



ŘÍZENÍ RIZIK PROCESŮ SPOJENÝCH SE ZHOTOVENÍM TECHNICKÉHO DÍLA A JEHO UVEDENÍM DO PROVOZU

**Dana Procházková, Jan Procházka, Jiří Lukavský,
Václav Beran, Veronika Šindlerová**

PRAHA 2019

Recenzenti:

Doc. Ing. Pavel Hoffman, CSc.

Prof. Ing. Arch. Karel Majer, CSc.

Doc. RNDr. Miroslav Rusko, PhD.

© ČVUT v Praze

Doc. RNDr. Dana Procházková, DrSc., RNDr. Jan Procházka, Ph.D.,

Doc. Ing. Jiří Lukavský, CSc., Doc. Ing. Václav Beran, DrSc., Ing. Veronika Šindlerová, Ph.D.

ISBN 978-80-01-06609-6

OBSAH

Abstrakt	6
Summary	7
Seznam zkratk	8
Předmluva a poděkování	9
1. Úvod	10
2. Soubor poznatků o problému	15
2.1. Základní pojmy a poznatky pro projektování technických děl, jejich zhotovení a uvedení do provozu	15
2.1.1. Inženýrství orientované na spolehlivost technického díla	18
2.1.2. Inženýrství orientované na bezpečnost technického díla	20
2.1.3. Srovnání výstupů z inženýrství orientovaného na spolehlivost a na bezpečnost technického díla	22
2.1.4. Vybrané inženýrské pojmy, které je třeba sledovat v návrhu technického díla	26
2.1.5. Principy projektu technického díla	32
2.2. Charakteristika principů používaných pro zajištění požadované kvality technického díla	37
2.2.1. Práce s riziky a bezpečnost technického díla	38
2.2.1.1. Pojetí technického díla	38
2.2.1.2. Role norem a standardů	39
2.2.1.3. Přínos práce s riziky do technické praxe	40
2.2.2. Nástroje inženýrských disciplín pro práci s riziky technických děl	42
2.2.2.1. All-Hazard-Approach	43
2.2.2.2. Výpočet ohrožení	43
2.2.2.3. Stanovení, řízení a vypořádání rizik	44
2.3. Zadávací podmínky technického díla	47
2.4. Projekt technického díla	49
2.4.1. Inherentní bezpečnost	51
2.4.2. Prvky a systémy pasivní bezpečnosti	52
2.4.3. Prvky a systémy aktivní bezpečnosti	52
2.4.4. Výběr prvků, postupů a zařízení	53
2.4.5. Princip Defence-In-Depth	54

2.4.6. Inženýrství resilience	58
2.4.7. Požadavky na projekt technického díla, které odolá projektovým Pohromám	59
2.4.8. Bariéry	60
2.4.9. Právní požadavky	62
2.4.10. Poučení ze zkušeností	63
2.4.10.1. Tlaková zařízení	64
2.4.10.2. Přídavná zařízení tlakových nádob	66
2.4.10.3. Šroubové spoje	71
2.4.10.4. Svařování	74
2.5. Realizace tvorby technického díla	75
2.5.1. Testy	75
2.5.2. Požadavky na spouštění technického díla	82
2.5.3. Zkušební provoz	83
2.6. Shrnutí současného poznání	84
3. Charakteristika použitých metod	85
3.1. What, If	85
3.2. Kontrolní seznam	86
3.3. Diagram rybí kost	86
3.4. Případová studie	87
3.5. Systém pro podporu rozhodování	89
3.6. Skórování veličin pomocí rozhodovací matice	91
3.7. Plán řízení rizik	91
4. Data o selhání technického díla při jeho zhotovení a uvádění do Provozu	94
4.1. Údaje o selháních technických děl	94
4.2. Případové studie	96
4.2.1. Letiště Willyho Brandta Berlin	96
4.2.1.1. Problémy letiště <i>BER</i>	97
4.2.1.2. Výsledky šetření	99
4.2.1.3. Technicko-ekonomické důsledky vyvolané nezdařenou kolaudací v r. 2012	100
4.2.1.4. Vyhodnocení dopadů selhání zhotovení technického díla	105
4.2.1.5. Poučení	108
4.2.2. Dopady masivního a rychlého rozvoje průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou	109

4.2.2.1. Popis problému	112
4.2.2.2. Charakteristika příčin nepřijatelných dopadů	113
4.2.2.3. Analýza právních dokumentů, které dovolily masivní rozvoj	119
4.2.2.4. Vyhodnocení dopadů metodou What - If	123
4.2.2.5. Poučení	128
4.3. Příčiny selhání technického díla, které vznikly při projektování, zhotovení či uvádění do provozu	129
5. DSS pro řízení rizik zacílené na bezpečnost technických děl při projektování, zhotovení a uvádění do provozu	134
5.1. Shrnutí principů použitých při sestavení DSS	134
5.2. DSS pro posouzení koexistence technického díla s okolím před kolaudací technického díla	136
5.3. DSS pro posouzení koexistence technického díla s okolím před udělením stavebního povolení	149
5.4. Poznámka	153
6. Plán řízení rizik zacílený na zajištění bezpečnosti technických děl při zhotovení a uvádění do provozu	156
6.1. Charakteristika plánu řízení rizik a použité principy	156
6.2. Plán řízení rizik pro oblast projektování technického díla	158
6.3. Plán řízení rizik pro oblast zhotovení technického díla až po jeho uvedení do provozu	171
7. Závěr	181
Literatura	185
Příloha 1 - Integrální bezpečnost	198
Příloha 2 – All Hazard Approach pro technická díla	202

ABSTRAKT

Předmětem publikace je ukázat řízení rizik složitých technických děl ve fázi, která zahrnuje projektování, výstavbu, vybavení technologiemi, testování a uvedení do provozu. V souladu se současným poznáním je respektován rámec „Sendai Framework“, ve kterém je silný důraz na řízení rizik od všech možných pohrom spojených s technickými díly a jejich okolím.

Způsob řešení problematiky vychází ze současně preferovaného konceptu, ve kterém je bezpečnost nadřazena spolehlivosti. Bezpečnost technického díla je vztažena k celému technickému dílu, protože v důsledku propojení mezi jednotlivými částmi, není soubor bezpečných částí obecně bezpečný; a zohledňuje dynamický vývoj světa. Proto jde o řízení rizik způsobených všemi možnými příčinami v čase a prostoru.

Pro vytvoření kvalitních nástrojů pro řízení bezpečnosti je nejprve shrnuto současné poznání a zkušenosti ze sledované oblasti a jsou uvedeny osvědčené nástroje, kterými lze zjišťovat, analyzovat, řídit a ovládat rizika spojená s technickými díly a jejich okolím během sledovaného procesu.

Na základě vytvořené původní databáze selhání a havárií technických děl, mezi jejichž příčiny patřily i nedostatky v oblasti projektování, zhotovení, testování a uvedení do provozu, byly stanoveny základní kategorie příčin rizik. Prostřednictvím postupů pokrokových disciplín pracujících s riziky byly vyvinuty nástroje pro práci s riziky v monitorované etapě technického díla zaměřené na zajištění bezpečnosti technického díla po celou dobu jeho životnosti, a to:

- systém pro podporu rozhodování,
- plán řízení rizik;

oba ve dvou verzích, jedna pro veřejnou správu, která vykonává dozor nad činnostmi v území s cílem zajistit bezpečnost území a občanů; a druhá pro zhotovitele, který odpovídá za bezpečnost zhotovovaného technického díla, která zahrnuje i ochranu okolí a obyvatel.

Pro zvýšení validity publikace jsou přidány dvě přílohy; první vysvětluje integrální bezpečnost a druhá popisuje přístup All Hazard Approach pro technická díla.

SUMMARY

The publication subject is to show the risk management of complex technical facilities at a stage involving the design, construction, outfit by technology equipment, testing and commissioning. In harmony with the present knowledge, it is respected the "Sendai Framework", in which there is a strong emphasis on risk management from all possible disasters connected with technical facilities and their surroundings.

The method of solving the problem is based on the preferred concept, in which safety is preferred over the reliability. The safety of a technical facility is related to the entire technical facility because, as a result of the interconnection among different parts, the set of the safe parts is generally not safe; and considers the dynamic evolution of the world. Therefore, it is going on managing the risks caused by all possible causes in time and space.

For creating the top-quality safety management tools, it is firstly summarised the current knowledge and experience and they are given proven tools by which it is possible to identify, analyse, manage and control the risks associated with technical facilities and their surroundings.

Based on the original database of failures and accidents of technical facilities, which also included weaknesses in the area of design, building, construction, testing and commissioning, they were determined the basic categories of risk causes. Through the procedures of advanced risk disciplines, , there were developed the tools for working with risks in the monitored stage of the technical facility aimed at ensuring the technical facility safety of the technical facility throughout its time life, namely:

- Decision Support System,
- Risk management plan;

both in two versions, one for public administration, which supervises activities in the territory with aim to ensure the safety of territory and citizens; and the other for the maker (contractor), who is responsible for the safety of the manufactured technical facility, which also includes the protection of the surroundings and inhabitants.

To increase the book validity, two attachments are added; the first one explains the integral safety and the second one describes the All Hazard Approach for technical facilities.

SEZNAM ZKRATEK

Zkratka	Název
ALARP	As Low as Reasonable Possible
ARSS	Availability, Reliability, Safety, Security
CBA	Cost Benefit Analysis
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
ČVUT	České vysoké učení technické
DSS	Decision Support System
EPA	Environmental Protection Agency
ESRA	European Safety and Reliability Association
ESREL	European Safety and Reliability Conference
EU	European Union
FEMA	Federal Emergency Management Agency
IAEA	International Atomic Energy Agency
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OSN / UN	Organizace spojených národů / United Nations
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability, Security
Sb.	Sbírka zákonů
SoS	System of Systems (system systémů)
SIL	Safety Integrity Level
TQM	Total Quality Management
USA	United States of America
US NRC	Nuclear Regulation Commission USA
WB	World Bank

PŘEDMLUVA A PODĚKOVÁNÍ

Publikace se zabývá řízením rizik složitých technických děl ve fázi, která zahrnuje projektování, výstavbu, vybavení technologiemi, testování a uvedení do provozu. V souladu s poznáním je respektován současně uznávaný rámec „Sendai Framework“, ve kterém je silný důraz na řízení rizik od všech možných pohrom. Jde o zajištění bezpečných technických děl, což také zajišťuje koexistenci technického díla s okolím po celou dobu jeho životnosti. Způsob řešení problematiky vychází ze současně preferovaného konceptu, ve kterém je bezpečnost nadřazena spolehlivosti.

S ohledem na rozsah publikace nejsou předmětem důkladného rozboru všechny technické, právní, organizační, personální a finanční otázky. Cílem je pro praxi vytvořit ověřené nástroje pro řízení rizik ve sledované oblasti. V druhé kapitole jsou pro ilustraci zmíněny hlavně příčiny rizik, které jsou spojené přímo s technickými díly a základní faktory, které se osvědčily při jejich řízení. Jsou ukázány postupy a metody na odvrácení nebo zmírnění nežádoucích, a tudíž nepříjemných rizik, jejichž realizace může dříve nebo později poškodit technické dílo, tj. jeho aktiva, a veřejná aktiva v jeho okolí.

V předložené práci jsou využity výsledky autorů z celoživotního výzkumu a zkušenosti z praxe získané během řešení konkrétních úkolů doma i v zahraničí pro vládní i nevládní subjekty. Z důvodu zachování přiměřeného rozsahu publikace jsou z dřívějších publikací stejného zaměření převzaty jen důležité partie a na ostatní části jsou uvedeny odkazy.

Publikace má kromě úvodu, závěru a seznamu literatury pět kapitol. V kapitole 2 jsou shrnuty současné poznatky o problému. V kapitole 3 jsou uvedeny metody, na jejichž základě jsou vytvořeny nástroje pro práci s riziky zacílené na zajištění bezpečnosti technického díla po dobu jeho životnosti ve sledované fázi technického díla, V kapitolách 4 až 6 jsou původní výsledky, tj. databáze selhání a havárií, systém pro podporu rozhodování a plán řízení rizik. Pro zvýšení validity publikace jsou přidány dvě přílohy; první vysvětluje integrální bezpečnost a druhá popisuje přístup All Hazard Approach pro technická díla.

Kniha je výsledkem projektu „Řízení rizik a bezpečnost složitých technologických objektů (RIRIZIBE)“ CZ.02.2.69/0.0/0.0/16 _018/000. Za projekt i podporu děkují autoři EU, MŠMT a ČVUT v Praze. Za pomoc při sběru dat o haváriích a selháních technických děl děkují autoři panu Ing. Zdenko Procházkovi, CSc. Za doporučení a připomínky, které přispěly ke zlepšení textu poděkování autorů patří recenzentům, a to panu Doc. Ing. Pavlu Hoffmanovi, CSc., panu Prof. Ing. Arch. Karlu Majerovi, CSc. a panu Doc. RNDr. Miroslavu Ruskovi, PhD. Za vytvoření pracovních podmínek pro konzultace a odborné diskuse děkuje autorka ČVUT v Praze, fakultě strojní, jmenovitě panu Doc. Ing. Václavu Dostálovi, Ph.D.

1. ÚVOD

Každé technické dílo je vytvořené lidskou činností. V práci jsou sledována technická díla, která zajišťují výrobky nebo služby důležité pro život lidí. Současné poznání, shrnuté v práci [1], ukazuje, že architektura technických děl je objektová nebo síťová. Každý typ technického díla má svá specifika; např. významný rozdíl existuje mezi konstrukcí a ovládním stabilních a mobilních technických děl. Mezi velká technická díla patří: elektrárny, průmyslové objekty, přehrady, letiště, nádraží, sklady, nemocnice, velká obchodní centra, velká kulturní či sportovní centra atd. Proto jednotlivá technická díla náleží do správy různých sektorů a jejich cílem je zajistit kvalitní život lidí. Z pohledu struktury zahrnuje každé složitější technické dílo fyzické, kybernetické, organizační a sociální systémy, tj. jednotlivá zařízení, stroje, komponenty, systémy či celé výrobní anebo obslužné celky.

Lidé spojitě zhotovují technická díla, protože jim zajišťují výrobky a služby, tj. zlepšují kvalitu jejich života. Životní cyklus každého technického díla zahrnuje fáze, kterými jsou návrh, projekt, umístění, výstavba, konstrukce a uvedení do provozu, provoz a ukončení provozu. Jde o proces složitý a velmi rozmanitý, protože jde o propojení mnoha různých činností, které jsou místně specifické, jelikož závisí také na parametrech prostředí, do kterého je dané technické dílo vloženo. Proto je potřeba ve všech uvedených fázích pracovat s riziky, jejichž realizace by mohla významně narušit podmínky nutné pro život lidí, a lidská společnost by v daném případě nemusela mít schopnost vzniklá rizika vypořádat.

Předložená publikace se zaměřuje na počáteční fáze životního cyklu technického díla, a to: projekt; zhotovení; testy; zkušební provoz; a uvedení do provozu. Je si třeba uvědomit, že předmětný proces je významně ovlivněn:

- znalostmi a zkušenostmi navrhovatelů a zhotovitelů,
- vlastnostmi prostředí, do kterého se technické dílo umísťuje,
- finančními možnostmi objednatele technického díla,
- znalostmi a zkušenostmi zhotovitele technického díla,
- úrovní dohledu veřejné správy nad bezpečností technického díla ve veřejném zájmu.

Zhotovení technického díla je komplexní oblast, s neustále se měnícími procesy a činnostmi. Účastní se ho mnoho aktérů, kteří jsou na sobě vzájemně závislí, a proto by spolu měli spolupracovat. Je také ovlivňováno řadou vnějších faktorů, jako je: stav na trhu, projekty okolních technických děl; velikost technického díla; dostupnost zdrojů; způsobilost a zkušenost manažerů a zaměstnanců.

V souladu se současným poznáním je v práci při tvorbě nástrojů pro praxi respektován rámec „Sendai Framework“ [2], ve kterém je silný důraz na řízení rizik od všech možných pohrom. Z pohledu veřejného zájmu varianty projektu a zhotovení technického díla, které mají riziko nižší než stanovená míra přijatelného rizika, mohou být akceptovány s tím, že výše rizik bude pravidelně monitorována s ohledem na dynamický vývoj světa [3-5]. Ostatní varianty je třeba při rozhodování o vydání či nevydání povolení ke zhotovení technického díla buď vyloučit, anebo upravit jejich parametry a v případě nezbytnosti technického díla zajistit opatření na zmírnění nejhorších dopadů na veřejná chráněná aktiva v případě realizace rizika [4-6]. Dle údajů v pracích [5-7] při

návrhu a realizaci optimální varianty technického díla v daném konkrétním případě pak hraje roli:

- dosažená úroveň bezpečí technického díla a jeho okolí,
- technická proveditelnost opatření pro zajištění bezpečného technického díla s tím, že se bere do úvahy vhodnost opatření pro daný systém, tj. technické dílo a jeho okolí,
- materiálová náročnost i energetická náročnost technického díla,
- rychlost realizace technického díla,
- nároky provozu technického díla na kvalifikovaný personál,
- nároky technického díla na dopravu a informační zajištění, tj. komunikační sítě,
- nároky technického díla na finance při výstavbě a provozu,
- nároky technického díla na odpovědnost za bezpečnost,
- nároky na řízení / organizaci v území spojené s technickým dílem.

Cílem publikace je:

- ukázat současný stav na sledovaném úseku, tj. ve fázi zahrnující projektování, zhotovení a spuštění provozu technického díla,
- uvést konkrétní příklady selhání technického díla způsobené chybami ve fázi projektování, zhotovení a spuštění provozu technického díla, a jejich dopady na technické dílo a jeho okolí,
- identifikovat příčiny rizik, které vedly k selhání technického díla z důvodu chyb v projektu či zhotovení,
- vybrat vhodné nástroje ze souboru nástrojů, které používají disciplíny, které pracují s riziky, které zajistí kvalitní práci s riziky spojenými s projektováním a zhotovováním technického díla.

Vzhledem k tomu, že nyní stále více do života lidí zasahují informační technologie, je třeba zvažovat i rizika, která s nimi souvisí. Proto předložené problémy jsou v knize sledovány a pro detailní pochopení a hlubší studium jsou uvedeny odkazy.

Knihy neobsahuje akademické diskuse, které lze nalézt v mnoha publikacích, jež jsou citovány, ale na základě současného poznání a zkušeností z praxe uvádí nástroje, jak problémy spojené s riziky při projektování a zhotovení technického díla řešit. Obsahem a pojetím navazuje na publikace [1,3-14], které v jednotném konceptu detailně sledují problematiku rizik a bezpečnosti lidí, území a technických děl. Používá pojetí problému, pojmy a data z publikací, které jsou těsně spojeny s celosvětovými konferencemi ESREL, které pořádá ESRA (European Safety and Reliability Agency) [15-24] a s konferencemi pořádanými nebo spolupořádanými ČVUT [25-30]; seznam pojmů, který se odborně shoduje s pojetím OSN, OECD, IAEA, WB a dalších [3,6,7], a je v práci [7].

Každé technické dílo je umístěno v území, ve kterém je řada zdrojů rizik, jejichž realizace může poškodit jak technické dílo, tak jeho okolí. Riziko je veličina, která je mírou ztrát, škod a újm. Velikost rizika závisí na konkrétní pohromě, která je zdrojem rizika a na zranitelnosti místních sledovaných aktiv, a to jak veřejných, tak i těch technickému dílu vlastních. Ve strategickém řízení jsou definovány veličiny: ohrožení (anglicky hazard) jako pravděpodobná velikost pohromy, která se v daném místě vyskytne jedenkrát za definovaný časový interval (tzv. projektová nebo návrhová pohroma) [5-7]; a riziko jako pravděpodobná velikost ztrát, škod a újm na sledovaných aktivech při projektové pohromě rozpočtená na jednotku času (nejčastěji 1 rok) a jednotku území [5-7].

Veřejným zájmem lidí je bezpečí a rozvoj lidí, a pro jeho naplnění jsou důležité jak bezpečné prostředí, tak bezpečná technická díla v něm umístěná. Bezpečnost je chápána jako vlastnost na úrovni systému, kterou formuje člověk svými opatřeními a činnostmi [3-7,11]; bezpečný je takový systém, který ani při svých kritických podmínkách neohrožuje ani sebe, ani své okolí. Bezpečnost prostředí ve výše charakterizovaném kontextu je speciálně sledována v práci [3]. Bezpečnost technického díla je sledována v pracích [4,5,9,13]. Platí, že veličiny riziko a bezpečnost nejsou doplňkové veličiny, protože bezpečnost prostředí i každého technického díla lze zvýšit pomocí organizačních opatření, zavedení varovacích systémů a záložních řešení, aniž bychom snížili velikost rizika; doplňkovým pojmem k bezpečnosti je kritičnost [5-7].

Současné poznání ukazuje, že svět, ve kterém žijí lidé, tj. lidský systém musí být ve stavu, že vzájemně propojené systémy, kterými jsou životní prostředí, sociální systém a systém technologický, existují ve vzájemném souladu, tj. je zajištěna jejich koexistence. Koexistence obecně znamená společná existence a její pojetí je sledováno v práci [1]. Jde o zajištění takových podmínek v lidském systému při projektování a zhotovení technického díla, které zajistí společnou existenci propojených systémů, tj. sociálního, environmentálního a technologického [31].

O potřebě a důležitosti koexistence se uvažuje v mnoha technických oborech; např. práce z oblasti telekomunikací [32-38]. Předmětné práce ukazují, že technická díla nemohou být navrhována jako uzavřené systémy, ale vždy musí být zvažováno jejich okolí, což potvrzuje požadavky shromážděné v pracích [4,5,13,14].

Obrázek 1 ukazuje základní představu o chápání problému, které směřuje k cíli lidí, kterým je jejich bezpečí a rozvoj. Na obrázku jsou uvedeny základní faktory spojené s bezpečím a rozvojem lidí v systému, do kterého patří technická díla, která zajišťují kvalitu života a bezpečí lidí.

