

ŘÍZENÍ RIZIK MOSTŮ

Jan PROCHÁZKA - Dana PROCHÁZKOVÁ

MANAGEMENT OF RISKS OF BRIDGES



ABSTRAKT

V ČLÁNKU JSOU SLEDOVÁNY PŘÍČINY, KTERÉ NARUŠUJÍ BEZPEČNOST MOSTŮ NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH. ŘÍZENÍ RIZIK VYCHÁZÍ Z KONCEPTU ŘÍZENÍ BEZPEČNOSTI SLOŽITÝCH TECHNICKÝCH DĚL. OBSAHUJE VÝSLEDKY ZALOŽENÉ NA SPECIÁLNĚ SESTAVENÉ DATABÁZI, KTERÁ OBSAHUJE DATA O SELHÁNÍ MOSTŮ VE SVĚTĚ. NA ZÁKLADĚ ANALÝZY KATALOGU ZÁVAD MOSTNÍCH OBJEKTŮ V ČESKÉ REPUBLICE UVÁDÍ TÉŽ PŘÍČINY RIZIK, KTERÉ NARUŠUJÍ SPOLEHLIVOST MOSTŮ. PRO ZAJIŠTĚNÍ CELKOVÉ BEZPEČNOSTI MOSTŮ PAK UVÁDÍ NÁVRHY OPATŘENÍ PRO ŘÍZENÍ BEZPEČNOSTI MOSTŮ.

KLÍČOVÁ SLOVA: Kritická infrastruktura; kritický prvek; most; riziko; spolehlivost; bezpečnost; opatření pro zvýšení bezpečnosti.

ABSTRACT

IN THE ARTICLE, THEY ARE FOLLOWED THE CAUSES, WHICH DISTURB THE SAFETY OF BRIDGES ON THE SURFACE ROUTES. THE RISK MANAGEMENT IS BASED ON THE CONCEPT OF SAFETY MANAGEMENT OF COMPLEX TECHNICAL FACILITIES. IT CONTAINS THE RESULTS BASED ON A SPECIALLY COMPILED DATABASE, WHICH INCLUDES THE DATA ABOUT THE FAILURE OF BRIDGES IN THE WORLD. BASED ON THE ANALYSIS OF BRIDGE OBJECTS DEFECTS CATALOGUE IN THE CZECH REPUBLIC, IT ALSO PROVIDES THE CAUSES OF RISKS THAT UNDERMINE THE BRIDGES RELIABILITY. IN ORDER TO ENSURE THE OVERALL SAFETY OF BRIDGES, THEN IT LISTS THE SUGGESTIONS OF MEASURES FOR THE BRIDGES' SAFETY MANAGEMENT.

KEY WORDS: Critical infrastructure; critical element; bridge; risk; reliability; safety; measures for safety improvement.

