeho jednotlivým částem.
5. Srovnání vlastní stavby s poskytnutými plánovými podklady nebo vytvoření vlastní plánové dokumentace, oprava dodaných plánů, zakreslení chybějících detailů, oměřování stavby a tím zjištění kompozičních pravidelností či nepravidelností.
6. Ze všech výše uvedených činností plyne celkové navnímání stavby, teprve po určitém čase stráveném ve stavbě nebo u ní jí člověk začne rozumět.
7. Kritický rozbor a podrobný písemný popis stavby, celků a detailů.
8. Postup a výsledky specializovaných průzkumů – dendrochronologický průzkum zachovaného dřeva umožňující stanovit na rok dobu jeho pokácení, chemicko-technologický rozbor malt a

dalších materiálů, petrografický průzkum použitých hornin, georadarový průzkum skrytých anomálií uvnitř konstrukcí apod.

Specifika stavebněhistorického průzkumu a hodnocení in situ v případě historických zděných klenbových mostů:

- stavby postrádající v drtivé většině interiérové prostory
- vzhledem k vodnímu toku, přes který většinou vedou se k nim nelze běžně dostat do dostatečné blízkosti v celém rozsahu
- vedou po nich komunikace používané pro silniční dopravu
- jsou to monolitické stavby převážně horizontálního uspořádání
- podstatné konstrukční informace jsou ukryty uvnitř konstrukce a navenek se neprojevují
- většinou postrádají výraznější slohové prvky pro přesnější historické datování
- velká odlišnost staveb postavených v různém prostředí (město/vesnice) za odlišných projekčních a stavebních podmínek
- projevuje se u nich v mnoha případech velká konstrukční a stavební archaičnost daná jednoduchostí uspořádání, což máte v případě pokusů o dataci

6.4. Souhrnné stavebněhistorické vyhodnocení a rekonstrukce stavebního vývoje

Při celkové analýze a vyhodnocení se kriticky srovnávají údaje získané z archivního průzkumu s tím, jak se projevují na vlastní stavbě, respektive zda je lze dohromady ztotožnit a zapadají do sebe. To je základní předpoklad pro vytvoření co nejpravděpodobnějšího rekonstrukčního modelu stavebního vývoje. Opakovaně je nutné se na stavbu vracet a hledat odpovědi na vyvstalé otázky, znovu a znovu si klást další a potvrzovat si je nebo vyvracet. Hledat nejpravděpodobnější z možných. Některé údaje stavebního vývoje jsou tak potvrzeny s přesvědčivou jistotou doloženou několika důkazy, část jich většinou zůstává na úrovni hypotéz nebo možných variant s větší či menší dávkou jistoty. Tu je žádoucí vždy podrobně popsat a charakterizovat pro možnosti dalšího využití těchto závěrů pro další činnosti.

Souhrnné stavebněhistorické vyhodnocení zahrnuje:

- dataci vzniku stavby
- historické souvislosti vzniku stavby – stavebník, financování, důvod stavby
- stavební technologie a postupy, jimiž byla vybudována
- účel a fungování stavby
- další stavební vývoj zahrnující všechny stavební úpravy, opravy a změny
- vývoj vlastnictví stavby
- vývoj funkčního používání stavby
- výslednou stávající podobu objektu

6.5. Architektonické, konstrukční a památkové hodnocení

Vedle rekonstrukce stavebního vývoje jsou hodnocení dalším významným výsledkem SHP důležitým pro další rozhodování a posuzování. Vycházejí ze stavebního vývoje, který hodnotí jak v rámci stavby samotné, tak podle daných témat v rámci širšího srovnávacího vzorku podobných staveb a dobové

stavební produkce. Hodnocení tak mohou být různého druhu i podle charakteru a podoby zkoumaného objektu.

Obvykle se posuzuje:

- architektonická a uměleckohistorická hodnota
- stavební a konstrukčně-technologická hodnota
- kulturně-historická hodnota
- památková hodnota

Architektonická a uměleckohistorická hodnota se poměřuje podle slohového architektonického ztvárnění a podle umělecké a uměleckořemeslné výbavy. A to jak v době prvotního vzniku objektu, tak v jeho následných stavebních proměnách až jeho současné podobě. Hodnotí se kvalita, originalita, mimořádnost nebo naopak paušálnost a neumělost návrhu a zároveň jeho provedení. Důležitý je také stupeň dochování v „čisté“ původní podobě nebo s druhotnými adaptacemi. Pokud je známo tak jméno architekta či stavitele, jejich schopnosti, a jejich vztah se stavebníkem a objednavatelem stavby.

Stavební a konstrukčně-technologická hodnota vychází z posouzení použitých stavebních postupů a řemeslného zpracování. Hodnotí použité materiály a jejich zpracování v dobovém kontextu. Výjimečnost či naopak běžnost použitých řešení a podobu výsledných konstrukcí a stavebních částí. Zkoumá se jejich přínos pro poznání obecné historie stavitelství.

Kulturně-historická hodnota vyjadřuje podíl stavby na celkovém souboru působení historických staveb jako naší kulturní minulosti. Našich budovaných civilizačních schopností, které tvoří základ každé společnosti, kultury nebo národa a ukazují jeho vyspělost. Snaží se odpovědět na otázku, jestli stavba svou existencí sehrála a nadále hraje nějakou roli v naší kulturní paměti a je zdrojem hodnot pro naši současnost.

Památková hodnota již vypovídá o specifickém zájmu společnosti na ochraně historických movitých a nemovitých památek, které jsou pro společnost důležité, protože dokládají její minulost. Na základě památkových kritérií hodnotí stavbu z různých hledisek historických, stavebních, kulturních, společenských a politických. Svým způsobem by v ideálním případě mělo jít o souhrn předchozích hodnocení.

7. Konstrukčně-statický průzkum a hodnocení

7.1. Zásady správné údržby

7.1.1. Prohlídky

7.1.2. Diagnostický (stavební) průzkum

7.1.3. Hodnocení spolehlivosti a bezpečnosti mostu

7.1.4. Stanovení zatížitelnosti mostních konstrukcí

7.2. Poruchy a závady

7.3. Možnosti oprav a rekonstrukcí

7.4. Zásady správného konstrukčně-statického hodnocení

Konstrukčně statický průzkum je podobně jako u stavebněhistorického základním nástrojem hodnocení historických staveb včetně zděných klenbových mostů.

7.1. Zásady správné údržby

Všechny mosty na veřejně přístupných komunikacích musí být pod stálým dohledem příslušného správního orgánu a musí u nich být ve stanovených intervalech prováděny prohlídky podle ČSN 73 6221 Prohlídky mostů pozemních komunikací. V této normě se rozeznává:

- prohlídka, nejjednodušší způsob vizuálního šetření v místě stavby, případně s provedením základních nedestruktivních zkoušek malého rozsahu, umožňující stanovit současný stav mostu (jsou finančně méně náročné),
- diagnostický průzkum, jedná se o získávání a vyhodnocení informací získaných nedestruktivními i destruktivními zkouškami existujícího mostu (destruktivní zkoušky jsou finančně náročné, pohybujeme se v řádech stotisíců a výše).

7.1.1. Prohlídky

Pro prohlídky platí Metodický pokyn Oprávnění k výkonu prohlídek mostních objektů pozemních komunikací, schválený MD-OPK č.j. 130/2016-120-TN/8 ze dne 22.11.2016.

Prohlídky mostů zajišťují správci mostů (viz kap. 4.1. této metodiky).

Běžné prohlídky - jedná se o běžný dozor stavu a bezpečnosti mostních objektů. Při běžné prohlídce se provádí kontrola pokud možno všech částí a prvků mostu z hlediska jejich všeobecného stavu, použitelnosti a zajištění provozu. Funkčnosti odvodnění vozovky a okolí mostu. Zakryté části a části nepřístupné bez použití speciálních zařízení (např. části ve větší výšce nad terénem) se kontrolují nepřímou.

Závěry běžných prohlídek slouží jako podklad pro plánování údržby mostů. Běžné prohlídky se obvykle provádějí nejméně jedenkrát ročně u mostů s klasifikačním stupněm stavebního stavu I až IV a nejméně dvakrát ročně u mostů s klasifikačním stupněm V až VII.

Běžné prohlídky mostních objektů pozemních komunikací může vykonávat jen fyzická osoba odborně způsobilá, která je držitelem platného dokumentu „Osvědčení k výkonu běžných prohlídek mostů pozemních komunikací“.

Hlavní prohlídky jsou podrobnější a jedná se o podrobný dozor nad stavem a bezpečností mostních objektů a funkčnosti odvodnění vozovky a okolí mostu. Při hlavní prohlídce musí být zajištěno takové zpřístupnění konstrukce, aby bylo možno zkontrolovat všechny prvky z bezprostřední vzdálenosti („na dosah ruky“), ale bez nutnosti demolice částí mostu. První hlavní prohlídka se provádí před uvedením mostu do provozu u nově realizovaných nebo rekonstruovaných mostních objektů. Závěry hlavních prohlídek slouží jako podklad pro plánování údržby a oprav mostů. Hlavní prohlídky se v závislosti na materiálu a stavu mostu obvykle provádějí nejméně jednou za dva roky až šest let.

Mimořádné prohlídky se provádějí po výskytu mimořádných situací (povodně, dopravní nehody spojené s poškozením mostní konstrukce, svahové sesuvy nebo projevy důlních škod na poddolovaném území v okolí mostu, podemletí pilíře, apod.), v případě pochybností o stavu mostu a v souvislosti s mimořádnými přepravami nadměrných nákladů po mostě nebo před uplynutím záruční doby na příslušnou dodávku stavebních prací (realizace nebo oprava mostu apod.).

Hlavní nebo mimořádné prohlídky mostních objektů pozemních komunikací může vykonávat jen fyzická osoba odborně způsobilá, která je držitelem platného dokumentu „Oprávnění k výkonu hlavních a mimořádných prohlídek mostů pozemních komunikací“.

Kontrolní prohlídky jedná se o odborný dozor běžných a hlavních prohlídek, včetně dodržování jejich závěrů a provádění předepsaných opatření. Kontrolní prohlídky se vykonávají podle potřeby.

Kontrolní prohlídky se provádí podle vyhlášky č. 104/1997 Sb. a ČSN 73 6221 v platném znění. Prohlídky provádí příslušný silniční správní úřad, zpravidla pracovník Krajského úřadu, Městského úřadu, nebo Obecního úřadu, který má alespoň středoškolské technické vzdělání, praxi v oboru silničního hospodářství 3 roky a příslušné odborné znalosti (z ČSN 73 6221 a z ČSN 73 6220). Kontrolní prohlídky zajišťuje nadřízený správní orgán správce mostního objektu.

Technická prohlídka se provádí pro zjištění skutečného technického stavu mostu, např. před přejímkou mostu nebo po jeho opravě. Provádí se na základě požadavku vlastníka/správce mostu, správce stavby nebo zhotovitele.

Prohlídky podjezdu slouží pro zajištění bezpečnosti provozu na přemostované komunikaci. Prohlídky podjezdu se vykonávají podle potřeby, obvykle v intervalech platných pro provádění hlavních prohlídek.

Součástí prohlídek je pořízení fotografií, dokumentujících současný stav mostního objektu. Výsledky prohlídky se uvedou v závěrečném protokolu. Jeho součástí je i hodnocení mostu.