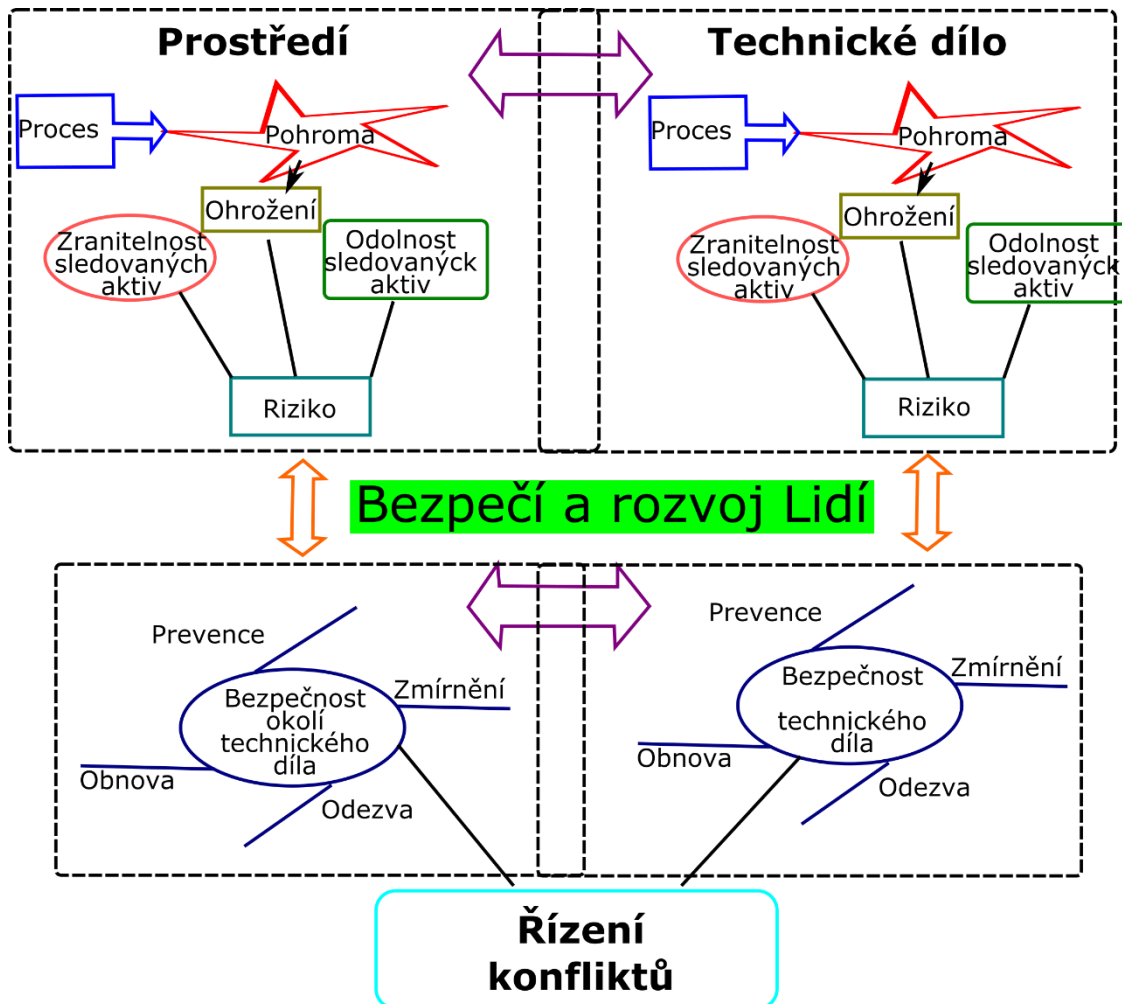
Publikace má kromě úvodu, závěru, seznamu literatury a anglického summary pět základních kapitol. Kapitola 2, následující po úvodu, obsahuje souhrn poznatků o rizicích spojených s technickými díly, které rozšiřují poznatky uvedené v předchozích publikacích [1,4-7,11-14], jež byly získány vlastním výzkumem a podrobným studiem odborných pramenů [15-24] a z dalších oblastí, které jsou citovány. Velká pozornost je věnována principům inherentní bezpečnosti, jejichž vložení do projektu významně usnadňuje řízení rizik technických děl ve fázi provozu. Třetí kapitola obsahuje charakteristiku metod, které jsou dále použity pro: popis zdrojů rizik technických děl (diagram rybí kosti); vytvoření charakteristik dopadů rizik (What, If); určení podkladů pro posouzení závažnosti rizik (DSS – systém pro podporu rozhodování); a vytvoření nástroje podporujícího zvládnutí prioritních rizik (plán řízení rizik) [7,39]. Čtvrtá kapitola obsahuje původní databázi obsahující údaje o selháních a haváriích technických děl z důvodu chyb při jejich navrhování anebo zhotovení. Pátá kapitola obsahuje systém pro podporu rozhodování při navrhování a zhotovení technického díla, který autoři zpracovali na základě reálných dat. Šestá kapitola obsahuje návrh plánu řízení rizik při navrhování a zhotovení technických děl. Vzhledem k rozmanitosti technických děl je třeba navržené nástroje přizpůsobit konkrétním podmínkám jak sledovaného technického díla, tak i jeho okolí. Nakonec jsou uvedeny dvě přílohy; první vysvětluje pojem „integrální bezpečnost“ a druhá vysvětluje přístup All Hazard Approach pro technická díla.

Odborná literatura i praxe ukazuje, že existuje několik odborných inženýrských směrů, kterými se řídí navrhování a zhotovení technických děl s ohledem na rizika [4,5,13]; a to:

- inženýrství zacílené na spolehlivost technického díla,

- inženýrství zacílené na zabezpečení technického díla,
- inženýrství zacílené na bezpečnost technického díla.

Jejich základy a rozdíly jsou uvedeny v práci [4] a stručně shrnuty v kapitole 2. Nejvíce pokrokový, a v současné době nejnáročnější je směr zacílený na bezpečnost technického díla.



Obr. 1. Procesy a faktory sledované při zhotovení technického díla a jejich souvislosti .

S ohledem na výše uvedený cíl lidstva, je dále sledováno inženýrství zacílené na bezpečnost technického díla. V daném pojetí je bezpečnost nadřazena spolehlivosti; **bezpečný systém je systém, který je spolehlivý a funkční a ani při svých kritických podmínkách nezničí sebe a své okolí.** Proto, jak bude dále vysvětleno, se do projektu technického díla vkládají prvky, které zajistí:

- inherentní bezpečnost,
- neprovedení úkonů, které nelze provést kvalitně – selže bezpečně; když nemůžeš provést úkon v požadované kvalitě, neproved ho atd.

Je si třeba uvědomit, že u robotů a u autonomních vozidel je právě zásadní stanovit a do praxe zavést prvky, které mohou tímto způsobem zajistit jejich žádané bezpečné chování.

Z pohledů nároků si je třeba uvědomit, že práce s riziky ve prospěch bezpečnosti technického díla a území vyžaduje porozumění problému, jasná pravidla, dovednost,

motivaci, a vymezení odpovědností. Milníky v procesu zajišťování bezpečnosti technických děl lze na základě studia odborné literatury shrnout následovně:

- 30. léta 20. století – identifikování viníka nehody technického díla a jeho potrestání,
- 70. léta 20. století – hledání příčiny nehody technického díla a stanovení rozhraní člověk – stroj,
- 70. – 80. léta 20. století – rozvoj technik hodnocení rizik a systematického přístupu k bezpečnosti technického díla,
- 80. – 90. léta 20. století – rozvoj řízení bezpečnosti technických děl,
- přelom 20. a 21. tisíciletí – rozvoj řízení bezpečnosti složitých systémů – sledování rozhraní: člověk – stroj; člověk – člověk; stroj – PC,
- 10. léta 21. století – rozvoj řízení bezpečnosti složitých systémů (tzv. SoS, které označují soubor otevřených vzájemně propojených systémů různého typu [3-7]) - sledování rozhraní: člověk – stroj; člověk – člověk, stroj – PC; člověk – PC; PC - PC

V dané souvislosti si je třeba uvědomit, že dosud praxe zaostává za poznáním. Např. v práci [40] je ukázáno rozdílné stanovení příčin dopravní nehody vlaku 24. 7. 2013 ve 20h 41m několik km od Santiago de Compostela ve Španělsku – Národní inspektorát označil jako příčinu strojvedoucího, který se nevěnoval řízení; kvůli 80 obětem a 152 zraněným šetřila dopravní nehodu také komise EU, která označila za příčinu dopravní nehody chybné řízení a špatné zabezpečení provozu na železnici. Pochopitelně i v oblasti zhotovení technických děl se projevuje lidský faktor, a to buď chybou jistého člověka, anebo špatným systémem řízení procesu nebo systému [41].

V práci je uvedena použitá literatura i v případech, kdy šlo o převzetí jen části výsledku; u českých zákonů a vyhlášek je za dostačující odkaz považováno číslo ze Sbírek zákonů [42] a stejně tak je tomu u použitých norem a standardů; pouze tam, kde jde o důraz na obsah, je uveden specifický odkaz.

2. SOUBOR POZNATKŮ O PROBLÉMU

Technická díla obsahují řadu více či méně složitých prvků, komponent či systémů. Proto pro zajištění jejich bezpečnosti je třeba bezpečnost sledovat již od konceptu, přes projekt, výstavbu, výrobu a konstrukci. Do konce 80. let se mluvilo o spirále jakosti; dnes jde o řízení bezpečnosti.

Bezpečnost každého technického díla je určena mnoha faktory. Ve fázi navrhování jde o stanovení správných zadávacích podmínek, které musí respektovat vlastnosti území, do kterého je technické dílo vkládáno. Dále jde o opatření zabudovaná do projektu, která usnadní řízení bezpečnosti při provozu. Od konce 70. let minulého století mluvíme o zavedení principů inherentní bezpečnosti [5]. Poté následuje provedení výstavby a konstrukce a montáže staveb, sítí a zařízení.

2.1. Základní pojmy a poznatky pro projektování technických děl, jejich zhotovení a uvedení do provozu

Poznání i zkušenosti ukazují, že kritické stavby a kritická zařízení (slovo kritické znamená důležité a zranitelné [13]) musí být dostatečně robustní, aby byla při jeho provozu zajištěna bezpečnost i velká provozní spolehlivost [5,13]. Je třeba také zajistit dostatečnou pružnou odolnost (resilience) zařízení, komponent, systémů i celého technického díla [1,5,13].

Pružná odolnost systému je potenciál systému, který spočívá ve specifickém uspořádání systému, které udržuje funkce a zpětné vazby systému, ve stavu, ve kterém se vytváří schopnost systému reorganizovat se na základě změn vyvolaných poruchami [13]. Pružná odolnost (houževnatost) odpovídá na otázku „Jak systém reaguje?“. Existují dále uvedené typy pružné odolnosti:

1. Inženýrská pružná odolnost, která se soustřeďuje na stabilitu systému v blízkosti ustáleného stavu systému, na rezistenci vůči poruchám a na rychlost návratu do původního stavu.
2. Systémová pružná odolnost, která se soustřeďuje na podmínky vzdálené od rovnovážného ustáleného stavu, ve kterém poruchy mohou přepnout systém z jednoho stavu do jiného. Systémová pružná odolnost souvisí s přizpůsobivostí (adaptabilitou), výdrží a proměnlivostí.
3. Sociální pružná odolnost se soustřeďuje na přežití lidí. Nemusí být vždy žádoucí, protože naopak může podporovat nežádoucí status quo.

Přitom platí, že již v návrhu technického díla je nutné dbát na dostatečnou pružnou odolnost, tak jako na principy inherentní bezpečnosti. Jde o fázi, ve které hlavní roli hrají znalosti a zkušenosti navrhovatele technického díla. Jelikož nejde o jednoduché úkoly, je třeba používat kvalitní inženýrské nástroje, které pomohou zajistit dostatečně kvalitní řešení, tj. vytvořit bezpečné technické dílo.

Jak bylo uvedeno výše, předložená práce se zaměřuje na navrhování, výstavbu konstrukci a uvedení do provozu technického díla. Proto pozornost je soustředěna na

dominantní rizika této fáze životního cyklu technického díla. S ohledem na současné poznání [4-7] platí, že údaje, které jsou dále uvedeny v žádném případě:

1. Nezpochybnují existující normy a standardy, protože autoři mají znalosti i zkušenosti z praxe, ze kterých vyplývá, že bez standardů a legislativy by odborníci i odborná veřejnost byli odsouzeni k opakování chyb z minula.
2. Nebrání používání modelů a software při projektování, které usnadňují a urychlují práci. Na základě znalostí a zkušeností z praxe, shrnutých v práci [7], se však ukazuje, že při jejich aplikaci jsou však zanedbávány neurčitosti, tj. znalostní nejistoty, které jsou způsobeny tím, že reálné podmínky jsou nahrazeny podmínkami idealizovanými, které nerespektují nehomogenity prostředí a materiálu, anizotropii prostředí a materiálu a časové proměny prostředí a materiálu. Proto tam, kde jde o důležitá díla či jejich důležité prvky, musí být výsledky modelů a simulací doplněny studii expertů.

Navrhovanými postupy pro práci s riziky autoři dokládají své přesvědčení, že bez vložení správné práce s riziky zacílené na bezpečnost nemáme schopnost udržetelně odpovídat na neočekávané události, tj. nebudeme připraveni na budoucnost, protože reálné podmínky nejsou normativní a v čase se mění, což je v souladu se současným poznáním.

Prvním důležitým aspektem spojeným s navrhováním technického díla je volba samotného konceptu technického díla a jeho ekonomického rámce. Podle současného poznání jde o dva koncepty, a to: řízení spolehlivosti; a řízení bezpečnosti.

Bezpečnost i spolehlivost jsou důležité vlastnosti technických děl. Obě jsou spojeny s rizikem a používají stejné metody a postupy pro práci s riziky. Jejich vzájemný vztah se na základě analýz velkých havárií technických děl provedených koncem sedmdesátých a počátkem osmdesátých let minulého století, změnil [4,5,43-45]. Výrazně k tomu přispělo i důsledné uplatnění teorie systémů a zavedení pojetí integrální bezpečnosti v r. 1994 [46]; podrobnější výklad je v příloze.

Obě zmíněné vlastnosti závisí na práci s riziky. Nicméně je třeba vzít v úvahu, že v současné době existují 3 vyhraněné koncepty, které pracují s riziky:

- řízení a inženýrství spolehlivosti, kde řízení rizik u technických děl je zacílené na spolehlivost, např. [47],
- řízení a inženýrství zabezpečení (bezpečnostní), kde řízení rizik technických děl je zacílené na zabezpečené technické dílo, např. [48],
- řízení a inženýrství bezpečnosti, kde řízení rizik je zacílené na bezpečné technické dílo, např. [49].

Všechny tři uvedené koncepty používají stejné postupy, metody, nástroje i techniky. Praxe ukazuje, že mezi nimi jsou občas konflikty – např.:

- při požáru objektu v Chicagu, který byl dobře zabezpečený, lidé v objektu uhořeli [49]; dobře zabezpečená pilotní kabina umožnila Andreasovi navést letadlo plné lidí do svahu Alp a usmrtit je [50],
- gilotina je na základě fyzikálních zákonů spolehlivý systém, ale z pohledu současného chápání bezpečnosti [6,46] není bezpečný, jelikož způsobuje ztrátu života člověka apod.,
- most v Janově byl podle provozovatele spolehlivý, a tudíž bezpečný (legislativou mnoha zemí jsou založeny na spolehlivosti) [51], ale zřítel se, tj. nebyl bezpečný, protože nevydržel reálné podmínky, které se vyskytly.

Poznatky z praxe dle údajů v práci [4] ukazují, že v řadě případů technických děl opatření na zajištění bezpečnosti se výrazně liší (někdy jsou dokonce konfliktní) při aplikaci inženýrství spolehlivosti od těch, které stanovuje aplikace inženýrství bezpečnosti.

V rámci řízení rizik technického díla je třeba kvalitně provést pět klíčových aktivit [6,7], a to:

1. Vymezení cíle a centra zájmu řízení bezpečnosti: identifikovat kontext; určit prioritní cíle; a určit oblasti a zásadní úkoly. Výběry jsou založeny na hodnocení aktiv a cílů. Tím stanovíme, které riziko je v daném případě prioritní.
2. Popis: směřuje k objektivnímu pochopení pravděpodobnosti výskytu a velikosti dopadů (v kvalitativním nebo lépe kvantitativním vyjádření) možných pohrom a selhání technického díla. Jedná se o vysoce odbornou činnost vyžadující hluboké znalosti a kvalitní data.
3. Rozhodnutí: vyhodnocení kvality předpovědi vývoje technického díla, pokud možno jako optimum při zvážení přínosů a ztrát při provozu technického díla v dynamicky proměnném okolí. Rozhodnutí, jak zmírnit a řídit rizika a jak implementovat opatření, reprezentuje klíčový krok v rámci řízení rizika.
4. Komunikace: projednání souboru opatření a činností s klíčovými aktéry procesu provozu technického díla a s ostatními zúčastněnými. Legislativa vyžaduje v důležitých otázkách komunikaci s veřejností, konzultace, odstranění konfliktů a stanovení partnerství.
5. Monitoring a poučení: sledování určených veličin a jejich hodnot, které charakterizují důsledky rozhodnutí a činností na technické dílo, a v případě zjištění významných odchylek, které mohou narušit dosažení cíle, aplikovat korekce.

Zvládání rizik v případě, že riziko není přijatelné, spočívá dle [4-7] ve výběru některé z dále uvedených alternativ:

- vyhnout se riziku, tj. nezahájit nebo nepokračovat v činnostech, které jsou zdrojem rizika, když to jde (lidská společnost se může bez technického díla obejít),
- odstranění zdrojů rizik, tj. zabránění vzniku pohrom, když to jde (zvolit alternativu technického díla, která bude mít méně zdrojů rizik, anebo menší rizika),
- snížení pravděpodobnosti výskytu rizika, tj. výskytu větších pohrom, když to jde (aplikace zásad kultury bezpečnosti),
- snížení závažnosti dopadů rizika, tj. příprava zmírňujících opatření jako jsou varovací systémy, systémy odezvy a obnovy,
- sdílení rizika, tj. rozdělení rizika mezi zúčastněné a pojišťovny,
- retence rizika.

Vyjednávání s riziky vychází ze současných možností lidské společnosti a spočívá dle [4-7] v rozdělení rizik do kategorií:

- část rizika se sníží, tj. preventivními opatřeními se odvrátí realizace rizika,
- část rizika se zmírní, tj. preventivními opatřeními a připraveností (varovné systémy a jiná opatření nouzového a krizového řízení) se sníží nebo odvrátí nepřijatelné dopady,
- část rizika se pojistí,
- část rizika, pro kterou se připraví rezervy na odezvu a obnovu,
- část rizika, která je neřiditelná nebo příliš nákladná nebo málo častá, pro kterou se připraví plán pro nepředvídané situace (Contingency plan).

K tomu se rovněž připojuje rozdělení zvládnání rizik mezi všechny zúčastněné. Rozdělení ve správném řízení [3] se provádí tak, že se vychází z toho, že za zvládnání rizik odpovídají všichni zúčastnění (od politiků přes pracovníky správy, vedení technických děl až po techniky a občany) a že zvládnání konkrétního rizika se přiděluje tomu subjektu, který je na to nejlépe připraven. Při výběru opatření na zvládnání rizik je třeba zajistit, aby náklady na zvládnutí rizik nepřevýšily možné škody vyvolané realizací rizika.

2.1.1. Inženýrství orientované na spolehlivost technického díla

Velmi dlouho se za základ bezpečných technických děl považovala teorie spolehlivosti; jejím zakladatelem byl v r. 1816 pan Samuel T. Coleridge. Velký rozvoj předmětné teorie nastal ve 40. letech minulého století, hlavně v USA.

Spolehlivost technického díla je definovaná jako charakteristika / vlastnost daného technického díla, která je vyjádřena pomocí pravděpodobnosti, že sledované technické dílo bude vykonávat specifikovaným způsobem funkce, které jsou na něm požadovány během stanoveného časového intervalu a za stanovených, resp. předpokládaných podmínek.

Jakmile přijmeme fakt, že technická díla jsou systémy systémů, na jejichž tvorbě a provozu se podílí člověk a jeho finance, tak se objeví zcela nové problémy, protože musíme zvažovat záměr investora a otázky právní, finanční, pojišťovací, organizační, politické a sociální, přírodní a jistě i nějaké další. Proto v souladu s [4,5] platí, že problém je však v tomto rozšířeném pojetí složitější, neboť se nedá jednoduše abstrahovat do matematických, matematicko-statistických a pravděpodobnostních řešení vyúsťujících do soustavy součinitelů spolehlivosti, do návrhových pravděpodobností poruchy nebo jiných veličin, se kterými pracujeme při navrhování stavebních konstrukcí na základě teorie spolehlivosti.

Jak již bylo řečeno, spolehlivost (ve smyslu reliability) je schopnost systému bezchybně dodržovat stanovené požadavky po stanovenou dobu za určitých podmínek. V technické praxi je používán pojem „provozní spolehlivost (dependability)“, který znamená, že systém (objekt, zařízení) plní stanovené požadavky a že jeho provoz vyhovuje stanoveným podmínkám. Tato souhrnná vlastnost je pro analytické účely nepraktická, a proto se rozkládá do dvou základních vlastností, kterými jsou zranitelnost a odolnost.

Provozní spolehlivost je důležitá u složitých objektů, jejichž systémy hrají klíčovou roli v obslužnosti společnosti, protože ovlivňují rozhodovací cyklus veřejné správy a politickou a sociální soudržnost a napomáhají v odstraňování fyzických a psychických škod, a jsou nejen velmi složité, ale i zranitelné [5].

Spolehlivost systému (dependability) vyjadřuje míru, do jaké se uživatel může spolehnout, že systém funguje tak, jak je stanoveno, že je v daných podmínkách a v daném časovém úseku použitelný, a že je bezpečný. Spolehlivostí se zde rozumí kombinace bezporuchovosti, pohotovosti, udržovatelnosti a bezpečnosti. Používá se pro ni zkratka RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety), která charakterizuje dlouhodobou činnost systému. Takto definované spolehlivosti se dosahuje užíváním ověřených technických koncepcí, metod, nástrojů a postupů během celého životního cyklu systému. Jednotlivé prvky spolehlivosti RAMS [52] jsou definovány takto:

- bezporuchovost (reliability) – schopnost objektu plnit požadovanou funkci v daných podmínkách a v daném časovém intervalu. Tato funkce je charakterizována

takovými parametry, jako jsou střední doba mezi poruchami MTBF (Mean Time Between Failures), intenzita poruch apod.;

- pohotovost (availability) – schopnost produktu být ve stavu schopném plnit požadovanou funkci v daných podmínkách v daném časovém okamžiku nebo v daném časovém intervalu, za předpokladu, že jsou zajištěny požadované vnější prostředky; pohotovost je zde určována zejména bezporuchovostí a udržovatelností;
- udržovatelnost (maintainability) – schopnost systému být modifikován za účelem opravy vad, zlepšení vlastností nebo jiných atributů, nebo přizpůsobení jinému prostředí; charakteristickými parametry jsou např. MTTR (Mean Time to Recovery), MTTM (Mean Time to Maintenance) apod.;
- bezpečnost (safety) – neexistence nepřijatelných úrovní rizik vzniku škody nebo ohrožení zdraví. Je zřejmé, že pohotovost a bezpečnost spolu velmi úzce souvisejí a vzájemně se ovlivňují. Je možné to chápat tak, že nedostatky v těchto dvou složkách nebo chybné řešení konfliktů mezi požadavky na bezpečnost a pohotovost mohou zabránit vytvoření spolehlivého systému. Při hodnocení bezpečnosti, resp. bezpečnostních funkcí, musí řešitelé vycházet z hodnocení rizik, které požadovaná funkce může ovlivnit. Hodnocení rizik a míra přijetí rizik implikuje stanovení úrovně integrity bezpečnosti, která bude definována níže.

Proto do řídicích systémů jsou alokovány bezpečnostní funkce, tj. funkce pro zajištění bezpečnosti (safety function), které zaručí, že se řízené zařízení / řízený systém uvedou do bezpečného stavu nebo zůstanou v bezpečném stavu (fail-safe) při výskytu konkrétních nebezpečných událostí (pochopitelně jen těch zařízení, která jsou pokryta bezpečnostními funkcemi). Takto koncipovaný systém je nazýván systém se vztahem k bezpečnosti, systém pro podporu bezpečnosti (safety-related system). Sám musí být navržen jako bezpečný [52].

Dle údajů shromážděných v práci [9] u běžných technických zařízení a objektů se prokazuje schopnost bezchybné funkčnosti na stoleté pohromy; u důležitých mostů, přehrad pro tisícileté pohromy; a u jaderných zařízení na deseti tisícileté pohromy (pozn. úložiště aktivního plutonia vyžadují prokázání odolnosti na sto tisíciletou pohromu). Různé prahové hodnoty jsou stanoveny tak, aby zajistily provozuschopnost po celou dobu předpokládané životnosti. Dosavadní řešení jsou prováděná na základě dobré inženýrské praxe a jejich dlouhodobá bezpečnost a spolehlivost se těžko prokazuje.