1. ÚVOD

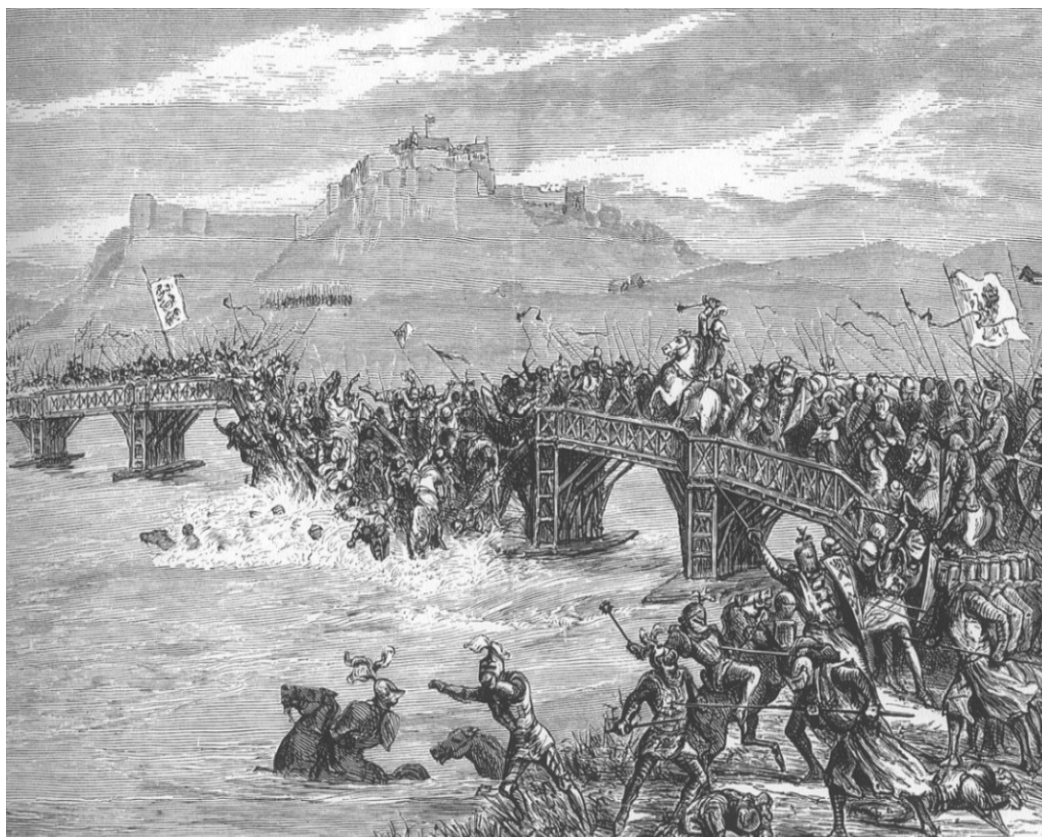
Pro zajištění bezpečného státu i bezpečí lidí je nutné zajistit obslužnost území za podmínek normálních, abnormálních a kritických, a proto je dopravní infrastruktura věnována systematická péče jak v České republice (dále jen ČR), tak i v Evropské unii (dále jen EU) a patří do kritické infrastruktury státu i EU (EU 2005, Procházková 2012). Zvláštní péče je v ČR věnována prvkům kritické infrastruktury (zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení; a nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení § 27 odst. 8 a § 28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení; a nařízení vlády č. 432/2010 Sb. o kritériích pro určení prvků kritické infrastruktury) do kterých patří mosty, a to silniční i železniční (ČR 2020). Proto současná legislativa ukládá požadavky na bezpečnost při výstavbě nových mostů, při úpravě stávajících mostů a při jejich provozu. Aby mohla být udělena povolení k výstavbě a provozu mostu, musí být splněny přísné požadavky. Protože svět se dynamicky mění, tak podmínky a limity pro provoz mostů se v čase a s místem mění také, a proto je správným nástrojem

řízení bezpečnosti (Procházková 2013,2015,2017, Procházková, Procházka, J., Říha, Beran, Procházka, Z., 2018 a, b, Procházková, Procházka, Lukavský, Beran, Šindlerová, 2019, Procházková, Procházka, J., Lukavský, Dostál, Ouhrabka, Procházka, Z., 2019).

Záznamy o kolapsech mostů se vyskytují v kronikách po celé minulé tisíciletí. Téměř všechny světové zdroje, které obsahují údaje o kolapsech (pohromách, selháních, haváriích) mostů začínají s popisem prolomení mostu ve Stirlingu přes řeku Forth ve Skotsku v září 1297 z důvodu přetížení během válečné bitvy Battle of Stirling Bridge v První válce o skotskou nezávislost (Wiki 1297) – viz Obrázek 1.

Kolapsy mostů se nevyhnuly ani ČR. Nejstarší doložené údaje se týkají kamenného Juditina mostu (Libri 2020) postaveného místo dřevěného mostu (nesl jméno své iniciátorky, manželky přemyslovského knížete a krále Vladislava I.). Jeho stavba bývá kladena do let 1158-1172 (podle jiných názorů byl dokončen v roce 1182) a povodeň ho zničila roku 1342 - vydržel tedy 170 let.

V Ostravě došlo 15. 9. 1886 ke zřícení řetězového mostu (Deník 2020). Na mostě se nacházelo koňské spřežení táhnoucí těžký vůz s uhlím, dále čtyřicet jezdců švadrony 13. hulánského pluku, dále pěší jednotka a lehký dvouspřežní vůz. Pěší jednotka předváděla parádní jednotný krok, přičemž se most rozhýbal, ozvala se ostrá rána a mostovka se zřítila do vody. Dvě ženy a dvě dvanáctileté děti byly přiraženy vozy na zábradlí a zemřely téměř okamžitě, další dvě osoby podlehly zraněním v nemocnici. Zraněno bylo celkem devět civilistů. Mezi hulány byli tři těžce ranění, zahynuli také tři koně. O tom, že by mohlo být příčinou zřícení vedle jiných také rozkmitání mostu parádním pochodem vojska, se u soudu vůbec nemluvilo. S touto záležitostí přišli odborníci na stavební statiku později, takže v Rakousko-Uhersku bylo vydáno nařízení, že vojákům přecházejícím most musí být vydán rozkaz: zrušit krok!



Obr. 1. Viktoriánské zobrazení prolomení mostu při bitvě u Stirlingu(Wiki 1297).