7.1.2. Diagnostický (stavební) průzkum

Zhotovitelem provádějícím diagnostický průzkum je odborná firma, jejímž předmětem podnikání je dle zákona č.130/2008 Sb., kterým se mění znění zákona č. 455/91 Sb., o živnostenském podnikání, „Defektoskopie a diagnostika stavebních konstrukcí a materiálů“ a „Zkoušení ve stavebnictví“ a které byl podle zákona č.570/91 Sb., o živnostenských úřadech, a podle zákona č.500/04 Sb., správní řád, vydán živnostenský list. Protože výše uvedený zákon nezařazuje obě činnosti mezi činnosti vázané a získání živnostenského listu tedy nepodmiňuje autorizaci stavebních inženýrů příslušného oboru, je nutno v zájmu dodržení kvality, aby diagnostický průzkum prováděla fyzická nebo právnická osoba, která má pro provádění příslušných prací akreditaci, nebo je držitelem průkazu Celostátního defektoskopického střediska (CDS) II. kvalifikačního stupně (samostatný defektoskopický pracovník), resp. je držitelem oprávnění ústředního orgánu státní správy ve věcech dopravy dle Metodického pokynu systém jakosti v oboru pozemních komunikací (MP SJ-PK) č. j. 20840/2001 – 120, ve znění pozdějších změn, úplné znění věstník dopravy 18/2008.

Provádí se pro:

- ověření aktuálního technického stavu mostního objektu v případě nepříznivých výsledků mostních prohlídek,
- jako podklad pro stanovení zatížitelnosti mostního objektu, návrh jeho opravy apod.

Obvykle se ověřují:

- funkce odvodnění vozovky
- mechanické vlastnosti materiálů (pevnost kamene v tlaku a v tahu, pevnost pojiva apod.),
- tzv. trvanlivostní parametry materiálů, tzn. vlastnosti, které mají vliv na trvanlivost mostního objektu – u kamene a malty např. pórovitost, nasákavost, mrazuvzdornost, kontaminace chloridovými ionty, apod.,
- degradace a poruchy – např. nadměrné trhliny, zhoršení vlastností výše uvedenými vlivy, porušení vodotěsné izolace a zatékání do konstrukce, výluhy pojiva (výkvěty, krápníky) a drolení pojiva ve spárách, nadměrné deformace konstrukce atd.

Pro provedení diagnostického průzkumu lze použít:

- vizuální kontrolu, případně s použitím jednoduchých pomůcek (např. zjištění trhlin a ověření jejich šířky),
- nedestruktivní metody, tzn. metody, při jejichž použití nedochází k poškození zkoumané konstrukce, případně dochází k posouzení pouze lokálnímu (např. zjišťování pevnosti kamene tvrdoměrnými metodami, geodetický monitoring – slouží k porovnání přírůstků deformací v nějakém časovém období),
- destruktivní metody, tzn. metody, při jejichž použití dochází k významnějšímu zásahu do konstrukce – např. odběr vývrtů (o průměru obvykle cca 80 – 100 mm) kamene a následné ověření pevnosti v tlaku ve zkušebním lisu (z vývrtů lze zjistit i další vlastnosti kamene – např. pevnost v tahu, objemovou hmotnost, atd.). Veškerý odběr zkušebních těles z konstrukcí je nutno provádět tak, aby nebyla ohrožena bezpečnost konstrukce.
- Zatěžovací zkoušky, dynamické zkoušky – provádí se u nových konstrukcí k ověření statického návrhu, nebo u stávajících na zadané zatížení.

Kromě v zásadě jednorázového diagnostického průzkumu (který nicméně může být postupně doplňován a upřesňován) je možno provádět také průběžný (trvalý, dlouhodobý) monitoring mostní konstrukce. Jeho cílem může být zpřesnění údajů potřebných pro stanovení zatížitelnosti a pro návrh opravy konstrukce.

7.1.3. Hodnocení spolehlivosti a bezpečnosti mostu

Hodnocení spolehlivosti a bezpečnosti mostu

Pokud se z výsledků prohlídek zjistí, že na mostě došlo k závažnějším změnám – vzniku trhlin, degradace materiálu, zvětšení průhybu je nutné provést nové vyhodnocení spolehlivosti a bezpečnosti mostu. Provádí ho autorizovaná osoba v oboru mosty a inženýrské konstrukce nebo statika a dynamika staveb.

Hodnocení se provede ve dvou samostatných kategoriích:

- spolehlivost mostu – hodnotí se stavební stav mostu a jeho částí,
- bezpečnost provozu – hodnotí se použitelnost mostu a jeho částí.

Pro hodnocení spolehlivosti mostu se rozlišují následující klasifikační stupně stavebního stavu:

I – Bezvadný	bez zjevných závad, poruch a/nebo nedodělků,
II – Velmi dobrý	na mostě se vyskytují vzhledové závady a poruchy, které nepředstavují zvýšené riziko z hlediska dlouhodobé trvanlivosti mostu (nad 10 let),
III – Dobrý	závady a poruchy většího rozsahu, které neovlivňují spolehlivost konstrukce, ale představují zvýšené riziko z hlediska jejího zajištění během následujících 10 let,
IV – Uspokojivý	závady a poruchy, které nemají významný vliv na spolehlivost konstrukce, ale představují zvýšené riziko z hlediska jejího zajištění během následujících 5 let,
V – Špatný	závady a poruchy, které mají významný vliv na spolehlivost konstrukce, ale jsou odstranitelné bez významnějších zásahů do nosné konstrukce mostu,
VI – Velmi špatný	závady a poruchy, které mají zásadní vliv na spolehlivost konstrukce a jsou odstranitelné pouze významnými zásahy do nosné konstrukce mostu,
VII – Havarijní	závady a poruchy ovlivňující spolehlivost konstrukce takovou měrou, že vyžadují okamžitá opatření pro odvrácení havárie (např. uzavření nebo podepření mostu).

Pro hodnocení bezpečnosti mostu se rozlišují stupně použitelnosti:

1 – Použitelný	Stav nemající vliv na použitelnost (lokální trhliny ve vozovce, drobné nečistoty a uchycená vegetace u obrubníků, lokální povrchová koroze zábradlí a svodidel).
2 – Podmíněně použitelný	Stav, kdy závady už mohou mít v budoucnu vliv na použitelnost (trhliny v krytu vozovky, maximálně na jednu vrstvu vozovky, výtluky v krytu vozovky, začínající koroze sloupků svodidel a zábradlí).
3 – Použitelný s výhradou	Stav, kdy závady mají vliv na použitelnost, ale nevyžadují okamžité omezení provozu (výtluky přes více jak jednu vrstvu, vyjeté koleje do hloubky 50 mm, trhliny ve vozovce podél mostních závěrů, rovnoměrná koroze záchytného zařízení).
4 – Omezeně použitelný	Mostní objekt je použitelný pouze pro dočasný provoz, závady vyžadují okamžité provizorní opatření nebo dopravní omezení (výtluky a stojící voda, výrazné příčné nerovnosti, hloubka vyjetých kolejí více jak 50mm, navýšení vozovky do úrovně obrubníků, odpadávání úlomků betonu na veřejně přístupnou komunikaci, deformace záchytného zařízení, povrchová koroze převáděných cizích zařízení).
5 – Nepoužitelný	Objekt je nutné uzavřít nebo jeho části.

Součástí výsledků prohlídky je také návrh potřebných opatření. Na základě zařazení mostního objektu do některého z klasifikačních stupňů stavebního stavu I až VII se v souladu s ČSN 73 6221 přijímají opatření z následujících možností:

- nestavební údržba – nestavební práce, čištění a kontrola,
- stavební údržba – stavební práce malého rozsahu (např. vyplňování dutin ve zdivu podpěr a kleneb, spárování zdiva, obnova omítek a nátěrů, dotahování šroubů apod.),
- oprava, tzn. zlepšení stavu mostního objektu obnovou nebo nahrazením poškozených prvků – např. podchycení základů, injektáž trhlín, nebo doplnění příčných kleštín, oprava nebo obnova mostního svršku, apod.,
- rekonstrukce – přestavba mostního objektu.

7.1.4. Stanovení zatížitelnosti mostních konstrukcí

Zatížitelnost stanoví statik podle ČSN 73 6222. U mostů pozemních komunikací se jedná o největší hmotnost vozidla, stanovenou pro předem dané podmínky, jehož jízdu lze na mostě připustit.

Je definována:

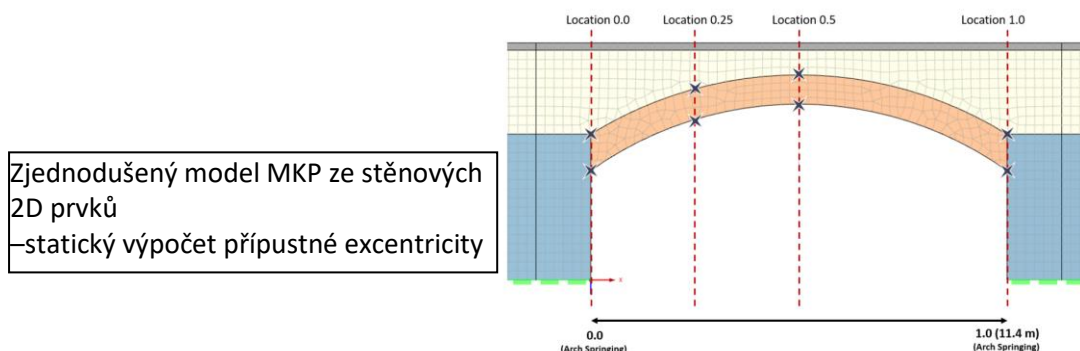
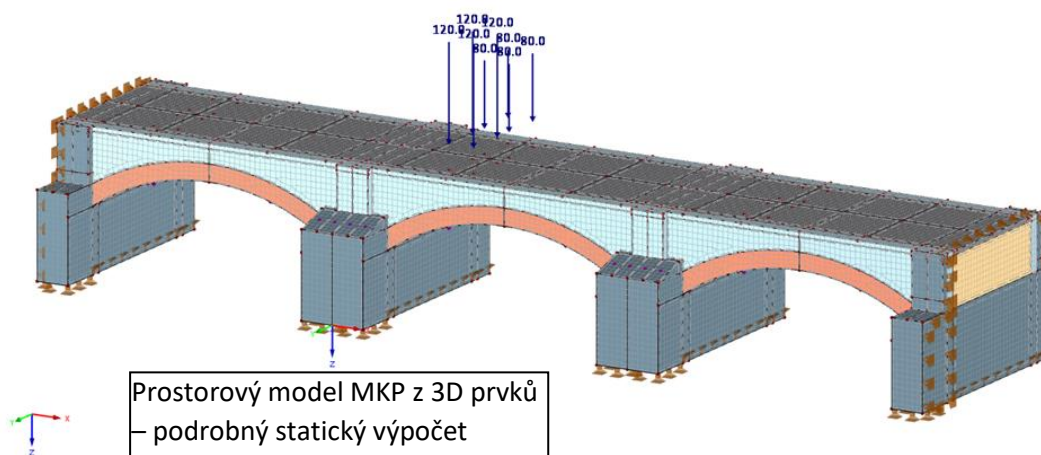
- normální zatížitelnost, tj. hmotnost vozidla, kterých může být na mostě neomezený počet a mohou po mostě přejíždět libovolným způsobem (jízdni trasa, rychlost),
- výhradní zatížitelnost, tj. hmotnost vozidla, které smí být na mostě pouze jako jediné dopravní zatížení (kromě zatížení chodníků). Vozidlo může po mostě přejíždět libovolným způsobem,
- výjimečná zatížitelnost, tj. hmotnost vozidla, které smí být na mostě pouze jediné (zatížení chodníků musí být nulové), musí jet předepsanou nejpříznivější stopou (obvykle osou mostu) s přípustnou odchylkou max. $\pm 0,5$ m a musí jet rychlostí maximálně 5 km/h, aby bylo možno počítat se sníženými dynamickými účinky,

- definuje se také zatížitelnost na jednu nápravu, (maximální přípustná hmotnost přenášená jednou nápravou vozidla).