Spolehlivostní inženýrství (přesněji inženýrství spolehlivosti) se přednostně zabývá chybami a redukováním četnosti jejich výskytu. Spolehlivost je definovaná jako charakteristika daného objektu, která je vyjádřena pomocí pravděpodobnosti, že sledovaný objekt bude vykonávat specifikovaným způsobem funkce, které jsou na něm požadovány během stanoveného časového intervalu a za stanovených, resp. předpokládaných podmínek.

Teorie spolehlivosti je matematická disciplína, která se zabývá mírou selhávání prostředků nebo systémů, od kterých se očekává nějaká funkčnost nebo odolnost vůči vnějším vlivům, a rychlostí zotavení z jejich poruchových stavů. V hierarchii matematických odvětví patří pod aplikovanou statistiku. Pomocí nástrojů teorie spolehlivosti se vyčíslují parametry poruch, jako např. bezpečnost nebo spolehlivost, především těch zařízení, jejichž nečinnost nebo nesprávná činnost jsou z nějakého důvodu vysoce nežádoucí.

Při aplikaci teorie spolehlivosti se bezpečnost zajišťuje vkládáním bezpečnostních funkcí, tj. řízením.

2.1.2. Inženýrství orientované na bezpečnost technického díla

Jak již bylo výše uvedeno, bezpečnost, jako soubor opatření a činností zajišťujících bezpečí a udržitelný rozvoj lidského systému či jiné entity (který omezuje podmínky vzniku nebezpečí), vytváří lidé, kteří by se měli starat nejen o přežití, moc, sociální shodu a prevenci škod, ale měli by vyřešit následující metodicko-konceptuální problémy:

1. Neuvažovat bezpečnost v „kulturní izolaci“, protože tak se bezpečnost stává sebe referenční. Bezpečnost se musí formovat pod vlivem apriorně definovaných rizik.
2. V bezpečnostních studiích je třeba oprostit koncept bezpečnosti od ideologického a politického klišé.
3. V metodice řízení bezpečnosti je třeba dát důraz na rozhodování o řešení problémů a na zvažování přínosů a dopadů konkrétních rozhodnutí, a to z pohledu veřejného zájmu.
4. Stále mít na paměti vztah mezi rizikem a bezpečností; tj., že obecně nejde o komplementární veličiny [3-30, 43-45, 48,49]. Podstata problému je v odpovědích na otázku: Jak se identifikují rizika a jejich škodlivé dopady? Odpověď: Stanovují se věrohodnými scénáři. Ale jak se takový scénář tvoří? Obvykle se scénář odkazuje na minulé události a jevy, a nebere v úvahu porušování pravidel a pátrání po možných překvapeních.

Moderní stát hraje roli, která se dá popsat v termínech řízení rizik, protože přerozděluje určité typy rizik prostřednictvím systému blahobytu / veřejného blaha a zdravotní péče. Rostoucí debaty o riziku na úrovni veřejné správy je možné vysvětlit jako důsledek uvědomění rizik, kvůli nimž může selhat poskytování veřejných služeb. Nadto veřejnost se může při špatně zvládaných krizových a nouzových situacích domnívat, že veřejná správa je zdrojem rizik.

Integrální bezpečnost technického díla znamená bezpečnost systému jako celku (při jejím chápání jako vlastnosti systému jde o míru kvality systému). Je založena i na řízení rizik spojených s rozhraními mezi komponentami. Bezpečnost technických děl není proto jen záležitost technická, je směsicí aspektů zabezpečení a spolehlivosti a vysoce souvisí s provozní spolehlivostí technického systému. **Bezpečnost systému** je vlastnost systému, která zajišťuje, že ani za kritických podmínek systém neohroží sebe, ani své okolí.

Zajištění bezpečného systému je výsledkem fungování procesu řízení bezpečnosti (uspořádaného souboru opatření a činností), který je souborem procesů, jež mají pod kontrolou všechny faktory, které by mohly vést ke vzniku škody, ztráty či újmy na systému a jeho okolí. Ze systémového hlediska se bezpečnost skládá z následujících komponent:

1. Informační činnost pro podporu rozhodování, protože stav bezpečí je výsledkem racionálního rozhodování a dobrých informací. Je však třeba počítat s vlivy na rozhodování o bezpečí jako jsou různá omezení (institucionální, právní, organizační), vlivy medií a veřejného mínění a dimenze politické (zájmové skupiny, ideologie) a technologické.
2. Struktura technického systému, což jsou zařízení, technologie a organizační složky.

3. Lidé jako subjekty bezpečnosti (experti a manažeři bezpečnosti), lidé jako objekty bezpečnosti (ochrana a prevence).
4. Procedury spojující lidi a strukturu.

Bezpečnost v současném pojetí má cíle vyšší, tj. technické dílo musí nejen plnit řádně své funkce po dobu životnosti, ale ani za kritických podmínek nesmí ohrozit sebe a své okolí. Právě tento fakt upřednostňuje řízení bezpečnosti. Navíc koncept integrální bezpečnosti řeší konflikty proaktivně, od počátku projektu a uplatňuje princip předběžné opatrnosti [4,5]. Podle něho řídicí systém sledovaného technického díla musí udržovat určené fyzikální veličiny (parametry dílčích systémů) na předem určených hodnotách. V procesu regulace mění řídicí systém působením na akční veličiny stavy jednotlivých řízených systémů tak, aby bylo dosaženo žádaného stavu celého systému. U řídicího systému se sledují v prioritním pořadí vlastnosti jako:

- úroveň dodržování stanovených podmínek provozu a nevytváření škodlivých (nepřijatelných) dopadů na samotný systém a na jeho okolí,
- funkčnost (úroveň plnění požadovaných úkonů),
- provozuschopnost, tj. úroveň plnění požadovaných úkonů v závislosti na podmínkách normálních, abnormálních a kritických,
- provozní stálost, tj. úroveň dodržování stanovených podmínek provozu v čase,
- inherentně zabudovaná odolnost vůči možným pohromám.

Z výše uvedeného vyplývá, že řídicí systémy určují kvalitu a výkon (výkonnost) systémů. Mají rozhodující vliv na bezpečnost, a proto se u řídicích systémů sledují faktory: odpovědná autonomie; adaptabilita; celistvost; a smysluplnost úkolů. Celistvost vyjadřuje vnitřní jednotu, tj. autonomnost, nezávislost a odlišnost od okolí. Protože lidské chování není deterministické, jsou hlavními charakteristikami předmětných systémů vynořující se vlastnosti, nedeterministické chování a složité vztahy mezi organizačními cíli. O každém sledovaném systému vždy rozhoduje člověk a údržba, renovace, změny. Z inženýrského pohledu se sledované systémy charakterizují strukturou, hardwarem, procedurami, prostředím, toky informací, organizací (problém organizačních havárií) a rozhraním mezi uvedenými položkami [13].

Z důvodů složitosti technických děl jsou u nich typické vzájemné závislosti, které mají povahu fyzickou, kybernetickou, logickou a územní. V důsledku závislosti dochází ke spřažením trvalým nebo dočasným jen za jistých podmínek. Předmětná spřažení jsou příčinou průřezových rizik, která se realizují jen za jistých podmínek a vedou ke kaskádovitým jevům, neočekávaným jevům, které působí významné ztráty a škody jak na aktivech technologického díla, tak na okolí, tj. veřejných aktivech. Ve složitých systémech je možné velké množství kombinací procesů, a proto nejsme schopni stanovit všechny možné scénáře havárií. Nerozlučitelnost chování systému spočívá v tom, že systémy: jsou vystaveny skrytým propojením, která mohou neutralizovat zálohování, spojky, firewalls, a tím vytvořit situace, pro které inženýři nepřipravili rozumný postup. Kaskádová selhání mohou akcelarovat ztrátu kontroly, zmást obsluhu a odepřít možnost obnovy normálního režimu.

Proto na základě současného poznání je třeba počítat jak s proměnnou technických (technologických) děl v čase, tak s dynamickým vývojem okolí technologických děl, což znamená i proměnu vzájemných vztahů technologických děl a jejich okolí. Proto cíl zajistit bezpečné technologické dílo znamená řídit integrální bezpečnost pomocí zacíleného řízení rizik, a to na několika úrovních: technické, funkční / operativní, taktické, strategické i politické. Je zřejmé, že kvalifikované řízení na úrovních technické až strategické musí provádět systémoví inženýři, kteří nemusí být experty na všechny

aspekty systému, ale musí rozumět podsystémům a různým jevům v nich natolik, aby byli schopni popsat a modelovat jejich charakteristiky, pochopit rizika, jejich zdroje a dopady a včasnými zásahy zabránit škodám a ztrátě konkurenceschopnosti technologického díla.

Bezpečnost systému, kterou ovlivňují jeho jednotlivé komponenty (hardware, software, mechanické prvky atd.), je nejvýznamněji určována interakcí těchto komponent. Pravděpodobnost, že systém za všech stanovených podmínek bude po definovanou dobu uspokojivě provádět bezpečnostní funkce, se označuje jako integrita bezpečnosti (safety integrity). Integrita bezpečnosti je určována kombinací:

- kvantifikovaných prvků obvykle spojených s hardwarem, kde se vyskytují náhodné poruchy;
- nekvantifikovatelných prvků obvykle spojených se softwarem, dokumentací apod., kde se vyskytují systematické chyby.

Při aplikaci teorie bezpečnosti lze použít navíc inherentní bezpečnost

2.1.3. Srovnání výstupů z inženýrství orientovaného na spolehlivost a na bezpečnost technického díla

Již v r. 1978 Barry Turner [43] na základě analýz havárií technických děl vyslovil myšlenku, že složitost systému, kterým je technické dílo, zabraňuje stanovit všechna rizika, která mohou poškodit technické dílo a jeho okolí. Předmětný poznatek rozpracoval a potvrdil Charles Perrow na základě důkladné analýzy jaderné havárie Three Mile Island [44] a také závěry EU v r. 1981, které vedly k vydání direktivy SEVESO [53], která se neustále vylepšuje.

Předmětné poznání pochopitelně narušilo hegemonii teorie spolehlivosti a vzniklo soupeření mezi oběma směry, na které poukázal Scot Sagan [45]. Do dnešního dne dohady mezi zástupci inženýrství spolehlivosti a inženýrství bezpečnosti pokračují. Spolehlivostní inženýři věří, že haváriím může být zabráněno dobrým organizačním projektem a řízením (tj. jde o přístup založený na vysoké spolehlivosti). Předmětný přístup tvrdí:

- bezpečnost je primárně organizační cíl; zálohování zvyšuje bezpečnost, protože duplikace a překrytí zajistí, že spolehlivý systém nemá nespolehlivé části,
- decentralizované rozhodování dovoluje promptní a flexibilní odezvy na překvapení,
- kultura spolehlivosti zvyšuje bezpečnost podpořením jednotné aktivity obsluhy, protože vyžaduje striktní organizace činností;
- kontinuální akce, výcvik a simulace vytváří a udržují vysokou úroveň spolehlivosti systému,
- testy a poučení z havárií jsou efektivní a mohou být doplňovány předtuchami a simulacemi.

Spolehlivostní inženýři často považují spolehlivost a bezpečnost za synonyma. To je pravda jen v některých speciálních případech. Všeobecně má bezpečnost širší / vyšší význam a je pravda, že spolehlivost a bezpečnost mají mnoho společných vlastností [4].

Inženýři prosazující řízení rizik ve prospěch bezpečnosti [43-45,48,49] tvrdí, že u složitých technických děl jsou havárie a selhání nevyhnutelné a že zálohování (používané ke zvýšení provozní spolehlivosti) často zvyšuje složitost systému. Údaje shromážděné v [4] ukazují, že:

- mnohé havárie nastaly bez toho, že by selhala nějaká komponenta. Právě naopak, častokrát všechny komponenty při haváriích fungovaly podle očekávání a bezchybně,
- jindy se stalo, že komponenty selhaly (měly poruchu) a přitom nedošlo k havárii,
- havárie a nehody mohou být zapříčiněny provozem zařízení mimo povolené rozsahy hodnot parametrů nebo časových limitů, z kterých vycházely analýzy bezpečnosti či analýzy spolehlivosti. To znamená, že systém může mít vysokou spolehlivost, a přece může dojít k havárii. Navíc, generalizované pravděpodobnosti a analýzy spolehlivosti se nemohou přímo aplikovat na specifické, anebo lokální podmínky. Nejdůležitější je, že havárie a nehody mnohdy nejsou výsledkem jednoduchých kombinací chyb (selhání) komponentů [4].

Na základě současného poznání není tudíž možné, aby spolehlivostní inženýrství nahrazovalo systém řízení bezpečnosti, může ho ale doplnit. Musí to však být provedeno s jasným vědomím, že konečným cílem je zvýšení odolnosti systému vůči nebezpečím spojeným s výskytem náhodných chyb.

Je vždy lepší, když se zařízení (systém) navrhuje tak, že individuální náhodné chyby nemohou způsobit havárii, i kdyby se vyskytly (např. princip zabudovaný do ovládání zařízení – nemůžeš splnit úkon v požadované kvalitě, neproved' ho; nemůžeš splnit úkon v požadované kvalitě, informuj a nastartuj odezvu); je si však třeba uvědomit, že to není vždy možné. Velké opatrnosti je třeba při aplikování technik odhadování spolehlivosti pro posuzování bezpečnosti. Pokud nejsou havárie nevyhnutelně zapříčiněné událostmi, které se dají vyjádřit pravděpodobnostmi, nelze pro ně všeobecně používat míry pravděpodobnosti rizika.

Odhady pravděpodobnosti měří pravděpodobnost náhodných chyb, a ne míru rizik a nehod anebo havárií (které souvisí s neurčitostmi). Když se při analýzách systému řízení bezpečnosti najde chyba v projektu, je daleko účinnější, tuto chybu odstranit než někoho přesvědčovat pomocí vypočítaných pravděpodobností, že tato chyba nikdy nezpůsobí havárii. Nízké hodnoty pravděpodobnosti výskytu havárie nezaručují bezpečnost a bezpečnost nevyžaduje mnohdy ultra vysokou spolehlivost zařízení.

Hlavním nedostatkem pravděpodobnostních modelů nejčastěji není to, co zahrnují, ale to, co nezahrnují. Nízké hodnoty pravděpodobnosti jednoduše nehovoří o tom, že systém neselže uvažovaným způsobem, ale naopak, že selže s daleko vyšší pravděpodobností způsobem, o kterém uvažováno nebylo. Odlišování rizika nehody od chyb je podstatné pro to, abychom porozuměli rozdílu mezi bezpečností a spolehlivostí.

Podle [53] mají rozhodující vliv na bezpečnost následující faktory:

- odpovědná autonomie,
- adaptabilita,
- celistvost,
- smysluplnost úkolů.

Protože lidské chování není deterministické, jsou hlavními charakteristikami předmětných systémů vynořující se vlastnosti, nedeterministické chování a složité vztahy mezi organizačními cíli. O každém sledovaném systému vždy rozhoduje člověk a údržba, renovace, změny. Z inženýrského pohledu se sledované systémy charakterizují *strukturou, hardwarem, procedurami, prostředím, toky informací, organizací* (problém organizačních havárií – [4-7]) a *rozhraním mezi uvedenými položkami*.

Na základě současného poznání shrnutého v pracích [4,5] orientace na bezpečnost musí být součástí systému řízení technického díla při respektování omezení reálného světa. V praxi to znamená zvažovat:

- technické dílo jako kombinaci lidí, postupů a zařízení, které jsou integrované tak, aby se prováděl specifický provozní úkol nebo funkce ve specifickém prostředí,
- koncept bezpečnosti systému jako aplikaci speciálních technických a organizačních dovedností s cílem systematicky předcházet identifikací ohrožení a řízením rizik a škodám a ztrátám na aktivech lidského systému s nimi spojených, a to během celé životnosti každého zařízení vytvořeného a realizovaného člověkem,
- bezpečnost kybernetických nástrojů použitých v systémech řízení.

Práce [4,5] ukazují, že orientace na řízení rizik zacílené na zajištění spolehlivosti technických děl není dostatečné pro zajištění bezpečí lidí a ostatních veřejných zájmů, protože:

- při řízení spolehlivosti technického díla je orientace na výkon a cenu technického díla. Je pravdou, že inženýrství spolehlivosti se stále vyvíjí: používá pravděpodobnostní přístupy; teorii Dempster-Shaferovu [54,55] pro zvládnutí neurčitostí; i postupy pro zvyšování pružné odolnosti (resilience). Avšak orientuje se na výkon a cenu technického díla, tj. ne na bezpečí lidí a životního prostředí,
- naproti tomu bezpečnost technického díla se orientuje na spolehlivost, funkčnost a nepoškození sebe a veřejných aktiv [5]. A k tomu používá: principy inherentní bezpečnosti; řízení rizik zacílené na bezpečí lidí; principy spolehlivosti; kulturu bezpečnosti; snižování zranitelnosti a řízení resilience; a plány na zajištění odezvy [5].

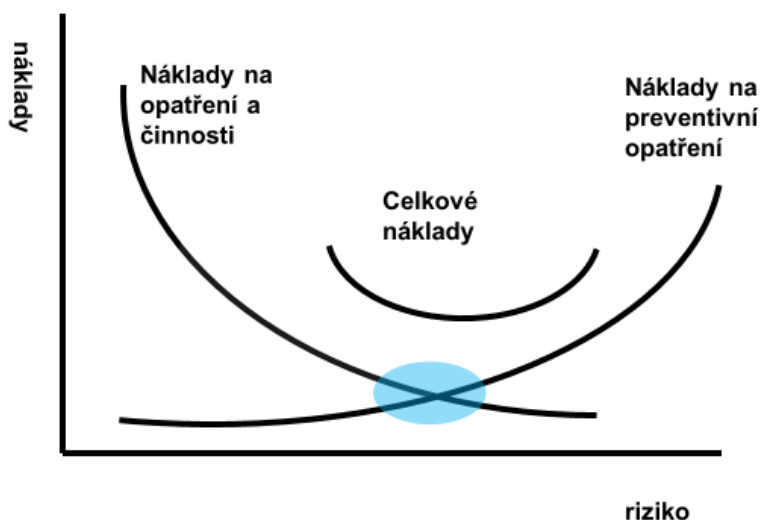
Srovnání obou přístupů ukazuje obrázek 2.



Obr. 2. Příklad základního konfliktu při řízení kritických objektů – sestaveno s uvážením představy v [56].

Konflikty mezi spolehlivostí a bezpečností ukazuje také práce [57]. Je faktem, že inženýrský projekt s velkou bezpečností je nákladný a že touha každého investora po co

nejmenších nákladech na technické dílo vede ke snížení bezpečnosti, tj. k zúžení intervalu podmínek, které technické dílo zvládne. Obrázek 3 ukazuje, že v reálu je třeba porovnávat náklady na snížení rizika a náklady na nutná opatření, tj. jde o aplikaci metody CBA [39] s vyhověním požadavkům na bezpečnost.



Obr. 3. Interval celkových nákladů, ve kterém je zajištěna bezpečnost; zpracováno dle [58]; oblast optimálních nákladů je vyznačena modře.

Ze současného poznání shrnutého v pracích [4,5] vyplývá, že bezpečnost technických děl, které jsou složitými technologickými systémy, které představují soubory otevřených a vzájemně se prolínajících systémů uspořádaných tak, aby plnily určité úkoly v oblasti součinnosti (interoperability), závisí především na řízení integrálního rizika, a to hlavně dílčích rizik spojených s vazbami a toky v systému. Výběr vhodné strategie na zmírňování rizika je velmi komplexní a kritický úkol. Nejde jen o snížení pravděpodobnosti výskytu selhání, ale také o zlepšení podmínek provozních aktiv, jejichž selhání může vést k velkým provozním nákladům.

Nesprávná strategie snižuje produktivitu a výnosnost technického díla. Výběr strategie zmírňování rizika je proto typický multikriteriální rozhodovací problém [7]. Nejlepší strategie se musí vybrat z možných alternativ. Musí být vzato v úvahu množství kritérií, z nichž některá jsou konfliktní [4-7,13,56]. Aby se zabránilo iniciaci velkých rizik, která při realizaci působí velké ztráty a škody lidem a dalším veřejným i privátním aktivům, tak základním cílem řízení technických děl není dosáhnout velkého množství výrobků, ale i prevence ztrát na svých i veřejných aktivech, a proto se hledá konsensus mezi řízením rizik a řízením aktiv objektu. Jde o nalezení způsobu, kterým se nevyvolají rizika, která způsobí ztráty a škody na veřejných i privátních aktivech, které budou de facto vyšší než užítky ze zvýšené výroby.

Protože při orientaci na prevenci ztrát dle [56] nejde jen o snížení pravděpodobnosti výskytu selhání, technického díla, ale také o zlepšení podmínek provozních aktiv, tak SMS (systém řízení bezpečnosti) technických děl musí být flexibilní a musí být zacílen na interoperabilitu veřejných a privátních aktiv.

Heterogenita a těsná propojení systémů v technických dílech (objektech a infrastrukturách) jsou příčinou obtížného popisu a emergentního chování předmětných systémů [4,5,13]. Klasické analytické metody nemají schopnost poskytnout dostatečný pohled

kvůli složitosti systémů. K tomu je třeba hluboké porozumění a holistický přístup [4,5,13].

Kromě inherentní složitosti předmětných systémů jsou důležitá jejich propojení, označovaná jako interdependences. Zvláštní význam mají emergentní propojení, která vzniknou jen za specifických podmínek. Právě tyto nepředvídatelné závislosti jsou příčinou kaskádovitých selhání, anebo nežádoucích domino efektů a jiných nežádoucích jevů, které jsou důsledkem různých synergií a kumulací, a které jsou největší hrozbou pro dnešní společnosti

Interoperabilita (vzájemná schopnost spolupráce) dílčích systémů znamená, že dílčí systémy plní zadané úkoly tak, aby systém systémů plnil cíl v požadovaný čas, v požadovaném rozsahu a v požadované kvalitě, a to za normálních, abnormálních i kritických podmínek. To znamená, že chování prvků je koordinované a zacílené na určitý cíl, tj. vzájemným sdílením inherentních instrukcí (know-how systému) jsou v prostorově-časové oblasti zajištěny takové součinnosti prvků, kterými se dosáhne cílů. Jde o implicitní schopnost procesního systému (technologie), zajistit nejúčinnější, kvalitní, bezpečný, environmentálně šetrný, ekonomicky efektivní, automatizovaný a integrovaný průběh procesů přes rozhraní různých vnitřních entit a jejich okolí. Cílem je operabilní poskytování vzájemných služeb operačních objektů v souladu s požadavky jeho subjektů ve standardizovaném prostředí. Interoperabilita v kontextu rozsáhlé aplikace je schopnost systému spolupracovat s jinými systémy bez zvláštního úsilí zákazníka / uživatele. Je to schopnost interakce a výměny informací mezi technologickými objekty a jejich informačními systémy jak uvnitř, tak vně objektu. Musí být řešena minimálně ve třech oblastech / úrovních: DATA, APLIKACE, ORGANIZACE [59]. Nejde tedy pouze o problém software a IT, ale i o komunikace, technické a organizační záležitosti.