V poslední době jsou známé např.: pád mostu ve Studence na rychlík dne 8. 8. 2008, který si vyžádal 8 obětí na lidských životech a více než 95 zraněných (Wiki 2008); či zřícení silničního mostu ve Vilémově dne 4. 9. 2014 se 4 oběťmi na životech (Wiki 2014), s tím, že ani jeden z případů není



dosud uzavřen. V části Liberce, Vratislavicích nad Nisou, se dne 13. 4. 2016 přímo před zraky diváků zřítil do řeky Lužická Nisa třicetimetrový most. V osudnou chvíli nebyl na mostě nikdo přítomen, proto nedošlo k žádným ztrátám na lidských životech (Zprávy 2016). Pád Trojské lávky v r. 2017 způsobil těžká zranění 4 osob (Česká televize 2017).

2. POUŽITÁ DATA A POUŽITÉ METODY

Na základě studia 36 dostupných zdrojů z celého světa byla sestavena databáze obsahující data o selháních mostů a 10 případových studií (ČVUT 2020). Databáze obsahuje data o 281 selháních mostů od r. 1297. Z důvodů použití historických údajů a neexistence soustavného sběru dat, databáze není homogenní ani úplná, a proto nesplňuje podmínky pro aplikaci statistických metod. Vzhledem k tomu, že most je technický systém, který interaguje během své životnosti s okolím, předmětná data byla zpracována metodami, které používají inženýrské disciplíny pracující s riziky. V článku je použit Ishikawův diagram a prognostická případová studie (Procházková 2011).

3. PŘÍČINY SELHÁNÍ MOSTŮ

Analýza databáze selhání mostů (ČVUT 2020) ukazuje, že člověk je jak tvůrcem mostů, tak i nositelem jejich zkázy. Lidský faktor se nežádoucím způsobem uplatňuje jak chybami při jednotlivých úkonech při navrhování, výstavbě a konstrukci, tak chybami v řízení provozu na mostech. Inspekce prováděné po kolapsech mostů často jako jednu z příčin kolapsu mostu stanovily lidskou chybu, a to především v řízení bezpečnosti mostu během jejich životnosti (ČVUT 2020). Jde o chyby spojené s:

- návrhem a výstavbou mostu (špatné zadávací podmínky, chyby v projektu, chyby ve výpočtech, malá robustnost konstrukce apod.),
- zanedbáním významných pohrom v území, ve kterém se most nachází, anebo podcenění jejich velikosti, tj. nerespektování principu All-Hazard-Approach (EU 2012),
- nedostatečnou regulací provozu, tj. povolen provoz, který způsobuje zatížení překračující mezní hodnoty technických parametrů mostu,
- nedostatečným řízením přepravy v území, tj. povolena přeprava v území, která způsobuje zatížení překračující mezní hodnoty technických parametrů mostu,
- nedostatečnou údržbou mostních objektů, tj. nekvalitně prováděná údržba a opravy, které způsobují degradaci kritických prvků a systémů mostů,
- nedostatečnou regulací rychlostí vozidel na mostě,
- nedostatečnými financemi pro opravy a údržbu mostů,
- nedostatečnou kvalitou správy mostu,
- zanedbáním dohledu nad bezpečností mostu,
- chybným plánováním a koordinací opatření pro řízení prioritních rizik.