Pokud je normální zatížitelnost nižší než 26 t a/nebo výhradní zatížitelnost nižší než 48 t, je nutno zatížitelnost vyznačit značkami umístěnými u mostu – normální zatížitelnost se uvádí na kruhové dopravní značce s bílým středem a s červeným okrajem výhradní zatížitelnost se uvádí na obdélníkové dodatkové tabulce s nápisem „Jediné vozidlo ... t“. Zatížitelnost na jednu nápravu je nutno u mostu vyznačit dodatkovou tabulkou, pokud je nižší než 11,5 t.

Podle množství a podrobnosti podkladů, které jsou k dispozici, je možno zatížitelnost stanovit jedním z následujících způsobů:

- Odhad zatížitelnosti podle semiempirického vzorce z TP 199 MD ČR – tento způsob nevyžaduje prakticky žádné zvláštní podklady, je možné ho použít pro rychlé orientační stanovení zatížitelnosti pro mosty o světlosti kleneb do 8 m.
- Statický výpočet na základě přípustné excentricity normálové síly e_{lim} : jedná se o 2D nebo 3D model MKP pomocí stěnodeskových prvků v lineárním oboru (obr. 85).
- Podrobný statický výpočet s nelineárním materiálovým modelem. Při stanovení zatížitelnosti je nutné uvažovat aktuální stav konstrukce – ve výpočtu se zohledňují výraznější poškození konstrukce – např. degradace (zhoršení vlastností) materiálů, oslabení průřezů apod. (obr. 85).
- Tabulky zatížitelnosti klenbových mostů, Ministerstvo vnitra a životního prostředí, Správa pro dopravu, Praha, únor 1989. č.j. SD/2-3830/1988.



Obr. 85. Poniklá, před 1854. Ukázka podrobného a zjednodušeného výpočetního modelu mostu.

7.2. Poruchy a závady

K poruchám snižujícím bezprostředně spolehlivost a trvanlivost nosné konstrukce patří:

- Špatná funkce odvodnění vozovky
- degradace materiálu - zhoršení mechanických vlastností např. zatékáním, účinky mrazu, účinky tzv. koroze kamene a pojiva,
- trhliny ve spárách nebo v kameni.

Špatná funkce odvodnění vozovky

Jedná se o nejčastější problém, který se promítá do všech poruch v konstrukci. Veškeré zděné mosty měly buď odvodňovací kanály a chrliče nebo výrazný sklon vozovky, který zajišťoval odtok vody z mostu. Odvodňovací kanálky však potřebují pravidelnou údržbu, která se mnohdy neprovádí. To má za následek jejich ucpání a následné hromadění vody v konstrukci a to je zárodkem degradace materiálu a vzniku trhlin.

Degradace materiálu:

Nejvíce náchylným prvkem k degradaci je maltové pojivo

- může být vyplavováno nebo roztrháno působením dešťové vody a mrazu, zatékáním vozovkou.
- vlhnutí způsobené nasákáním drobného deště, který se vsakuje do konstrukce (zejména u výplně spar parapetů, kde bylo použito cementové pojivo místo vápenného).
- je vystaveno tzv. korozi (zejména u základových konstrukcí pod hladinou podzemní agresivní vody).
- přímý kontakt s vodou, vodním tokem

Nejčastějším projevem je:

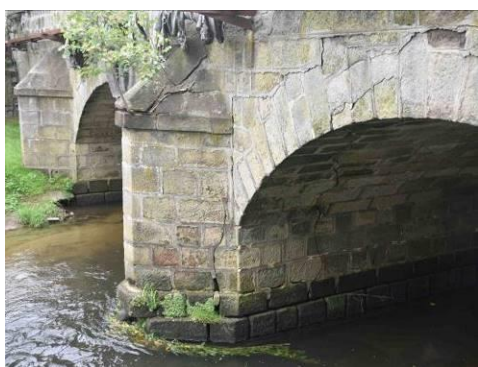
- Trhání pojiva a kamene, které je způsobeno zvětšováním objemu zatečené vody při mrazech
- projevy rozpínání uvnitř pojiva a kamene, které jsou důsledkem zvětšování objemu některých látek přenesených vodou – typické je působení sádrovce v pískovci, který rekrystalizuje a trhá pískovec. Toto nastává při kombinaci vápence a pískovce.
- rozpouštění pojiva vlivem velice čisté, tzv. „hladové“ vody,
- rozpouštění pojiva vlivem agresivních látek – typické je působení uhličitánů.

Poznámka – z výše zmíněných důvodů je nepřípustné na zděných mostech solení v zimě.

Trhliny ve spárách nebo v kameni

Nejčastější je vznik trhlin ve spárách klenbového oblouku nebo na pilířích. K poruchám ohrožujícím trvanlivost konstrukce patří například trhliny od příčné deformace vyvolané zatékáním a namrzáním, zřídka i velkým tlakovým zatížením.

Vyskytují se trhliny i přes kameny – vytvářejí se klenbové pásy.



Obr. 86. Zákupy, 1833 trhliny v pilíři.



Obr. 87. Městská Habrová, 2.pol. 19.stol. trhlina ve spáře

Příčiny můžeme rozdělit do několika skupin:

- od klimatických zatížení (teplota, průnik vody do nosné konstrukce)
- od nerovnoměrného zatížení
- od poklesu pilíře
- od příčné deformace vyvolané velkým tlakovým zatížením

Z hlediska vlivu poruch a závad na konstrukce lze rozlišovat:

- poruchy a závady, které ovlivňují spolehlivost mostní konstrukce (tzn. mohou vést k jejímu mechanickému porušení),
- poruchy a závady, které nemají vliv na okamžitou spolehlivost konstrukce, ale ohrožují její trvanlivost. Postupně mohou vést následkem pokračující degradace až k porušení konstrukce.



*Obr. 88. Lékařova Lhota, pravděpodobně 19. stol.
Degradace omítky*



*Obr. 89. Čimelice, 18. století
trhlina mezi klenbou a poprsními zdmi*

Naléhavost odstranění závady

Je doba, do které je nutné závadu odstranit. Po uplynutí této doby se předpokládá, že tato závada způsobí snížení technického stavu mostu (zatížitelnost či použitelnost).

Opatření jsou rozdělena na okamžitá (nutné zásahy k vyvarování havárie) a dlouhodobé:

- odstranění do 10 let, do 5 let, do 1 roku, odstranění do nejbližšího zimního období, odstranění ihned.

7.3. Možnosti oprav a rekonstrukcí

Rozeznáváme následující zásahy:

- oprava konstrukce bez zvýšení zatížitelnosti („sanace“),
- zesílení konstrukce, které znamená zvýšení zatížitelnosti konstrukce,
- rozšíření mostu - jeho cílem může být zvětšení počtu jízdních pruhů (případně i jejich rozšíření) na mostě, doplnění nebo rozšíření chodníků apod. Z důvodu rozšíření bývá nutné provést i zesílení.

Oprava konstrukce bez zvýšení zatížitelnosti („sanace“)

Následkem působení vody a dalších procesů popsaných v kapitole (účinky mrazu, chemických rozmrazovacích látek, dalších agresivních látek atd.) dochází postupně k degradaci zdiva. Vlivem mechanických a teplotních namáhání může docházet k rozvoji trhlin a k projevům únavy materiálu. Tímto způsobem dochází ke snížení únosnosti samotného průřezu (zmenšením tlakové plochy průřezu i poklesem materiálových mechanických vlastností).

Zásadním krokem je zamezit zatékání do konstrukce a na základě analýzy příčin, zvážit případné zřízení vodotěsné izolace nebo obnovení vodotěsné izolace povrchu nosné konstrukce. Životnost

běžné izolace z asfaltových izolačních pásů bývá okolo 30 let. U historických konstrukcí býval rub klenby těsněn přesypávkou z hlinité nebo jílovité zeminy, i její životnost je však omezená. Vodotěsnou izolaci je možno opravit různými způsoby.

V praxi se osvědčil tzv. mezilehlý systém vodotěsné izolace, který se provede (s dostatečným vodorovným přesahem) nad konstrukcí jako „deštník“ v malé hloubce pod vozovkou. Izolace je pak napojena na odtoky ev. Chrliče. Další možností je odtěžit přesypávku až ke klenbě, očistit a upravit rub konstrukce, opatřit ji novou izolací a obnovit přesypávku. Tento způsob však vyžaduje velké objemy zemních prací a pečlivé provedení odvodnění izolační vrstvy. Je to vhodné u nízkých kleneb, kde výplňové vrstvy nejsou tak silné. Podmíněně vhodnou možností jsou jílové rohože. Někdy stačí zprůchodnit odtokové kanálky.



Obr. 90. Žichovice, 1. pol. 17. století – provedení funkčního odvodnění.

Pokud se zjistí příčné rozvolnění konstrukce, nebo výskyt podélných trhlin v klenbě je nutno staticky prověřit, jestli není potřebné konstrukci sepnout a zamezit dalšímu rozvolnění klenby.

Příčné sepnutí je vhodné, jestliže statický výpočet prokáže, že podélné trhliny vznikly v důsledku přetížení klenby. Jedná-li se o vliv zatékání podél parapetu není sepnutí nutné.

Při návrhu sepnutí je důležité určit polohu spínacích táhel a to buď nad klenbou, nebo přímo v ní. Z toho důvodu je nutné znát stav kamene klenby, aby případné vrtání nezpůsobilo její rozpad. Po provedení příčných vrtů se do nich osadí táhla, kterými se konstrukce „sváže“. Pro tyto účely se vyrábějí i speciální druhy výztuže. Vlastní trhliny je možno opravit injektáží.

Zdivo je možné i vzájemně provázat pomocí výztuže instalované do spár zdiva. Pro tyto účely se vyrábějí i speciální druhy výztuže. Vlastní trhliny je možno opravit injektáží.



Obr. 91, 92. Praha – Hlubočepy, 19. století, realizace vrtů v klenbě pro příčná táhla, klenba s táhly.



Obr. 93. Žichovice, 1. pol. 17. století, klenba s osazenými příčnými táhly.



Obr. 94. Postoloprty, 1. pol. 19. století, klenba s osazenými příčnými táhly.

Pokud se jedná „pouze“ o opravu povrchu, používají se materiály „bez statické funkce“, pokud je nutné uvést do původního stavu nosný průřez, používají se materiály „s statickou funkcí“. Vydrolenou maltu ze spár je nutné opravit tzv. hloubkovým spárováním zdiva.



Obr. 95. Libeň, 1855, rekonstrukce kleneb mostu.

Povrch degradovaného zdiva je možno chránit proti další degradaci, případně i zpevnit speciálními chemickými prostředky. V případě rozsáhlejší degradace zdiva je možné povrch konstrukce opatřit vrstvou betonu, například stříkaného. Mezerovité zdivo je možné opravit tlakovou injektáží. Pro vyspravení tvaru průřezu (nosného i nenosného) lze použít termín „reprofilace“.

Složení malt pro opravu spárování, injektáž trhlin, případně pro doplnění zdiva, je nutno volit s ohledem na fyzikální a chemické vlastnosti stávajících malt a staviva. U chráněných památek musí být složení, barevnost a povrchová úprava malt schválena památkovými orgány.