2.1.4. Vybrané inženýrské pojmy, které je třeba sledovat v návrhu technického díla

Na základě zvažovaného konceptu [1,4-7] bezpečný systém je chápán jako systém, který je zabezpečen vůči všem vnitřním a vnějším pohromám včetně lidského faktoru, tj. všem škodlivým jevům, a který ani při svých kritických podmínkách neohrožuje sebe a své okolí, tj. prostor, ve kterém žijí lidé. Jelikož každé technické dílo se nachází v proměnném světě, je třeba bezpečnost řídit. Pro podporu systému řízení bezpečnosti je třeba dle údajů jak v pracích [3-7,13], tak v pracích v nich citovaných, zpracovat řadu podpůrných nástrojů jako jsou: bezpečnostní plány, vnitřní a vnější nouzové plány, plány kontinuity a krizové plány.

V praxi se velmi osvědčily plány řízení prioritních rizik [3-7,13], a proto je v kapitole 6 předmětný plán zpracován pro sledovaný problém. Předmětné plány mají tabelární formu, která obsahuje: oblast rizika; popis rizika; ocenění rizika; a opatření pro zvládnutí rizika. Oblast rizika se zpravidla dělí na podoblasti: organizační; technickou; personální; vnějších faktorů; a kybernetickou. Popis rizika obsahuje zásadní dopady a jejich důsledky na sledovaná aktiva. Oblast ocenění rizika obsahuje výsledek hodnocení pravděpodobnosti výskytu a výsledek ocenění dopadů na aktiva dle stanovených stupnic (právě zde je v praxi nejvíce chyb – stupnice jsou jen verbální a není vyznačen vztah ke škodám na aktivech [5-7]). Oblast opatření na zmírnění rizika obsahuje taxativně: opatření, které se udělá při realizaci rizika; stanovení jak a podle čeho se opatření udělá; a kdo opatření udělá (tj. odpovědnost za provedení); příklady jsou v práci [5,7]).

Z pohledu veřejného zájmu musí dle [4,5] technické dílo být navrženo, zkonstruováno a po celou dobu řízeno tak, že jsou uplatněny principy:

- řízení rizik je zacílené na integrální bezpečnost,
- systémy řízení a dohledu jsou vytvářeny a provozovány tak, že zahrnují všechny zainteresované strany (subdodavatele, dodavatele atd.) a jsou zacílené na bezpečnost, dostupnost, odpovědnost a spolehlivost,
- proces pro řízení bezpečnosti PSM (proces of safety management) je navržen, zkonstruován a provozován tak, že obsahuje nejdůležitější funkce, jejich parametry a řídí je (včetně bezpečnosti, spolehlivosti, dostupnosti, udržitelnosti a bezpečnosti a / nebo zabezpečení; RAMS), analyzuje chyby, především na rozhraní se systémy různé podstaty; tj. zvažuje nejen technické parametry, ale i ostatní parametry související se změnami prostředí a lidským faktorem,
- jsou posuzovány všechny důležité monitorované aktivity a jsou prováděny případné korekce,
- je sledována a posuzována kvalita informačního výkonu a jsou identifikovány položky, které jsou zvláště citlivé z pohledu úrovně celkové bezpečnosti, anebo zabezpečení,
- je prováděn audit systému řízení z hlediska efektivity nákladů.

Zajištění bezpečného systému je výsledkem koordinace **souboru procesů, jež mají pod kontrolou všechny faktory, které by mohly vést ke vzniku újmy**. Ze systémového hlediska se bezpečnost skládá z těchto komponent:

1. *Informační činnost* na podporu rozhodování, protože stav bezpečí je výsledkem racionálního rozhodování a dobrých informací. Je však třeba počítat s vlivy na rozhodování o bezpečí jako jsou různá omezení (institucionální, právní, organizační), vlivy médií a veřejného mínění a dimenze politické (zájmové skupiny, ideologie) a technologické.
2. *Struktura bezpečnosti, což jsou opatření pro zařízení, technologie a organizační složky*.
3. *Lidé jako subjekty bezpečnosti (experti a manažeři bezpečnosti), lidé jako objekty bezpečnosti (ochrana a prevence)*.
4. *Procedury spojující lidi a strukturu*.

Výše uvedené požadavky přesahují legislativní požadavky, protože jsou multidisciplinární a zahrnují více subjektů. Lze je zajistit pouze spoluprací odborníků ze všech oblastí; tj. je nutná koordinace odborníků při tvorbě návrhu technického díla a jeho realizaci.

U technických děl, která patří do velmi složitých socio-kyber-technologických systémů, majících formu systémů, je pro bezpečnost i spolehlivost systému nutný ještě další parametr kvality, kterým je interoperabilita, tj. schopnost propojených systémů plnit správně a včas v daném místě a čase požadované úkoly v požadované kvalitě. Tvorba a provoz bezpečného systému jsou podstatně náročnější na znalosti, zdroje, síly a prostředky, a proto v běžné praxi jsou používány zabezpečené systémy, které jsou v případě potřeby doplněny organizačními opatřeními, která zajišťují ochranu veřejných aktiv, když předmětné systémy ohrožují sebe a své okolí [4,5,13].

Na základě současného poznání z analýzy velkých havárií (Buncefield, Černobyl, Fukushima apod.) [4,5] se u návrhu složitých technických děl musí řešit minimálně dva následující úkoly:

1. Problém funkčnosti souboru vzájemně propojených (tj. závislých) objektů a infrastruktur (tj. systému systémů) za normálních, abnormálních a kritických podmínek.
2. Vyhledání kritických stavů systému systémů, které jsou nepředvídatelné a za jistých podmínek mohou přejít do vysoce nežádoucích, tj. vysoce nepřijatelných stavů, ve kterých je ohrožena samotná existence technického díla a v některých případech i existence lidí v okolí technického díla a které obvykle označujeme jako krizové.

Jak bylo výše uvedeno, tak na základě současného poznání je bezpečnost vlastnost systému, která je nadřazena spolehlivosti, a tak parametry, které určují kvalitu systému, jsou uspořádány do pořadí:

- bezpečnost, tj. schopnost systému předcházet kritickým stavům systému (aktivní bezpečnost využívá prvky řízení; pasivní bezpečnost využívá ochranné prvky) a při jejich výskytu neohrozit existenci ani sebe, ani svého okolí,
- spolehlivost, tj. schopnost systému poskytovat požadované funkce za daných podmínek, v dané kvalitě a v daném časovém intervalu,
- dostupnost, tj. schopnost systému poskytovat požadované funkce při výskytu procesu, který danou funkci využívá,
- integrita, tj. schopnost systému poskytovat časově korektní a platná hlášení uživatelům o poruchách systému,
- kontinuita, tj. schopnost systému poskytovat požadované funkce bez přerušení během vyvolání procesu,
- přesnost, tj. schopnost systému zajistit požadované chování systému v požadovaném rozmezí.

Interoperabilita složitěho objektu je schopnost objektu, která zajišťuje, že jeho dílčí systémy pracují společně efektivním způsobem podle konceptu projektu, který je zaměřen na určitý cíl [4,5,13]. Dělí se na technickou a organizační. Technická interoperabilita se vztahuje k fyzickým a komunikačním spojení mezi zařízeními a systémy. Organizační interoperabilita se zabývá vztahy mezi organizacemi a jejich částmi včetně podnikatelských a právních vztahů.

Výše je sledována definice bezpečnosti jako vlastnost systému, tj. vrcholová vlastnost systému – integrální, celková bezpečnost. V technické praxi se však používá ještě pojem provozní bezpečnost. Bohužel slovo „provozní“ se často vynechává, a tak dochází ke zmatkům, které se pak přenáší i do dalších pojmů a souvislostí. **Provozní (někdy též technická) bezpečnost** představuje soubor opatření a činností, které vytvořil tvůrce technického díla a které zajišťují bezpečný provoz technického díla. Je zajištěná řízením rizik zacíleným na spolehlivost systému [4]. Na ni je navázaná integrita bezpečnosti.

Integrita bezpečnosti technického díla (Safety Integrity Level – SIL) je vlastně integrita provozní bezpečnosti a označuje schopnost technického díla dosáhnout požadovaných bezpečnostních funkcí. Je definována jako „pravděpodobnost systému technického díla souvisejícího s bezpečností uspokojivě plnit požadované bezpečnostní funkce za všech stanovených podmínek a po stanovenou dobu“. Sleduje se většinou ve spojení s lidskými chybami v různých etapách životního cyklu systému. Patří sem např. chyby specifikace požadavků, chyby návrhu, chyby instalace, chyby údržby, chyby modifikace.

Posouzení integrity bezpečnosti souvisí s posouzením, jak systém bezpečně selže. Tj. posuzuje se pravděpodobnost výskytu bezpečného selhání a nebezpečného selhání.

Integrita technického díla znamená integritu provozní bezpečnosti, tj. provázání provozní bezpečnosti, spolehlivosti a funkčnosti zařízení během životnosti – projekt, stavba, provoz, údržba a řízení, dozor.

Integrita (celistvost) *provozní* bezpečnosti (SIL) je tudíž základní mírou spolehlivosti technického díla. Právě tento parametr je zvažován v požadavcích **RAMS** (Reliability, Availability, Maintainability, Security) nebo **ARSS** (Availability, Reliability, Safety, Security), přičemž platí:

1. Availability (**dostupnost**) je schopnost systému poskytovat služby, když se požadují.
2. Reliability (**spolehlivost**) je schopnost systému fungovat tak, je zamýšleno, tj. plnit úkoly tak, jak mu byly předepsány.
3. Safety (**bezpečnost**) je schopnost systému fungovat tak, že nepůsobí škodlivě na sebe a na okolí.
4. Security (**zabezpečení**) je schopnost systému ochránit se před nežádoucími vnějšími a vnitřními vlivy.

Veličina SIL definovaná výše uvedeným způsobem je spojena se spolehlivostí systému. Úroveň SIL ovlivňuje jak konstrukci systému (např. zálohování funkcí pomáhajících zajistit bezpečnost), tak procesy během konstrukce technického díla. Úrovně SIL jsou uvedeny v tabulce 1 dle [60]. Na základě výsledků v praxi zajištění

- SIL 1 – SIL 2 znamená zvýšení nákladů o 20-50 %,
- SIL 2 – SIL 3 znamená zvýšení nákladů o 50-150 %.

Tabulka 1. Úrovně SIL [60]; PFD_{AVG} - střední pravděpodobnost výskytu nebezpečné poruchy plnit svou bezpečnostní funkci na vyžádání; PFH - střední pravděpodobnost chyby bezpečnostní funkce za hodinu.

SIL	(PFD_{AVG})	(PFH)
SIL 1	$\geq 10^{-5}$ až $<10^{-4}$	$\geq 10^{-9}$ až $<10^{-8}$
SIL 2	$\geq 10^{-4}$ až $<10^{-3}$	$\geq 10^{-8}$ až $<10^{-7}$
SIL 3	$\geq 10^{-3}$ až $<10^{-2}$	$\geq 10^{-7}$ až $<10^{-6}$
SIL 4	$\geq 10^{-2}$ až $<10^{-1}$	$\geq 10^{-6}$ až $<10^{-5}$

Protože spolehlivost ve smyslu reliability není samotná schopná zajistit SIL, a proto se sleduje provozní spolehlivost (dependability). Jak již bylo výše řečeno provozní spolehlivost systému (dependability) se rozkládá do dvou základních vlastností, kterými jsou zranitelnost a odolnost. V praxi se pak úsilí soustřeďuje na snižování zranitelnosti objektu a na zvyšování odolnosti objektu [6].

U složitých objektů se při hodnocení provozní spolehlivosti vždy charakterizují a popisují tři základní vlastnosti [4,5]: pružná odolnost (resilience); zranitelnost; a schopnost adaptace:

1. Odolnost (resilience) systému představuje jistou funkční schopnost složitěho objektu plnit úkoly i za jiných podmínek, než jsou podmínky normální, pro které byl objekt zkonstruován. Pro zajištění předmětné schopnosti je nutné, aby objekt měl určitou adaptační kapacitu. Proto dle [5] jsou v projektování, výstavbě a provozování technických děl zvažovány intervaly očekávaných podmínek a jim odpovídající mezní (kritické) stavy, tj. předvídatelné situace, jejichž dopady jsou vysoce nepříjemné; tzv. **limity a podmínky**, které musí být obsaženy v dokumentaci každého technického díla. Pro zajištění bezpečnosti se pro odvrácení nežádoucích podmínek uplatňuje princip předběžné opatrnosti a speciálně se vytváří zařízení a systémy pro podporu bezpečnosti při výskytu těchto mezních podmínek. Nicméně mohou nastat kritické stavy, které jsou nepředvídatelné nebo jsou důsledkem závažné chyby obsluhy, anebo vnější pohromy, se kterou se v projektu objektu nepočítalo, a ty mohou přejít do nežádoucích / nepříjemných, tj. i vysoce kritických (krizových) stavů. Pro jejich zvládnutí je třeba vytvářet specifické nástroje odezvy, pro kterou musí být vytvořeno zázemí již v návrhu technického díla. Pružná odolnost systému je schopnost systému absorbovat a využít odchylky a změny vyvolané pohromou tak, že systém není poškozen a přetrvá ve své funkčnosti; zajišťuje se technicky nebo organizačně [1].
2. Zranitelnost (vulnerability) systému je náchylnost systému při výskytu pohromy ke vzniku škody [5-7].
3. Adaptace (adaptability) systému je schopnost systému přizpůsobit se změnám bez škod nebo za přijatelných škod [5-7].

Kritičnost složitěho objektu (**C**) je míra, s jakou může dojít v souvislosti s činností sledovaného objektu k úrazu osob, zničení materiálu, škodě či jiným velkým ztrátám. Platí vztah:

$$C = S \cdot O \cdot B , \quad (1)$$

ve kterém **S** je závažnost největšího dopadu dané pohromy v oblasti lidských životů, majetku, financí, životního prostředí; **O** pravděpodobnost výskytu pohromy; a **B** je podmíněná pravděpodobnost, že se při dané pohromě vyskytne nejzávažnější dopad. Kritičnost označuje určitou prahovou hodnotu pro sledovaný objekt. Jsou-li její hodnoty pod tímto prahem, tak je stav žádoucí a opačně.

Při navrhování je třeba vypořádat faktory, které způsobují kritičnost technického díla, jeho systémů, komponent či zařízení. Kritičnost je totiž chápána jako mezní stav systému, který je významný pro stabilitu systému [5] a posuzuje se podle: možných škod na životech a zdraví lidí. Usuzuje se na ní dle škod možných při haváriích, v jaderných nebo chemických provozech,

- ztráty funkčnosti cílené činnosti, která má jisté poslání (mission). Usuzuje se na ni dle rozsahu postiženého území, např. při selhání navigačního systému,
- ekonomických škod při podnikání. Usuzuje se na ni např. dle ztrát, které způsobí nefunkčnost bank.

Kritičnost je nejen funkcí zranitelnosti, ale je i funkcí houževnatosti systému (resilience) a potřebnosti (důležitosti pro existenci) systému. Platí:

Kritičnost = f (resilience, zranitelnosti, důležitosti pro život).

Na kritičnost se lze dívat ze dvou hledisek, a to z hlediska technického (poruchovost prvků systémů) a společenského (dopady nefunkčnosti poskytování služeb na obyvatele). Proto se používají tři různé definice kritičnosti [13]:

1. ***Kritičnost je výsledek analýzy kauzálního řetězce.*** Kritičnost se charakterizuje buď jako hranice přijatelnosti potenciálních dopadů anebo jako změna stavu při překročení limitů či prahové hodnoty, které se definují následovně:
 - ***limit***, který se vztahuje k úrovni nějaké zátěže, za niž se nacházejí domnělé nepřijatelné podmínky,
 - ***prahová hodnota***, která popisuje situaci, v níž se systém vyskytuje mezi alternativními stavy rovnováhy, jež mohou, ale nemusí být vratné. Prahová hodnota odděluje různé stabilní stavy.

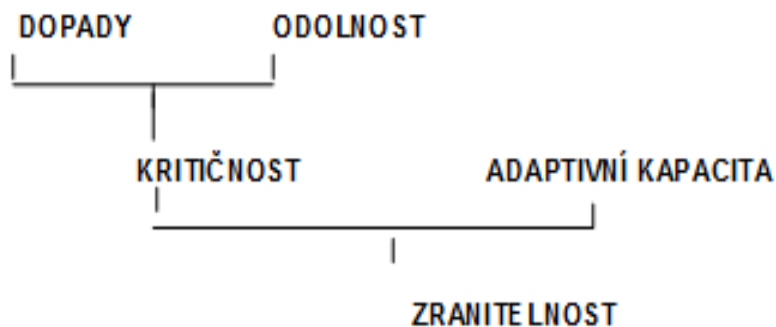
Prahové hodnoty nejsou konstantní, protože souvisí často s resiliencí a zranitelností. Výběr prahové hodnoty často závisí na hodnotách a preferencích (existuje tzv. indiferentní prahová hodnota, preferenční prahová hodnota nebo veto prahová hodnota). Prahová hodnota se může dát do souvislosti s existencí indikátoru situačních podmínek.

Kritičnost v daném případě se nedá stanovit ad hoc způsobem, protože existují dále uvedené možnosti:

- ***známé příčiny a známé dopady: kritičnost se stanovuje pomocí funkce závislé na prahových hodnotách,***
 - ***známé příčiny a neznámé dopady: kritičnost se zjišťuje induktivně (případ ekosystémů),***
 - ***neznámé příčiny a známé dopady: kritičnost se stanovuje deduktivně.***
2. ***Kritičnost je důsledek působení nebezpečných faktorů.*** Analyzují se faktory různého typu: faktory lidské činnosti, rozhodování a řízení, faktory nepoznatelnosti prostředí.
 3. ***Kritičnost je propojena se zranitelností.*** Zranitelnost je souborem vlastností, jež mohou zeslabit nebo omezit schopnost systému poskytovat zamýšlené funkce nebo služby v případě vystavení systému nežádoucímu škodlivému působení.

Kritičnost je prahová hodnota, která vyjadřuje stav značné naléhavosti. Je důsledkem expozice nebezpečným faktorům; obvykle jsou analyzovány různé typy faktorů: faktory lidské činnosti, rozhodování a řízení, faktory životního a pracovního prostředí. Kritičnost je spojená se zranitelností a je významná pro ochranu obyvatelstva v nejširším kontextu. Míra závažnosti každého konceptu je dána velikostí integrálního rizika, v němž hlavní roli mají průřezová rizika [7]. Vzájemné souvislosti sledovaných faktorů zobrazuje obrázek 4.

Kritičnost je krajní / mezní stav nebo vlastnost technického zařízení, komponenty nebo celého technického díla. Měří kvalitu souboru opatření a činností s ohledem na bezpečí sledované entity; při menších hodnotách je stav entity bez problému a při vyšších hodnotách je vysoká pravděpodobnost vzniku havárií či selhání entity. Zahrnuje i nefunkčnost a nespolehlivost entity infrastruktur a technologií. Ke zvýšení „nebezpečnosti / kritičnosti“ entity obecně přispívají *složitost a rozmanitost cílů* (často jsou konfliktní), *citlivost rozhodnutí na změny, neurčitost klíčových proměnných a rozdílné pohledy na situaci* [4,5,7].



Obr. 4. Vzájemné souvislosti sledovaných faktorů.

Prahová hodnota se může stanovit jako cílová hodnota, standard, únosnost (maximální úroveň činnosti, kterou systém může vydržet bez nežádoucích, tj. nepřijatelných dopadů) nebo limita přijatelnosti změn (maximální či minimální hodnoty). Popisuje se pomocí proměnných, při nichž prahová hodnota vzniká, to znamená pomocí proměnných, které vyjadřují změnu a pomocí faktorů, které řídí změnu.

Pojem „kritičnost“ byl původně použit v jaderných technologiích. Kritičnost dle poznatků shromážděných v [13] vyjadřují dále uvedené definice:

1. Kritičnost je relativní míra dopadů četnosti výskytu poruch a selhání.
2. Kritičnost vyjadřují podmínky, které popisují přechod mezi kvalitativně odlišnými stavy.
3. Kritičnost je stav značné naléhavosti.

Z uvedených definic kritičnosti se dá vyvodit, že se jedná o **prahovou hodnotu**, která může být projektově stanovená, a která se může vztahovat k události, parametru procesu / funkci, typu poruch a odolnosti.

Posuzování kritičnosti systému není triviální záležitost, protože prvky i celek mají za různých podmínek různé role aktivní, reaktivní, zesilující nebo tlumící (ne však aditivní), a mezi dílčími systémy SoS existují vzájemné závislosti fyzické, kybernetické, územní a logické [5, 13], které předurčují kritičnost SoS, typy poruch a selhání. Aplikace teoretických metod založených na síťových modelech [39] ztroskotává na právě uvedené skutečnosti. Příklady určování kritičnosti jsou v pracích [4,5,13]. Pro zajištění bezpečného technického díla po celou dobu životnosti musí být kritičnost sledována již v návrhu, jelikož zařazení zařízení, komponent či systémů s vysokou kritičností narušují při provozu nejen bezpečnost, ale i spolehlivost technického díla.

Již od návrhu technického díla je třeba dbát na jeho snadnou ovladatelnost obsluhou. Proto je třeba v návrhu zvažovat schopnost obsluhy při jeho řízení, tj. zda je možné vytvořit dobrou kulturu bezpečnosti na všech úrovních řízení technického díla [4,5].

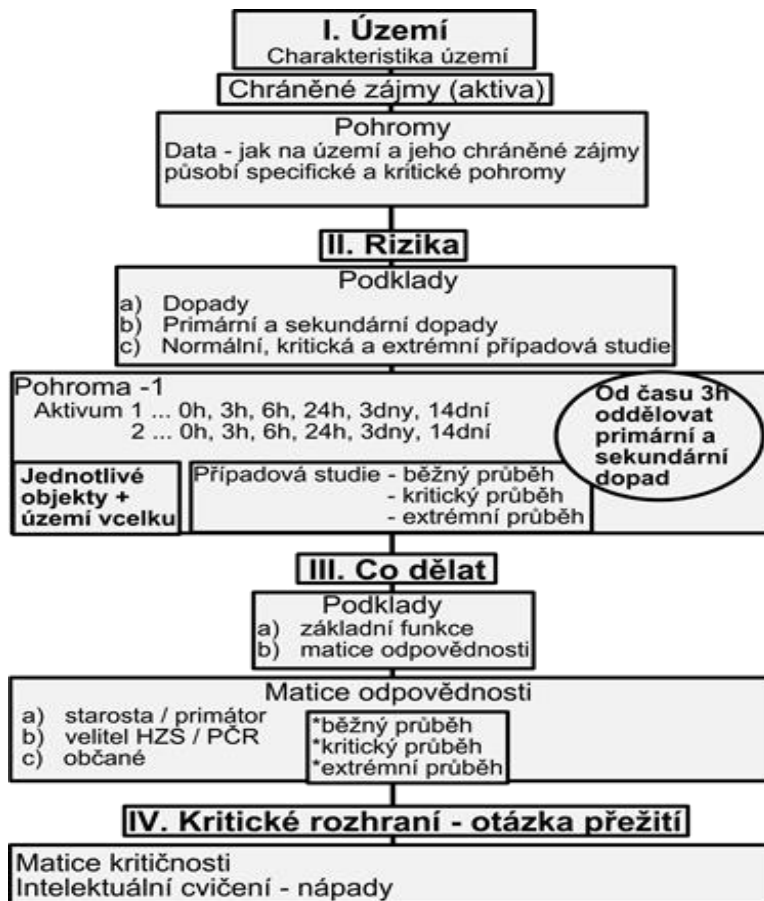
Všechny výše uvedené skutečnosti ukazují, že návrh technického díla vyžaduje řadu pohledů a u složitých technických děl spolupráci mnoha odborníků.