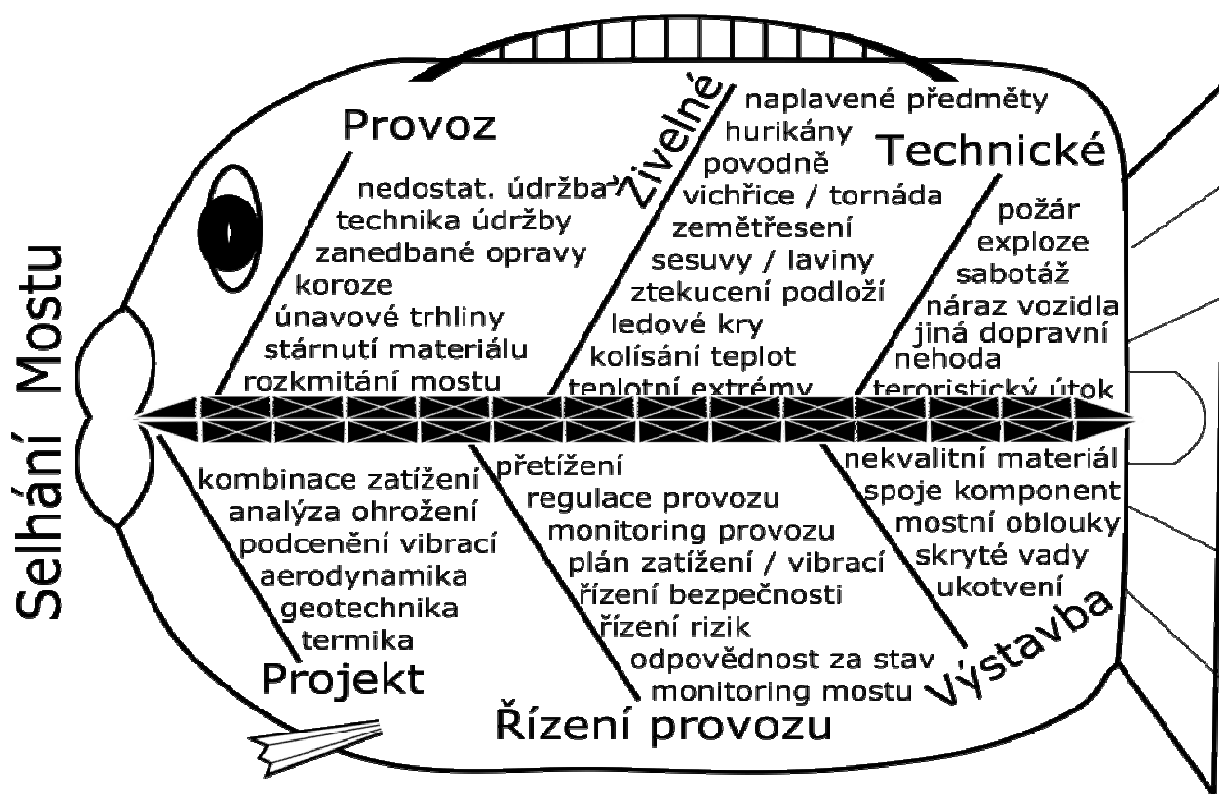
Kritická analýza databáze selhání mostů odhalila, že příčiny selhání mostů jsou:

- **živelní pohromy:** zemětřesení, povodně, vichřice, tajfuny, tornáda, hurikány, sesuvy, laviny, ztekucení podloží; síla nahromaděných ledových ker; síla nahromaděných velkých a objemných předmětů,
- **změna podmínek prostředí:** velké rozdíly teplot během krátké doby, velká námraza, vysoká teplota,
- **technické pohromy:** nárazy vozidel do mostů, požár vozidel na mostě, exploze vozidla na mostě, mechanické poškození mostu vozidlem, dopravní nehoda na mostě, exploze v blízkosti pilířů mostu,



- **chyby v projekte mostu:** špatné kombinace zatížení; podcenění velikostí možných pohrom; nezvážení resonancí v konstrukci; podcenění vibrací; nezvážení aerodynamických sil; nezvážení geotechnických zranitelností v podloží; nezvážení velkých teplotních rozdílů apod.,
- **chyby při výstavbě a konstrukci mostu:** nekvalitní materiál (často ochuzený beton); skryté vady v materiálu; špatné ukotvení; chyby ve spojích komponent; špatné provedení mostních oblouků apod.,
- **technické chyby při provozu mostu:** nedostatečná údržba; špatná technika údržby; zanedbané opravy; neprovádění včasných oprav; koroze; únavové trhliny v materiálu; podcenění stárnutí materiálu, rozkmitání mostu v důsledku specifického provozního zatížení apod.,
- **chyby v řízení provozu mostu:** časté přetížení; nedostatečná regulace provozu v závislosti na limitách a podmínkách mostu jako technického díla; chybí monitoring provozu; chybí plán řízení provozu s ohledem na zatížení a na vznik specifických vibrací; chybí program řízení bezpečnosti; chybí řízení celkové bezpečnosti mostu; není stanovena odpovědnost za stav mostu; chybí plán řízení rizik mostu,
- **sabotáže,**
- **teroristické útoky.**

Obrázek 2 ukazuje rozřídění příčin selhání mostů.



Obr. 2. Příčiny selhání mostů na pozemních komunikacích z pohledu rizik, které narušují bezpečnost mostů.

Datový soubor používaný pro navrhování mostů (MD ČR 2008) není založený na bezpečnosti. Je založený na spolehlivosti, a proto neobsahuje údaje o všech příčinách rizik z oblasti řízení provozu na mostech a ze správní oblasti; nejsou sledovány zdroje rizik spojené s typem vozidel, váhou vozidel,



rychlostí vozidel, hustotou provozu vozidel na mostu, dopravním režimem a s dohledem nad celkovou bezpečností mostu ze strany státu. Proto na jeho základě, lze stanovit jen některé zdroje rizik, které narušují bezpečnost mostů.

