



# METODIKA PRO SESTAVENÍ PLÁNU PRO ŘÍZENÍ RIZIK KRITICKÝCH PRVKŮ DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY

Dana PROCHÁZKOVÁ <sup>1</sup> - Jan PROCHÁZKA <sup>2</sup> - Tomáš KERTIS <sup>3</sup>

## METHODOLOGY OF RISK MANAGEMENT PLAN PREPARATION FOR SELECTED ELEMENTS OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE



<sup>1</sup> Czech Technical university in Prague, Fakulta strojní, Technická 4, 166 07 Praha, Czech Republic

Email: [danuse.prochazkova@fs.cvut.cz](mailto:danuse.prochazkova@fs.cvut.cz)

ORCID iD: 0000-0002-4424-3974 ; <https://orcid.org/0000-0002-4424-3974>

<sup>2</sup> Czech Technical university in Prague, Technická 4, 160 00 Praha 6, Czech Republic

Email: [japro2am@seznam.cz](mailto:japro2am@seznam.cz)

ORCID iD: 0000-0002-2760-8804 ; <https://orcid.org/0000-0002-2760-8804>

<sup>3</sup> Czech Technical university in Prague, Technická 4, 160 00 Praha 6, Czech Republic

Competing interests : The author declare no competing interests.

Publisher's Note: Slovak Society for Environment stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations. Copyright: © 2021 by the authors.



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

This license allows reusers to distribute, remix, adapt, and build upon the material in any medium or format, so long as attribution is given to the creator. The license allows for commercial use.

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

### ABSTRAKT

Pro zajištění bezpečnosti lidské společnosti potřebují manažeři (správci) kritických prvků dopravní infrastruktury nástroj k zajištění kvalitní odezvy, protože zásadní výpadky prvků kritické dopravní infrastruktury znamenají i dopady na funkčnost a prosperitu území, někdy i dlouhodobé. Odezva musí být zajištěna ve všech položkách: organizačních; technických; personálních; znalostních; finančních a metodických. V souladu s normou ISO 31000 přispívá plán řízení rizik pro konkrétní kritickou položku k přípravě včasné a rychlé odezvy na straně správce položky. Naším cílem je připravit kvalitní způsob řízení závažných rizik pro vybrané položky kritické dopravní infrastruktury, které musí správce sledovaného prvku v dané lokalitě zvážit. Vytvořili jsme metodiku pro zpracování plánu řízení rizik pro vybrané položky dopravního systému, kterou prezentujeme ve sdělení. Pro praxi v České republice jsme kromě odborné formy metodiky vytvořili i právní formu, která je navázána na právní řád České



republiky. Metodika získala certifikát od Ministerstva dopravy a její implementace do praxe se připravuje.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** Plán řízení rizik; přeprava; kritická infrastruktura; řízení bezpečnosti; legislativa.

### ABSTRACT

*To ensure the safety of human society, managers (legal guardians) of critical elements of the transport infrastructure need to have a tool to ensure a quality response, because major failures of elements of critical transport infrastructure also mean impacts on the functionality and prosperity of the territory, sometimes even in the long term. Response must be ensured in all aspects: organizational; technical; personal; knowledge; financial and methodological. In accordance with the ISO 31000 standard, a risk management plan for a specific critical item contributes to the preparation of a timely and rapid response at the legal guardian side. We aim to prepare high-quality responses to manage serious risks for selected items of critical transport infrastructure which must be considered by the legal guardian of the monitored element in the given location. We have created a methodology for processing the risk management plan for these items of the transport system, which we present in the communication. For practice in the Czech Republic, we have created, in addition to the expert form of the methodology, a legal form that is linked to the legal system of the Czech Republic. The methodology received a certificate from the Ministry of Transport and its implementation in practice is being prepared.*

**KEY WORDS:** Risk management plan; transport; critical infrastructure; safety management; legislation.

## 1. ÚVOD

Doprava se skládá z rozsáhlé sítě dopravních cest, objektů, podpůrných systémů a dopravních prostředků různých druhů a typů. Dopravní síť je jednou z nejdůležitějších infrastruktur zajišťujících základní funkce státu, a tím i základní životní potřeby lidí [1]. Proto je dopravní infrastruktura zařazena mezi kritickou infrastrukturu všech vyspělých zemí. Dopravní infrastruktura je otevřený a složitý systém skládající se z mnoha subsystémů (subsystémů) a mnoha různých prvků, které jsou propojeny složitou sítí vazeb a toků různé povahy. Subsystémy a prvky mohou pracovat samostatně a společně a provádět zcela jedinečný úkol, který je vzdálený od úkolů jednotlivých entit.

Aby byla zajištěna bezpečnost lidské společnosti, uplatňuje Evropská unie typ řízení Total Quality Management (TQM) [2], podle kterého musí být bezpečnost kritické dopravní infrastruktury hlavním znakem kvality. Z tohoto důvodu je třeba řídit rizika tak, aby bezpečnost celého systému i jeho kritických položek měla během provozu určitou úroveň. Vzhledem k tomu, že se svět dynamicky mění, nestačí aplikovat preventivní opatření v návrhu a konstrukci, ale je také nutné zajistit kvalitní a rychlou reakci na škodlivé jevy, které buď nebyly v návrhu zohledněny, nebo byly zvažovány pouze do určité velikosti. Plán řízení rizik je nástroj pro proaktivní řízení rizik, který zohledňuje možné propojení v čase. Je to klíčový výstup každého řízení rizik. Svět se dynamicky mění, takže pro zajištění bezpečnosti v čase je vždy důležité určit, co je třeba v dané situaci udělat, určit, kdo bude opatření provádět a určit osobu odpovědnou za provádění, tj. plán řízení rizik; zejména na úrovni vrcholového managementu, vrcholového managementu, liniového managementu a konkrétních zaměstnanců.