Zesílení konstrukce, které znamená zvýšení zatížitelnosti konstrukce

Pokud je nutné zvýšit únosnost v tlaku (u tlačených průřezů, v tlačené oblasti ohýbaných průřezů apod.), je možné použít nadezdění, nabetonávku prostou nebo spřaženou (např. spřažené desky na povrchu nosné konstrukce) nebo různé ztužující konstrukce v prostoru původní přesypávky.

Nadezdění – jedná se o přirozené zesílení, kde se tlaková plocha zvětší a tím dojde k posunu těžiště a eliminaci možného tahového namáhání na površích. Samozřejmě je nutné omezit dotvarování nově přizděné části např. minimalizací spár.

Nabetonávka – výhodou je tenká vrstva, což je vhodné při nedostatku místa nad klenbou. Pokud budeme uvažovat spřažení, je nutné věnovat dostatečnou pozornost účinnosti spolupůsobení

betonové vrstvy s původní konstrukcí. Betonová vrstva bývá přikotvena k původní konstrukci pomocí betonářské výztuže vlepené do vyvrtaných otvorů. Vlastní doplněná vrstva bývá vyztužena betonářskou výztuží (např. sítěmi) nebo výztužnými vlákny (podle požadovaného účinku ocelová, skleněná, polymerová atd.). Lze použít i ultra-vysokohodnotného betonu (resp. vláknobetonu - UHPFRC – Ultra-High-Performance Fiber-Reinforced Concrete), v jehož případě bývá možno použít i tenké – pouze několik centimetrů (cca 35 až 50 mm) silné – vrstvy a tím při značném vlivu na zvýšení únosnosti omezit nárůst vlastní tíhy konstrukce vlivem provedené nabetonávky. Při tomto způsobu je nutné odvést průsakovou vodu a zamezit průniku vody do betonu, aby se zabránilo korozi výztuže a následného roztržení betonu.

Zesilující prvky - např. z ocelových válcovaných průřezů, případně i z betonářské výztuže, na závěr obetonované. Někdy bývá nad klenbou zřízena nová vodorovná nosná konstrukce (deska, nosník), která přenáší účinky zatížení dopravou přímo do podpěr bez toho, že by zatížení procházelo přes vlastní klenbu.

K zesílení základů je možno použít například mikropiloty, injektáže, zemní nebo skalní kotvy apod.

Je nutné si uvědomit, že řešení může mít dopad na památkovou hodnotu a musí být konzultováno mezi všemi účastníky. Zejména je důležitá spolupráce statika a památkáře.

Rozšíření mostu

Pokud je potřebné rozšíření konstrukce, lze použít železobetonovou desku, vykonzolovanou přes původní poprsní zdi. Tato železobetonová deska se současně využije i jako podklad pod novou vodotěsnou izolaci. Aby se nadměrně nepřetěžovaly poprsní zdi a krajní části klenby pod nimi, bývá mezi novou železobetonovou deskou a horním okrajem ponechaných poprsních zdí pružná výplň (např. polystyrén) – železobetonová deska je pak podepřena především na přesypávce mezi poprsními zdmi. Přesypávku je při opravách mostu možné také nahradit například lehkým betonem, který může s původní konstrukcí spolupůsobit a který při vhodném řešení působí na poprsní zdi menším vodorovným tlakem než původní přesypávka provedená ze zeminy. Poprsní zdi a celou konstrukci je možné v příčném směru vzájemně provázat vloženou a zakotvenou výztuží.

Je možné použít i doplněné lehké (nejčastěji ocelové nebo dřevěné) vykonzolované chodníky. Někdy bývá rozšiřující část od původní konstrukce navržena jako oddělená – pak bývá ke konstrukci doplněna lávka, uložená na vlastní podpěry nebo na původní podpěry mostu.

Řešení může mít dopad na památkovou hodnotu.



Obr. 96, 97. Libeň, 1855, přistavění lávky pro pěší.



Obr. 98. Beroun, 1864, rozšíření mostu betonovou deskou.



Obr. 99. Ústěck, 19. století, rozšíření mostu betonovou deskou.



Obr. 100. Kouřim, 2. pol. 19. stol., odhalený rub kamenné klenby, na pravé straně je vidět dodatečné rozšíření mostu pozdější betonovou klenbou.



Obr. 101. Kouřim, 2. pol. 19. stol., realizace výplně z lehkého betonu nad klenbou.

7.4. Zásady správného konstrukčně-statického hodnocení

Mostní konstrukce slouží lidem k bezpečnému překonání vodní nebo jiné překážky. Z toho důvodu musí být bezpečná.

Výpočet spolehlivosti a statické zhodnocení stavu mostu provádí autorizovaná osoba – statik.

Přesný výpočet je obvykle velmi pracný a řešení nelze získat v uzavřeném tvaru, tedy ve formě vzorců. V současné době se k prokázání spolehlivosti podle Eurokódu používají Mezní stavy (metoda dílčích součinitelů). Spolehlivost S je pravděpodobnost P , že únosnost R (z anglického resistance) je větší než účinek zatížení E (z anglického effect of load), tedy

$$S = P(R \geq E),$$

Vzhledem k pravděpodobnostní povaze vstupních hodnot je konstrukce navržena s jistou rezervou spolehlivosti Z .

$$Z = R - E \geq 0.$$

Tato podmínka má různé podoby podle závažnosti jejího porušení. Ověřuje se pomocí mezních stavů. Máme dva základní mezní stavy :

- a) **MSÚ – mezní stav únosnosti** – požadovaná pravděpodobnost $Z \geq 0,9999$ (pro index spolehlivosti $\beta =$ střední hodnota/směrodatná odchylka=3,8) jsou takové stavy, které souvisí s odolností konstrukce a jejími poruchami nebo její částí. Týkají se bezpečnosti lidí, konstrukce a jejího obsahu. **Máme čtyři druhy mezního stavu únosnosti** –(EQU) ztráta stability konstrukce, (STR) porucha konstrukce nebo prvků závisících na pevnosti materiálu, (GEO) Porucha geotechnických prvků závisících na pevnosti zeminy, (FAT) případ únavového porušení konstrukce.
- b) **MSP – mezní stav použitelnosti** - pravděpodobnost $Z \geq 0,99$ ($\beta = 1,5$) souvisí s podmínkami, po jejichž překročení nejsou splněny provozní požadavky na konstrukci nebo její část. Jedná se o přípustné deformace, posuny, kmitání a trhliny.

V případě, že most nemá požadovanou rezervu spolehlivosti je možné:

- nechat zjistit zatížitelnost a omezit použití mostu dopravním značením
- most opravit, vyztužit
- převést dopravu na vedlejší nově postavený
- zbourat a postavit nový

První tři možnosti jsou vhodné u historicky nebo architektonicky cenných mostů. Klenbové mosty jsou velmi únosné konstrukce a to v případě, že podpory a pilíře jsou v dobrém stavu. Pokud nejsou trhliny přímo v kameni, znamená to, že není překročena únosnost v tlaku. Pokud jsou rozevřené spáry mezi kameny, s největší pravděpodobností se jedná o vodorovný posun krajních podpor. Pokud nedochází k propadu klenby, stačí vyklínovat spáru.

Vyspravení nebo zesílení samotné klenby je méně náročné, než konstrukci zbourat a postavit novou.

Zbourání je až poslední volbou i u historicky nevýznamných mostů když:

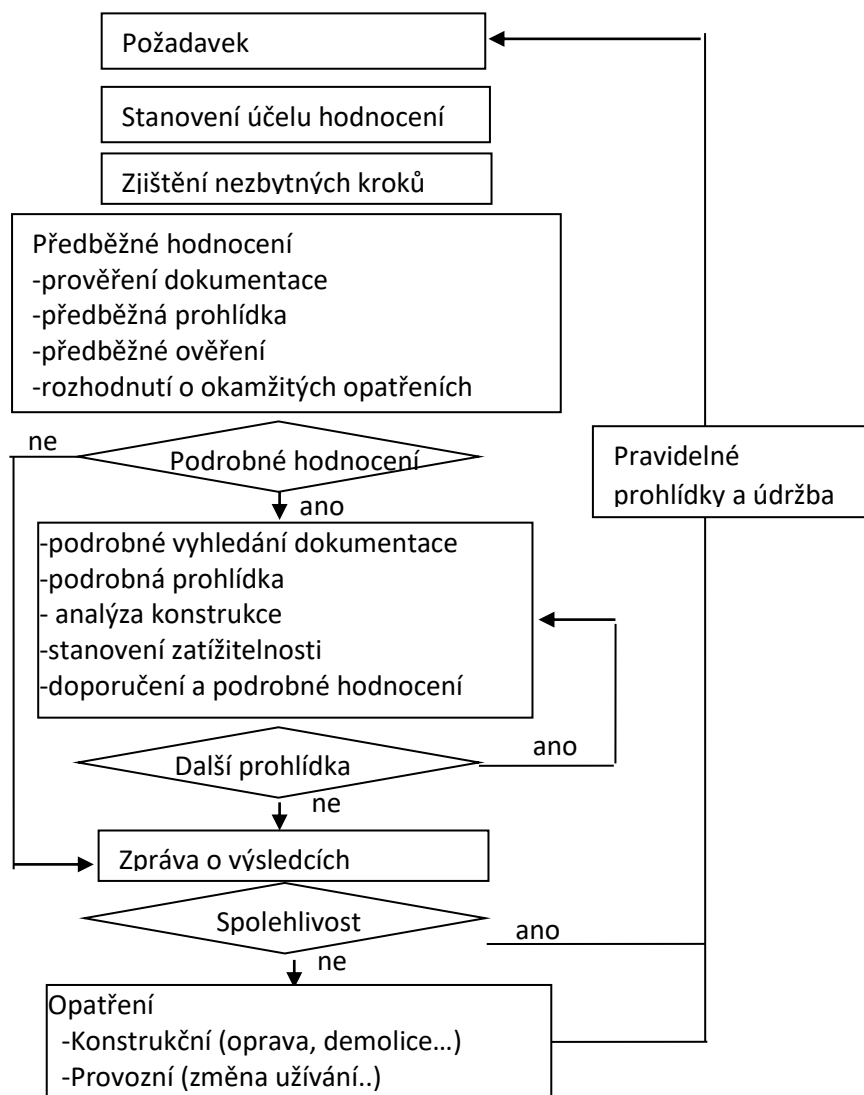
- například je potřeba zajistit větší provoz na širší komunikaci
- dochází k vodorovnému posunu podpor
- trhliny jsou i v kamenech

Požadavek na hodnocení konstrukce z hlediska statického a provozního lze provést pomocí zodpovězení jednoduchých otázek:

1. Jsou podpory a pilíře v dobrém stavu?
Z hlediska statického se jedná o závažný problém, který je potřeba neodkladně řešit.
2. Je propadlý vrchol klenby?
Z hlediska statického se jedná o závažný problém, který je potřeba neodkladně řešit.
3. Je stavební materiál bez trhlin a degradace zdiva?
Výskyt trhlin automaticky neznámá, že se most nachází v havarijním stavu, doporučujeme provedení podrobnějšího průzkumu
4. Jsou otevřené spáry někde mezi kameny?
Výskyt trhlin mezi kameny je poměrně běžnou poruchou, která vyžaduje drobnější stavební opravy.

