

STANOVENÍ RIZIK PRO VYBRANÉ PRVKY DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY

Věroslav Kaplan ¹⁾, Světlana Uvarova ²⁾

ABSTRAKT

V příspěvku je provedena analýza stávajícího stavu mostních objektů v ČR. Jsou popsány základní typy poruch mostních objektů a je provedeno ocenění jejich vlivu na stanovení zatížitelnosti. Pro zajištění spolehlivosti mostních konstrukcí je tedy nutné poruchy na mostní konstrukci včas identifikovat a navrhnout způsob jejich odstranění, nebo navrhnout umístění mostního provizoria.

Klíčové slova:

Rizika, dopravní infrastruktura, zatížitelnost

ABSTRACT

The paper is an analysis of the current state of bridges in the country. Describes the basic types of failures of bridges and is made assessment of their impact on the established rating. To ensure the reliability of bridge structures is therefore necessary to failure on bridge construction in time to identify and propose a way to remove them, or design your location makeshift bridge.

Key words:

Risks, transport infrastructure, carrying capacity

1. ÚVOD

Pro zajištění dopravy v krizových situacích je důležité stanovit rizika. Jedním z důležitých prvků dopravní infrastruktury jsou mosty, které zpravidla rozhodují o průjezdnosti zvolené trasy přesunu. Základní vlastností mostní konstrukce je schopnost zajištění přenesení dopravního zatížení požadované intenzity při zachování bezporuchovosti, životnosti, opravitelnosti a udržitelnosti. Pro zajištění výše uvedených funkcí je nutné znát stav mostního objektu.

¹ doc. Ing. Věroslav Kaplan, CSc., Univerzita obrany, Katedra ženíjních technologií, email: veroslav.kaplan@unob.cz

² doc. Ing. Světlana Uvarova, CSc., Kubáňská státní univerzita, Katedra krizového řízení, email: 8forever@mail.ru

2. MOSTNÍ OBJEKTY NA KOMUNIKACÍCH ČR A URČENÍ JEJICH STAVU

Rozdíl mezi špatnou silnicí a špatným mostem je ten, že po špatné silnici s malou mírou rizika projede každé moderní těžké vozidlo, ale po špatném – staticky neúnosném mostě nepřejede. Význam mostů pro zajištění provozu na komunikacích všech kategorií je neoddiskutovatelný, k bilanci stavu mostů ČR je nutné podotknout, že 95% silničních mostů bylo postaveno v minulém popř. předminulém století. Stavební stav mostního objektu významně ovlivňuje statiku jednotlivých prvků mostní konstrukce a zatížitelnost mostů a objektivní znalost stavebního stavu mostní konstrukce je nezbytnou podmínkou pro stanovení momentální zatížitelnosti mostní konstrukce.

Stavební stav mostní konstrukce se určuje prohlídkou mostní konstrukce při dodržení ustanovení normy ČSN 73 6221 Prohlídky mostů pozemních komunikací. Pro sjednocení postupu při provádění prohlídek vydalo Ministerstvo dopravy a spojů „Metodický pokyn oprávnění k výkonu prohlídek mostů pozemních komunikací“. Dle tohoto pokynu každý z uchazečů o „Oprávnění k výkonu prohlídek mostů pozemních komunikací“ musí prokázat, že má odpovídající vzdělání, praxi a vybavení k výkonu prohlídky. V praxi to znamená, že každý uchazeč musí před komisí Ministerstva dopravy a spojů – odboru pozemních komunikací prokázat:

- Absolvování odpovídajícího vzdělání
- Vykonání dostatečné praxe
- Předložit k posouzení seznam vlastního vybavení pro provádění prohlídek