Analýzy a hodnocení havárií a poruch mostů, tunelů, železničních stanic, letišť a řídicích systémů dopravního systému ukazují, že právě spojovací prvky v infrastrukturách jsou velmi zranitelné, což často vede k narušení služeb poskytovaných infrastrukturami lidské společnosti. Pro zajištění bezpečnosti lidské společnosti je nezbytné, aby správci kritických prvků dopravní infrastruktury měli nástroj pro zajištění kvalitní odezvy, protože závažná selhání kritických prvků dopravní infrastruktury mají také dopad na funkčnost a prosperitu území, někdy i dlouhodobě. Odezva musí být zajištěna ve všech aspektech: organizační; technický; personální; znalost; finanční a metodické. Z komplexu těchto



požadavků vyplývá, že zajištění není triviální a že je úspěšné pouze tehdy, je-li řádně připraveno po všech stránkách.

Protože v souladu s normou ISO 31 000 přispívá plán řízení rizik pro konkrétní kritickou položku k přípravě včasné a rychlé reakce, bylo naším cílem: připravit kvalitní reakce pro řízení závažných rizik pro vybrané kritické položky dopravní infrastruktury (mosty, tunely, železniční stanice a stanice, letiště a systémy řízení dopravy), které musí správce sledovaného prvku kritické dopravní infrastruktury v dané lokalitě zvážit; a určit jasné odpovědnosti za spuštění a zajištění kvalitní reakce. Proto jsme vyvinuli metodiku pro vypracování plánu řízení rizik pro tyto položky dopravního systému, který uvádíme v článku. Pro praxi v České republice jsme kromě odborné formy metodiky vytvořili i právní formu, která je navázána na právní řád České republiky. Metodika byla certifikována Ministerstvem dopravy a její implementace se připravuje [3].

## 2. KONCEPCE KVALITY A BEZPEČNOSTI V EU

V 19. a na počátku 20. století byl v organizacích aplikován byrokratický systém řízení [4]. Byrokratický způsob řízení byl tehdy nutnou podmínkou modernizace společnosti, proto se postupně šířil přes vládní sektor a státní organizace do velkých institucí a podniků [4,5]. Po druhé světové válce nastal zlom a zejména ve druhé polovině dvacátého století se začaly používat metody kontroly kvality (TQM) [2]. Maastrichtská smlouva z roku 1992, tj. zakládající smlouva "Smlouva o Evropské unii", zavádí společnou politiku a činnosti pro udržitelný a neinflační růst, která mimo jiné respektuje: životní prostředí; vysokou úroveň sociální ochrany; rostoucí úroveň bydlení a kvality života; hospodářskou a sociální soudržnost; a solidaritu mezi členskými státy. Mezi vyjmenované základní činnosti by měly patřit například:

- Společná politika v oblasti dopravy.
- Podpora výzkumu a technologického rozvoje.
- Podpora řízení a rozvoje transevropských sítí.
- Příspěvek dosažení vysoké úrovně ochrany zdraví.
- Příspěvek posílení ochrany spotřebitele.
- Opatření v oblasti energetiky, civilní ochrany a cestovního ruchu.

Smlouva o Evropské unii z roku 1992 dále stanoví požadavky na jednotlivé zájmové oblasti. Jedná se například o výzkum a technologický rozvoj, ve kterém je Společenství EU povinno podporovat firmy a organizace v jejich výzkumných aktivitách a aktivitách technologického rozvoje ve vysoké kvalitě. Smlouva rovněž klade důraz na kvalitu v oblasti životního prostředí tím, že vyžaduje společnou politiku s cílem zajistit: zachování, ochranu a zlepšování kvality životního prostředí; ochranu zdraví lidí; uvážlivé a racionální využívání přírodních zdrojů; podporu opatření na mezinárodní úrovni k řešení regionálních nebo globálních problémů životního prostředí. Kromě kvality klade Maastrichtská smlouva důraz na vysokou úroveň ochrany lidského zdraví, jakož i na ochranu spotřebitele, životního prostředí a bezpečnosti práce. Nejnovější konsolidované znění Smlouvy o Evropské unii a Smlouvy o fungování Evropské unie z roku 2016 nadále ukládá povinnost zavést vysoké standardy nebo úroveň kvality a zvýšit je v různých oblastech veřejného zdraví, životního prostředí a služeb veřejného zájmu.

Zvyšování kvality požadované EU je předmětem systémů managementu kvality ve smyslu TQM, Total Quality Management, viz např. [2]. Metody TQM byly aplikovány v různých vládních a vojenských organizacích. První norma systému řízení kvality ISO 9000 byla publikována v roce 1987 a postupně byla implementována především ve veřejném sektoru. V České republice se zavádí od devadesátých let dvacátého století, především v soukromém sektoru. Státní organizace a instituce jsou stále zatíženy starým byrokratickým systémem, který nepodporuje systém managementu kvality a jeho neustálé a řízené zlepšování. Tím vznikají problémy se zaváděním některých norem Evropské unie, která již desítky let předpokládá systém řízení kvality. Státní organizace nemají řádně nastavené sys-



témy managementu kvality, a proto mohou být některé požadavky na procesy z byrokratického hlediska [4] zavádějícínebo poměrně komplikované. Stejný problém se objevuje i v organizacích, které mají systém řízení kvality, ale organizační kultura považuje jakýkoli popis procesu, organizační směrnice a pracovní postupy za dokumentaci ve smyslu byrokratického systému, a nikoli za nezbytný proaktivní systém řízení.