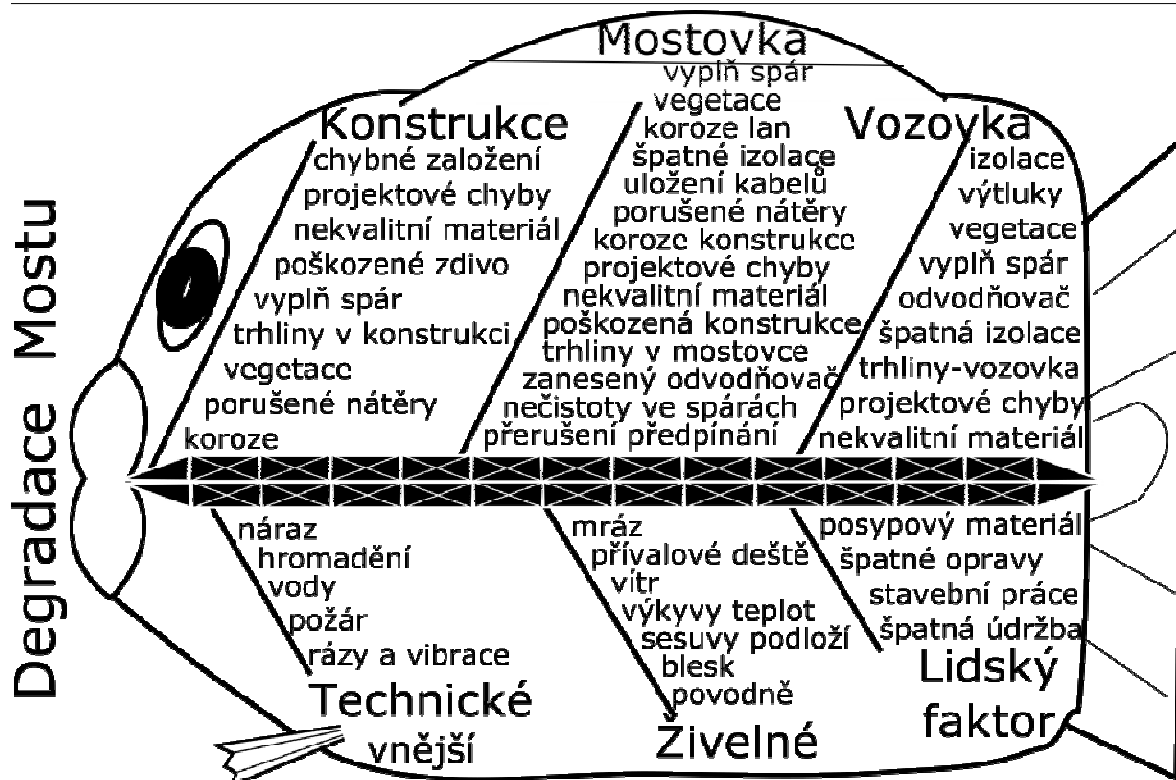
Analýzou předmětného katalogu bylo zjištěno, že kritická místa mostů jsou:

- upevnění nosné konstrukce do podloží,
- nosná konstrukce,
- mostovka,
- vozovka,
- předpínací lana u ocelových nebo železobetonových mostů,
- ložiska,
- odvodňovače,
- dilatační správy.

Jejich narušení, která způsobují degradaci mostu, jenž může vést až k selhání celého mostu, způsobují příčiny:

- **živelní pohromy:** mráz; přivalové deště; vítr; velké výkyvy teploty; sesuvy podloží; blesk; povodně,
- **technologické pohromy vnější:** náraz do konstrukce; hromadění povrchové vody na vozovce; požár na vozovce; rázy a vibrace od provozu vozidel,
- **lidský faktor:** špatná údržba, špatné opravy; velké množství posypového materiálu; stavební práce na vozovce,
- **nosná konstrukce:** chybné založení v podloží; chyby v projektu; nekvalitní materiál beton či ocel; poškozené zdivo; špatně vyplněné spáry; povrchové trhliny v omítce; trhliny ve zdivu; trhliny smykové; výskyt vegetace; únavové trhliny v ocelových prvcích; porušené nátěry; koroze betonu,
- **mostovka:** chyby v projektu; nekvalitní materiál beton či ocel; poškozená konstrukce; špatně vyplněné spáry; trhliny povrchové; hluboké trhliny; trhliny smykové; zanesený odvodňovač; výskyt vegetace; únavové trhliny v ocelových prvcích; porušení nátěrů betonových i ocelových prvků; koroze ocelových lan; koroze betonu; špatné izolace; nesprávně uložené kabely v mostovce; nahromadění nečistot ve spárách; přerušení předpínacích lan,
- **vozovka:** chyby v projektu; nekvalitní materiál; poškozený povrch – trhliny a výtluky; špatně vyplněné spáry; zanesený odvodňovač; výskyt vegetace; špatné izolace.