Ke konci roku 2013 oprávnění k výkonu prohlídek mostních konstrukcí mělo v ČR 126 odborníků. Stavební konstrukce jsou během svého trvání vystaveny nejrůznějším účinkům namáhání. Ta jsou vyvolána různými způsoby vnějšího zatížení, ale jsou také ovlivněna změnami vlastností použitých stavebních materiálů nebo i přeceněním funkční způsobilosti navržených nosných konstrukcí. S rozvojem používání nových stavebních materiálů a konstrukčních systémů vzrůstá i možnost vzniku nejrůznějších nových závad a poruch na stavbách. Vady a poruchy se mohou vyskytovat u všech typů mostních konstrukcí bez ohledu na jejich stáří, intenzitu jejich exploatace, konstrukčního systému, způsobu založení a typu použitého stavebního materiálu. Mostní konstrukce může vykazovat i závady skryté, které lze převát v důsledku skrytých vad nebo z jiných skrytých příčin. Jejich výskyt má pravděpodobnostní charakter a částečně lze o jejich možném výskytu usuzovat ze závad zjevných. Mostní konstrukce může zahrnovat i závady bez vlivu na spolehlivost mostní konstrukce. Tyto závady mají označení nejnižšího stupně závažnosti a jsou označovány jako vedlejší popř. nepodstatné.

3. SPOLEHLIVOSTNÍ SYSTÉM MOSTNÍCH OBJEKTŮ

K poruše mostní konstrukce dochází z nejrůznějších příčin při narušení rovnováhy mezi únosností a účinky vyvolanými zatížením. Tento vzájemný vztah může být v procesu exploatace narušen ze dvou důvodů; únosnost některého prvku mostní konstrukce je menší než účinky působícího zatížení nebo jsou účinky zatížení větší než předpokládal statický výpočet.

Spolehlivostní systém mostních objektů, dle teorie mezních stavů má přesně definovaný účel, ale jeho stanovení je obtížné zejména z hlediska posuzování životnosti mostních objektů. Složitost je zejména ve vyjádření působení mostní konstrukce jako spolehlivostního systému, protože zpravidla chybějí údaje o veličinách náhodně proměnných, jako jsou údaje o zatížení, o prostředí, o skutečných průřezových hodnotách, hodnotách tvaru konstrukce a materiálových charakteristikách. Často je i velmi nejasné působení konstrukce v různých stadiích a stupních namáhání a historii výstavby, popř. údaje o proběhlých rekonstrukcích a údržbách mostního objektu. Určení spolehlivosti mostního objektu je proces s mnoha problémy a tím je i ovlivněn úsudek o stupni spolehlivosti konstrukce mostu. Pokud nejsou k dispozici podrobné údaje o technickém stavu mostního objektu, a skutečných zatíženích na mostní objekt a jejich historii, o vlivu prostředí nelze jakkoliv přesným a podrobným výpočtem vystihnout reálnou spolehlivost mostní konstrukce.

Obecná teorie spolehlivosti pracuje se spolehlivostními soustavami, které jsou složené různých vzájemně uspořádaných prvků. Pro mostní konstrukce lze stanovit tři základní složky:

- Spolehlivostní subsystém konstrukce
- Spolehlivostní subsystém zatížení
- Spolehlivostní subsystém prostředí

Zjištěním technického stavu mostní konstrukce se připravují podklady pro stanovení spolehlivostního subsystému mostní konstrukce. Tyto podklady jsou nejnázne zjistitelné na základě prohlídky mostní konstrukce. Při určení spolehlivostního systému zatížení se vychází z pravděpodobnostního charakteru zatížení v souladu s platnými normativy. Pro určení spolehlivostního subsystému prostředí je k dispozici ještě méně podkladu a jeho stanovení je velmi obtížné.

4. PORUCHY MOSTNÍCH KONSTRUKCÍ

Poruchy na mostních konstrukcích mohou podle doby vzniku být dělené na :

- Poruchy vznikající v předvýrobním období
- Poruchy zaviněné výrobou
- Poruchy vyvolané provozními účinky
- Poruchy způsobené účinky prostředí
- Poruchy způsobené v důsledku stárnutí konstrukčních materiálů

Pro třídění poruch se používá mnoha kritérií. Nejčastějším tříděním poruch mostní konstrukcí je rozdělení podle jejich závažnosti, specifickým kritériem je

členění poruch podle jejich projevu (zvýšený průhyb, boulení atd.), vzájemné posunutí jednotlivých částí mostního objektu, trhlinami v nosných i nenosných konstrukcích, drčení stavebního materiálu, koroze stavební konstrukce nebo jejich částí, vlhnutím konstrukce, zatékání vody do konstrukce nebo za konstrukci, vylouhování stavebních materiálů, vznik krápníků atd.