Na základě provedené revize legislativních požadavků nejsou státní organizace povinny zavádět systémy kvality a principy integrovaného systému řízení, a proto je stále uplatňován zavedený byrokratický systém. Již zmíněný problém zavádění nových norem EU přetrvává a je stále kritičtější v oblasti řízení bezpečnosti. Ve většině druhů dopravy je vyžadováno zavedení systémů řízení bezpečnosti, které vzhledem ke své povaze proaktivního řízení vyžadují pochopení principů kvality ve smyslu TQM a nikoli byrokracie. Pouze v tomto směru lze budovat požadovanou kulturu bezpečnosti, chápat základní principy proaktivního řízení a řádně implementovat evropské požadavky na zvyšování kvality a tím i bezpečnosti. Vidíme například legislativní požadavky na řízení systémů managementu bezpečnosti na základě TQM pro subjekty provozující infrastrukturu, ale státní organizace nejsou schopny je byrokratickým přístupem efektivně sledovat a prosazovat.

### 3. ÚDAJE A METODY ŘÍZENÍ BEZPEČNOSTI KRITICKÝCH DOPRAVNÍCH PRVKŮ

Dopravní infrastruktura je otevřený a složitý systém skládající se z mnoha subsystémů a mnoha různých prvků, které jsou propojeny složitou sítí vazeb a toků různé povahy. Subsystémy a prvky mohou pracovat samostatně a společně a provádět zcela jedinečný úkol, který je vzdálený od úkolů jednotlivých entit. Podle zjištění shrnutých v [6,7] jsou pro ně důležité dvě vlastnosti systému, a to interaktivní složitost a těsné spojení. Složité interakce jsou neplánované, neočekávané a většinou neznámé sekvence, které nejsou okamžitě pochopeny. Komplexní interakce v systémech systémů vedou k nejednoznačným rozhodnutím, nestabilním preferencím a protichůdným cílům.

Těsné spoje jsou nezbytnou podmínkou pro eskalaci nežádoucích jevů vedoucích k poruše nebo havárii. Jsou charakterizovány jako proces, který je časově závislý, má malé časové rezervy, je invariantní (v procesu je pouze jedno pokračování – B musí následovat A) a vzhledem k daným charakteristikám je zde omezený prostor pro improvizaci. Interaktivní složitost a těsné vazby mezi prvky v sociotechnickém systému mohou vést ke kritické situaci v důsledku systémového selhání. Analýzy a hodnocení havárií a poruch technických zařízení [6-8] ukazují, že spojovací prvky v infrastruktuře jsou velmi zranitelné, což často vede k narušení služeb poskytovaných infrastrukturami lidské společnosti.

Pro získání dat o rizicích kritických položek dopravní infrastruktury a o procesech reakce na poruchy jsme analyzovali následující data z dopravní infrastruktury:

- 283 havárií mostů ve světě od roku 1297 [9].
- 965 poruch silničních tunelů a 53 případových studií ve světě od počátku 19. století [10].
- 2511 poruch kritických objektů na komunikacích (stanice / železniční stanice, křižovatky, obtížná místa silnic) ve světě od roku 1815 (1125 poruch hodnoceno pro železniční stanice) [11,12].
- 1917 letecké nehody civilních letadel ve světě od roku 1909 [13].
- 31 Selhání systémů řízení dopravy na celém světě od roku 2006 [14].

Při formulaci postupů a požadavků na zajištění bezpečnosti vybraných položek dopravní infrastruktury jsme postupovali:

- Současný stav poznání podle [6-8,15-28].
- Závazné dokumenty OSN, EU, OECD, MAAE a dalších, požadavky a postupy, které jsou shrnuty v pracích [7,8, 29,30].

Předkládaná metodika je založena na generickém modelu řízení bezpečnosti pro sledované kritické prvky, který jsme zavedli v [29,30]. Model uvažuje o komplexních otevřených systémech v





dynamicky se měnícím světě, který je ovlivňován jak procesy, které probíhají nezávisle na člověku, tak procesy, které člověk vědomě či nevědomě vytváří prostřednictvím svých aktivit a chování. Srovnání současného stavu sledovaných kritických prvků ukázalo, že ve většině druhů dopravy je nutné zavést systémy řízení bezpečnosti, které vzhledem ke své povaze proaktivního řízení vyžadují pochopení principů kvality ve smyslu TQM a nikoli byrokracii, a k tomu doplnění plánem řízení rizik. Návrh integrace systému řízení pro sledované kritické položky je v práci [30]. Pro zlepšení kultury bezpečnosti se v tomto dokumentu soustředíme na plán řízení rizik.

#### 4. PLÁN ŘÍZENÍ RIZIK

V souladu s ISO 31 000 považujeme plán řízení rizik za nástroj proaktivního řízení rizik. V inženýrské praxi se zaměřuje pouze na kritické atributy, tj. pouze na nepřijatelná a podmíněně přijatelná rizika (ALARA/ALARP) [7,8]. Přijatelnost souvisí s veřejným zájmem, kterým je bezpečná kritická infrastruktura, která zajišťuje základní funkce státu.

Plán řízení rizik je vypracován ve formě tabulky, která obsahuje:

- Příčiny rizika.
- Popis dopadů rizika na veřejný majetek a služby poskytované dopravní infrastrukturou.
- Četnost výskytu poruch a velikost dopadů selhání kritických prvků.
- Zajištění reakce:
  - řízení rizik nebo alespoň jasně stanovená zmírňující opatření. Jde o opatření: technická; organizační; personální; metodická, vzdělávací a finanční,
  - pro každou akci, je určena organizace (nebo její odpovědný zástupce), která zajistí odezvu,
  - u každé akce je uvedena osoba odpovědná za správné a včasné provedení odezvy.