Pro hodnocení konstrukce z hlediska statického a provozního lze použít následující postup:

Zdroj: Hodnocení existujících konstrukcí. [online]. [cit. 2014-05-08]. Dostupné z: http://www.ckait.cz/sites/default/files/Uvod_CSN_ISO_0.pdf



8. Hodnocení historického, architektonického a konstrukčního významu zděných klenbových mostů

- 8.1. Stručné shrnutí historického, architektonického a konstrukčního řešení klenbových mostů na území ČR
- 8.2. Vyhodnocení historického, architektonického a konstrukčního významu zděných klenbových mostů na území ČR
- 8.3. Příklady

8.1. Stručné shrnutí historického, architektonického a konstrukčního řešení klenbových mostů na území ČR

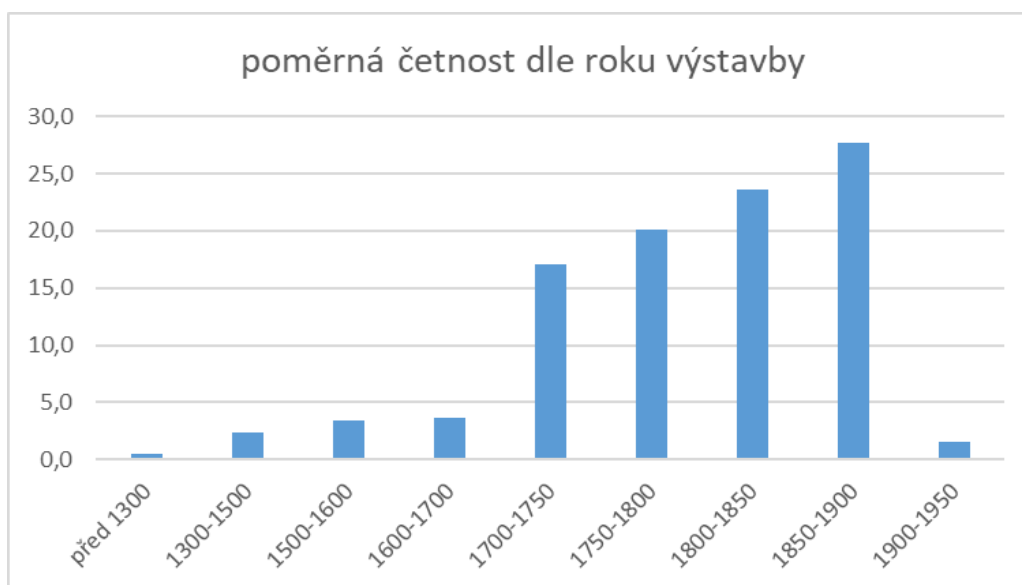
Počátky a rozvoj zděného mostního stavitelství na našem území jsou integrálně spojeny s rozvojem celého stavebnictví používajícího kámen, cihlu a maltu. Až na naprosté výjimky na jižní Moravě zde neexistuje tradice římského stavitelství, takže přechod od dřevěné architektury ke zděné byl po anomální periodě Velké Moravy většinou uskutečňován importem technologií a znalostí ze západu a jihozápadu z prostoru německých a rakouských zemí.

Do sklonku 15. století u nás pravděpodobně existovalo pouze několik velkých zděných klenbových mostů zapojených do širší cestní sítě. Každý, který se z nich v celku, nebo ve fragmentech zachoval, představuje výsostně hodnotnou historickou, architektonickou a konstrukční **památku celonárodního významu**. 16. století jejich počet rozšířilo pravděpodobně pouze o dalších pár příkladů, které na své památkové hodnotě tak nic neztratily. Je však zároveň možné, že v té době vznikly i nějaké drobnější mosty v odlehlejších částech země, které následně zanikly beze stopy a my o nich nemáme žádné povědomí.

Barokních mostů ze 17. a 18. století se již zachovalo větší množství několika desítek. Vedle např. kostela, zámku nebo radnice představují většinou nejhodnotnější historickou stavbu v daném místě. Byť v porovnání s ostatními, vlivem zvyšující se zátěže a trvalého ataku povětrnostními vlivy nebo vodního toku, často prošly mnoha většími opravami nebo přestavbami, které částečně nebo zcela pozměnily jejich podobu. I když tak mosty někdy nezachovávají materiálovou autenticitu odpovídající době svého prvotního vzniku, velmi dobře splňují tzv. „*stabilitas loci*“, tedy setrvánání stále na tom samém místě. Zásadním způsobem tak fixují historickou paměť místa a jsou oporou pro lokalizaci různých dějinných událostí tragického, slavnostního nebo vojenského charakteru. Při posuzování jejich významu proto nejde pouze o jejich absolutní historické stáří a stáří vlastní konstrukce, ale v zásadě o vlastní existenci v daném místě a s tím spojené souvislosti.

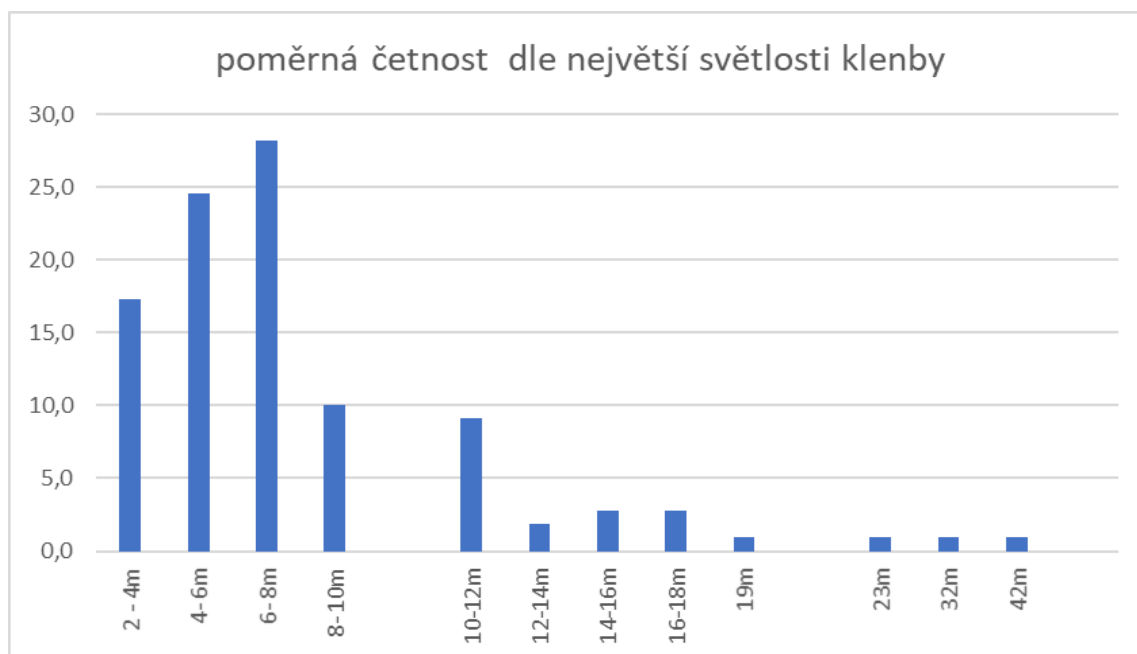
To samé platí i pro všechny mladší zděné **klenbové mosty z průběhu 19. i 20. století**. U nich přistupuje nepochybně i mnohem větší diferenciaci jejich podob a použití jak v rámci rozvoje cestní sítě, tak dalších technických staveb a řešení, jako jsou různé hráze, propustky, náhony, kanály atd. Integrálně se stávají součástí nastupujícího průmyslového stavebnictví a tím i památkami na tuto éru našeho vývoje.

Z grafu na obr. 102 je patrný kontinuální zvyšující se nárůst stavby zděných klenbových mostů od středověku do konce 19. století. Pak přichází éra betonových a železobetonových konstrukcí mostů. K přerušení vzrůstající linie došlo pouze v 17. století vlivem stagnace ekonomiky a tím i stavebnictví v důsledku postižení země za 30. leté války a po ní.



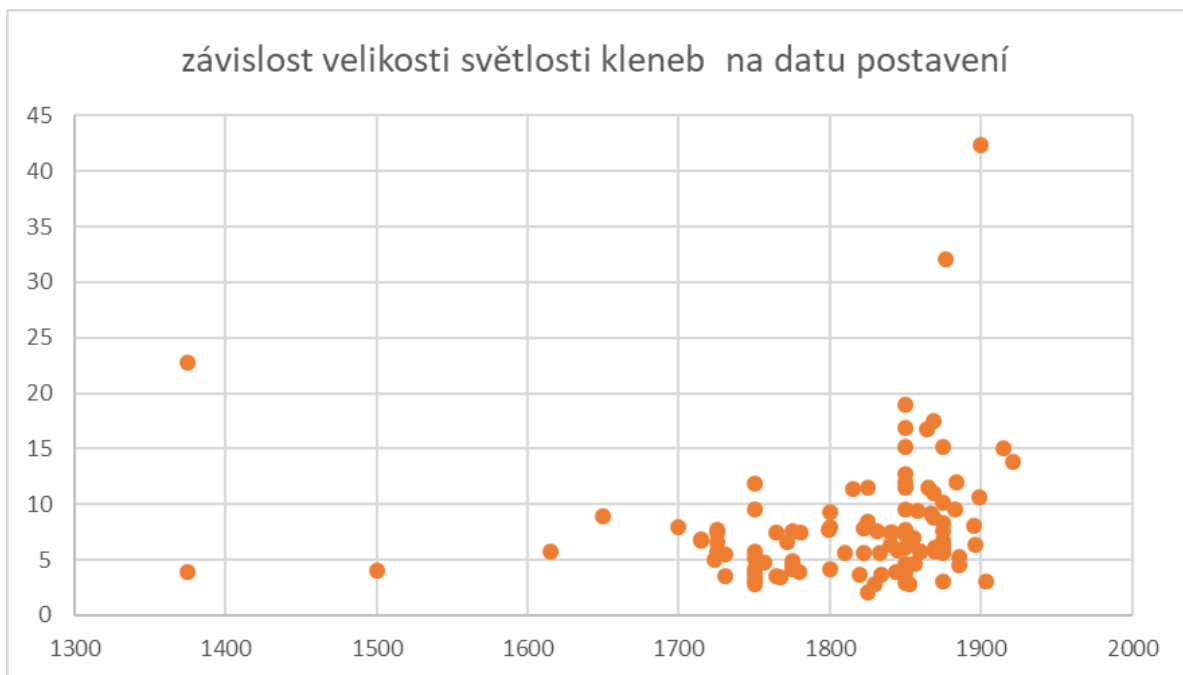
Obr. 102. Graf znázorňující poměrnou početnost zachovaných historických klenbových mostů v ČR vypočtený z dokumentovaného vzorku 200 mostů. Skutečný poměr se může lišit díky většímu zastoupení mostů z 19. Století.

Z hlediska konstrukčního zásadně převažují mosty kamenné postavené z lomového zdiva. Starší větší a významnější konstrukce nebo nejmladší klenbové mosty mají líc a klenby vyzděny z opracovaných kamenných kvádrů. Nosné valené klenby jsou většinou půlkruhové nebo segmentové s nejběžnější světlostí kleneb mezi 6 až 8 m (viz obr. 103). Většina mostů má světlost do 6 m.



Obr. 103. Graf znázorňující poměrnou četnost zachovaných historických klenbových mostů V ČR podle největšího světlého rozpětí jejich klenby (vzorek 105 dokumentovaných mostů).

Největší starší mosty postavené do poloviny 19. století dosahují rozpětí kleneb maximálně cca kolem 16 až 20 m. Největší světlost kleneb mají dva mosty vybudované Praze na samém konci 19. století, Palackého most 32 m a Most Legií dokonce 42,3 m (viz obr. 104).



Obr. 104. Graf znázorňující závislost velikosti světlosti největšího oblouku na datu postavení mostu (vzorek 105 dokumentovaných mostů).