Obrázek 3 ukazuje příčiny degradace technického stavu mostů zobrazené pomocí Ishikawova diagramu; zdroje rizik sledované v ČR s ohledem na zajištění spolehlivosti mostu uvedené v databázi (MD ČR 2008).



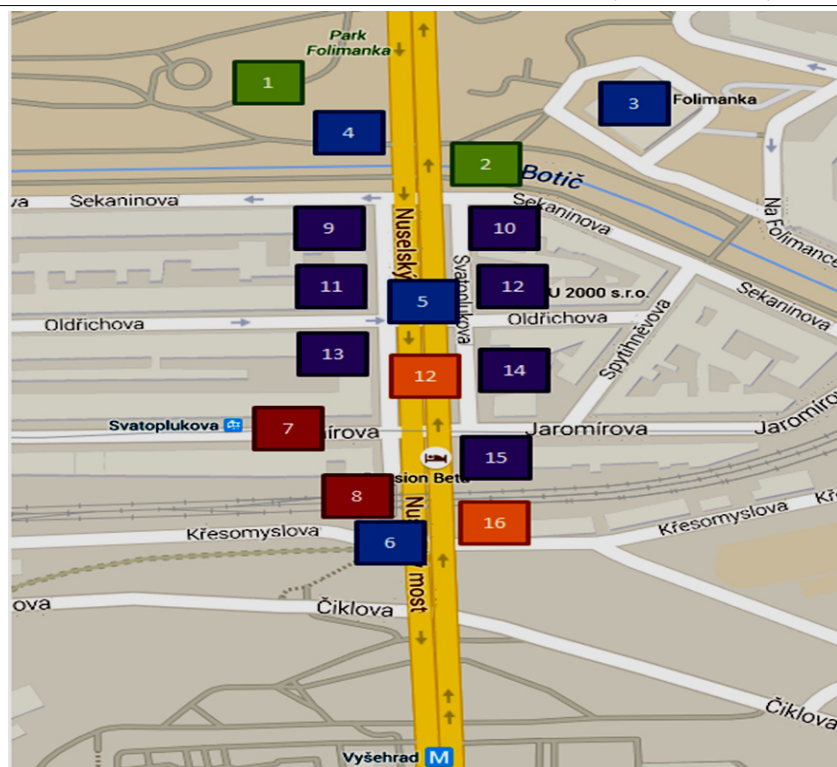
Obr. 3. Příčiny selhání mostů na pozemních komunikacích z pohledu rizik, které narušují spolehlivost mostů.

4. VÝSLEDKY PŘÍPADOVÝCH STUDIÍ

Jako příklad dalšího zpracování dat uvádíme výsledek prognostické případové studie pro Nuselský most v Praze poškozený nadprojektovým zemětřesením, a to dopady identifikované metodou inženýrských disciplín zabývajících se riziky - What, If (Procházková 2011).

Území postižené prolomením mostu je na obrázku 4 a výsledky jsou v tabulce 1.

Další údaje jsou v článku (David, Procházková 2016).



Obr. 4. Území postížené prolomením mostu při extrémním zemětřesení s vyznačenými chráněnými aktivy.

Tabulka 1. Dopady způsobené nadprojektovým zemětřesením na Nuselském mostě v Praze.

Chráněné aktivum	Možné dopady
Životy a zdraví lidí	úmrtní nebo vážné zranění osob vyvolané selháním mostu (vážným poškozením až prolomením) ztráty na životech či poranění v důsledku dopravní havárie v bezprostřední blízkosti mostu poranění nebo úmrtní obyvatel zasažených uvolněnými částmi mostu, především v místech dětského hřiště, sportovní arény Folimanky a dalších budovách v oblasti pod mostem úmrtní nebo vážné zranění osob v důsledku výbuchu čerpací stanice nacházející se pod Nuselským mostem
Bezpečí lidí	panika, stres, šok ze zemětřesení nebo havárie psychické zhroucení u obyvatel poškozených oblastí
Majetek	poškození majetku osob nacházejících se na mostě nebo v jeho okolí (auta na přilehlých parkovištích, čerpací stanice, budovy nacházející se pod mostem) poškození samotného mostu nebo přilehlé silnice poškození objektů pod mostem zasažených úlomky padajícími z poškozeného až prolomeného mostu
Veřejné blaho	neklid mezi občany, narušení veřejného pořádku
Životní prostředí	devastace parku Folimanka nacházejícího se pod mostem zamoření ovzduší prachem přímé znečištění potoka Botiče v důsledku napadaných úlomků a unikajících látek z blízké čerpací stanice
Infrastruktury a technologie	přerušování provozu metra a automobilové dopravy na mostě a v přilehlých oblastech přerušování tramvajové a železniční dopravy nacházející se pod mostem vznik kongescí přilehlých dopravních obslužností narušení elektrického vedení, porušení objektů v bezprostřední blízkosti