Četnost výskytu poruch kritických prvků a velikost dopadů selhání jsou stanoveny na základě místní databáze příčin selhání. Je třeba zvážit všechny zdroje selhání na daném místě. Současné poznatky, shrnuté v pracích [6-14], ukazují, že bezpečnost kritického prvku je ohrožena: chybami v řízení kritického prvku; vnitřními zdroji rizik kritického prvku spojené s jeho návrhem, výstavbou a konstrukcí; chybami v provozu zařízení; chybami personálu kritického prvku; vnějšími zdroji rizik spojenými s přírodními pohromami; vnějšími zdroji rizik spojenými se selháním okolních prvků a procesů (vazby a toky); externími zdroji rizik spojenými s chováním veřejné správy (daně, poplatky, pobídky apod.); chybnou hospodářskou soutěží, trhem atd.; útoky na kritický prvek; zdroji kybernetických rizik související se sítěmi spojenými s kritickým prvkem; válkami; a chybným dohledem ze strany veřejné správy.

#### 5. METODIKA ZPRACOVÁNÍ PLÁNU ŘÍZENÍ RIZIK

Plán řízení rizik je osvědčeným strategickým nástrojem, který se ve vyspělých zemích používá k udržení a zvýšení bezpečnosti zařízení, objektů, organizací a celých technických děl. Používá se k řízení prioritních rizik způsobených přírodními katastrofami, technologickými haváriemi a poruchami, jakož i lidského faktoru tak, aby se: zvýšilo bezpečí; zlepšily služby regionům pro životní podmínky lidí; podporoval rozvoj a konkurenceschopnost regionů; a zlepšila ochrana životního prostředí.

Metodika pro vypracování a uplatňování plánu řízení rizik:

- byla sestavena na základě analýzy a vyhodnocení dat pro scénáře odezvy na selhání sledovaných kritických položek,
- při formulaci postupů a požadavků na zajištění bezpečnosti vybraných položek dopravní infrastruktury byly vzaty v úvahu: současné poznatky obsažené v renomovaných odborných zdro-



jích uvedených v pracích [6-8, 15-28]; závazné dokumenty OSN, EU, OECD, MAAE a dalších, jejichž požadavky a postupy jsou shrnuty v pracích [7,8,29,30].

Předmětná metodika se opírá o obecný model řízení bezpečnosti kritických prvků [29,30], které zkoumá jako komplexní otevřené systémy v dynamicky proměnlivém světě, který je ovlivňován jak procesy, které probíhají nezávisle na člověku, tak procesy, které člověk vědomě či nevědomě vytváří svým jednáním a chováním. Dotčený model splňuje požadavky Smlouvy o Evropské unii z roku 1992, která ve své poslední konsolidované verzi z roku 2016 posiluje povinnost stanovit vysoké standardy / úroveň kvality a zvýšit je v různých oblastech veřejného zdraví, životního prostředí a služeb veřejného zájmu

## 6. POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ PLÁNU ŘÍZENÍ RIZIK PRO DANÝ KRITICKÝ PRVEK

Základní funkcí státu je zajištění bezpečnosti chráněných aktiv (zájmů) státu a udržitelného rozvoje státu. Stát je chápán jako jednotka, v níž člověk, vládnoucí moc a území spadají pod jednu podstatu (tj. souhrn hlubokých vlastností, vztahů a vnitřních zákonů, které určují hlavní rysy a tendence vývoje daného systému). Metodika zajišťuje plnění základních funkcí státu v oblasti dopravy.

V pokynech jsou použity dále uvedené pojmy:

- Prvky kritické infrastruktury jsou prvky, které jsou určeny průřezovými a sektorovými kritérii podle nařízení vlády č. 432/2010 Sb., o kritériích určování prvků kritické infrastruktury, ve znění pozdějších předpisů.
- Zvolený prvek kritické dopravní infrastruktury, dále jen "kritický prvek", je prvkem kritické infrastruktury v dopravní infrastruktuře podle bodu 1 a souvisí s bezpečností služeb, které kritická dopravní infrastruktura vykonává pro stát, tj. obyvatele České republiky.
- Plán řízení rizik je definován v kapitole 4. Jedná se o nástroj správců kritických prvků pro zajištění bezpečnosti kritické dopravní infrastruktury během provozu. Obsahuje: zdroje rizik, která mohou způsobit selhání vybraných prvků kritické dopravní infrastruktury; popis dopadů rizik na lidi, veřejný majetek, včetně dopravní infrastruktury, a hospodářských a sociálních dopadů na životní prostředí; četnost selhání a rozsah dopadů v případě selhání, které mohou ohrozit provozuschopnost kritické dopravní infrastruktury; za účelem obnovení bezpečného provozu kritické dopravní infrastruktury obsahuje: odkaz na dokument uvádějící konkrétní připravená a zajištěná opatření ve všech ohledech; organizaci, která provede kvalitní odezvy: jméno osoby odpovědné za provedení včasné a vysoce kvalitní reakce.
- All Hazard Approach [31,32] odkazuje na přístup, ve kterém jsou zvažovány všechny škodlivé jevy, které mohou významně poškodit kritický prvek, jmenovitě vnější, vnitřní, organizační, lidské chyby.
- Ohrožení je inherentní vlastnost škodlivého jevu, která je určena procesem, který ho produkuje [7]. Jedná se o soubor maximálních dopadů škodlivého jevu, které lze očekávat v daném místě po určitý časový interval s pravděpodobností rovnou zadané hodnotě. Podle norem a standardů je obvykle určena velikostí pohromy, která nastane s pravděpodobností větší nebo rovnou 0.05, s ohledem na četnost výskytu pro časový interval sto let. V technické praxi se hrozbou rozumí normativní rozsah katastrofy na určité úrovni důvěryhodnosti (stoleté, tisícileté atd.). Pro účely praxe je vyjádřena souborem dopadů na chráněná aktiva.
- Riziko je pravděpodobný rozsah poškození, ztráty a újmy na chráněných aktivech, který odpovídá ohrožení které je normativně určené. V technické praxi kvantitativní analýzy rizik používané ve strategickém řízení se riziko rovná rozsahu ztrát, škod a škod na chráněných aktivech při normativní velikosti škodlivého jevu normované na jednotku území a jednotku času (obvykle 1 rok) [7].