2.1.5. Principy projektu technického díla

Širokou spoluprací v rámci evropského projektu FOCUS [61] byl odvozen procesní model řízení bezpečnosti technického díla po celou dobu životnosti zacílený na

bezpečí a rozvoj lidí, který zohledňuje přežití lidí při kritických podmínkách, je uveden a popsán v práci [5]. Model je zobrazen na obrázku 5.

Bezpečnost technického díla je závislá na celé řadě faktorů: vybraná technologie; pohromy a zranitelnosti místa, do kterého technické dílo umístěno; způsobem výstavby a konstrukce technického díla; a především způsobem provozu technického díla [5,7,14-28]. V tomto současném pojetí bezpečnosti technického díla je třeba provádět koordinované řízení bezpečnosti v čase, a to jak z pohledu technického díla, tak jeho okolí [4,5,7,28]. To znamená, že je třeba použít multikriteriální přístup, jelikož předmětem zájmu je několik nesouměřitelných aktiv v otevřeném systému systémů.



Obr. 5. Procesní model řízení bezpečnosti území. Fáze: I – charakteristika území, tj. aktiv, zdrojů domino efektů a možných pohrom; II-stanovení rizik pro 3 velikosti každé možné pohromy; III-souhrnné posouzení zacílené na identifikaci konfliktů, nepokrytých závažných problémů a chybějících odpovědností; IV-stanovení kritických situací a opatření pro přežití lidí.

Vlastní inženýrské řešení a výběr metod, nástrojů a technik pro práci s riziky je závislé na: počtu a charakteru sledovaných aktiv; volbě konceptu řešení problému; a fázi řízení – prevence, připravenost, odezva, obnova [7]. Jelikož rizika mají různé zdroje, tj. závisí jak na pohromách, tak na místních zranitelnostech, tak na metodách jejich zvládnutí a řízení, které odráží chyby na straně všech zúčastněných, je třeba postupovat obezřetně a dodržovat postup:

- určit pohromy, které mohou systém postihnout, a přitom respektovat přístup All – Hazard-Approach ve formě odvozené pro Evropu v práci [3] (příloha 2),
- možné pohromy rozdělit na relevantní, specifické a kritické [3,6],

- aplikovat procesní model pro práci s riziky nebo jeho pokročilé modifikace, jejichž přehled je v práci [6,7], a určit, pro která rizika se budou dělat opatření a činnosti pro: prevenci; zmírnění; odezvu; obnovu; a která RIZIKA zůstanou nezajištěná [6,7],
- provést realizaci opatření a zajistit monitoring s důrazem na údržbu, opravy a včasnou aplikaci nápravných opatření [6,7].

Celkový postup, který zajišťuje koexistenci území a technického díla během jeho životnosti je popsán v práci [5] je zobrazen na obrázku 5. Nástroj odzkoušený v praxi [62] de facto představuje sestavení místních scénářů, které v případě jednotlivých pohrom zahrnují obojí, jak místní projevy pohrom (tj. akce), tak i lidské reakce. Analytickým způsobem nástroj odhaluje slabiny v lidských reakcích na možné pohromy, a to v oblasti prevence, připravenosti, odezvy i obnovy, pomocí specifických technik dovozuje určit závažnost slabin a za pomocí praktik dobré inženýrské praxe navrhuje zlepšení v lidských reakcích s cílem zvýšit bezpečí pomocí zvýšení úrovně bezpečnosti.

Procesní model se skládá ze 4 částí: screening území; vyhodnocení rizik pro technické dílo; stanovení opatření a činností pro řízení rizik technického díla a okolí a pro zvyšování bezpečnosti technického díla a okolí SoS a identifikace kritických položek řízení rizik technického díla a okolí a návrh řešení gapů spojených s přežitím lidí či kontinuitou aktiv při kritických pohromách. Dále se zmíníme jen o položkách, které jsou součástí navrhování, výstavby, konstrukce a zprovoznění technického díla.

Cílem screeningu území je vytvořit věrohodné schéma území a určit vlastnosti území (v rozsahu územně plánovací dokumentace, jak ji požaduje územní plánování v rozvinutých zemích a dokumentech EU) – jde o:

- rozložení objektů důležitých z hlediska chráněných aktiv (života, zdraví a bezpečí lidí; majetek; veřejné blaho; životní prostředí; infrastruktury a technologií a zdroje domino efektů, které mohou zvýšit závažnost situace vyvolané pohromou),
- seznam potenciálních pohrom, které mohou postihnout území na základě aplikace principu All Hazard Approach, jehož forma pro Evropu je popsána v pracích [11,12], a pro úplnost uvedena v příloze 2,
- údaje o dopadech možných pohrom na území, a to včetně údajů o chybách v údajích o konkrétních pohromách.

Screening území chápaného jako systém systémů (SoS) se skládá z následujících částí:

- stanovení charakteristiky SoS (v případě území charakteristika v rozsahu územně plánovací dokumentace, jak ji požaduje územní plánování pro různé typy technických děl [5]),
- klasifikace charakteru území (průmyslová oblast, zemědělská oblast, les...),
- provedení propojení přístupu All-Hazard-Approach a dokumentace o technickém díle chápaném rovněž jako SoS, kterou se stanoví soubor pohrom, které mohou mít na technické dílo nepřijatelné nebo podmíněně přijatelné dopady, tj. jsou nebezpečné pro technické dílo,
- identifikace zranitelných míst technického díla (např. pomocí SWOT analýzy se stanoví slabé a silné stránky, rizika a možnosti řídicího mechanismu technického díla).

Cílem druhé části "rizika" je vytvořit pro každou konkrétní pohromu propojením "What, If" [7,39] a případové studie tří scénářů dopadů pohromy pro velikost nižší než projektovou, projektovou a nadprojektovou. Každý z uvedených scénářů obsahuje samostatný seznam dopadů na chráněná aktiva v časech měřených od vzniku pohromy

v daném území: 0 h, 3 h, 6 h, 24 h, 3 dny, 14 dní, s tím, že od času 3 h se rozdělují primární i sekundární dopady a shromažďují se údaje o průřezových rizicích – obecné a specifické pro danou oblast. Cílem je získat údaje pro identifikaci míst, ve kterých jsou potřebná ochranná opatření a specifická opatření pro odezvu – hodnocení se provádí jak pro území, tak pro jednotlivé kritické objekty. Tím se ocení rizika technického díla a jeho okolí spojená se všemi pohromami identifikovanými jako nebezpečné v prvním kroku. S ohledem na existenci náhodných a znalostních nejistot v datech se:

- zpracují variantní scénáře realizace rizik v soustavě technického díla a jeho okolí pro jednotlivé nebezpečné pohromy (např. pomocí propojení modifikované formy metody What, If a cíleně zaměřené metody případové studie [39]); s ohledem na poznání se vytvoří scénáře pohrom pro velikost pohrom: normální, kritická a extrémní, ve kterých jsou odděleně sledovány dopady na jednotlivá aktiva SoS ve stanovených časových intervalech (např. u území se osvědčily simulace pro časové úseky měřené od vzniku pohromy 0h, 3h, 6h, 24h, 3 dny, 14 dní, 1 měsíc),
- u jednotlivých nebezpečných pohrom se vyhodnotí sekundární a vyšší dopady na aktiva technického díla a jeho okolí, pozorovatelné v časech 3 h, 6 h, 24 h, 3 dny, 14 dní, 1 měsíc, a to především u scénářů nebezpečných pohrom kritických a extrémních a odhalí se místa vzniku synergických a kumulativních dopadů (domino efektů) a kaskádovitých selhání a možné kaskády dopadů,
- celkovým vyhodnocením údajů získaných pro pohromy identifikované jako nebezpečné pro soustavu technického díla a jeho okolí určí zranitelné položky,
- stanoví se četnost selhání jednotlivých zranitelných položek s ohledem na pohromy identifikované jako nebezpečné,
- sestaví se matice kritičnosti pro soustavu technického díla a jeho okolí (pro jednotlivé zranitelné položky technického díla a jeho okolí se skóruje četnost selhání a závažnost selhání oceněná velikostí ztrát na aktivech SoS) a dle vhodné hodnotové stupnice se určí vysoce kritické, středně kritické a běžně kritické položky technického díla a jeho okolí.

Cílem třetí části "co dělat" je vyhodnotit konkrétní dopady scénářů pohrom pro velikosti běžná, projektová a nadprojektová, sestavené v části 2 pro každou konkrétní pohromu, která patří do specifických pohrom v daném území; a posoudit, zda existují scénáře řízení bezpečnosti odpovídající kvality a zda je připravenost na jejich realizaci v praxi. Na základě kritického vyhodnocení se odhalují nedostatky a hledají se lepší postupy pro řízení bezpečnosti s tím, že každý postup musí zahrnovat řadu konkrétních opatření a aktivit, způsob implementace, důkazy o jejich materiálním, technickém, personálním a znalostním zajištění a být doložen relevantními kompetencemi a odpovědnostmi. Vzhledem k tomu, že řízení se skládá z různých, protínajících se procesů, které mají jeden cíl a některé jsou vzájemně podmíněné, tj. jsou vzájemně závislé, je třeba sestavit matice odpovědnosti [39] pro řízení činností, které podporují základní funkce území spojené s bezpečností.

Proto se provádí hodnocení opatření a činností vůči jednotlivým pohromám a zvažuje se fakt, že některá opatření a činnosti nejlepší pro určitou pohromu jsou v reálném území konfliktní s těmi pro jinou pohromu, a proto se provádí jejich optimalizace při zvážení všech možných pohrom do velikostí, kterou jsou hodnoty projektových pohrom. Vyžadují se doklady o zajištění odezvy, jejím materiálním, technickém, personálním a znalostním zajištění, a také průkaz příslušných kompetencí a odpovědností.

Z hlediska odstranění příčin organizačních havárií, které jak bylo již dříve řečeno, jsou příčinou velkých ztrát a škod na aktivech, se na základě existující dokumentace pro řízení bezpečnosti technického díla a jeho okolí, což v současné době znamená, že

se zváží opatření a činnosti pro řízení rizik platné pro jednotlivé systémy a provede se ocenění jejich účinnosti v oblasti řízení rizik SoS, a to pro jednotlivé položky řízení rizik (akty řízení, technická oblast, znalostní oblast, finanční oblast, personální oblast, odpovědnosti), tj.:

- provede se screening existujících opatření a činností pro řízení rizik dílčích systémů SoS a posoudí se jejich vhodnost pro zvyšování bezpečnosti SoS,
- provede se ocenění úrovně vyjednávání s riziky u všech pohrom, které byly identifikovány jako nebezpečné pro SoS, a to zvláště pro vysoce kritické a středně kritické položky SoS, a pro potřeby řízení bezpečnosti SoS se úroveň oklasifikuje dle vhodné stupnice,
- sestaví se matice odpovědností a jejich úroveň se posoudí z hlediska příslušných kompetencí na úrovni jednotlivých systémů i celého SoS; logicky odpovědnosti za řízení bezpečnosti SoS musí být primární,
- posoudí se postupy a režimy řízení SoS, které vzniknou agregací postupů a režimů řízení dílčích systémů, pozornost se soustředí na odhalení konfliktů a gapů při implementaci v praxi a na to, jak jsou zajištěny znalostně, materiálně, technicky, personálně a finančně,
- posoudí se dostatečnost a přístupnost zdrojů, sil a prostředků s ohledem na zvládnutí selhání středně a vysoce kritických položek SoS s přijatelnými ztrátami a škodami,
- posoudí se účinnost specifických postupů jako je varování, schopnost reakce na varovací instrukce apod.

V práci [4] je ukázáno, že řízení rizik složitých technických děl je důležité ve dvou oblastech:

1. Oblast propojující veřejnou správu a management složitého technického díla.
2. Oblast věcná zabývající se daty, metodami, materiálovými a technickými záležitostmi, organizačními, právními, finančními a personálními záležitostmi přímo v technickém díle.

Na závěr se identifikují oblasti, ve kterých se rizika technického díla a jeho okolí řídí nedostatečně nebo vůbec neřídí. V těchto oblastech se pak **v návrhu technického díla zavádí kromě již zmíněných faktorů, tj. inherentní bezpečnosti a položek pro zvyšování pružné odolnosti** na základě poznání shrnutého v pracích [4,5] zavádí další opatření, a to:

1. Bezpečnost se zajišťuje použitím:
 - zabudováním principu selži bezpečně,
 - vložení ochrany před nepředvídatelnými jevy,
 - vložení ochrany před jednoduchými selháními,
 - principu Defence-In-Depth; opatření pro řízení odpadu z provozu.

Je snaha vytvořit návrh technického díla tak, aby technické dílo nezpůsobilo ztráty na životech lidí, životním prostředí a zničení díla a spolehlivě plnilo funkce po dobu životnosti. Proto se používá princip předběžné opatrnosti, studují se dopady možné velké havárie a již v návrhu technického díla se dělají opatření na jejich zmírnění. Někdy je třeba snížit spolehlivost na podporu bezpečnosti – např. falešné alarmy poškozují spolehlivost zařízení, ale pro bezpečnost je lépe mít nějaké falešné alarmy než nevarování.

2. Spolehlivost se zajišťuje použitím:

- záloh (obvyklé jsou 3 typy – zařízení běžící paralelně, které se používá tam, kde není možné přerušení; zařízení startující v krátké době po žádosti, které se používá tam, kde je možné krátké přerušení; zařízení, které je třeba nainstalovat),
- rozmanitostí záloh,
- vložením záloh proti selhání,
- systémů, které tolerují chyby,
- faktorů pro posílení provozní bezpečnosti.

Je snaha vytvořit návrh technického díla tak, aby technické dílo plnilo správně funkce po dobu životnosti, bylo ziskové a mělo jistou provozní bezpečnost, a to proto, že jsou systémy, které jsou hodně spolehlivé, ale jsou nebezpečné – např. vlak za špatných podmínek z důvodu bezpečnosti zpomalí nebo zastaví, a tím se zpozdí, což znamená, že nesplní požadavek spolehlivosti.

3. Pro řízení a zvládnutí rizik, hlavně prioritních, se používají:
 - principy prevence,
 - princip předběžné opatrnosti,
 - princip ochrany,
 - způsoby omezení rizik,
 - způsoby zvládnutí projektových pohrom,
 - vytváření schopnosti přežít nadprojektové pohromy.
4. Pro potřeby řízení se do projektu technických děl vkládají zařízení a systémy, které umožňují sledovat specifické veličiny jako jsou interoperabilita a kritičnost.

2.2. Charakteristika principů používaných pro zajištění požadované kvality technického díla

Je faktem, že koncept technického díla, ve kterém je stanoveno, jak velkou bezpečnost či jen jakou spolehlivost má mít technické dílo určuje jak náklady na projekt, realizaci a provoz technického díla, tak jeho výslednou provozuschopnost a konkurenceschopnost i bezpečí lidí a ostatních veřejných aktiv za podmínek normálních, abnormálních i kritických. Na základě poznatků uvedených v předchozím odstavci pojmem požadovaná kvalita technického díla je rozuměno, zda cílem je vyprojektovat a realizovat výsledné technické dílo, které patří do jedné z následujících kategorií:

1. Spolehlivé technické dílo.
2. Zabezpečené technické dílo.
3. Bezpečné technické dílo.

S růstem čísla kategorie rostou nároky na projektování, výstavbu, konstrukci, spouštění i provoz technického díla.

Na základě požadavků státu formulovaných v legislativě [42] je třeba při projektování, realizaci i provozu technického díla:

- respektovat požadavky platné legislativy a s ní spojené standardy a normy,
- správně pracovat s riziky, jak např. je uvedeno v novelizaci mezinárodní normy ISO 9000, vydané v ČR v r. 2016, která vyžaduje analýzu rizik v souvislosti se zajišťováním kvality procesů a produktů ve firmách, které usilují o certifikaci či re-certifikaci systému řízení kvality. Předmětná norma odkazuje na další normy: ČSN ISO 31000

Management rizik – principy a směrnice; ČSN EN 31010 Management rizik – Techniky posuzování rizik atd.

Základní principy jsou dále stručně shrnuty.

2.2.1. Práce s riziky a bezpečnost technického díla

Při navrhování složitých technických děl existují limity, které je nutno respektovat. Jde o limity:

- fyzikální, které jsou dané fyzikálními zákony pro možné podmínky provozu,
- určené legislativou nadnárodních institucí (IAEA, EU...),
- určené NÁRODNÍ legislativou,
- určené v bezpečnostní zprávě technického díla a v jeho technických specifikacích,
- určené v provozních předpisech technického díla.

V inženýrské praxi je základem znalost norem a inženýrských postupů dobré praxe. U složitých technických děl s ohledem na jejich bezpečnost je na základě současného poznání a zkušeností kromě toho třeba umět dobře pracovat s riziky.

2.2.1.1. Pojetí technického díla

Technické dílo v současné době vytváří systém sociální, systém technický / fyzický a systém kybernetický; systémy jsou propojené, tak se již ustálil pojem socio-kyber-fyzický systém. Zatímco fyzické technologie jsou již dlouho sledovány, a tudíž i jejich poznání je na určité úrovni, tak poznání kybernetických technologií je teprve na počátku. Dokonce se vyskytují názory, že kybernetické technologie mají potenciál zničit lidstvo.

Proto jedním z aktuálních problémů současnosti je zajistit, aby byly bezpečné. V práci [40], která se soustředila na otázku, jak zajistit, aby kybernetické technologie byly bezpečné či zabezpečené a pracovaly tehdy, když je lidstvo potřebuje se předmětný požadavek se objevil po řadě incidentů, které ukázaly, jak kybernetické technologie mohou narušit lidské bezpečí, které patří mezi základní potřeby člověka. Autoři předmětné práce ukázali:

- používání kybernetických technologií na jedné straně přináší velké výhody jako zrychlení přenosu informací, zvýšení ovladatelnosti fyzických technologií, tj. vedou ke zvýšení kvality života. Na druhé straně zvyšují zranitelnost jejich uživatelů,
- příčinou 84 % selhání kybernetických technologií je člověk, který nemá dostatečné ICT kompetence a používá nezabezpečená zařízení.

Proto je třeba při navrhování a výstavbě technických děl řídit rizika. Z důvodu poznání se soustředit také na analýzy kybernetických selhání a formulaci pravidel pro řízení rizik kybernetických technologií a procesů, do kterých jsou předmětné technologie umístěny. Podle výše citované práce i dalších prací v knihách [20-24] je nutné v případě použití kybernetických technologií zajistit důvěrnost, integritu a dostupnost kybernetických technologií, když jsou potřeba. Při zajištění uvedených požadavků dochází ke konfliktu mezi bezpečím a soukromím člověka. V zájmu lidské existence a lidského bezpečí je třeba najít rovnováhu. K tomu je nutné pochopit procesy, rozumět předmětné technologii a také rozumět lidem.

V celé fázi projektování a zhotovování technických děl je nutné mít povědomí o rizicích, rizika pochopit a na základě současných znalostí a zkušeností je řídit ve veřejném zájmu. To znamená:

- provést prevenci tam, kde to jde,
- připravit opatření na zmírnění dopadů, kde prevence je příliš drahá nebo jinak ne-realizovatelná,
- připravit a zajistit postupy odezvy pro případ realizace rizika.

Zajištění kvalifikované odezvy a schopnosti ji provést musí být založeno již v projektu a při výstavbě a konstrukci technického díla [5,9,13,63].

Důležitá je kultura bezpečnosti, kterou určuje systém řízení bezpečnosti, tj. kontrola kvality; systém řízení; lidský faktor; ochrana lidí; práce s riziky (znát zdroje rizik; velikosti příslušných ohrožení; zvažovat nejistoty náhodné i znalostní) [4,5].

Od poloviny minulého století je pozornost věnována kritickým systémům pro bezpečnost (safety critical systems) [64]. To se odráží v normách a standardech pro důležitá technická díla. Práce expertů zacílených na bezpečnost se zabývá vyhodnocováním rizik, které vedou k selhání systému a systémy spojenými s architekturou systému, které poskytují tyto funkce. Ve složitých systémech je však obtížné odhalit zdroje selhání. Proto je třeba sledovat aspekty bezpečnosti od samého počátku návrhu. Problém je, že projektování a hodnocení probíhá odděleně, tj. experti z různých oblastí vzájemně nespolupracují, což k mnoha selháním a haváriím [65].

2.2.1.2. Role norem a standardů

Normy (standards) pro určitou oblast jsou pravidla, která vznikla konsensem odborníků v dané oblasti. Jsou mezinárodní, regionální (např. evropské), národní, oborové či průmyslové; význam každé z norem závisí na rozsahu jejího použití. Norma, která je kodifikována, je normou de jure. Její závaznost závisí na právním statutu vydavatele (v ČR jsou závazné jen normy ČSN, které jsou uvedeny v platném zákoně).

Právní úprava technické normalizace je v ČR stanovena zákonem č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně některých zákonů. Harmonizované české technické normy jsou normy, jejichž obsah je převzat z práva Evropských společenství. V současné době je v ČR přes 30 000 norem ČSN [66].

Normy v průmyslovém světě jsou cestou předávání znalostí, snižování nákladů a umožňující vzájemnou spolupráci a kompatibilitu výrobků. **Jejich respektování zaručuje dosažení cíle za tzv. normálních podmínek.** Podstatný fakt spočívá v dodatku „za normálních podmínek“. V řadě případů experti nedosáhli konsensu, a proto řada pravidel v inženýrské oblasti se označuje jako postupy dobré inženýrské praxe (např. provádění určitého měření, určitého technického úkonu apod.), a obvykle zajišťují úspěch.

Jestliže na základě zkušeností zvážíme i podmínky jiné než normální, tak musíme připustit selhání a havárie, protože normy jsou založené na předpokladu, že chování objektů je stochastické, což při použití Gaussova rozdělení odpovídá řešením v intervalu „medián ± standardní odchylka“, tj. 68.4 % případů [13]. Pro zvládnutí dalších případů musí být řízena rizika [7].

2.2.1.3. Přínos práce s riziky do technické praxe

Riziko je inherentní součástí našeho světa, a proto se na něho dnes zaměřuje legislativa, normy a standardy. Např. novelizace mezinárodní normy ISO 9000, vydaná v ČR v r. 2016, vyžaduje analýzu rizik v souvislosti se zajišťováním kvality procesů a produktů ve firmách, které usilují o certifikaci či re-certifikaci systému řízení kvality. Předmětná norma odkazuje na další normy: ČSN ISO 31000 Management rizik – principy a směrnice; ČSN EN 31010 Management rizik – Techniky posuzování rizik atd.

Pro určité úkoly praxe, kterými je např. zajištění bezpečného technického zařízení, postačí často sledovat jen dopady dílčího rizika určitého procesu (např. stárnutí či opotřebení). Přitom není třeba znát jeho velikost zcela přesně, postačí pouze hodnota spolehlivého indikátoru (např. určitého fyzikálního parametru), na jehož základě je možno posoudit, zda v daném konkrétním případě je riziko spojené s opotřebením technického zařízení přijatelné, podmíněně přijatelné, anebo nepřijatelné. Tento postup založený na interpretaci výsledků měření fyzikálních jevů je v technické praxi běžně využíván.