8.2. Vyhodnocení historického, architektonického a konstrukčního významu zděných klenbových mostů na území ČR

Jednoduché vyhodnocení historického, architektonického a konstrukčního významu konkrétního mostu není bez dostatečných znalostí z oboru stavební historie, architektury nebo stavebnictví nijak snadné. Jako nástroj, který by k tomu mohl méně zkušenému posuzovateli pomoci je tato předkládaná metodika.

Souhrnně se dá konstatovat, že drtivá **většina menších zděných klenutých mostů** sloužících dodnes jako dopravní stavby v rámci naší silniční sítě **pochází až z 1. a 2. poloviny 19. století**. To však nijak nesnižuje jejich historickou hodnotu stáří ani estetickou hodnotu, protože i tak jsou dnes už často 150 až 200 let staré. To je na intenzívně využívané dopravní stavbu hodnotný věk, který z nich činí památky zasluhující naši ochranu.

Stejně tak jsou tyto mosty poměrně **jednoduchými stavbami bez výraznějších slohových architektonických projevů**, které jsou dány jejich převažujícím funkčním účelem. To ale neznamená, že nemají své důležité místo ve vývoji architektury a stavebnictví na daném území. Právě naopak jsou trvanlivými nositeli projevů těchto hodnot výsostně účelové, technické a dopravní architektury. A mnohde se některé jednoduché architektonické formy dané doby nebo regionu projevují právě jenom na nich a jsou tak nezastupitelnými památkami ukazujícími tyto formy.

Konstrukce těchto mostů je v zásadě docela lapidární, složená z prostých valených kleneb, hranolových pilířů a nábrežních opěr. Nicméně řemeslné a stavební technologie na ně použité už většinou tak jednoduché nejsou a mnohdy v sobě skrývají vysokou kvalitu provedení a speciální postupy vyžadující nejlepší schopnosti doby jejich vzniku. Ať už v klenbovém umění nebo třeba zakládání staveb do vody. Byť na to na první pohled nevypadají, tak z povahy své konstrukční podoby, jsou nezastupitelným hmotným pramenem a zdrojem poznání historických stavebních technologií a konstrukčních řešení.

Souhrnně se dá konstatovat, že historický zděný klenbový most, který byl postaven do doby II. světové války na území České republiky, je potenciálně nositelem dostatečných historických, architektonických a konstrukčních hodnot pro to, abychom usilovali o jeho památkovou ochranu a maximálně se snažili o jeho zachování pro budoucí generace.

Pro vyzkoušení aplikace závěrů metodiky pro hodnocení historického, architektonického a konstrukčního významu vybraného mostu si lze pokusit odpovědět na několik základních otázek:

1. Umístění, podoba a autenticita mostu - jak je umístěn v terénu, jaký má tvar konstrukce, kolik pozdějších stavebních zásahů bylo uděláno a jaký byl použit stavební materiál

Pro pochopení a správné vyhodnocení dalších otázek je vhodné na začátku si most formálně popsat a zařadit podle znaků podrobně popsaných v kapitolách 5.1. až 5.3. této metodiky.

2. Je most součástí historického sídla nebo kulturní krajiny?

Důležité je uvědomění si širších vztahů, které jsou velmi důležité pro historický i současný význam mostu. Nejde jen o most samotný, ale i o to jakou roli hraje v rámci širšího celku, jeho historie a jeho fungování.

Most může být součástí venkovské samoty, vesnice, města, městské části, panství atd. a v rámci nich hraje nezastupitelnou roli.

3. Vznikl most jako součást nějakého většího stavebního díla nebo funkčního celku?

Mosty často vznikaly jako součást budovaného většího záměru, jehož byly důležitou funkční jednotkou. K němu integrálně patří, s ním často sdílí historický nebo i stavební vývoj a jako jeho součást mají i vyšší historickou a památkovou hodnotu.

Mosty vznikaly jako součást např. zemědělské usedlosti, šlechtické rezidence, výrobního, dopravního nebo průmyslového areálu, obory, rybniční soustavy atd.

4. Leží most na historické komunikaci?

Primární je dopravní funkce mostu k překonání nějaké překážky ležící v cestě komunikace. Most je tedy neodmyslitelně spojen s touto komunikací a má svůj význam jako její součást. Jako součást její historie a historického a kulturního významu.

Mohou to být dálkové zemské stezky, hlavní meziměstské a místní komunikace, spojnice částí města nebo obce atd.

5. Známe dobu jeho vzniku?

Často je poměrně obtížné nebo i nemožné získat přesnější dobu vzniku posuzované podoby mostu. U části mostů je to známo, doložené z archivních pramenů nebo přímo z datací na mostě. U části to můžeme odhadovat pouze z nepřímých dokladů (historické majetkové souvislosti, historické mapy atd.). Absence přesnější doby vzniku ale není rozhodující pro hodnocení historického a památkového významu mostu, je pouze podpůrnou informací.

6. Známe jeho stavebníka nebo stavitele?

Opět údaj, který je znám pouze pro omezený okruh většinou významnějších staveb. U drtivé většiny mostů přesněji neznáme nebo pouze odhadujeme, kdo stavbu financoval a ještě u méně případů víme, kdo ji projektoval a stavěl. Absence těchto údajů by ale opět neměla snižovat význam mostu, pouze pokud je známe, tak ho jenom zvyšovat.

7. Má most zajímavou historii a známý stavební vývoj?

K některým mostům známe množství historických a dějinných souvislostí, u některých jsme schopni podrobněji popsat jejich stavební vývoj. K některým i velkým mostům však nejsme schopni říci prakticky vůbec nic. Záleží to na množství různých okolností a souvislostí. Více známých informací dokresluje osudy mostu, ale i stavba, o níž nevíme nic, není z tohoto důvodu méně významná.

8. Pojí se s mostem nějaké důležité historické události?

Zvláště u mostů ve městech nebo v rámci jiných lidských sídel se s nimi pojí různé historické události. Tím se mosty stávají i nositeli tradice té konkrétní události a zapojují se do její historie a podání. Most je jejím prostřednictvím součástí obecné historie a např. i politických nebo válečných dějin místa.

9. Má most hodnotné architektonické a estetické ztvárnění? Samostatně nebo v rámci většího celku?

Posouzení jeho architektonického návrhu a provedení, slohového zařazení. Posouzení celku i detailů konstrukce a případné výzdoby. Hodnocení mostu jako samostatné stavby i jako součásti většího záměrně komponovaného celku.

10. Má most nějaké kvalitní nebo inovativní materiálové a konstrukční řešení?

Ohodnocení vyžadující již odborné znalosti, základní přehled a zkušenosti. K posouzení je možné využít kapitolu 5 této metodiky.

11. Byly v přilehlém regionu realizovány srovnatelné konstrukce a kolik se jich dochovalo a v jakém stavu?

Širší srovnání výskytu obdobných konstrukcí a jejich stavu. Ověření „běžnosti“ nebo „výjimečnosti“ hodnocené konstrukce z hlediska zastoupení v dochovaném portfoliu historických staveb. Posouzení hodnot výskytu a zachování pro dané území.

12. Jsou ostatní dochované mosty obdobného uspořádání v horším technickém stavu a/nebo na méně vhodném místě z hlediska ochrany a zachování (např. na méně zatížené komunikaci)? Jaký je jejich počet a kde jsou?

Srovnání mostu v rámci všech dochovaných obdobných konstrukcí na území ČR a porovnání jejich možností ochrany a zachování, respektive rizik, které jim v tom hrozí. Rizik technického stavu a nutnosti stavební rekonstrukce a rizik umístění v rámci dopravní sítě a z toho vyplývajícího zatížení dopravou.

8.3. Příklady komplexního hodnocení

Jako ukázkou aplikace výše uvedených otázek uvádíme čtyři příklady mostů.

Příklad 1

Poniklá



Obr. 105. Poniklá, pohled na most od jihu.

Hodnocení historického, architektonického a konstrukčního významu

1. Umístění, podoba a autenticita mostu - jak je umístěn v terénu, jaký má tvar konstrukce, kolik pozdějších stavebních zásahů bylo uděláno a jaký byl použit stavební materiál

Jde o velký a vysoký most v širokém údolí řeky Jizery se třemi poli nízkých segmentových kleneb, dvěma hranolovými pilíři se zhlavími ve tvaru lomených oblouků, přímým celkovým půdorysem a vodorovnou vozovkou. Jedná se o kamenný most z tesaných pískovcových kvádrů bez pozdějších úprav.

2. Je most součástí historického sídla nebo kulturní krajiny?

Ano. Most je součástí kulturní krajiny údolí řeky Jizery.

3. Vznikl most jako součást nějakého většího stavebního díla nebo funkčního celku?

Ano. Most je součástí státní Krkonošské silnice budované mezi Trutnovem a Libercem od roku 1845.

4. Leží most na historické komunikaci?

Ano. Most je součástí státní Krkonošské silnice budované mezi Trutnovem a Libercem od roku 1845.

5. Známe dobu jeho vzniku?

Ano, i když ne úplně přesně. Most musel být postaven do roku 1854, kdy byla státní silnice dobudována. Dnes je most nejstarším dochovaným silničním mostem na řece Jizeře.

6. Známe jeho stavebníka nebo stavitele?

Ano. Stavebníkem byl stát. Stavitele neznáme.

7. Má most zajímavou historii a známý stavební vývoj?

Ano. Známe okolnosti jeho vzniku i velké opravy, která proběhla v letech 1935-37.

8. Pojí se s mostem nějaké důležité historické události?

Není nám známo.

9. Má most hodnotné architektonické a estetické ztvárnění? Samostatně nebo v rámci většího celku?

Ano. Most je velmi kvalitní ukázkou technického mostního stavitelství poloviny 19. století. Most je evidentně postaven podle inženýrského projektu s ušlechtilým architektonickým a estetickým ztvárněním a to jak sám o sobě, tak ve srovnání s okolím.

10. Má most nějaké kvalitní nebo inovativní materiálové a konstrukční řešení?

Ano. Most je skvěle konstrukčně a řemeslně postaven což prokázalo měření odchylek válcových ploch kleneb, které je i přes značné rozpětí minimální. Pilíře mostu jsou značně vysoké, tak aby nasazení segmentových kleneb vytvářelo dostatečný průtočný profil všemi třemi oblouky i při vysoké vodě jarního tání.

11. Byly v přílehlém regionu realizovány srovnatelné konstrukce a kolik se jich dochovalo a v jakém stavu?

V přílehlém regionu nejsou známy další srovnatelné stavby obdobného charakteru. Nedaleko se u Harrachova nachází podobný most přes Jizeru v lokalitě Na mýtě, který byl postaven v roce 1872. Tento most dnes není využíván pro silniční dopravu a je ve velmi havarijním stavu.

12. Jsou ostatní dochované mosty obdobného uspořádání v horším technickém stavu a/nebo na méně vhodném místě z hlediska ochrany a zachování (např. na méně zatížené komunikaci)? Jaký je jejich počet a kde jsou?

Podobné mosty v celorepublikovém měřítku jsou v různém technickém stavu poškození. Některé prošly větší či menší rekonstrukcí a jsou různě adaptované nebo doplněné. Nacházejí se na podobně frekventovaných komunikacích.

Konstrukčně statické hodnocení



Obr. 106, 107. Poniklá, detaily mostu bez zjevných poruch.

- Ad 1 – stav podpor – bez trhlin
- Ad 2 – vrchol beze změn
- Ad 3 – lokálně povrchové defekty od průsaku vody
- Ad 4 – nejsou

Je potřeba menší rekonstrukce se zajištěním odvodnění – požadavek na předběžné hodnocení.