- Integrované riziko je založené na systémovom pojetí kritického prvku a zahrnuje také ztráty, škody a újmy způsobené spojeními mezi prvky a složkami kritického prvku. Je to celkové riziko objektu nebo procesu, který je chápán jako systém.
- Řízení rizik je řízení souboru antropogenních opatření a činností tak, aby škody a ztráty na majetku byly pod stanovenou úrovní (obvykle stanovené úrovně – ALARP a ALARA [8]). Řízení rizik je plánování, organizování, přidělování pracovních úkolů a kontrola zdrojů organizace s cílem minimalizovat ztráty, škody, zranění nebo smrt způsobené různými škodlivými jevy, ke kterým pravděpodobně dojde. Úkolem řízení rizik je proto nalézt optimální způsob, jak snížit vyhodnocená rizika na požadovanou společensky přijatelnou úroveň nebo je na této úrovni udržet [7,8].
- Integrovaná bezpečnost kritického prvku je základní charakteristikou kvality kritického prvku. Je výsledkem aplikace antropogenních opatření a zahrnuje nejen ochranu kritického prvku, ale i jeho spolehlivost a funkčnost a požadavek, že neohrožuje sebe a své okolí. Bezpečnost kritických prvků [7,8] řeší otázky týkající se materiálu, technologie, konstrukce, konstrukce, provozu, personálu, organizace úkolů, vzdělávání, financí a práva tak, aby:
  - byly zajištěny: procesy, které přinášejí zisk a konkurenceschopnost kritickému prvku; úkoly, které jsou potřebné pro plnění základních funkcí státu v oblasti dopravy,
  - a zároveň potlačeny procesy, které přinášejí poškození a ztráty kritickému prvku.
- Správcem kritického prvku je provozovatel kritického prvku určený ředitelem správcem příslušného orgánu veřejné moci – v České republice to jsou: Ředitelství silnic a dálnic; Správa železnic; a ředitelství letového provozu.
- Orgánem veřejné moci pověřeným dozorem nad bezpečností daného kritického prvku je orgán určený právním předpisem vydaným Ministerstvem dopravy.

Zdroje rizik, které dosud způsobily selhání sledovaných kritických prvků, které byly odvozeny podrobným výzkumem, jsou popsány v kapitole 4 výše. Vzhledem k tomu, že každé místo má jiné tektonické, geologické, geofyzikální, geografické, meteorologické a jiné podmínky [7,8], jsou pro něj některé zdroje rizika více či méně typické. Kromě toho se vše v průběhu času mění, což má za následek, že limity zajišťující bezpečnost prvku specifikované v projektu jsou překročeny při určitých změnách podmínek [7,8], což vede k nehodě nebo poruše prvku. Kromě toho dochází k efektu stárnutí materiálu, struktur, vazeb a toků mezi prvky.

Bezpečnost sledovaných položek kritické dopravní infrastruktury (kritických prvků) je zajištěna optimálním řízením rizik se zaměřením na všechny škodlivé jevy, které mohou způsobit selhání kritického prvku v daném místě určeném podle postupů [7]. Řízení rizik je nepřetržitý a opakující se proces [7,8].

Základem řízení rizik kritického prvku je registr rizik [2] a organizační struktura správce kritického prvku [8]. Registr rizik je rozdělen na: seznam dlouhodobých/vyřešených rizik; seznam rizik vyžadujících největší pozornost, neboť daná rizika se v průběhu času mění; a seznam zastaralých/vyřešených rizik, která musí být pravidelně kontrolována vzhledem k dynamickému vývoji světa. Vzhledem k dynamickému vývoji světa musí být registry rizik pro kritický prvek v pravidelných intervalech přezkoumávány a nutně musí být přezkoumávány po každém závažném selhání kritického prvku.

Jasně definovaná organizační struktura správce kritických prvků dle TQM zahrnuje: řetězec kompetencí; komunikační strukturu; rámec řízení, podle kterého probíhá řízení rizik a rozhodovací procesy podle požadavků managementu [2], které platí v Evropské unii, tedy i v České republice. Aby bylo řízení rizik účinné, musí být nástroje pro řízení rizik součástí systému řízení, a to jak standardů, postupů, pokynů, politik a dalších, tak i trvalého kvalifikovaného řízení rizik [2,6-8,29,30]. Řízení rizik musí být prováděno ve všech fázích životnosti kritického prvku (umístění, návrh, výstavba, provoz, rekonstrukce a likvidace).



Postup pro vypracování plánu řízení rizik je:

- Vytvořte schéma kritického prvku a jeho okolí a označte důležité objekty, které mohou kritický prvek ohrozit.
- Identifikujte zdroje škodlivých jevů, které mohou vést k selhání kritického prvku pomocí krizového plánu regionu a krizového plánu obce s rozšířenou působností, což vyžaduje krizový zákon, a zvažte příčiny organizačních havárií, tj. kvalitu řízení kritického prvku. Mezi příčiny organizačních havárií patří:
  - stát nemá: strategický program řízení bezpečnosti; jasně definované odpovědnosti na každé úrovni řízení kritických prvků a veřejné správy; a právní předpisy, které jednoznačně ukládají povinnosti správci a veřejné správě v oblasti bezpečnosti,
  - správce kritických prvků nemá v řízení: zavedenou bezpečnost jako základní kvalitativní charakteristiku; přesnou bezpečnostní dokumentaci ve formě bezpečnostní zprávy (např. vzor [6]); organizační strukturu s jasnými povinnostmi v oblasti bezpečnosti; bezpečnostní dokumentaci obsahující plán připravenosti na krizi; povinnost provádět bezpečnostní kontroly všech prvků a konstrukčních částí, jejich propojení a celku; jasnou povinnost zachovávat kulturu bezpečnosti; jasnou povinnost mít finanční rezervu na údržbu a opravy; definovanou povinnost spolupracovat s veřejnou správou v reakci na nedostatky,
  - systém státní správy neurčuje orgán veřejné správy, který vykonává řádný odborný dozor v plném rozsahu a přímo odpovídá za bezpečnost kritického prvku.