Při zjišťování technického stavu mostní konstrukce se stanoví celý souhrn závad, které mají určité společné znaky. Typické závady se vyskytují na určitém typu konstrukční části mostní konstrukce (základ, opěry a podpěry, nosná konstrukce, ložiska, zábradlí, vozovka, přechod vozovky z mostovky atd.). Dále jsou typické závady vázány na určitý druh stavebního materiálu (zemina, kámen, beton, železobeton, předpjatý beton, konstrukční ocel, dřevo, zdivo, pojiva apod.), ze kterého je konstrukční část mostního objektu zhotovena.

Členění podle konstrukčních částí odpovídá i popisu závad a poruch při prohlídkách mostních konstrukcí v souladu s ČSN 73 6221. U každé závady lze stanovit charakteristiku závady, která může nabývat různých parametrů. Z těchto parametrů je možné sestavit soubor charakteristik, které vytvářejí základní specifikaci závad. Podle toho, kterou schopnost mostní konstrukce závada snižuje popř. vylučuje, lze stanovit čtyři charakteristiky závažnosti:

- Zatížitelnost
- Použitelnost
- Trvanlivost
- Vhodnost

Zatížitelnost – reprezentuje nejdůležitější vlastnost mostní konstrukce (viz ČSN 736200, ČSN 736220 a ČSN 736221) při provádění prohlídky mostní konstrukce se stanovuje klasifikační stupeň stavu mostní konstrukce (celkem 7. stupňů).

Použitelnost – reprezentuje ostatní vlastnosti mostní konstrukce plnit svoji funkci. Zejména jeho způsobilost k bezpečnosti. Použitelnost je klasifikována stupněm použitelnosti konstrukce (celkem 5. stupňů).

Trvanlivost – je charakteristika, jejímž parametrem je doba, po které závada způsobí snížení technického stavu mostu (snížení zatížitelnosti nebo použitelnosti). Stupeň snížení spolehlivosti mostní konstrukce z hlediska trvanlivosti se samostatně nezjišťuje, zpravidla se zahrne do stanovení klasifikačního stupně zatížitelnosti nebo použitelnosti.

Vhodnost je zpravidla charakterizuje, zda mostní konstrukce je ještě schopně bezpečně převést požadovanou intenzitu dopravního zatížení.

Dalšími charakteristikami závady jsou kvalifikační parametry **míra** a **rozsah** závady. **Míra závady** je příslušná, nejlépe měřitelná fyzikální nebo chemická veličina (např. šířka trhliny, tloušťka krycí vrstvy výztuže betonem, množství chloridů) specifikující závadu. Lze použít i obecnou veličinu (např. stupeň koroze), ale pro její

míru je nutné sestavit samostatnou stupnici. Je možné volit i provozní charakteristiku, ke které lze velikost závady vztáhnout nebo kterou závada omezuje. Za míru závady je možné považovat i označení příslušné vývojové formy závady (např. počáteční, pokročilá, velmi pokročilá či typická, zvláštní).

Rozsah závady je stručné označení rozsahu výskytu příslušné závady na konstrukčním prvku, prvcích nebo celé mostní konstrukci.

Za poslední dvě charakteristiky závad byly zvoleny dvě, které stručně charakterizují vztah závady na časovou **naléhavost jejího** odstranění a k nutným **opatřením**, která je nutné pro její odstranění provést.

Naléhavost odstranění závady označuje nutnost její opravy a určuje dobu, kdy je nutné provést opravu (odstranění závady), aby nebyl dále zhoršován celkový stavební stav mostu.

Opatření k závadě označuje nutný následný způsob údržby, případně opravy mostu, který zastaví vývoj závady tak, aby nebyl dále zhoršován celkový stavební stav mostu. Může stanovit, že závadu je možné odstranit pouze opravou či rekonstrukcí nebo, že závadu nelze odstranit vůbec a most je nutno vyměnit. Určit příčinu vzniku závady nebývá jednoduché, protože na jejím vzniku se podílí více faktorů. Členění a popis závad podle konstrukčních částí, který je v souladu s ČSN 73 6221, může být doplněn zdůvodněním vzniku závady. Nejčastějším druhem závad na mostní konstrukci jsou závady, které jsou lokalizované na určitou část mostní konstrukce.