Závěr

Most u Poniklé vykazuje výrazné hodnoty prakticky ve všech hodnotících otázkách, takže jeho historický, architektonický a konstrukční význam je nesporný a jeho hodnota překračuje hranice regionu a je nejméně celokrajská. Zaslouží si památkovou ochranu a co nejautentičtější zachování.

Jeho současný technický stav i nevelká dopravní zátěž to plně umožňuje, vyžaduje pouze běžnou opravu vozovky a izolace proti srážkové vodě.

Příklad 2

Městská Habrová



Obr. 108. Městská Habrová, pohled od jihu.

Hodnocení historického, architektonického a konstrukčního významu

1. Umístění, podoba a autenticita mostu - jak je umístěn v terénu, jaký má tvar konstrukce, kolik pozdějších stavebních zásahů bylo uděláno a jaký byl použit stavební materiál

Je to most postavený v širokém údolí potoka Kněžná, se dvěma poli segmentových kleneb, jedním hranolovým pilířem se zhlavími na půdorysu lomeného oblouku, s celkovým přímým půdorysem a vodorovnou vozovkou postavený z tesaných pískovcových kvádrů. Nově doděláno zábradlí.

2. Je most součástí historického sídla nebo kulturní krajiny?

Ano. Je součástí Městské Habrové, části města Rychnov nad Kněžnou.

3. Vznikl most jako součást nějakého většího stavebního díla nebo funkčního celku?

Most vznikl jako součást dopravní silniční trasy.

4. Leží most na historické komunikaci?

Ano. Most je nepochybně součástí historické komunikace mířící z Rychnova nad Kněžnou na sever.

5. Známe dobu jeho vzniku?

Přesně ne. Nejpravděpodobněji pochází z 2. poloviny 19. století.

6. Známe jeho stavebníka nebo stavitele?

Nejsou nám známy.

7. Má most zajímavou historii a známý stavební vývoj?

Přesně nám není známa. Pravděpodobně byl vybudován v rámci budování silniční sítě v 2. polovině 19. století a je součástí historické komunikace. Někdy, pravděpodobně v době po II. světové válce, most prošel rekonstrukcí, získal nové zábradlí a obetonováním bylo zabezpečeno založení pilíře.

8. Pojí se s mostem nějaké důležité historické události?

Není nám známo.

9. Má most hodnotné architektonické a estetické ztvárnění? Samostatně nebo v rámci většího celku?

Most je evidentně postaven podle inženýrského pozdně klasicistního projektu s ušlechtilým architektonickým a estetickým ztvárněním a to jak sám o sobě, tak ve srovnání s okolím.

10. Má most nějaké kvalitní nebo inovativní materiálové a konstrukční řešení?

Není nám známo.

11. Byly v přílehlém regionu realizovány srovnatelné konstrukce a kolik se jich dochovalo a v jakém stavu?

Domníváme se, že v nejbližším regionu nenajdeme srovnatelné stavby obdobného řešení a uspořádání.

12. Jsou ostatní dochované mosty obdobného uspořádání v horším technickém stavu a/nebo na méně vhodném místě z hlediska ochrany a zachování (např. na méně zatížené komunikaci)? Jaký je jejich počet a kde jsou?

Podobné mosty v celorepublikovém měřítku jsou v různém technickém stavu poškození. Některé prošly větší či menší rekonstrukcí a jsou různě adaptované nebo doplněné. Nacházejí se na podobně frekventovaných komunikacích.

Konstrukčně statické hodnocení



Obr. 109, 110. Městská Habrová, poruchy s trhlinami podél klenby.

Ad 1 – stav podpor je dobrý

Ad 2 – vrchol beze změn

Ad 3 – trhliny v kameni nejsou

Ad 4 – otevřené spáry na horním povrchu u podpor

Je potřeba menší rekonstrukce s jednoduchým monitoringem a zjištěním, jestli jsou trhliny ve spárách aktivní. Pokud ne, stačí přespárovat vydrolené spáry – požadavek na předběžné hodnocení.

Závěr

Přestože pro část hodnotících otázek neznáme pro silniční most v Městské Habrové žádné informace, vykazuje most výrazné hodnoty, takže jeho historický, architektonický a konstrukční význam je nesporný a jeho hodnota je součástí historie regionu a města Rychnov nad Kněžnou. Zaslouží si památkovou ochranu a zachování.

Jeho současný technický stav to plně umožňuje, vyžaduje pouze běžnou opravu spárování.

Příklad 3

Troskovice – Podsemínský most



Obr. 111. Troskovice, Podsemínský most, pohled od jihovýchodu.

Hodnocení historického, architektonického a konstrukčního významu

1. Umístění, podoba a autenticita mostu - jak je umístěn v terénu, jaký má tvar konstrukce, kolik pozdějších stavebních zásahů bylo uděláno a jaký byl použit stavební materiál

Jde o most v úzkém údolí bez zpevnovaných břehů (údolí Žehrovky) s jedním polem elipsovité klenby, přímého půdorysu, s vodorovnou vozovkou postavený z tesaných pískovcových kvádrů. Je bez pozdějších stavebních zásahů.

2. Je most součástí historického sídla nebo kulturní krajiny?

Ano. Most je součástí Podsemína, místní části obce Semín.

3. Vznikl most jako součást nějakého většího stavebního díla nebo funkčního celku?

Ano. Most byl vybudován i jako součást areálu Podsemínského mlýna na výtoku potoka Žehrovka z Podsemínského rybníka.

4. Leží most na historické komunikaci?

Ano. Most je součástí historické komunikace mezi obcemi Troskovice a Libošovice.

5. Známe dobu jeho vzniku?

Ano. Most byl podle archivního zápisu v kronice Podsemínského mlýna postaven v roce 1856.

6. Známe jeho stavebníka nebo stavitele?

Ano. Stavebníkem byly obce Troskovice a Libošovice. Na stavbu přispěl 50 zlatými i majitel Podsemínského mlýna František Skála, aby byl most o sáh širší. Most stavěl mistr zednický Šonský z Karlovic, celkově za 380 zlatých.

7. Má most zajímavou historii a známý stavební vývoj?

Ano. Viz výše.

8. Pojí se s mostem nějaké důležité historické události?

Pravděpodobně pouze historické události místního významu.

9. Má most hodnotné architektonické a estetické ztvárnění? Samostatně nebo v rámci většího celku?

Ano. Most je skvělou ukázkou drobnějšího klasicistního mostního stavitelství a má výrazné estetické hodnoty jak samostatně, tak zejména ve spojení s areálem mlýna a údolí Žehrovky.

10. Má most nějaké kvalitní nebo inovativní materiálové a konstrukční řešení?

Ano. Jako velmi odvážná je provedena jeho jedna dosti plochá elipsovité klenba.

11. Byly v přilehlém regionu realizovány srovnatelné konstrukce a kolik se jich dochovalo a v jakém stavu?

Ne. V přilehlém regionu můžeme nalézt další malé kamenné klenuté mosty, ale žádný není obdobného tvaru a konstrukce.

12. Jsou ostatní dochované mosty obdobného uspořádání v horším technickém stavu a/nebo na méně vhodném místě z hlediska ochrany a zachování (např. na méně zatížené komunikaci)? Jaký je jejich počet a kde jsou?

Podobné mosty v celorepublikovém měřítku jsou vesměs v podobném technickém stavu poškození. Některé se nacházejí na mnohem frekventovanějších komunikacích, část na podobných vedlejších historických cestách.

Konstrukčně statické hodnocení



Obr. 112, 113. Troskovice, Podsemínský most, poklesnutí středu klenby.

Ad 1 – stav podpor je dobrý

Ad 2 – vrchol je propadlý o cca. 100 mm

Ad 3 – trhliny v kameni nejsou

Ad 4 – otevřené spáry na spodním povrchu ve vrcholu a na horním povrchu u podpor

Je potřeba rozsáhlá rekonstrukce s ohledem na špatný statický stav mostu. Bude potřeba přestavět klenbu mostu – požadavek na podrobné hodnocení.

Závěr

Podsemínský most u Troskovic vykazuje výrazné hodnoty prakticky ve všech navržených otázkách hodnocení, takže jeho historický, architektonický a konstrukční význam je nesporný a jeho hodnota překračuje hranice regionu a je nejméně celokrajská. Zaslouží si památkovou ochranu a co nejautentičtější zachování.

Vzhledem k jeho současnému stavu ale nebude jednoduché zachovat původní konstrukci mostu bez zásadnějšího zásahu. S největší pravděpodobností bude potřeba aspoň částečně rozebrat klenbu a znovu ji vyzdít s použitím původních kamenných dílců.

Příklad 4

Zákupy



Obr. 114. Zákupy, pohled od severu.

Hodnocení historického, architektonického a konstrukčního významu

1. Umístění, podoba a autenticita mostu - jak je umístěn v terénu, jaký má tvar konstrukce, kolik pozdějších stavebních zásahů bylo uděláno a jaký byl použit stavební materiál

Most je vybudován na rovině s nezaříznutým potokem Svitávka, se třemi poli segmentových kleneb, dvěma hranolovými pilíři se zhlavími na jedné straně trojúhelnými na druhé polokruhovými, s přímým celkovým půdorysem a vodorovnou vozovkou, jako kamenný, postavený z tesaných pískovcových kvádrů. Je bez pozdějších stavebních zásahů.

2. Je most součástí historického sídla nebo kulturní krajiny?

Ano. Most je součástí obce Zákupy, která je prohlášena městskou památkovou zónou.

3. Vznikl most jako součást nějakého většího stavebního díla nebo funkčního celku?

Ano. Most je součástí budování komunikační sítě obce jako centra zákupského vévodství a sídelní rezidence Habsburků.

4. Leží most na historické komunikaci?

Ano. Most je součástí historické komunikace z České Lípy do Zákup a na Mimoň.

5. Známe dobu jeho vzniku?

Ano. Most byl postaven v roce 1833 podle datace uvedené na mostě.

6. Známe jeho stavebníka nebo stavitele?

Ano. Stavebníkem byly nepochybně Habsburkové jako majitelé zákupského vévodství. Stavitele neznáme.

7. Má most zajímavou historii a známý stavební vývoj?

Přesně nám není známa. Byl vybudován ještě před centrálním budováním státní silniční sítě v 2. polovině 19. století. Most určitě prošel mladšími rekonstrukcemi.

8. Pojí se s mostem nějaké důležité historické události?

Není nám známo.

9. Má most hodnotné architektonické a estetické ztvárnění? Samostatně nebo v rámci většího celku?

Ano. Most je velmi kvalitní ukázkou raně klasicistního mostního stavitelství a má výrazné estetické hodnoty jak samostatně, tak zejména ve spojení s městem Zákupy a habsburskou sídelní rezidencí. Leží na území MPZ.

10. Má most nějaké kvalitní nebo inovativní materiálové a konstrukční řešení?

Ano. Jde o poměrně velký most z doby před masovým rozšířením inženýrského stavitelství státních silnic.

11. Byly v přílehlém regionu realizovány srovnatelné konstrukce a kolik se jich dochovalo a v jakém stavu?

V širším regionu najdeme i další takové podobné stavby, které jsou ale většinou o několik desítek let mladší a jsou v různém stavebně-technickém stavu.

12. Jsou ostatní dochované mosty obdobného uspořádání v horším technickém stavu a/nebo na méně vhodném místě z hlediska ochrany a zachování (např. na méně zatížené komunikaci)? Jaký je jejich počet a kde jsou?

Podobné mosty v celorepublikovém měřítku jsou v různém technickém stavu poškození. Některé prošly větší či menší rekonstrukcí a jsou různě adaptované nebo doplněné. Nacházejí se na podobně frekventovaných komunikacích.