Například v České republice dle [33] platí, že příčiny rizik jsou: vnější: nadprojektové přírodní pohromy; havárie (požár, výbuch, únik nebezpečných látek) technických objektů nebo zařízení v blízkosti kritického prvku; selhání externích infrastruktur, které jsou potřebné k provozu kritického prvku; akce nátlakových skupin; teroristické útoky; a válka; vnitřní: nevyřešené nedostatky v projektu, výstavbě a konstrukci; havárie (požár, výbuch, únik nebezpečných látek) uvnitř prvku; selhání vnitřních infrastruktur, které jsou potřebné k provozu kritického prvku; chybějící nebo nepřesná provozní pravidla; provozní režim není v souladu s návrhem a provozním stavem; nekvalitní údržba; nekvalitní technické prohlídky; nedodržování předpisů v oblasti BOZP a ochrany životního prostředí; nedostatečná kvalita vzdělání zaměstnanců; nedostatečná odborná příprava; nedostatečná motivace zaměstnanců; přetížení zaměstnanců; nedostatek zaměstnanců; a nedostatečná fyzická nebo kybernetická ochrana kritického prvku; lidské chyby, a to jak v dopravě a řízení lidí, tak i při konkrétních pracovních úkolech.

- Vyhodnoťte četnost výskytu a velikost poruchy příslušného kritického prvku podle údajů v předchozím odstavci.
- Připravte plán odezvy, tj. hierarchický soubor opatření, která bude správce kritického prvku realizovat v případě selhání kritického prvku a zajistíte je z organizačního, technického, personálního, znalostního a finančního hlediska, a určete osobu odpovědnou za realizaci reakce. Kromě toho zajistíte:
  - sladění plánu odezvy s plánem krizové připravenosti, který správce kritického prvku zpracovává podle krizového zákona (zákon č. 240/2000 Sb.),
  - u zvažovaných škodlivých jevů, které nespádají pod krizový zákon, zpracujte vlastní odezvu pomocí tvorby organizačních pravidel, která respektují požadavky TQM a norem řady ISO 9000, a pomocí technických sil a zdrojů vlastních nebo ze sektoru podřízeného Ministerstvu dopravy,
  - v případě nutnosti spolupráce s Integrovaným záchranným systémem, veřejnou správou nebo jinými organizacemi (např. rozsáhlý požár, rozsáhlá mechanická porucha, závažná havárie s nebezpečnými látkami, kybernetický útok apod.) předem připravte a projednejte spolupráci při odezvě.
- Připravte si vlastní plán řízení rizik, tj. vyplňte tabulku, jejíž modely jsou v práci [33-35].





- Při vypracování plánu řízení rizik by měl správce identifikovat potenciální konflikty, které mohou při odezvě vzniknout, a předem se dohodnout na jejich řešení, zejména v oblasti kompetencí a odpovědností se záchranným systémem nebo příslušným krizovým orgánem.
- Vzhledem k tomu, že selhání kritických prvků je ve většině případů způsobeno kombinací několika škodlivých jevů, které se vyskytují v krátkém časovém intervalu [8,9-14], je nutné pravidelně nebo po každém závažném selhání posoudit míru integrálního rizika a podle posouzení jeho stupně přijmout / nepřijmout opatření. Nástroje a pokyny pro komplexní hodnocení rizik jsou připraveny a zveřejněny, tj. jsou veřejně dostupné: mosty [9]; tunely [10]; železniční stanice [11,12]; letiště [13]; a systémy řízení dopravy [14].

Příklady plánů řízení rizik jsou uvedeny v [33]. Metodika pro vypracování plánu řízení rizik je rovněž vypracována ve formě právního předpisu, který je v souladu s českými legislativními pravidly [34].

Odborníci ocenili užitečnost plánů řízení rizik; doklady jsou v [34]. Ministerstvo dopravy vydalo osvědčení [3] a doporučilo Legislativní radě vlády vydat metodiku formou právního předpisu. Pro veřejnost byla metodika vydána ve formě publikace [35].

## 7. ZÁVĚR

Z údajů v pracích [9-14,34,35] popisujících všechny dopady (včetně dopadů finančních na státní rozpočet) odezvy na selhání sledovaných položek vyplývá, že kromě přímých ztrát na veřejném majetku v důsledku selhání kritických prvků je třeba z hlediska nákladů lidské společnosti zvážit výdaje na:

- realizaci odezvy (opotrebení nebo zničení zařízení, spotřebu materiálu, finance pro personál provádějící zásah,
- úhradu druhotných škod, tj. škod způsobených odezvou,
- sanaci území,
- ošetření zraněných,
- odškodnění obětí,
- odškodnění pozůstalých.

Závažné výpadky kritických prvků dopravní infrastruktury mají také dopad na funkčnost a prosperitu území, někdy i dlouhodobé. Je třeba rychle a kvalitně reagovat, aby se snížil dopad a zejména náklady na obnovu veřejného majetku [7,8,34,35].

Odezva musí být zajištěna ve všech aspektech: organizačních; technických; personálních; znalostních; finančních a metodických. Z komplexu těchto požadavků vyplývá, že její zajištění není triviální a že odezva je úspěšná pouze tehdy, je-li řádně připravena. Jedná se o přípravu včasné a rychlé reakce, která je zajištěna plánem řízení rizik pro konkrétní kritickou položku. Proto je důležitá aplikace tohoto nástroje v oblasti kritické infrastruktury, tj. u sledovaných kritických položek kritické dopravní infrastruktury.