Při analýze případových studií popisujících selhání konkrétních mostů (ČVUT 2020, Procházka, Procházková 2020) se projeví tři hlavní příčiny. První příčinou jsou lidské chyby, které mají původ ve špatné komunikaci a špatné vzájemné spolupráci. Druhou příčinou nedostatečná reakce obsluhy a řídicích pracovníků na situace, které mají potenciál způsobit selhání mostu. Konečně třetí příčinou je, že řídicí pracovníci i obsluha přijímají vysoké riziko, aniž by měli dostatečné povědomí o jeho dopadech.

Analýzovaná selhání mostů vznikla buď výskytem škodlivého jevu (pohromy), se kterým se v projektu nepočítalo, anebo se podcenila jeho velikost, anebo kumulací mnoha malých škodlivých příčin, které samy o sobě nemají významný škodlivý potenciál, v krátkém časovém intervalu. Jejich kumulace je příčinou latentních podmínek, které mohou mít dlouhou inkubační dobu, která vyplývá z faktu, že velké množství zdrojů selhání mohou být založena v systémech a projeví se, až se objeví spouštěč (trigger) ve formě lidské chyby.

5. ZÁVĚR

Kritická analýza selhání mostů, uvedených v databázi (ČVUT 2020), ukázala, že některé příčiny selhání se často opakují, například dopravní nehody, nedostatečná údržba, nízká kvalita oprav a modernizace. Jejich společnou kořenovou příčinou je nedostatečná kultura bezpečnosti účastníků provozu v mostu, jejich nedostatečný výcvik a motivace zacílená na bezpečnou práci a bezpečné chování.

Na základě současného poznání shrnutého v pracích (Procházková 2013, 2015, 2017, Procházková, Procházka, J., Říha, Beran, Procházka, Z., 2018 a, b, Procházková, Procházka, Lukavský, Beran, Šindlerová, 2019, Procházková, Procházka, J., Lukavský, Dostál, Ouhrabka, Procházka, Z., 2019) musí provozovatel mostu pro zajištění jejich bezpečnosti:

- monitorovat situaci a provoz dopravy v mostu a jeho okolí s použitím kamer a senzorů a komunikačního zařízení s cílem zajistit normální provoz,
- mít připravenou odezvu pro případ selhání mostu,
- mít účinný varovací systém a schopnost rychlé a správné detekce jakéhokoliv jevu, který může vést k selhání mostu a jeho funkce,
- mít zařízení pro uzavření mostu,
- zařízení pro kontakt se záchrannými službami,
- zařízení pro kontakt s uživateli mostu,
- vycvičený personál pro řízení mostu za možných situací – normální, nouzové i kritické,
- plán údržby,
- plán inspekce – nutná pravidelná kontrola nouzových východů, kotvení mostu, geotechnický monitoring,
- plán pro řízení rizik.

Pro provozované mosty je zvlášť důležitý plán řízení rizik, jehož modelové řešení pro složitá technická díla je uvedeno v práci (Procházková, Procházka, J., Lukavský, Dostál, Procházka, Z., Ouhrabka 2019).

Pod'akovanie [zaradenie príspevku]

Článek byl vypracován v rámci projektu TA ČR CK01000095 Plán řízení rizik pro vybrané kritické objekty dopravní infrastruktury.



ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- ČESKÁ TELEVIZE, 2017. *U Trojského zámku se zřítíla do Vltavy pěší lávka*. Česká televize, 2017-12-02
- ČR, 2020. *Sbírka zákonů*.
- ČVUT, 2020. *Archiv databází, publikací a výzkumných zpráv*. Praha: ČVUT.
- DAVID, J., PROCHÁZKOVÁ, D. (2016). Dopady silného zemětřesení na Nuselský most a jeho okolí. In: *Rizika podnikových a územních procesů a poznatky pro krizové řízení*. ISBN: 978-80-01-06033-9. Praha: ČVUT, pp. 21-33.
- DENÍK, 2020. [online] Před sto třiceti lety se v centru Ostravy zřítíl řetězový most. *Deník.cz* 20. 8. 2016 [11.08.2020] dostupné z: https://moravskoslezsky.denik.cz/zpravy_region/pred-sto-triceti-lety-se-v-centru-ostavy-zritil-retezovy-most-20160820.html
- EU, 2005. [online] Green Paper on a European Programme for Critical Infrastructure Protection. [11.08.2020] dostupné z: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/4e3f9be0-ce1c-4f5c-9fdc-07bdd441fb88/language-en>
- EU, 2012. *FOCUSProject*. Grant agreement no: 261633 FP7, Brussels.
- LIBRI, 2020. [online] *Encyklopedie mostů* [11.08.2020] dostupné z: <https://libri.cz/databaze/mosty/heslo.php?id=774>
- MD ČR, 2008. *Katalog závad mostních objektů pozemních komunikací*. Praha: MD ČR, č.j. 850/08-910-IPK/1, 188 p.
- PROCHÁZKA, J., PROCHÁZKOVÁ, D., 2020. Rizika a bezpečnost mostů. In: *Řízení rizik procesů a bezpečnost složitých technických děl*. ISBN 978-80-01-06786-4. Praha: ČVUT, pp. 107-179. <http://hdl.handle.net/10467/91988>; <https://doi.org/10.14311/BK.9788001067864>
- PROCHÁZKOVÁ, D., 2011. *Metody, nástroje a techniky pro rizikové inženýrství*. ISBN 978-80-01-04842-9. Praha: ČVUT, 369 p.
- PROCHÁZKOVÁ, D., 2012. *Bezpečnost kritické infrastruktury*. Praha: ČVUT, ISBN 978-80-01-05103-0, 318 p.
- PROCHÁZKOVÁ, D., 2013. *Základy řízení bezpečnosti kritické infrastruktury*. ISBN 978-80-01-05245-7. ČVUT, Praha, 223 p.
- PROCHÁZKOVÁ, D., 2015. *Bezpečnost složitých technologických systémů*. ISBN 978-80-01-05771-1. Praha: ČVUT, 208 p.
- PROCHÁZKOVÁ, D., 2017. *Zásady řízení rizik složitých technologických zařízení*. ISBN 78-80-01-06182-4. Praha: ČVUT 2017, 364 p. <http://hdl.handle.net/10467/72582>
- PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J., ŘÍHA, J., BERAN, V., PROCHÁZKA, Z., 2018 a. *Řízení rizik procesů spojených se specifikací a umístěním technického díla do území*. ISBN: 978-80-01-06467-2. Praha: ČVUT, 134 p., <http://hdl.handle.net/10467/78522>
- PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J., ŘÍHA, J., BERAN, V., PROCHÁZKA, Z., 2018 b. *Řízení rizik spojených s ukončením provozu technického díla a s předáním území do dalšího užívání*. ISBN 978-80-01-06527-3. Praha: ČVUT, 114p. <http://hdl.handle.net/10467/79182>
- PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, LUKAVSKÝ, J., BERAN, V., ŠINDLEROVÁ, V., 2019. *Řízení rizik procesů spojených se zhotovením technického díla a jeho uvedením do provozu*. ISBN 978-80-01-06609. Praha: ČVUT, 207 p. <http://hdl.handle.net/10467/8446634>
- PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, LUKAVSKÝ, J., DOSTÁL, V., PROCHÁZKA, Z., OUHRABKA, L., 2019. *Řízení rizik procesů spojených s provozem technického díla během jeho životnosti*. ISBN 978-80-01-06675-1. Praha: ČVUT, 465 p. <http://hdl.handle.net/10467/85867doi:10.14311/BK.9788001066751>
- WIKI, 1297. [online] *Battle of Stirling Bridge* [11.08.2020] dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Battle_of_Stirling_Bridge



- WIKI, 2008. [online] *Železničné nehody a študencie 2008* [11.08.2020] dostupné z:
https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDelezni%C4%8Dn%C3%AD_nehoda_ve_Stud%C3%A9nce_2008
- WIKI, 2014. [online] *Zřícení silničního mostu ve Vilémově* [11.08.2020] dostupné z:
- ZPRÁVY, 2016. [online] Šok! V Liberci se zřítíl most! Podívejte se na foto zkázy! [11.08.2020]
dostupné z: <http://bleskove.cz/zpravy/1992-sok-v-liberci-se-zritil-most-podivejte-se-na-foto-zkazy>

ADRESY AUTOROV

Jan PROCHÁZKA

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Technická 4, 16607, Praha 6, Česká republika

Dana PROCHÁZKOVÁ

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Technická 4, 16607, Praha 6, Česká republika
e-mail: prochdana7@seznam.cz

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.