Základní systém pro řízení rizika stanovuje norma ČSN ISO 31000. Předmětná norma je mezinárodní a stanovuje řadu principů, které je třeba naplnit, aby bylo řízení rizik efektivní. Doporučuje, aby organizace rozvíjely, implementovaly a kontinuálně zlepšovaly rámec, jehož účelem je integrovat proces pro řízení rizik do svého celkového vedení, strategie a plánování, managementu, procesů podávání hlášení, politik, hodnot a kultury. Norma se opírá o projektové a procesní řízení v entitě. Její model je popsán v práci [7].

Podle citované normy kvalifikované řízení rizik:

- vytváří hodnoty, protože přispívá k prokazatelnému dosahování cílů jako zlepšení zdraví, bezpečí, kvality životního prostředí, účinnosti procesů a činností atd.,
- je nedílnou součástí procesů, které probíhají v systému, protože za ní odpovídá řídicí struktura systému a je nedílnou součástí všech procesů, z nich složených projektů v objektu i řízení změn,
- je součástí rozhodovacích procesů v systému, čímž pomáhá rozhodovat podle důležitosti a rozpoznávat alternativní způsoby řešení problémů,
- je realistické, protože se explicitně zabývá nejistotou i neurčitostí jak v podmínkách, v nichž se systém nachází, tak v procesech, které v objektu i vně probíhají,
- je systematické, uspořádané a včasné, čímž zajišťuje účinnost opatření a činností,
- je založeno na nejlepších dostupných informacích, což zajišťuje aktuální řešení založené na znalostech,
- je přizpůsobené systému, tj. je místně specifické, což zaručuje jak hospodárnost, tak účinnost,
- bere v úvahu lidské a kulturní faktory v systému, což ovlivňuje jeho přijatelnost u zúčastněných,
- je transparentní a komplexní, což zvyšuje jeho spolehlivost,
- je dynamické, opakovatelné a reaguje na změny v systému, což zaručuje jeho aktuálnost a napomáhá neustálému zlepšování a rozvoji systému.

Rámec řízení rizik zahrnuje:

1. *Pochopení systému a jeho souvislostí.* V oblasti vně systému je třeba sledovat především kulturní, politické, právní, finanční, technologické, ekonomické, přírodní a konkurenční aspekty prostředí. V oblasti vnitřní se jedná především o kvalitu zdrojů a znalostí (např. kapitál, čas, lidé, procesy, systémy a technologie), informační

systemy, informační toky a rozhodovací procesy (jak oficiální, tak neoficiální), vnitřní zainteresované strany, hodnoty, kultura a řídicí struktura systému.

2. *Politiku řízení rizik.* Politika řízení rizik určuje vazby mezi řízením rizik, cíli systému a dalšími politikami (je upřednostněna nebo je na posledním místě při rozhodování; jak se řeší konflikty; jaké metody řízení se používají; jaké nástroje podporují řízení rizik atd.
3. *Integraci výsledků řízení rizik do řídicích procesů.* Aby řízení rizik bylo efektivní a účinné, musí být obsaženo ve všech směrnících a realizačních procesech, které v systému probíhají. Patří do strategického plánování a do politiky rozvoje.
4. *Stanovení odpovědnosti za opatření a činnosti spojené s řízením rizik.*
5. *Zdroje nutné pro řízení rizik* včetně znalostí, dovedností, zkušeností a kompetencí.
6. *Stanovení mechanismů pro interní komunikaci a podávání zpráv* o rizicích a jejich zvládnutí.
7. *Stanovení mechanismů pro externí komunikaci a podávání zpráv* o rizicích a jejich zvládnutí.

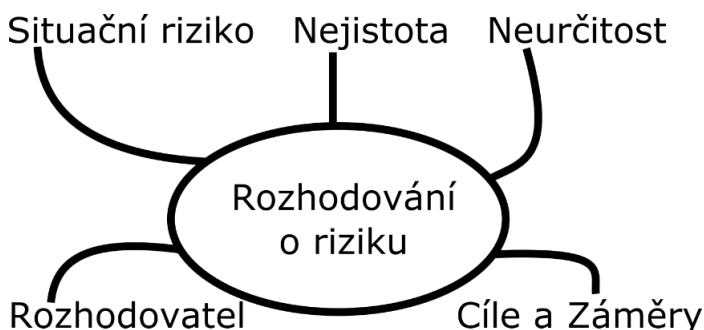
Pro implementaci řízení rizik je nutné:

1. Stanovit vhodnou strategii a politiku zařadit je do všech procesů v systému.
2. Proces řízení rizik začlenit do všech významných úrovní a funkcí systému, tj. musí být součástí všech předpisů a směrnic pro procesy v systému.

Řízení rizik je třeba aplikovat na celé technické dílo, celou organizaci, která technické dílo spravuje, a to v mnoha oblastech a na mnohých úrovních, v kteroukoli dobu a také při řízení projektů a činností.

Další používané normy spojené s rizikem v technické praxi jsou: ČSN IEC 300-3-9; ČSN OHSAS 18001; ČSN EN ISO 12100; ČSN EN ISO 12 100-1; ČSN EN ISO 14121-1; ČSN EN 1050:2001; ČSN EN ISO 12100-1; ČSN EN ISO 12100-2; ČSN EN ISO 9000 atd.

Normy a standardy ukládají požadavky, které jsou oprávněné. Nestanovují však často způsob, jak požadavky splnit, tj. jaká data a jaké metody použít. Platí jen pro jisté podmínky, což znamená, že existují rizika spojená s jejich využitím [7]; např. obrázek 6.



Obr. 6. Rizika spojená s rozhodováním o riziku.

Proto při aplikaci norem a standardů si musíme uvědomit, co normy a standardy pokrývají. V daném směru jsou obvykle založené na zásadách teorie pravděpodobnosti. Proto si musíme uvědomovat, že v žádném případě normy nepokrývají všechny možné varianty. Proto znovu opakujeme, že při použití normálního rozdělení platí, že interval (medián- σ , medián + σ) pokrývá 68.5 % případů; interval (medián - 2σ , medián + 2σ) pokrývá 95.4 % případů; interval (medián - 3σ , medián + 3σ) pokrývá 99.8 % případů. To znamená, že normy neplatí pro celý rozsah možných podmínek.

Proto u důležitých technických děl je nutno provádět všechna hodnocení spojená s riziky a bezpečností **jako místně specifická**, tj. vycházet z logických základů metod a systémového pojetí entity; aplikace různých kódů a software, které nejsou místně specifické, mohou za kritických podmínek vést k selhání technických děl [7,67].

2.2.2. Nástroje inženýrských disciplín pro práci s riziky technických děl

Pro práci s riziky byla již vyvinuta celá řada specifických nástrojů. Jejich cílem je rizika poznat, pochopit a zvládnout, a tím zajistit bezpečné technické dílo a jeho bezpečný provoz po celou dobu životnosti. Protože technická díla jsou složité systémy systémů, tak jde o nástroje, ve kterých jsou specifickým způsobem propojeny výsledky analytických a expertních metod. Nejdůležitější z nástrojů a technik jsou popsány v knihách [7,39]. Na tomto místě se na základě zkušeností autorů z praxe zmíníme jen o několika z nich:

1. Benchmarking je metoda systematického porovnávání procesů, organizační struktury, produktů a výkonnosti daného útvaru s jinými globálně úspěšnými organizacemi se záměrem dosáhnout excelence. Obvykle se v řízení rizik používá tam, kde cíl je ideální a dle principů dobré praxe je dobré rizika řídit tak, jak to dělají nejlepší provozovatelé v daném oboru [39].
2. Modelování je technika, kterou vytváříme zjednodušený obraz reálného procesu, systému či objektu a na něm pak sledujeme stanovené souvislosti. Jejím cílem je určit scénář procesu v čase a prostoru (např. průběh havárie, průběh ovládnutí procesu, průběh odezvy na havárii apod.), abychom ve sledovaném případě mohli stanovit vhodná opatření a činnosti pro zajištění bezpečných technických děl (tj. např. pro prevenci, zmírnění a zvládnutí havárií za dostupných možností, což zajistíme nástrojem CBA (Cost Benefit Analysis) [39]. Podle zásady, „že všechno souvisí se vším“ (regressus ad infinitum) je nutné výsledky získané pomocí modelu ověřovat, protože hodnocení havárií a selhání technických děl [4,5,43,44,53] často ukazuje, že **klíčovou příčinou bylo nedostatečné modelování havárií**. V závažných případech si je třeba dát pozor na aplikace software, a to hlavně v případech, kdy nebyly ověřeny podmínky transferu technologií [67].
3. Scénář je systémový model, který popisuje vývoj procesu v jeho různých podobách (variantách) závislých na podmínkách či učiněných rozhodnutích, který obsahuje sekvenci událostí, které v jeho rámci probíhají (včetně případných variant), a popisy interakcí mezi sledovanými aktivy systému a procesem [39]. Pro řízení bezpečnosti jsou nejdůležitější scénáře pohrom, protože na jejich základě se provádí návrhy prevence, zmírnění odezvy i obnovy. Příklady scénářů jsou např. v práci [68].
4. Multikriteriální hodnocení je hodnocení založené na aplikaci více kritérií, a to i nesouměřitelných či konfliktních, na určitý celek [39]. Pro výsledné řešení se musí určit omezující podmínky, které určují objektivitu (např. z hlediska vyčerpatelnosti systému, lidských zdrojů či hodnoty užítka). Vyčerpatelnost systému znamená

maximální možnou míru užítka (užitné hodnoty), kterou lze při daném vědeckotechnickém vývoji dosáhnout. Omezující podmínky posuzujeme vždy jednotlivě, a to na základě jejich dílčích hodnocení. Pro jeho aplikaci ve spojení s riziky složitých systémů se osvědčilo zpracování DSS (systém pro podporu rozhodování) a vhodných hodnotových stupnic [6,13].

Některé další konkrétní a často používané nástroje a přístupy detailněji probereme v následujících odstavcích.

2.2.2.1. All-Hazard-Approach

Při návrhu, projektu i výstavbě technického díla je třeba zvažovat, jak již bylo výše uvedeno, zdroje všech rizik (All-Hazard-Approach - příloha 2), která mohou způsobit významné škody. Do uvedeného souboru patří i škodlivé jevy, které jsou důsledkem všech vzájemných reakcí daného technického díla s jeho okolím za podmínek normálních, abnormálních i kritických [4,5,7]. Předmětné škodlivé jevy jsou místně specifické, a to jak z pohledu technického díla, tak z pohledu okolí technického díla.

Určení vnitřních zdrojů rizik technického díla spojených jednak s jednotlivými technickými zařízeními, jejich uspořádáním do komponent a systémů a jednak s výrobními procesy a jejich řízením je místně specifická činnost, která vyžaduje identifikaci rizik na několika úrovních, a to:

- technická zařízení,
- komponenty,
- systémy,
- technická, organizační a kybernetická vzájemná propojení za normálních podmínek provozu,
- technická, organizační a kybernetická vzájemná propojení za abnormálních podmínek provozu,
- technická, organizační a kybernetická vzájemná propojení za kritických podmínek provozu,
- u vysoce důležitých technických děl, jako jsou jaderné elektrárny, přehrady apod., i technická, organizační a kybernetická propojení za extrémních podmínek provozu [4,5,64].

Při identifikaci zdrojů rizik pro technické dílo je velmi důležité zvážit uvnitř technického díla a v jeho blízkém okolí všechny stabilní i mobilní zdroje:

1. požárů (mžikový, proudový, kaluže, zášlehový, tryskový, BLEVE - ohnivá koule),
 2. explozí (mechanických, elektrických, chemických, exploze mraku plynů, prachu a popř. i jaderných),
 3. úniku nebezpečných látek,
- protože škody způsobí jak jejich dopady, tak i možné domino efekty.

2.2.2.2. Výpočet ohrožení

Pohroma každého druhu může být vždy větší nebo menší. Pojmem ohrožení ve spojitosti s pohromou ve strategickém řízení označujeme de facto největší velikost pohromy, se kterou v daném případě (tj. ve spojení technického díla s územím) počítáme – v technickém slangu mluvíme o projektové / normální či normálové pohromě (v angličtině – design disaster). U běžných technických děl se za ni ve většině zemí považuje tzv. stoletá pohroma, tj. velikost pohromy s četností výskytu cca jedenkrát za sto

let. U důležitých technických děl jako jsou důležité veřejné objekty (mosty, nádraží, letiště apod.) se zvažují v tomto smyslu chápané pohromy tisícileté a u jaderných elektráren pohromy desetitisícileté.

Analýzy mnoha databází pohrom [3,11,12] ukazují, že extrémní jevy se vyskytují zřídka a nepravidelně, což ovlivňuje technicko-metodický způsob stanovení velikostí maximálních očekávaných pohrom [3,13,14], tj. nelze použít jednoduché statistické metody. V důsledku dynamického vývoje světa (lidského systému) se procesy mění v prostoru a čase, což vede i ke změnám podmínek, které vedou k výskytu pohrom, a pochopitelně také ke změnám samotných charakteristik pohrom. Tato skutečnost způsobuje, že předpoklad matematických metod pro predikci velkých jevů (požadující stabilní proces) není zcela splněn. Protože nemáme dostatek znalostí o této oblasti, musíme brát v úvahu existenci nejistot, a to náhodných a znalostních a používat metody založené na teorii extrémů [39]; příklady použití jsou v pracích [69-71].

Právě znalostní nejistoty (neurčitosti) o fyzikálních procesech probíhajících v Zemi a jejím okolí jsou příčinami naší neschopnosti určit čas vzniku a velikost extrémních pohrom. Předmětná skutečnost je ukázána v pracích:

1. Práce [69] ukazuje rozdíly ve výpočtech odhadů zemětřeseného ohrožení pro Prahu, kde při použití datového souboru za posledních sto let byla získána hodnota 5° MSK-64 a při použití celého disponibilního datového souboru, tj. dat z posledních 800 let, byla získána hodnota 6° MSK-64. Podle oborových znalostí je předmětný rozdíl velmi významný z hlediska bezpečnosti [72].
2. Práce [71] ukazuje případ, kdy odhad velikosti tsunami pro zadávací podmínky jaderné elektrárny Fukushima vytvořený jen na základě datového souboru od 1890 způsobil nedostatečná preventivní opatření proti tsunami, což bylo jednou z klíčových příčin havárie jaderné elektrárny, ke které došlo 11. 3. 2011, přičemž jaderná elektrárna Onagawa, u které byl odhad proveden za údobí od r. 840, tsunami bez úhony přestála.

2.2.2.3. Stanovení, řízení a vypořádání rizik

Riziko (anglicky Risk) spojené s danou pohromou, činností či procesem je pravděpodobná velikost škod, ztrát a újm na chráněných zájmech (aktivech), které v daném místě vzniknou při výskytu pohromy mající velikost normativně stanoveného ohrožení, která je normovaná na stanovenou jednotku území či jednotku počtu jedinců a jednotku času; aktuální poznatky jsou shrnuty v práci [7]. Rozdíl mezi nebezpečím a rizikem spočívá v tom, že nebezpečí je určité (označuje aktuální stav) a riziko je jen očekávaná možnost.

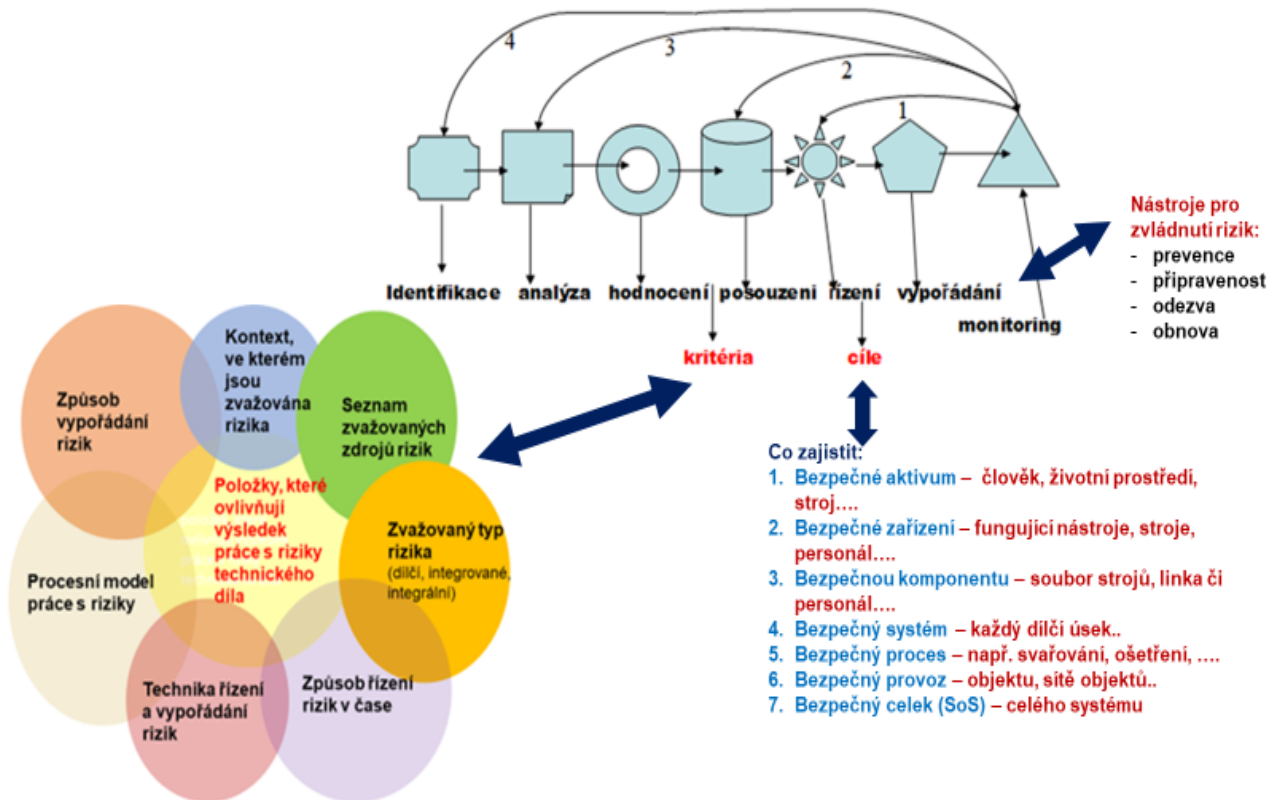
Procesní model práce s riziky je detailně popsán v práci [7] a je uveden na obrázku 7. Tmavě modrými šipkami je vyznačeno, z jakých oblastí se používají kritéria při posuzování rizik, jaké cíle se volí při řízení rizik a v jakých oblastech se volí opatření a činnosti pro zvládnutí rizik.

Analýza rizika znamená kritické studium kauzálního vztahu „příčiny – dopady“. Hodnocení rizik znamená porovnání úrovní rizik získaných analýzou rizik s kritérii pro posuzování rizik. Hodnocení rizika z pohledu prevence, připravenosti, odezvy a obnovy musí obsahovat:

- identifikaci ohrožení; specifikaci jevů (nebo scénářů), které jsou zdrojem ohrožení; specifikaci četnosti výskytu jevů (nebo scénářů), které jsou zdrojem ohrožení;

odhad důsledků jevů (nebo scénářů), které jsou zdrojem ohrožení (ve kterých je zahrnuto i působení místní zranitelnosti); odhad rizika z kombinace důsledků jevů (nebo scénářů), které jsou zdrojem ohrožení a četností výskytu; ocenění kroků pro odhad rizika a provedení odhadu rizika; ocenění výsledků odhadu rizika pro potřeby rozhodnutí,

- standardy a normy pro regulaci projektování a provozování lidských činností; postupy a systémy řízení bezpečnosti; a popř. další,
- jakým způsobem jsou cíle řízení rizika nastaveny, zda: cíle o úrovni rizika jsou kvalitativní nebo kvantitativní; splňují technické standardy; standardy řízení jsou systémové; a další.



Obr. 7. Procesní model pro práci s riziky - 1,2,3,4 = zpětné vazby, které se používají, když monitoring ukáže, že nejsou splněny stanovené požadavky na bezpečnost

Hodnocení rizik se provádí pomocí: exaktních výpočtů; statistických formulí; experimentálního sledování a matematického modelování; expertních přístupů, založených na odhadech, analogiích a zkušenostech; skórování veličin, tj. u nesouměřitelných veličin se používají metody multikriteriální analýzy, tj. např. rozhodovací tabulky [6,7,39].

Kritéria pro posuzování rizik vychází z:

- charakteru a druhu následků, které se mohou vyskytnout včetně jejich měření,
- způsobu stanovení pravděpodobnosti výskytu rizika,
- časového rámce následků a pravděpodobnosti výskytu rizika,
- způsobu určení úrovně rizika,
- úrovně, pod níž je riziko přijatelné nebo tolerovatelné,
- úrovně rizika, od níž je třeba zajistit cílenou odezvu,
- možnosti kombinace více rizik.

Je proto nutné brát v úvahu i možné domino efekty, možné synergie a možné kumulace, které mají potenciál zvětšit škody, anebo vyvolat další jevy, které způsobí nové ztráty a škody.

Technika samotného řízení rizik z důvodu hospodárného nakládání se silami, zdroji a prostředky před každou fází práce s riziky formálně přezkoumává řízení a vypořádání rizik v kontextu přínosů a nákladů na výstupy; pro stanovení ekonomického optima v nákladech na vypořádání rizik se používá již výše zmíněný Coaseho teorém [58], obrázek 3.

Pro posuzování účinnosti řízení rizika se používá index, který hodnotí výkonnost řízení rizika – RMI (Risk Management Index). Jedná se o kvalitativní míru, která je založená na cílech, které si řízení rizik vytyčilo. Někdy se též používají indikátory, u kterých se požaduje, aby byly transparentní, robustní, reprezentativní a snadno pochopitelné pro uživatele (veřejnost, politici, veřejná správa apod.).

Zvládání rizik dle podkladů uvedených v [6,7] znamená v případě, že riziko není přijatelné, provést:

- vyhnoutí se riziku (tj. nezahájit nebo nepokračovat v činnostech, které jsou zdrojem rizika), když to jde – u přírodních pohrom to nejde,
- odstranění zdrojů rizik, tj. zabránění vzniku pohrom, když to jde – u přírodních pohrom to nejde,
- snížení pravděpodobnosti výskytu rizika, tj. výskytu větších pohrom (např. snížením množství nebezpečných chemických látek v podnicích), když to jde – u přírodních pohrom to nejde,
- snížení závažnosti dopadů rizika, tj. příprava zmírňujících opatření jako jsou varovací systémy, systémy odezvy a obnovy,
- sdílení rizika, tj. rozdělení rizika mezi zúčastněné a pojišťovny,
- retenci rizika.

Při výběru opatření na zvládání rizik je třeba zajistit, aby náklady na zvládnutí rizik nepřevýšily možné škody vyvolané realizací rizika. Vypořádání rizik (někdy se též používá vyjednávání s riziky) vychází ze současných možností lidské společnosti a spočívá v rozdělení vypořádání rizik do kategorií, ve kterých se příslušná část rizika zajistí tak, že se provedou, jak již bylo dříve řečeno:

- preventivní opatření, která sníží nebo odvrátí realizace rizika,
- účelová zmírňující opatření odezvy a připraveností (varovné systémy a jiná opatření nouzového a krizového řízení), kterými se zmírní dopady, tj. sníží nebo odvrátí se nepřijatelné dopady při realizaci rizika, - akce na zajištění pojištění na krytí možných ztrát a škod,
- akce pro přípravu rezerv na odezvu a obnovu a záloh pro zajištění přežití lidí a kontinuitu provozu území, objektu či organizace,
- akce pro přípravu plánu pro odezvu na nepředvídané situace (Contingency Plan) pro případ realizace rizik neřiditelných nebo příliš nákladných, anebo málo častých.