Závěrem lze říci, že plány řízení rizik pro vybrané (kritické) prvky kritické dopravní infrastruktury (tunely, mosty, železniční stanice, letiště a systémy řízení dopravy) umožňují udržovat bezpečnost dopravní infrastruktury na požadované úrovni, protože předcházejí vzniku opožděné nebo špatné reakce na poruchy nebo nehody. Z odborných prohlášení a ověření dvou plánů v praxi [36] vyplývá, že vypracování konkrétních plánů zajistí: proaktivitu (zhodnocení rozsahu a četnosti dopadů vážných rizik, přípravu a poskytnutí řešení při jejich realizaci ve všech důležitých aspektech); a včasné a správné provedení odezvy (důkladné zpracování organizace realizace odezvy, včetně osobní odpovědnosti předem v klidu).

Příprava na odezvu je velmi důležitá, protože svět se dynamicky mění a náhlé změny podmínek způsobují překročení limitů objektů patřících do kritické infrastruktury stanovené v projektech a objekt selže nebo havaruje [7,8], což má nepřijatelné bezprostřední dopady nejen na veřejná aktiva



(životy, zdraví a bezpečnost lidí, majetek, blahobyt, životního prostředí, dalších kritických objektů a kritické infrastruktury), ale také nepřijatelné dlouhodobé dopady na rozvoj celého regionu způsobené ekonomickými ztrátami, které způsobují nezaměstnanost, občanské nepokoje a kriminalitu.

Plán řízení rizik pro vybrané prvky dopravní infrastruktury (tunely, mosty, železniční stanice a stanice, letiště a systémy řízení dopravy) zajistí: přípravu kvalitní odezvy na řízení závažných rizik, která musí správce sledovaného prvku kritické dopravní infrastruktury v dané lokalitě očekávat; a jasným stanovením odpovědností, možná zpoždění při zahájení odezvy. Tím přispěje k:

- zajištění interoperability dopravních systémů, dopravních tras a technických dopravních prostředků,
- udržitelnosti poskytování veřejných služeb,
- zlepšování kvality dopravních systémů a sítí pro rozvoj a konkurenceschopnost regionů,
- zlepšení kvality dopravního systému pro regionální rozvoj a životní podmínky obyvatelstva,
- přizpůsobení potřeb hospodářského rozvoje, přírodních zdrojů a recyklace odpadů při rozvoji dopravních systémů a sítí,
- snížení celosvětových dopadů dopravy na klima a snížení emisí znečišťujících látek v místech s hustým dopravním přetížením,
- snížení dopadu dopravy na životní prostředí a zvýšení účinnosti dopravního systému,
- řešení pro udržitelnou dopravní obslužnost pro regiony a města s vazbou na zásobování maloobchodních a velkoobchodních zón včetně center měst a reverzní logistiku zohledňující principy konceptu Smart City.

## LITERATURA

- [1] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost kritické infrastruktury*. ISBN 978-80-01-05103-0. Praha: ČVUT 2012, 318 p.
- [2] ZAIRI, M. *Total Quality Management for Engineers*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd, 1991
- [3] MD. *Osvědčení o uznání uplatněné schválené metodiky*. Č.j.MD-7555/2022-710/27.
- [4] WEBER, M. *Wirtschaft und Gesellschaft*. Tübingen 1925.
- [5] BEETHAM, David. *Bureaucracy*. ISBN 9780816629381. Minneapolis: University of Minnesota Press 1996.
- [6] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost složitých technologických systémů*. ISBN 978-80-01-05771-1. Praha: ČVUT 2015, 208 p.
- [7] PROCHÁZKOVÁ, D. *Zásady řízení rizik složitých technologických zařízení*. ISBN: 978-80-01-06180-0, e-ISBN:78-80-01-06182-4. Praha: ČVUT 2017, 364p. doi.org/10.14311/2FBK.9788001061824
- [8] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, LUKAVSKÝ, J., DOSTÁL, V., PROCHÁZKA, Z., OHRABKA, L. *Řízení rizik procesů spojených s provozem technického díla během jeho životnosti*. ISBN 978-80-01-06675-1. Praha: ČVUT 2019, 465 p. doi:10.14311/BK.9788001066751
- [9] PROCHÁZKA, J., PROCHÁZKOVÁ, D. Rizika a bezpečnost mostů. In: *Řízení rizik procesů a bezpečnost složitých technických děl*. ISBN 978-80-01-06786-4. Praha: ČVUT 2020, pp. 107-179; doi: 10.14311/BK. 9788001067864
- [10] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J. Rizika a bezpečnost tunelů na pozemních komunikacích. In: *Řízení rizik procesů a bezpečnost složitých technických děl*. ISBN 978-80-01-06786-4. Praha: ČVUT 2020, pp. 268-318; doi.org/10.14311/BK.9788001067864
- [11] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J. Rizika spojená s kritickými vlakovými a autobusovými nádražími. *Soudní inženýrství*. ISSN 1211-443X. 32 (2021), 3, pp. 33-46.
- [12] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J. *Rizika spojená s pozemními komunikacemi*. ISBN 978-80-01-06843-4. Praha: ČVUT 2021, 296 p., <http://hdl.handle.net/10467/94283>