Poruchy základů a založení opěr a podpěr mostní konstrukce. Charakteristickým rysem těchto poruch je nerovnoměrné sedání nebo potočení opěry (podpěry). Příčinou může být nesprávně navržené nebo realizované založení opěry (podpěry)., Typickým projevem je pootočení nebo nerovnoměrné sedání opěry, vznik trhlin v opěře nebo v křídlech opěry.

Poruchy způsobené nesprávně stanoveným roznosem zatížení na opěru. Charakteristickým rysem je přetížení některého z prvků uložení mostní konstrukce a vznik ohybových a smykových trhlin v přetíženém prvku a jeho okolí.

Poruchy nosné konstrukce mostu. Přirozené poruchy nosné konstrukce mostu vznikají vyčerpáním fyzické životnosti materiálu mostní konstrukce. Značný vliv na vznik těchto poruch má kvalita použitého materiálu, způsob údržby mostní konstrukce a prostředí, ve kterém je konstrukce postavená. Dále na jejich vznik má vliv nesprávné konstrukční řešení nosné konstrukce nebo jejich detailů, způsob a kvalita provedení nosné konstrukce mostu, technologická kázeň při výstavbě.

Poruchy izolace a poruchy ve vozovce. Nerovnost povrchu vozovky na mostě mění předpokládaný způsob namáhání nosné konstrukce mostu a působící zatížení je často větší intenzity než bylo výpočtové zatížení. Poruchy v izolaci nosné konstrukce mostu signalizuje voda prosakující nosnou konstrukcí mostu. Četnost poruch vypovídá o rozsahu poruch izolace.

Poruchy způsobené technologií zimní údržby. Zimní údržba v ČR se převážně provádí posypem vozovek posypovou solí, nebo postřikem vozovek sláným roztokem. Beton není schopen odolávat agresivnímu slánu roztoku, dochází k jeho degradaci popř. i rozpadu. **Poruchy způsobené nedostatečnou ochranou proti korozi.** Jedná se o jednu z nejrozšířenějších poruch na betonových mostních konstrukcích. U betonových konstrukcí je to zejména nedostatečná krycí vrstva, která umožňuje přístup agresivním korozivním činitelům přístup k výztuži.

Poruchy příslušenství mostů. Jedná se o často podceňovaný typ poruch, který ovšem může mít velmi vážné důsledky pro správnou funkci nosné konstrukce mostu. Porucha ložiska může být způsobena porušením materiálu ložiska, jeho nesprávným osazením, nesprávnou nebo nedostatečnou funkcí ložiska apod. Důsledkem tohoto typu poruchy může být nadměrná deformace nosné konstrukce mostu, trhliny v nosné konstrukce mostu, blokování dilatačních pohybů (až s možností změny statického schématu nosné konstrukce), k lokální ztrátě únosnosti prvků nosné konstrukce.

Poruchy způsobené nedostatečnou kontrolou a údržbou mostního objektu. Do této skupiny poruch je možné zařadit rozsáhlou skupinu poruch. Nedostatečná kontrola stavu mostního objektu a zanedbání údržby může vést k akceleraci rozvoje všech typů výše popsanych poruch

Další skupinou poruch ovlivňující zatížitelnost mostní konstrukce jsou **havárie mostních objektu.** Havárie mostních objektů vedou k uzavření mostního objektu až do odstranění jejich následků. Po provedené opravě, by sanované havárie, teoreticky neměly mít vliv na zatížitelnost a další použitelnost mostních objektů.

Havárie mostních objektu z důvodu založení. Tento typ havárie vzniká po nesprávné volbě způsobu založení mostního objektu, odlišným namáháním základů v průběhu výstavby nebo v definitivním stadiu výstavby, nesprávnou realizaci založení mostního objektu. Odstranění této havárie zpravidla vede ke změně typů založení.