Podle současného poznání shrnutého v pracích [4,5,7] již dnes nestačí řídit rizika jednotlivých pohrom, tj. škodlivých jevů různého druhu, protože svět se dynamicky vyvíjí. Je třeba použít pokrokové zásady řízení procesů pro zajištění bezpečného území a pro zajištění bezpečného technologického i jiného objektu, který je umístěn do území, tj. je nutno počítat s domino efekty, různými kumulacemi a synergiemi.

V praxi při práci s riziky spojenými s technickými díly se stále velmi často používají jen tradiční metody, jako jsou Kontrolní seznam, HAZOP, FMEA, FMECA, QRA apod. [6,7,39], protože pro ně existuje řada software. Podle poznatků shromážděných v práci

[7], předmětné metody při práci s riziky nerespektují systémový charakter technického díla při dopadech vnějších pohrom, úmyslných vnějších aktů (např. korupce na správních úřadech s cílem oslabit konkurenceschopnost technického díla), teroristických činů apod., což potvrzují šetření US EPA [73]. To znamená, že platí, že předmětné **metody lze použít s ohledem na bezpečnost technických děl jen při řešení některých úloh, ve kterých nejde o celistvost bezpečnosti technického díla**; všeobecně použitelné metody jsou správně aplikované metody What, If [6,7,39] a místně specifické kontrolní seznamy, které jsou sestavené experty.

Je proto nutné brát v úvahu i možné domino efekty, možné synergie a možné kumulace, které mají potenciál zvětšit škody, anebo vyvolat další jevy, které způsobí nové ztráty a škody. Předmětné skutečnosti lze odhalit pouze pomocí situační analýzy dispozičního plánu technického díla a situačního plánu jeho okolí. Vhodná je modifikovaná metoda What, If [6,7,39], která je použita dále v kapitole 4.

Pracovat s riziky od návrhu každého technického díla či technologie je třeba provádět proto, aby u všech zúčastněných vzniklo povědomí o rizicích a aby se zavedla příslušná opatření pro řízení závažných rizik. V práci [4] byla ukázána velmi důležitá role situačního povědomí. V souvislosti s každým rizikem si je třeba vždy uvědomit:

- co se může stát,
- kde se to může stát,
- co může spustit velké ztráty a škody,
- jaká aktiva budou zasažena,
- co je třeba si připravit pro ochranu veřejných aktiv a koexistence technického díla s okolím.

V rámci základních funkcí státu je nutné, aby stát dohlížel na koexistenci všech hlavních systémů, které jsou nutné pro život a rozvoj lidstva, tj. životní prostředí, technická díla a technologie a lidská společnost.

Z obrázku 7 je zřejmé, že variant práce s riziky je velké množství. Varianty získané důkladným studiem literatury v posledních 20 letech a studiem dokumentace technických děl jsou popsány v práci [7]. Jejich výsledky jsou více či méně přesné a jsou často značně odlišné. Čím důkladnější a kvalitnější varianta práce je použita, tím je náročnější na data, znalosti a čas, a proto použití jednoduchých variant práce s riziky je v mnoha případech oprávněné. Není oprávněné v případě řešení otázek bezpečnosti technických děl, protože tu aplikace jednoduchých variant nezajistí, jak ukazuje výsledek srovnání v práci [74].

2.3. Zadávací podmínky technického díla

Zadávací podmínky technického díla jsou dokumentem, který odráží postup řízení rizik zobrazený na obrázku 7, tj. do návrhu / projektu technického díla se zabudovávají opatření pro prevenci, zmírnění a odezvu na nepříjemné situace vyvolané vnitřními, vnějšími i organizačními zdroji havárií a selhání prvků, komponent a systémů. Jde o základní součást projektové dokumentace technického díla, která obsahuje technické, finanční, časové a další údaje určující zhotovení funkčního technického díla.

Zhotovením technického díla se rozumí úplné a bezvadné provedení všech stavebních a montážních prací a konstrukcí, včetně dodávek potřebných materiálů a zařízení, nezbytných pro řádné dokončení díla, dále provedení všech činností souvisejících s

dodávkou stavebních prací a konstrukcí, jejichž provedení je pro řádné dokončení díla nezbytné (např. zařízení stavenišť, bezpečnostní opatření a zabezpečení stavenišť vůči přístupu třetích osob, zajištění komunikace, zajištění a vytyčení inženýrských sítí, zřízení vytyčovací sítě, kontrolní měření během výstavby, zaměření skutečného provedení, vyhotovení geometrických plánů dokončené stavby, dopravně inženýrská opatření, veškeré revize, zkoušky, atesty a prohlášení o shodě související s předmětem výběrového řízení, úhradu místních a správních poplatků, zajištění dalších projednání a úkonů souvisejících se zhotovením předmětu plnění apod.).

Kromě podrobného soupisu stavebních prací, dodávek a služeb a výkazu výměr požadovaných prací a dodávek musí zadávací podmínky obsahovat dokumentaci, jak byla zohledněna rizika spojená, jak s územím, do kterého je technické dílo umístováno, tak s technickým dílem a s očekávanými reakcemi a konflikty daného území při realizaci a provozu technického díla. Právní náležitosti upravuje stavební zákon (zákon č. 183/2006 Sb.) a další zákony, protože jde o problémy finanční, vztahové, odpovědnosti, ekologické, pojištění, ochranu informací apod.

Podle údajů v práci [24] je nutno mít při tvorbě zadávacích podmínek technického díla:

1. Znalost:

- předpisů,
- rizik v lokalitě, do které je technické dílo umístováno,
- technického systému, který představuje technické dílo,
- modelů a teorií spojených s nehodami,
- metod analýzy, řízení a vypořádání rizik,
- způsobu řízení podniku (finance, lidské zdroje, organizace, technologie, inovace...).

2. Kompetence pro:

- uplatňování výsledků metod analýzy a hodnocení rizik,
- provádění metodiky analýzy a hodnocení rizik přizpůsobené problému,
- řízení nouzové a krizové,
- analýzy situací / aktivit / nehod,
- přeměnu politiky do skutečné akce,
- přeměnu statistik nehod do akčních plánů,
- strategické plánování,
- hierarchizaci problémů,
- hledání správných informací a poučení,
- kritickou analýzu,
- navrhování správných řešení,
- psanou a mluvenou komunikaci,
- provádění syntézy a přizpůsobování formulace určené pro veřejnost,
- etiku.

Při tvorbě zadávacích podmínek je třeba s ohledem na možné pohromy v dané lokalitě a v souvislosti s koexistencí technického díla a lokality dle [4,5,7,13,24] určit:

- pro každou relevantní pohromu velikost ohrožení podle stanovených standardů,
- identifikovat kritické úkoly technického díla z pohledu integrální bezpečnosti,
- pochopit úkoly a příčiny jejich kritičnosti,
- identifikovat možná lidská selhání,
- navrhnout opatření k zajištění bezpečnosti s ohledem na proměnné podmínky.

Kritické úkoly technického díla z pohledu integrální bezpečnosti jsou fyzické činnosti, jejichž způsobem provedení člověk přispěje k:

- spuštění nežádaného a nepříjemného jevu,
- detekci a prevenci předmětného jevu,
- řízení a zmírnění předmětného jevu,
- odezvě na nouzovou situaci.

Podle práce [24] je nutno při tvorbě zadávacích podmínek technického díla brát v úvahu, že výsledek práce nežádoucím způsobem ovlivňují:

- nedostatek komunikace – chyby a přerušení toku informací,
- rutinní přístup – jistoty vyplývající z dlouhodobé praxe v kombinaci se ztrátou povědomí o rizicích, způsobených často opakovanými činnostmi a únavnou prací,
- nedostatek znalostí – nejasnost či nepochopení,
- rozptýlení – zmatení, duševní chaos,
- nedostatečná spolupráce v týmu – nekonzistentní úsilí skupiny lidí způsobené nedostatkem pocitu sounáležitosti, strach z chyb ostatních, nevhodný styl vedení nebo nevhodné komunikace,
- únava – je ignorována, protože dokud není nadměrná, lidé si ani neuvědomují,
- nedostatek prostředků – nedostatek nástrojů, materiálů, zastaralá dokumentace, nevhodné pracovní podmínky,
- nátlak – od nadřízených či kolegů, nedostatek času, nesprávné nastavení úkolů,
- nedostatek sebevědomí – neschopnost odmítnout plnění úkolů vyplývajících z nedostatku sebevědomí, úzkosti nebo komplexů,
- stres – nervozita způsobená např.: časovým tlakem, novou metodikou, změnou v rozsahu úkolů, soutěží nebo soukromými faktory,
- nedbalost – nesprávné posouzení možných důsledků akce způsobené např.: nátlakem, nedostatkem zkušeností nebo nedostatkem znalostí,
- přijatelnost velkého množství odchylek od instrukcí a standardů z důvodu usnadnění práce.

Je faktem, že při navrhování technického díla se velmi často v praxi používají software založené na stromových modelech. Na základě současného poznání shrnutého v [7] a diskutovaného již výše si je třeba uvědomit, že stromové modely nevytvoří podklad pro zvládnutí všech možných pohrom, které ovlivňují technické dílo, protože vychází z jednoho bodu v technickém díle, tj. nepostihují vnější pohromy, útoky a lidský faktor.

2.4. Projekt technického díla

Cílem projektu technického díla je vytvořit výrobní proces, který je ziskový, ekonomický, bezpečný a neohrožuje veřejná aktiva, a to především lidi a životní prostředí. Toho lze dosáhnout optimalizací bezpečnostních, ekonomických a funkčních kritérií. Projekt technického díla zahrnuje širokou oblast problémů, např. výběr:

- materiálů,
- technických principů,
- postupů výstavby,
- postupů konstrukce,
- stanovení kritických procesů výstavby a konstrukce
- způsobu ochrany fyzické, kybernetické aj.,
- apod.

Proto vyžaduje účast mnoha odborností, tj. řady specialistů z různých odborů. Je si třeba uvědomit, že právě zde se projevuje lidský faktor. Nízká spolupráce odborníků vede k chybám, které se projeví dokonce až při provozu technického díla, např. výskyt:

- organizačních havárií [4,5,75,76],
- problémů při údržbě [4,5],
- nemožnost opravit důležité části [4,5,77] apod.

Projektování technických děl je velmi komplexní činnost [78]. V České republice je upraveno stavebním zákonem (zákon č. 183/2006 Sb.) a dalšími souvisejícími předpisy.

Konkrétní projekt technického díla závisí na složitosti navrhovaného technického díla a na požadavcích stanovených veřejným zájmem. **Dále se s ohledem na zaměření publikace soustředíme jen na část, kterou se řídí integrální riziko technického díla.** V projektu každého technického díla z pohledu bezpečnosti je třeba sledovat požadavky na:

- trvanlivost,
- ovladatelnost zařízení a procesů,
- životnost,
- lidské zdroje,
- náklady,
- technické služby,
- servis,
- bezpečí zaměstnanců, lidí v okolí a životního prostředí.

Zvážení a dobré zajištění předmětných požadavků totiž určuje budoucí náklady na zajištění bezpečnosti a koexistence technického díla s okolím. Např. nezajištění lidských zdrojů pro obsluhu vede např. k omezení výroby či servisu, které má technické dílo zajistit.

Základním úkolem projektanta je rozpoznat všechna možná ohrožení aplikací přístupu All-Hazard-Approach, který byl vysvětlen výše a rozdělit je na přijatelná, podmíněně přijatelná (tolerovatelná) a nepřijatelná. V případě druhém a třetím dělá projektantovi problém přemýšlet následujícím způsobem:

1. Mohu eliminovat dané ohrožení?
2. Mohu snížit velikost tohoto ohrožení?
3. Nemohu navrženými opatřeními na zvládnutí daného ohrožení vytvořit nové ohrožení?
4. Jaké technické a řídicí systémy jsou požadovány pro řízení ohrožení, které zbylo?

Podle dokumentů [4,5,52,79-81] je pro bezpečnost technického díla během životnosti **u návrhu realizace každého kritického procesu zvážit** problémy spojené s:

- daným procesem
- návrhem procesu,
- řízením procesu,
- provozním personálem a signalizací jeho stavu,
- systémem pro zajištění bezpečnosti,
- dalšími technickými systémy podporujícími bezpečnost,
- vnějšími aktivními a pasivními systémy pro zmírnění rizika spojeného se selháním procesu,
- nouzovou odezvou technického díla,

- nouzovou odezvou lokality, v níž je technické dílo umístěno.

Podle práce [4] je důležité, aby strategie řízení rizik procesů při projektování používala:

- principy inherentní bezpečnosti,
- systémy pasivní bezpečnosti,
- systémy aktivní bezpečnosti,
- procedurální postupy, které jsou osvědčené, anebo důkladně prověřené tak, aby neobsahovaly latentní zdroje nebezpečí za možných podmínek.

2.4.1. Inherentní bezpečnost

Pojem „inherentní bezpečnost“ zavedl v roce 1977 anglický inženýr Kletz v chemickém průmyslu. Jde o základní přístup k řízení ohrožení od škodlivých jevů (tj. pohrom všeho druhu) tím, že se snižuje jeho velikost, čímž klesá i nebezpečí, které ohrožení představuje [82-87]. Je to způsob, kterým se řídí ohrožení (hazard), tj. předchází se riziku. Pochopitelně u živelních pohrom to nelze, protože živly dosud člověk neovládá.

Inherentní bezpečnost je specifická vlastnost komponent a procesů technického díla, která je daná fyzikálními a chemickými zákony a vlastnostmi, tj. ne lidskými opatřeními. Jde o princip, který umožňuje autoregulaci nebezpečných procesů. To znamená, že inherentní (vlastní) bezpečnost zařízení či systému je přístup, kterým zařízení či systém získávají schopnost, že i při nepříjemných podmínkách mají nízkou míru nebezpečí. Jde o způsob myšlení při navrhování technického řešení, kterým se hledá princip, kterým se snižuje riziko jiným způsobem než řízením rizika.

Na základě údajů v pracích [82-87] se zapracování inherentní bezpečnosti do technického díla provádí např.:

- snížením množství nebezpečných látek (používání nebezpečné látky po menších množstvích),
- použitím méně nebezpečné látky místo té hodně nebezpečné (náhrada látek, jestliže je to možné, např. čištění neprovádět hořlavým rozpouštědlem, ale vodou a třeba drhnutím),
- použitím látky v jiném skupenství nebo jiné teplotě,
- použití zařízení, které sníží dopady nebezpečné látky,
- snížením počtu nebezpečných provozních procesů – snížit složitost zařízení,
- aplikace principu tolerance chyb (např. navrhnout zařízení tak, aby vydrželo maximálně možný tlak),
- omezením dopadů (např. nastavení lapačů nebezpečné látky),
- při ovládní zařízení zajistit: vyhnout se nárazům; nemožnost přechodu zařízení do nestabilní polohy; jasně definovanou polohu a stav zařízení; snadnou ovladatelnost zařízení; bezchybné řídicí instrukce a software.

Koncept inherentní bezpečnosti je koncept dynamický, subjektivní a holistický. Od projektanta vyžaduje přemýšlení a zkušenosti. Např. je třeba rozhodnout, zda je lepší mít velké zásoby nebezpečných látek, anebo často dovážet vlakem nebezpečné látky (u obou případů jsou ohrožení, tj. v daném konkrétním případě je třeba vybrat ten, ve kterém je míra rizika nižší). Problém v zavádění inherentní bezpečnosti je v tom, že principy jsou popisné a ne předpisující / nařizující.

Jelikož vložení inherentní bezpečnosti může být také příčinou zkrávy, např. použití jednoho chladiva v ledničce stačí menší množství než jiného chladiva, ale použití toho prvního poškozují životní prostředí, tak je třeba vždy přemýšlet o tom, co je horší.

Krátce řečeno inherentně bezpečnější konstrukce je taková, která se vyhne nebezpečím namísto jejich ovládní, zejména snížením množství nebezpečného materiálu a počtu nebezpečných operací v závodě. Dalším inherentním bezpečnostním systémem vodou chlazených jaderných elektráren je systém chlazení aktivní zóny pomocí zásobníků vody s kyselinou boritou (hydroakumulátorů), která absorbuje neutrony. V primárním okruhu je vyšší tlak než v těchto zásobnících, voda je v hydroakumulátorech udržována zátkou, kterou v zavřené poloze udržuje rozdíl tlaků nad a pod zátkou. V případě poklesu tlaku v primárním okruhu se tlakové poměry změny, zátky se automaticky tlakem otevře a voda ze zásobníku doplňuje vodu do primárního okruhu.

Na základě inherentní bezpečnosti je velký potenciál snížit riziko pomocí koncepčního přístupu. Proto je třeba nejdříve poznat rizika a pak začít přemýšlet o konceptu řešení. Každou variantu řešení je třeba otestovat z pohledu nároků na zvládnutí rizik, a to nejen při konstrukci, ale po celou dobu životnosti technického díla. Jestliže se předem nezáváží potřeby a podmínky při provozu, tak jsou velké provozní náklady. Proto je třeba přemýšlet o principech inherentní bezpečnosti. Znamená to použít technologie s vnitřními vlastnostmi, které snižují ohrožení (tj. zranitelnost procesu). Tradiční postupy používané při ochraně technologií jsou založeny na snižování četnosti (pravděpodobnosti) výskytu pohromy a na zmírnění jejich dopadů. Tento proces znamená snahu řídit ohrožení, a ne snižovat ohrožení. Inherentní bezpečnost snižuje ohrožení.

Zkušenosti z praxe ukazují, že zavedení inherentní bezpečnosti do projektu technického díla je jednodušší než při jejím zavádění do provozovaného technického díla.

2.4.2. Prvky a systémy pasivní bezpečnosti

Pasivní prvky pro zajištění bezpečnosti (v českém slangu pasivní bezpečnostní prvky) jsou fyzické prvky nebo zařízení, které působí až v okamžiku havárie. Jedná se o konstrukční zařízení, jejichž cílem je minimalizovat následky havárie. Příkladem jsou bezpečná konstrukce karoserie vozidla nebo sloupku volantu, opěrky hlavy, bezpečnostní pásy, předpínače bezpečnostních pásů, airbagy apod.

Systémy pasivní bezpečnosti jsou fyzické systémy, které ovládají nebezpečí procesu nebo zařízení pomocí prvků zařízení bez zásahu z řídicího centra. Nejznámějším využitím pasivní bezpečnosti jsou: ochranné zdi, ochranné sítě; apod.

2.4.3. Prvky a systémy aktivní bezpečnosti

Aktivní prvky pro zajištění bezpečnosti (v českém slangu aktivní bezpečnostní prvky) jsou technická zařízení, systémy a vlastnosti technického díla, která pomáhají předejít a zabránit nehodám a haváriím. Např. u dopravních prostředků jsou nejdůležitějšími prvky aktivní bezpečnosti účinné brzdy umožňující bezpečné zpomalení nebo zastavení vozidla, dobrý výhled z vozidla, dobré pneumatiky, přesné a spolehlivé řízení, kvalitní tlumiče zajišťující dostatečný kontakt pneumatik s vozovkou a také osvětlení vozidla. Mezi další prvky aktivní bezpečnosti patří moderní elektronické systémy jako např. ABS, ESP, TCS, EBA, ACC a další. U ostatních strojů a zařízení se aktivní bezpečnostní myslí především výrazné značení nebezpečných míst, krytí nebezpečných částí stroje (neizolovaných elektrických vodičů, točivých částí, ...) výrazná světelná a zvuková signalizace chodu stroje a bezpečnostní pojistky zastavující chod stroje po otevření krytu.

Systémy aktivní bezpečnosti ovládají nebezpečí procesu nebo zařízení pomocí prvků zařízení na základě pokynu z řídicího centra, který se realizuje na základě dat z monitoringu. Příkladem je pád bezpečnostních tyčí v jaderném reaktoru v případě potřeby rychlého odstavení reaktoru. Regulační a bezpečnostní tyče obsahují materiál (např. sloučeniny boru nebo kadmia) silně absorbující neutrony. Zasunutí absorpční tyče pohlcují neutrony a štěpná reakce se tlumí. Tyče v horní poloze drží elektromagnety. Jestliže řídicí systém vyhodnotí potřebu rychlého zasunutí tyčí do aktivní zóny, odpojí napájení elektromagnetů, absorpční tyče jsou gravitací přitahovány k zemskému povrchu a tím se zasouvají do aktivní zóny. Další příklady jsou: systémy včasného varování; požární hlásiče; systémy kontroly stavu zařízení anebo jeho reakce.

2.4.4. Výběr prvků, postupů a zařízení

Z hlediska bezpečnosti je na základě dobré praxe třeba volit prvky, postupy a zařízení, které jsou osvědčené, anebo důkladně prověřené tak, aby neobsahovaly latentní zdroje nebezpečí za možných podmínek. Tam, kde jsou velká nebezpečí je třeba dát důraz na prevenci a např. instalovat odpouštěcí ventily na snížení tlaku, sprinklery, stěny pro zachycení tlakové vlny aj., i když jde o cenově nákladná zařízení.

V praxi je často odkaz na BAT (Best Available Technology), což označuje nejlepší dostupnou techniku, která je kodifikovaná nebo podle norem zajišťuje snížení nepřijatelných dopadů na veřejná a podniková aktiva. Pojem byl v roce 1984 zaveden do práva Evropského hospodářského společenství směrnicí 84/360 / EHS, která byla zacílena na snížení emisí z velkých průmyslových zařízení do ovzduší. Přehled současných technik BAT v EU je v práci [88]; podrobné údaje jsou v pracích [88-90].

V souladu s evropskou legislativou je pojem BAT vymezen § 2 písm. e) zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci takto:

- **technikami** se rozumí jak použitá technologie, tak způsob, jakým je zařízení navrženo, vybudováno, provozováno, udržováno a vyřazováno z provozu,
- **dostupnými** technikami se rozumí techniky vyvinuté v měřítku umožňujícím zavedení v příslušném průmyslovém odvětví za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek s ohledem na náklady a přínosy, pokud jsou provozovateli zařízení za rozumných podmínek dostupné bez ohledu na to, zda jsou používány nebo vyráběny v České republice,
- **nejlepšími** technikami se rozumí nejúčinnější techniky z hlediska dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku.

V rámci České republiky se povinnost aplikace BAT týká provozovatelů zařízení pro šest kategorií průmyslových činností uvedených v příloze č. 1 zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci, ve znění pozdějších předpisů, a sice:

- energetika,
- výroba a zpracování kovů,
- zpracování nerostů,
- chemický průmysl,
- nakládání s odpady,
- ostatní průmyslové činnosti.

Předmětné subjekty mají ze zákona povinnost mít pro provoz zařízení vydané integrované povolení a provozovat zařízení v souladu s vydaným integrovaným povolením. Provozovatel zařízení nesmí bez platného integrovaného povolení zařízení provozovat.

2.4.5. Princip Defence-In-Depth

Pro zajištění bezpečnosti důležitých technických děl je používán princip ochrany do hloubky (Defence-In-Depth), který je popsán např. v [4,5]. Princip byl již ve středověku používán ve vojenství, a proto je v anglickém textu používáno slovo „defence“, tj. obrana.

Předmětný princip je implementován pomocí kombinace několika následných nezávislých úrovní ochrany. Základní podmínkou je, že když jedna úroveň ochrany nebo bariéry selže, tak následná úroveň musí být dostupná. Když je přístup dobře aplikován, tak by jednotlivé technické, lidské nebo organizační selhání nemělo vést k ničivým dopadům a kombinace několika selhání vedoucí k ničivým dopadům by měla mít malou pravděpodobnost výskytu [91-93].