Konstrukčně statické hodnocení



Obr. 115, 116. Zákupy, trhlinami narušený pilíř mostu a odtržené vysouvající se poprsní zdi nad klenbou.

Ad 1 – stav podpor – prostřední je narušená

Ad 2 – vrchol beze změn

Ad 3 – lokálně jsou trhliny v kameni u pokleslé podpory

Ad 4 – lokálně otevřené spáry u narušené podpory a mezi klenbami a poprsními zdmi.

Je potřeba rozsáhlejší rekonstrukce s ohledem na špatnou podporu a boční vysouvání poprsních zdí. Bude potřeba podchytit pilíř a stabilizovat přilehlou klenbu mostu a přezdít poprsní zdi nad klenbami – požadavek na podrobné hodnocení.

Závěr

Most v Zákupích vykazuje v mnoha hodnotících kritériích výrazné hodnoty, jak svým stářím, ztvárněním a umístěním v rámci širšího historického sídelního celku, takže jeho historický, architektonický a konstrukční význam je nesporný a jeho hodnota překračuje hranice regionu a je nejméně celokrajská. Zaslouží si památkovou ochranu a co nejautentičtější zachování.

Vzhledem k jeho současnému stavu nebude jednoduché most bez zásadnějšího zásahu zachovat, lze to ale provést známými a vyzkoušenými stavebními postupy.

9. Závěr

Předkládaná metodika má za úkol pomoci při záchraně historických zděných klenbových mostů, které jsou zapojeny do fungující dopravní sítě našich silnic. Je sestavena jako přehledná příručka, která systematickým způsobem popisuje všechny procesy a děje, které vstupují do procesu jejich stavebněhistorického a stavebně-technického hodnocení, správy, údržby a stavební obnovy. Nechce a nemůže nahrazovat jednotlivé úkony, které provádějí odborníci z jednotlivých profesí v rámci příslušných řízení a pracovních zadání. Ale chce být pomůckou, která vlastníkům, správcům, památkovým orgánům nebo jiným zainteresovaným osobám umožní se dobře zorientovat v poměrně složité problematice hodnocení a posuzování mostních staveb a zodpovědně zejména ve vztahu k jejich historickému, architektonickému a konstrukčnímu významu nastavit postupy, které umožní jejich zachování při dodržení a zajištění veškerých bezpečnostních, stavebních a dopravních předpisů.

10. Seznam použitých zdrojů a literatury

10.1. Zákony a vyhlášky

Zákon č. 20/1987 Sb. O státní památkové péči

Zákon č. 200/1994 Sb. O zeměměřičství

Zákon č. 13/1997 Sb. O pozemních komunikacích a jeho prováděcí vyhláška č. 104/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška č. 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb

Vyhláška č.146/2008 Sb. O rozsahu a obsahu projektové dokumentace dopravních staveb

10.2. Normy

ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části

ČSN 73 6100 Názvosloví pozemních komunikací (část 1 až 5)

ČSN 73 6200 Mosty – Terminologie a třídění

ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů

ČSN 73 6209 Zatěžovací zkoušky mostů

ČSN P 73 6213 Navrhování zděných mostních konstrukcí

ČSN 73 6214 Navrhování betonových mostních konstrukcí

ČSN 73 6220 Evidence mostních objektů pozemních komunikací

ČSN 73 6221 Prohlídky mostů pozemních komunikací

ČSN 73 6222 Zatížitelnost mostů pozemních komunikací

ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – doplňující ustanovení

ČSN 73 0040 Zatížení stavebních objektů technickou seizmicitou a jejich odezva

ČSN ISO 13822 (73 0038) Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1992-2 (73 6208) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady

ČSN EN 1996 (73 1101) Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí

10.3. Podmínky Ministerstva dopravy ČR

TKP-D – Technické kvalitativní podmínky pro dokumentaci staveb PK (kap. 1-11)

TKP – Technické kvalitativní podmínky staveb PK (kap. 1-31)

TP 199 – Technické podmínky MD (Technické podmínky 199 Ministerstva dopravy ČR Zatížitelnost zděných klenbových mostů, Pragoprojekt Praha, 2008)

VL – Vzorové listy staveb PK

10.4. Literatura

- Beligianni, E., 2008: Searching for the stone bridges of Greece, Athens.
- Beránek, J., Macek, P., 2015: Metodika stavebněhistorického průzkumu, Praha.
- Bláha, J., Jesenský, V., Macek, P., Razím, V., Sommer, J., Veselý, J. 2005: Operativní průzkum a dokumentace historických staveb, Praha.
- Cihla, M. – Panáček, M., 2011: Technological, Structural and Historical Aspects of the Gothic Bridge at Roudnice nad Labem, in: Prell, M. ed., Archäologie der Brücken, Regensburg, s. 240-246.
- Cihla, M., Panáček, M., 2006: Středověký most v Roudnici nad Labem, Průzkumy památek XIII – 2006/2, s. 3 – 34.
- Cihla, M., Panáček M., 2006: Konstrukční a technologické aspekty středověkého mostu v Roudnici nad Labem v porovnání s Juditiným a Karlovým mostem v Praze a kamenným mostem v Písku, in: Dějiny staveb 2006, s. 213- 237.
- Cihla, M., Drdáký, M., Frankeová, D., Panáček, M., Slížková, Z., 2014: Technologie stavby klenutí oblouků středověkých kamenných říčních mostů v Čechách, in: Svorník 12/2014, s. 137-164.
- Davis, L. J. 2021: Load Rating of a Masonry Arch Bridge: Comparison of 2D and 3D Finite Element Models, *Advanced Master thesis*, CTU in Prague, Faculty of Civil Engineering
- Drdáký, M. 2007: Testing of historic mortars on non-standard small size specimens, In: In-situ evaluation & non-destructive testing of historic wood and masonry structures, Praha, s. 130-139.
- Dragoun, Z. 1989: K otázce pilířů Juditina mostu, Archeologia Pragensia 10, Praha, s. 113-131.
- Dragoun, Z. 1995: Ke staroměstské nábrežní partii Karlova a Juditina mostu, Průzkumy památek I/1995, s. 76–81.
- Fajman, P. a kol. 2022: Záchrana historického kamenného mostu u Poniklé, Stavebnictví ISSN: 1802-2030, EAN: 9771802203005, www.casopisstavebnictvi.cz, ČKAIT, Praha, 10/2022
- Fanning, P.J. and Boothby, T.E., 2003: Experimentally based assessment of masonry arch bridges. Bridge Engineering 154.
- Gilbert, M., 2007: Limit analysis applied to masonry arch bridges: state-of-the-art and recent developments. In: ARCH07- 5th Int. Conf. On Arch Bridges.
- Josef, D. 1984: Naše mosty historické a současné. Praha.
- Josef, D. 2002: Encyklopedie mostů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Praha.
- Kašička, F. 2002: Stavebně historický průzkum, Praha.
- Kolář, J., Klokner, Fr. 1951: Technický průvodce 11- Mosty kamenné a cihelné, ČMT.
- Melbourne, C., McKibbins, L., Sawar N. and Gaillard C.S., 2006: Masonry arch bridges: condition appraisal and remedial treatment. CIRIA, Classic house, 714-180 Old Street, London EC1V9BP.
- Melbourne, C., Wang, J. And Tomor, A.K., 2007: A new masonry arch bridge assessment strategy (SMART). Bridge Engineering 160.
- Mesqui, J. 2003: Chemins et Ponts, Paris.
- Novotný, K. 1925: Juditin most v Praze, Zprávy památkového sboru hl. města Prahy VII, s. 30-80.
- Pešta, J. 2002: O velkých kamenných mostech 19. století ve středních Čechách, Památky středních Čech 2/2002, s. 35-53.
- Pešta, J. 2006: Inventarizace historických mostů na území okresu Kolín, Památky středních Čech 2/2006, s. 43-54.
- Pirner, M., Frýba, L., Urushadze, S., 1999: Structural damage assessment using dynamic response procedures, In: Proc. of the 7th Bilateral Czech/German Symp., Liblice.

- Pirner, M., Urushadze, S., 2001: Aplikace dynamické odezvy na identifikaci stavebních konstrukcí a jejich poškození (Dynamic response as a tool for identification and diagnostics of structures – in Czech). Publication ITAM.
- Píša, V. 1960: O staroměstském opevnění Juditina mostu, Ochrana památek, Praha, s. 62-97.
- Prade, M. 1988, Les Ponts, Paris.
- Prell, M. ed. 2011: Archäologie der Brücken, Regensburg.
- Riegl, A. 2003: Moderní památková péče, Praha.
- Ring: Theory and modelling guide, 2008: LimitState Ltd, The Innovation centre 217 Portobello Sheffield S1 4DP.
- Řeřicha, P. 2022: A Mindlin Shell Finite Element For Stone Masonry Bridges With Backfill, Acta Polytechnica Vol. 62 No. 2, <https://ojs.cvut.cz/ojs/index.php/ap/issue/view/823>.
- Rericha, P., Fajman, P., Davis, L.J. 2022: A Stone Bridge assessed by Current Standards Proceedings of the 7th International Conference on Civil Structural and Transportation Engineering (ICCSTE'22), Niagara Falls, Canada – June 05-07, 2022
- Rericha, P., Fajman, P., Davis, L.J. 2022: Rescue of the stone bridge with respect to current state and standards, Conference Central Europe towards Sustainable Building 2022 (CESB 2022), Praha
- Simco, A. , Mckeague, P. 1997: Bridges of Bedfordshire.
- Steinbrücken in Deutschland, 1988, Düsseldorf.
- Slížková Z., Drdák M., Frankeová, D., Nosál, L., Zeman, A., 2009: Materiálový průzkum historických malt z Karlova mostu, In: Restaurování a ochrana uměleckých děl, Litomyšl, s. 26-28.
- Ševců, O. ed., 2010: Karlův most, Praha.
- Štroner, M., Pospíšil, J., Koska, B., Křemen, T., Urban, R., et al., 2013: 3D skenovací systémy. 1.vyd. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT.
- Válek, J., Slížková, Z., Zeman, A., Frolík, J., Bruthans J., Chotěbor P., Měchura P., 2008: Průzkum historických malt a omítek. Určování charakteristických vlastností s ohledem na opravu, Characterisation of historic mortars. Determination of characteristic properties with respect to repair, In: Sborník z konference konzervátorů a restaurátorů. Příbram, Technické muzeum v Brně, s. 98-103.
- Velflík, A. V. 1894: Dějinný a technický vývoj stavitelství mostního od nejstarších dob až po naše časy. Praha, s. 1-40.
- Velflík, A. V. 1921: O čtyřech středověkých kamenných mostech v Čechách, založených v letech 1169–1357, Technický obzor, č. 18, Praha, s. 91–96.
- Veselý, J. 2014: Měřická dokumentace historických staveb pro průzkum v památkové péči, Praha.
- Vinař, J. 2021: Opravy Historických staveb, Praha.
- Vinař, J. 2022: Metodika průzkumu a oprav nosných konstrukcí historických staveb, NPU, Praha.
- Vítek, J. 2019: Světové mosty, ISBN: 978-80-271-0770-4, Grada

10.5. Internetové zdroje

- <http://bms.clevera.cz>
- <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- <http://historickemosty.fsv.cvut.cz/>
- <http://libri.cz/databaze/mosty/>
- <http://mapy.cz>
- <http://pamatkovykatalog.cz>

Obrazová příloha

Použitá obrazová příloha byla pořízena autory metodiky v rámci zpracovávání projektu nebo byla získána z otevřených zdrojů.