- [13] PROCHÁZKOVÁ D., PROCHÁZKA, J. Rizika spojená s leteckou dopravou. In: *Řízení rizik procesů, zařízení a bezpečnost složitých technických děl*. ISBN 978-80-01-06906-6. Praha: ČVUT 2021, pp. 70-136; doi.org/10.14311/BK.9788001069066
- [14] PROCHÁZKA, J., PROCHÁZKOVÁ, D. *Řízení rizik systémů pro řízení dopravy*. ISBN 978-80-01-06995-0. Praha: ČVUT 2022, 129 p.; doi:10.14311/BK.9788001069950.
- [15] BRIŠ, R., GUEDES SOARES, C. & MARTORELL, S., eds. *Reliability, Risk and Safety. Theory and Applications*. ISBN 978-0-415-55509-8. London: CRC Press 2009, 2362 p.
- [16] ALE, B., PAPAZOGLU, I., ZIO, E., eds. *Reliability, Risk and Safety*. ISBN 978-0-415-60427-7. London: Taylor& Francis Group 2010, 2448 p.
- [17] BÉRENGUER, C., GRALL, A., GUEDES SOARES, C., eds. *Advances in Safety, Reliability and Risk Management*. ISBN 978-0-415-68379-1. London: Taylor& Francis Group 2011, 3035 p.
- [18] IAPSAM, eds. *Probabilistic Safety Assessment and Management Conference*. ISBN 978-1-62276-436-5. Helsinki: IPSAM & ESRA 2012, 6889 p.
- [19] STEENBERGEN, R., VAN GELDER, P., MIRAGLIA, S., TON VROUWENVELDER, A., eds. *Safety Reliability and Risk Analysis: Beyond the Horizon*. ISBN 978-1-138-00123-7. London: Taylor& Francis Group 2013, 3387 p.
- [20] NOWAKOWSKI, T., MLYŃCZAK, M., JODEJKO-PIETRUCZUK, A., WERBIŃSKA-WOJCIECHOWSKA, S., eds. *Safety and Reliability: Methodology and Application*. ISBN 978-1-138-02681-0. London: Taylor& Francis Group 2014, 2453 p.
- [21] PODOFILLINI, L., SUDRET, B., STOJADINOVIC, B., ZIO, E., KRÖGER, W., eds. *Safety and Reliability of Complex Engineered Systems*. ISBN 978-1-138-02879-1. London: CRC Press 2015, 4560 p.
- [22] WALLS, L., REVIE, M., BEDFORD, T., eds. *Risk, Reliability and Safety: Innovating Theory and Practice: Proceedings of ESREL*. ISBN 978-1-315-37498-7. London: CRC Press 2016, 2942 p.
- [23] CEPIN, M., BRIS, R., eds. *Safety and Reliability – Theory and Applications*. ISBN 978-1-138-62937-0. London: Taylor& Francis Group 2017, 3627 p.
- [24] HAUGEN, S., VINNEM, J., E., BARROS, A., KONGSVIK, T., VAN GULIJK, C., eds. *Safe Societies in a Changing World*. ISBN: 978-0-8153-8682-7 (Handbook). London: Taylor& Francis Group 2018, 3234 p.; ISBN 978-1-351-17466-4 (eBook); <https://www.ntnu.edu/esrel2018>.
- [25] BEER, M., ZIO, E., eds. *Proceedings of the 29th European Safety and Reliability Conference (ESREL)*. ISBN 978-981-11-2724-3. Singapore: ESRA, Research Publishing 2019, 4315 p., enquiries@rps online.com.sg
- [26] BARALDI, P., DI MAIO, F., ZIO, E., eds. *Proceedings of the 30th European Safety and Reliability Conference and 15th Probabilistic Safety Assessment and Management Conference (ESREL2020 PSAM15)*. ISBN 978-981-14-8593-0. Singapore: ESRA, Research Publishing 2021, 5067 p., enquiries@rps online.com.sg
- [27] CASTANIER, B., CEPIN, M., BIGAUD, D., BERENGUER, C., eds. *Proceedings of the 31st European Safety and Reliability Conference*. ISBN 978-981-18-2016-8. Singapore: ESRA, Research Publishing 2021, 3473 p., enquiries@rps online.com.sg
- [28] LEVA, M.C., PATELLI, E., PODOFILLINI, L., WILSON, S., eds. *Proceedings of the 32nd European Safety and Reliability Conference (ESREL 2022)*. ISBN 978-981-18-5183-4. Singapore: ESRA, Research Publishing 2022, 3413 p., enquiries@rps online.com.sg
- [29] PROCHÁZKOVÁ, D. Generic Model for Safety Management of Critical Infrastructure Elements. *WSEAS Transaction on Advances in Engineering Education*. 19 (2022), 1, pp. 7-21. DOI:10.37394/232010.2022.19.2
- [30] PROCHÁZKOVÁ D., PROCHÁZKA, J., MARTINCOVÁ, J. V., KERTIS, T. Návrhy opatření pro zvýšení bezpečnosti vybraných prvků dopravní kritické infrastruktury. In: *ExFoS 2022*. ISBN 978-80-214-6033-1. Brno: VUT 2022, pp. 343-386.



- [31] FEMA. *Guide for All-Hazard Emergency Operations Planning*. State and Local Guide (SLG) 101. Wa-shington: FEMA 1996.
- [32] EU. *FOCUS Project Study – FOCUS*. <http://www.focusproject.eu/documents/14976/-5d763378-1198-4dc9-86ff-c4695972f8a>
- [33] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J., KERTIS, T. Místně specifické plány řízení rizik pro vybrané kritické prvky dopravní infrastruktury. In: *Řízení rizik procesů, zařízení a složitých technických děl zacílené na bezpečnost*. ISBN 978-80-01-07060-4. Praha: ČVUT 2022, pp. 265-284; doi:10.14311/BK.9788001070604.
- [34] VUT. *Metodika vytváření plánu řízení rizik vybraných položek dopravní infrastruktury*. Brno: VUT 2022, 109 p.
- [35] PROCHÁZKOVÁ, D., MARTINCOVÁ J. V., PROCHÁZKA, J., KERTIS, T. *Plán řízení rizik vybraných prvků kritické dopravní infrastruktury*. ISBN 978-80-01-07099-4. Praha: ČVUT 2022, 53 p. <http://hdl.handle.net/10467/105316>.  
<https://doi.org/10.14311/BK.9788001070994>
- [36] CVUT. Archiv. Praha: ČVUT 2022.