Havárie bednění, podpírající konstrukce atd. Jedná se o havárii způsobenou nesprávným návrhem pomocné konstrukce pro výstavbu nebo způsobenou narušením předepsaného technologického postupu výstavby.

Havárie při montáži a jiných stavebních postupech. Dochází k nim při manipulaci s prefabrikovanými prvky nosné mostní konstrukce, přetížením prvku nosné konstrukce před jeho definitivním vložením do konstrukce mostu. V průběhu exploatace mostního objektu dochází, v poslední době, často k jeho poškození. Poškození může být způsobeno nárazem vozidel, požárem, přetížením, přírodním živlem, popř. poškození vlivy, které v době projekce a výstavby mostního objektu nebyly známé.

Poškození nárazem vozidel. Vzniká při havárii vozidla nebo plavidlo pod mostním objektem v důsledku jeho nárazu na nosnou konstrukci. Dle velikosti nárazu nastává lokální poškození mostního objektu nebo jeho celková destrukce.

Poškození mostního objektu požárem. Dříve toto poškození bylo ojedinělé, ale v posledních letech došlo k poškození čtvrtého pole estakády v České Lípě a k poškození druhé klenby mostu přes Doubravu v Kobylnici. V obou případech se jednalo o požár založený bezdomovci. Poruchy na mostní konstrukci vznikají jednak žárem, ale také nesprávným způsobem hašení požáru – rychlým ochlazení nosné konstrukce mostů.

Poškození mostního objektu přetížením. K přetížení mostní objektu dochází dvěma způsoby. První je zvýšením intenzity skutečného pohyblivého zatížení proti normovému návrhovému zatížení, vyskytuje se většinou u starších mostních objektů. Jeho důsledky jsou patrné na mnohých mostech v silniční síti ČR. Druhým případem je přetížení mostní konstrukce nezodpovědným a neukázněným řidičem, který nerespektoval dopravní značení.

Poškození mostního objektu vodním tokem. Jedná se o typické poškození mostního objektu v době povodní. Dle rozsahu poškození mostní konstrukce musí být zcela nahrazena, nebo mohou být poškození sanovány.

Poškození mostního objektu výbuchem, popř. seismickými vlivy. Poškození výbuchem může nastat výbuchem převáženého nákladu, výbuchem plynového potrubí vedeného na mostní konstrukci, sabotáží nebo teroristickým činem. Poškození seismickými vlivy může být poškození způsobené zemětřesením nebo seismickými účinky silného výbuchu. Rozsah poškození nelze zevšeobecnit.

Poškození mostního objektu vlivy, které v době projekce a výstavby mostního objektu nebyly známé. Životnost mostních konstrukcí zpravidla přesahuje 100. let. V období exploatace mostního objektu může dojít k takovým změnám, které nemohly být předpokládány v době projektování a výstavby mostního objektu. Při každé takovéto změně je nutný individuální způsob odstranění poškození.

5. ZÁVĚR

V důsledku nezbytnosti zajistit v krizové situaci průjezdnost zvolených tras, nabývá posouzení stávajících konstrukcí na významu. Pro zajištění spolehlivosti mostních konstrukcí je tedy nutné případné poruchy na mostní konstrukci včas identifikovat a navrhnout způsob jejich odstranění, nebo navrhnout umístění mostního provizoria

LITERATURA

- [1] ČSN 73 6221 Prohlídky mostů pozemních komunikací
- [2] ČSN 73 6203 Zatížení mostů.
- [3] ČSN 73 6200 Mostní názvosloví
- [4] SLAŠŤAN, P., SOKOLÍK, A., ZEMKO, Š., Betónové mosty (Prepočet zatížitelnosti cestných mostov). (1990) Alfa. Bratislava
- [5] SOUŠEK, R., MAŇAS, P., NOVÁK, L., Mimořádné události a jejich vliv na prvky silniční infrastruktury. Logistika 11-05.
- [6] KAPLAN, V., MALINA, Z., MAŇAS, P., Posouzení trasy přesunu a přepravy vojsk Aliance po silniční síti České republiky. (2001) VA Brno

Článek recenzovali dvaja nezávislí recenzenti.