Na základě prací [91-93] představuje Defence-In-Depth (ochrana do hloubky) komplexní přístup, který zajišťuje, že lidé i životní prostředí budou ochráněny i při kritických podmínkách v objektu s jadernou technologií. Jde o komplexní filosofii bezpečnosti, která se začala aplikovat v 80. letech minulého století. Dnes je používán i u technických děl s dalšími technologiemi.

Předmětný přístup zahrnuje všechny činnosti zacílené na bezpečnost technického díla i území, ve kterém se technické dílo nachází, a to počínaje umístováním, přes navrhování a projektování, výstavbu, konstrukci, uvedení do provozu, provoz a odstavení technického díla z provozu. Pro zajištění bezpečného technického díla (chápaného jako systému systémů) používá systémy bariér a režimová opatření. Jejich cílem je:

- kompenzovat lidská a technologická selhání,
- udržovat účinné bariéry, které odvrátí poškození zařízení i bariér samotných,
- ochránit lidi a životní prostředí, když bariéry nesplní své úlohy.

Koncept bezpečnosti kritických objektů založený na ochraně do hloubky a kultura bezpečnosti slouží jako základní filozofie pro bezpečný projekt a bezpečný provoz kritických objektů. Podle údajů v uvedených citacích správně použita obrana do hloubky zajišťuje, že žádná jednotlivá lidská chyba nebo jednotlivé selhání zařízení na jedné úrovni obrany, ani kombinace selhání na více než jedné úrovni obrany, nemůže ohrozit obranu v hloubky na následující úrovni nebo vést poškození veřejnosti nebo životního prostředí.

Podle INSAG-10 [93] ochrana v hloubky tvoří hierarchické rozmístění různých úrovní vybavení a postupů s cílem zachovat efektivitu fyzických bariér, které jsou umístěné mezi radioaktivní materiál a pracovníky, veřejnost nebo životní prostředí, při běžném provozu, předpokládaných provozních událostech, a u některých bariér i při havárii. Ochrana do hloubky je obecně rozdělena do pěti úrovní. Když jedna úroveň selže, vstupuje do hry následná úroveň.

Pro názornost je dále uvedena tabulka 2, která shrnuje cíle každé úrovně a odpovídající prostředky, které jsou nezbytné k jejich dosažení [92]. Úrovně jsou určeny jako nezávislé v rozsahu použití. Obecným cílem ochrany do hloubky je zajistit, aby jednotlivá porucha, selhání zařízení nebo selhání lidského faktoru na jedné úrovni obrany, a dokonce i kombinace selhání na více než jedné úrovni ochrany, se nešířily do dalších úrovní ochrany do hloubky. Nezávislost různých úrovní ochrany je rozhodující pro splnění uvedeného cíle.

Tabulka 2. Úrovně ochrany do hloubky (zpracováno dle [92]).

Úrovně ochrany do hloubky	Cíl	Podstatné prostředky pro dosažení cíle
1	Prevence abnormálního provozu a selhání.	Konzervativní projekt a vysoká kvalita výstavby a provozu.
2	Zvládnutí abnormálního provozu a detekce selhání.	Ovládání, omezovací a ochranné systémy a další kontrolní (dozorné) rysy.
3	Řízení projektových havárií.	Zavedeny (naprojektovány a zabudovány) prvky zajišťující bezpečnost a postupy pro řízení havárií.
4	Řízení neprojektových podmínek objektu včetně prevence rozšiřování havárie, a zmírňování důsledků krutých havárií.	Zavedení doplňujících opatření pro řízení havárií.
5	Zmírnění radiologických důsledků významných úniků radioaktivních materiálů.	Vnější nouzová odezva.

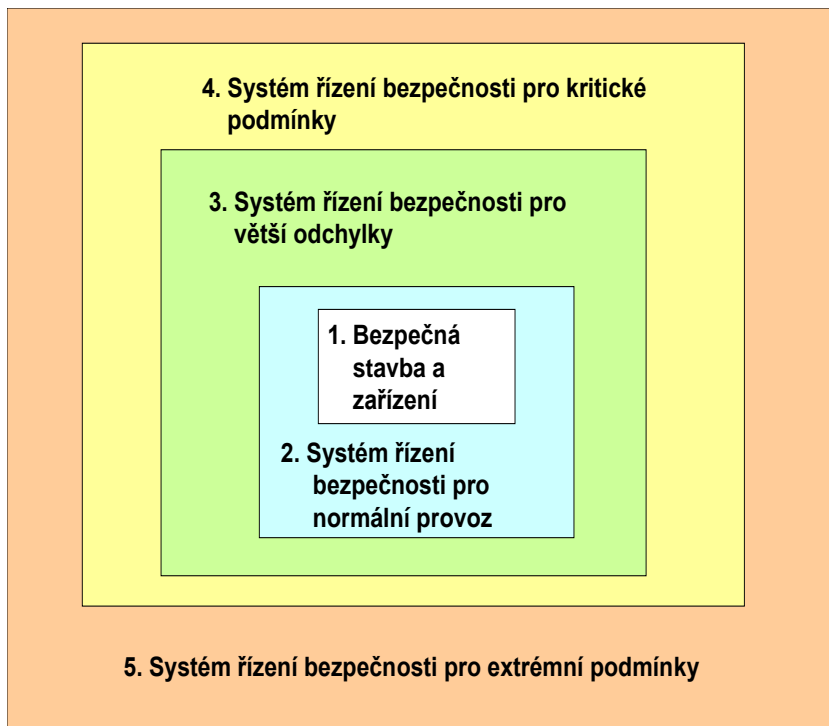
Pomocí kvalitních zadávacích podmínek je třeba vybudovat kvalitní objekt (umístění, materiál a konstrukce stavby, zařízení a jejich propojení). Pak je třeba mít:

- způsob ovládání socio-technologického systému při normálních podmínkách, tj. způsob prevence abnormálního provozu a selhání,
- způsob ovládání socio-technologického systému při abnormálních podmínkách, tj. způsob ovládání abnormálního provozu a detekce selhání,
- způsob ovládání socio-technologického systému při kritických podmínkách, tj. ovládání havárií pomocí projektových opatření,
- způsob ovládání socio-technologického systému při extrémních (nadprojektových) havárií včetně prevence dalšího rozvoje havárie a zmírnění dopadů havárie vně objektu.

Základní prostředky pro splnění jsou:

- konzervativní návrh objektu a vysoká kvalita konstrukce a provozu,
- zabudování ovládacích, omezovacích a ochranných systémů a další typické znaky dohledu nad provozem,
- vložení (inherentních) vlastností podporujících bezpečnost,
- alternativní opatření a řízení havárie – vnitřní plán odezvy,
- vnější plány odezvy.

Protože sledované SoS jsou základem pro život a rozvoj lidí, je nutné i při nadprojektových podmínkách zajistit, aby objekty bylo možno zprovoznit v jisté dohledné době. Proto na základě znalostí uvedených v pracích [4,6,7,13,20,94] a zkušeností z praxe, autorka metodou analogie uspořádala základní principy pro řízení bezpečnosti objektů a infrastruktur typu systém systémů (obrázek 8) takto:



Obr. 8. Pětistupňový systém řízení bezpečnosti složitěho objektu [5].

1. V návrhu, výstavbě a konstrukci inherentně používat principy bezpečného projektu (přístupy:
 - All-Hazard-Approach,
 - proaktivní,
 - systémový aplikující integrální riziko, a také významná dílčí rizika spojená s vazbami a toky hmotnými, energetickými, finančními a informačními v dílčích systémech i napříč nich,
 - správné práce s riziky,
 - monitoring, ve kterém jsou zabudovány korekční opatření a činnosti.

Důležité je sestavení zadávacích podmínek spojených s daným územím, které vyjadřují způsob ocenění místních zranitelností vůči všem relevantním pohromám, které mohou postihnout dané místo, a také ocenění všech místně specifických rysů, které mohou způsobit specifické dopady. Na základě recentního poznání, shrnutého v pracích [4,5,13], je třeba u kritických složitých objektů zohlednit nejistoty náhodné i znalostní, tj. neurčitosti v datech, aby se předešlo atypickým haváriím, které jsou důsledkem nepředvídatelných jevů, které nelze odhalit běžnými stochastickými metodami.

2. Řídicí systém objektu musí mít základní řídicí funkce, alarmy a reakce operátora zpracované tak, aby objekt byl udržen v normálním (stabilním) stavu za normálních podmínek.
3. Objekt musí mít speciální řídicí systémy orientované na bezpečnost a ochranné bariéry, které ho udržují v bezpečném stavu i při větší změně provozních podmínek (tj. při abnormálních podmínkách) a zabraňují vzniku nežádoucích jevů, což znamená, že má dobrou resilienci. Předmětné systémy udržují bezpečný provoz i za změny podmínek nebo mají schopnost zajistit normální provoz po aplikaci nápravných opatření (vyčištění, oprava...).

4. Pro případ, že se vyskytnou kritické podmínky, které způsobí, že dojde ke ztrátě ovládnutí objektu, musí mít objekt systém opatření pro vnitřní nouzovou odezvu, zmírnění dopadů, a pro návrat do normálního provozu (plán kontinuity a vnitřní nouzový / havarijný plán).
5. Pro případ, že dopady ztráty ovládnutí systému postihnou okolí objektu, musí mít objekt opatření i pro vnější odezvu, zmírňující opatření pro prevenci ztrát v objektu; a kapacitu pro překonání obtíží, aby byla schopnost objekt obnovit.

V odborné oblasti se výše zmíněné vrstvy považují za ochranné bariery (tzv. ochrana do hloubky (Defence-In-Depth) a při rozlišení objektů z hlediska bezpečnosti se používá bezpečnostní charakteristika, že objekt má jednostupňovou nebo až pětistupňovou ochranu do hloubky. Jednotlivé systémy řízení bezpečnosti zajišťují aplikaci technických, provozních a organizačních opatření a činností, které jsou navrženy tak, aby buď zabránily iniciaci řetězce škodlivých jevů, anebo ho zastavily [95].

Protože deterministický přístup k ochraně do hloubky nezvažuje explicitně pravděpodobnost výskytu výzev ani mechanismů, ani nezahrnuje kvantifikaci pravděpodobnosti úspěchu spojeného s provedením prvků a systémů na každé úrovni obrany do hloubky, je deterministický přístup doplňován pravděpodobnostní analýzou bezpečnosti (PSA) v oblasti spolehlivosti systémů, pravděpodobných cílů apod. s cílem zajistit adekvátní úroveň bezpečnosti, která zajišťuje dobře vybalancovaný projekt.

Z důvodu existence neurčitostí, které nelze postihnout stochastickým přístupem [98], se v dnešní praxi kombinují stochastické postupy s expertními údaji získanými vyhodnocením řady případových studií [13].

Pro úspěšné zvládnutí rizik u složitých technologických systémů je dle [94] třeba:

- udržovat provoz ve středních provozních podmínkách, což lze zajistit tím, že provozní personál: je řádně vycvičený; má potřebné dovednosti; a chápe podstatu řízení základních provozních funkcí,
- zajistit bezpečný provoz za proměnných podmínek, což lze zajistit tím, že provozní personál: je řádně vycvičený; zná plány provozu za proměnných podmínek; a respektuje požadavky kultury bezpečnosti,
- ovládnout kritický stav zařízení pomocí preventivních mechanismů (např. pomocí kritických systémů bezpečnosti), což lze zajistit: aplikací pracovních postupů podle jistých přijatých standardů; a výcvikem ve vypořádání odchylek od normálního provozu,
- při ztrátě ovládnutí je třeba znovu získat nadvládu nad systémem, k čemuž je třeba vzdělat personál, aby byl schopen: získat povědomí o situaci; pochopit podstatu problému; porozumět omezení základních stejně jako preventivních funkcí ovládnutí; improvizovat,
- při neschopnosti zvládnout zařízení, je třeba vzdělat personál, aby byl schopen: odstavit technologii tak, že zajistí, co nejmenší ztráty u technologie; a aktivovat vnější nouzový plán (tj. aplikovat ochranná opatření a činnosti, uvolnit rezervy, provést evakuaci).

Z výše uvedených skutečností vyplývá, že čím vyšší projektové pohromy zvolíme pro umístění, projektování, výstavbu a konstrukci objektu, tj. zajistíme pasivní ochranu, tím vyšší bezpečnost dosáhneme, protože účinnost organizačních opatření v oblasti řízení je vždy nižší než u opatření technických, u kterých dosahuje až 80 %.

Zvážení poznatků:

- kritická analýza prací [77,95-97] ukazuje, že požadavky kladené na zařízení, systémy a komponenty kritických objektů nezvažují systematicky kaskádová selhání,
- použití nejlepšího současného konceptu pro zajištění bezpečnosti objektů nemá zanedbatelnou kritičnost (tj. po jeho aplikaci některé zdroje rizika zůstávají) kvůli kaskádovému selhání způsobeným znalostními nejistotami [13],
- příliš velké spolehnutí na účinnost PSA, která hodnotí rizika spojená s procesním modelem výroby a neuvažuje selhání bezpečnostních prvků, tj. ochranných bariér ukazuje, že přes všechna dosud aplikovaná opatření existují zdroje rizik, které mohou mít extrémní dopady. Kromě toho mnoho příkladů ukazuje, že řada expertů je postižena provozní slepotou, je uchlácholena splněním požadavků norem a standardů a nevidí rizika spojená s různými vazbami a spřaženími s okolím. Opět připomeneme, že jednoduché srovnání intervalů používaných v pravděpodobnostních hodnoceních ukazuje, že dle poznatků uvedených v práci [13]:
 - interval $(\mu - \sigma, \mu + \sigma)$ pokrývá 68,5 % případů,
 - interval $(\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma)$ pokrývá 85,4 % případů,
 - interval $(\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma)$ pokrývá 99,8 % případů,
 kde μ je medián a σ standardní odchylka.

2.4.6. Inženýrství resilience

Je skutečností, že zajištění integrální (celkové) bezpečnosti technického díla je velmi obtížné, protože jsou buď omezené znalosti o všech možných podmínkách, ve kterých se technické dílo může nacházet, které způsobí nepřijatelné dočasné vazby či nepřijatelná dočasná spřažení, která vedou k havárii či selhání, anebo opatření jsou příliš nákladná, anebo nedostupná z jiných důvodů (např. embargo, politické záměry apod.), což znamená neaplikovatelná. Proto se postupem doby v oblasti inženýrství vyvinul zcela specifický obor, tj. inženýrství odolnosti (resilience) [98,99]. Jde o vytváření vnitřní schopnosti systému přizpůsobit svoji funkci změněným podmínkám, tak, aby byl zachován provoz. Předmětná vlastnost musí být do systému vložena již v době jeho projektování, a proto se již v návrhu zajišťuje schopnost systému: předvídat; monitorovat; reagovat; a poučit se (podrobněji [1]). Resilience systému závisí na:

- schopnosti systému vytušit závažnou změnu podmínek a reagovat na ni dříve, než dojde ke ztrátám a škodám, tj. systém:
 - má připraveny postupy na zvládnutí podmínek jiných než normálních,
 - zahrnuje lidský faktor, vazbu člověk-stroj, výcvik, kulturu bezpečnosti a zkušenost,
 - má schopnost rozpoznat, že: přizpůsobení podmínkám se zhoršuje; tlumič nebo rezerva jsou vyčerpány; je třeba kompromis či změnit priority; je třeba změnit role, činnosti či cíle; a je třeba hledat novou metodu pro přizpůsobení,
- robustnosti, tj. jak systém je schopen detekovat odchylky od očekávaného stavu a upravit svůj provoz,
- přizpůsobení, tj. jak systém je schopen detekovat odchylky od očekávaného stavu a vhodně upravit svůj provoz.

Bezpečnost kritických systémů je ovlivněna novými technologiemi, jako je internet věci založený na propojení různých technických zařízení pomocí internetu [100]. Předmětná technologie má řadu výhod, ale také nevýhody, které mají potenciál značně narušit bezpečnost technických děl, a proto je nutno důkladně zvažovat při jejich použití bezpečnost technických děl; jejich nepoužití je sice konzervativní a zajišťuje vyšší bezpečí, ale znamená nevyužití jejich předností.

2.4.7. Požadavky na projekt technického díla, které odolá projektovým pohromám

Pro zvýšení bezpečnosti technických děl se stále více propojují výsledky analytických a heuristických postupů – a vytváří se zkušenostní databáze. V praxi je nutno aplikovat propojení principů: All-Hazard-Approach; Defence-In-Depth; inherentní bezpečnosti; pasivní bezpečnosti; aktivní bezpečnosti; a systému řízení bezpečnosti v čase (je popsán např. v [7]).

Je pochopitelné, že dobré by bylo, kdyby jednotlivé vrstvy pro řízení bezpečnosti byly nezávislé, což de facto nelze zajistit, protože tam jsou fyzické vazby. Proto je třeba těmto vazbám věnovat pozornost, a buď je omezit, anebo ošetřit tak, aby nemohly způsobit selhání, anebo havárii důležitých komponent technického díla. Používá se např. princip „selži bezpečně“, kterým se zajistí dostatečně rychle při zjištění nebezpečných podmínek bezpečné zastavení zařízení, tj. zařízení se převede do stavu, který je stabilní, který nebezpečně nenaruší chod dalších systémů a zajistí oznámení obsluze.

Základním principem řízení bezpečnosti je kvalifikované propojení oblastí technické, organizační, finanční, personální, sociální, znalostní; a jasné role a povinnosti všech zúčastněných. Systém řízení bezpečnosti kritických zařízení, tedy pokrývá řadu oblastí, a to technickou, vojenskou, legislativní, finanční, ekonomickou, sociální, ekologickou, vzdělávací, výzkumnou atd. Úkoly v oblasti bezpečnosti, na základě současných znalostí a současného pojetí důmyslných bezpečnostních systémů, mají všichni účastníci. Úkoly jednotlivých zúčastněných a jejich propojení v různých situacích musí být stanoveny zákony, morální a dalších standardů a norem.

Protože skutečnost je taková, že neumíme identifikovat neurčitosti, musíme při řízení bezpečností velmi výrazně spoléhat na odezvu, tj. na přípravu provozních předpisů v případě výrazných změn podmínek a v případě jejího neúspěchu i na odezvu aplikující ochranná opatření pro základní veřejná aktiva. Proto pro zajištění bezpečnosti složitých objektů a ochrany lidí hledáme řešení odezvy i pro možné případy, které nelze odhalit pravděpodobnostními přístupy a budujeme pro ně náhradní zdroje vody a energie, specifické systémy odezvy a specifický výcvik záchranářů.

Možnosti pro provedení kvalitní odezvy musí být již vytvořeny v projektu technického díla. Např. uspořádání zařízení a jejich propojení musí umožnit v kritických objektech nastavit: program pro neustálé zvýšení bezpečnosti kritických objektů; míry pro posuzování úrovně bezpečnosti z hlediska účinnosti bezpečnostního systému (ukazatele); program, který zajišťuje bezpečnost, který je sestaven z provázaných projektů; a projekty, které jsou naplněné provázanými procesy.

Tak jako u zadávacích podmínek, tak i u vypracování projektu se používají modely, tj. nejraději ve formě dostupných software. Předmětné nástroje jsou obvykle založeny na stromových modelech a používají linearizované vztahy. Dle údajů shrnutých v práci [7] předmětné nástroje neberou v úvahu vnější pohromy, útoky a lidský faktor. Proto při projektování kritických prvků, zařízení a systémů technického díla z důvodu bezpečnosti se musí provádět analýzy dopadů zmíněných pohrom a do projektu zavádět opatření pro prevenci, zmírnění a odezvu; např. požadavky normy IEC [101].

Jde o to, aby již v samotném projektu technického díla byla opatření:

- pro zajištění inherentní bezpečnosti,
- technické ochrany,

- typu selži bezpečně,
- typu kvalitních záloh,
- zajišťující integritu opatření pro řízení rizik,
- pro informaci obsluhy o stavu zařízení.

Standardů pro bezpečnost je nyní celá řada; pro strojírenská zařízení jsou důležité např. ISO 16090, ISO 12100, ISO 1384911 [102-104].

Již v samotném projektu musí být zabudovány zařízení a nástroje, které umožní provádění odezvy na velké nehody a havárie, např. požadavky direktivy EU [53]. Nutný je rovněž monitoring kritických zařízení.

2.4.8. Bariéry

Pro zajištění spolehlivosti technických děl se používají tzv. bariéry, tj. zařízení, která mají různé účely a rozmanité charakteristiky [91,92]. Jde o zařízení, která jsou vždy postavena tak, aby bránila nějakému riziku, tj. aby sloužila jako ochrana lidských životů, životního prostředí nebo pro zajištění kontinuity provozu.

Je pravdou, že bariéry jsou opatřením, které v řadě případů přispívá i k bezpečnosti technického díla. V souladu s prací [45] je třeba upozornit na skutečnost, že o aplikaci bariér ve složitých technických dílech se vede spor mezi inženýry, kteří jsou zastánci teorie spolehlivosti (a tvrdí, že bezpečnost technického díla je možno zajistit neustálým zvyšováním spolehlivosti přidáním bariér) a inženýry, kteří upřednostňují orientaci na bezpečnost technického díla.

Koncept bariér má několik interpretací, které závisí na sektoru nebo státě, ve kterém se používají. Podrobnosti jsou např. ve standardech a normách, např. IEC 61508 (2002), IEC 61511 (2003), Seveso II Directive (1996) and Machinery Directive (1998) aj. Z uvedených standardů vyplývá, že když uvažujeme o bariérách bezpečnosti, tak je třeba odlišovat funkci v řízení bezpečnosti a funkci v systému řízení bezpečnosti.

Bariéry mající funkci v řízení bezpečnosti mají zabránit rozvoji havárie. Bariéry mající funkci v systému řízení bezpečnosti se skládají z jednoho nebo více různých prvků, a jejich úkolem je zajistit provedení určité činnosti. To znamená, že u každé bariéry musí být přesně stanoven účel a činnost, kterou má zajistit. Účelem je buď zabránit nežádoucím jevům jako jsou technická selhání, lidské chyby, vnější jevy nebo jejich kombinace, které mohou vést k potenciálním nebezpečím, anebo rozvoji havárií, které vedou k poškození lidí, životního prostředí nebo zařízení. Proto je dělíme na dva druhy:

1. Bariéry zacílené na prevenci, které jsou zabudovány do zařízení a musí být v trvalém provozu.
2. Bariéry zacílené na ochranu, které se spouští až po výskytu nežádoucího jevu.

Kvalita a bezpečnost bariér se sleduje podle:

- účinnosti, tj. jak dobře plní bariéra pro bezpečnost zamyšlenou funkci,
- potřebných zdrojů, tj. jaké jsou náklady na návrh, vývoj a údržbu bariéry pro zajištění bezpečnosti,
- robustnosti, tj. jak je bariéra vztažena ke spolehlivosti (jak bariéra vydrží proměnlivost provozních podmínek),
- zpoždění nastartování, tj. jaký čas potřebuje bariéra ke spouštění činnosti,
- dostupnosti, tj. zda může plnit svoji úlohu vždy, když je třeba,
- hodnocení, jak snadné je určení, že bariéra pracuje tak, jak se očekává,

- nezávislosti, tj. zda její činnost je či není závislá na lidském zásahu.

Postup ARAMIS [105] navrhuje 3 kritéria pro posuzování bariér:

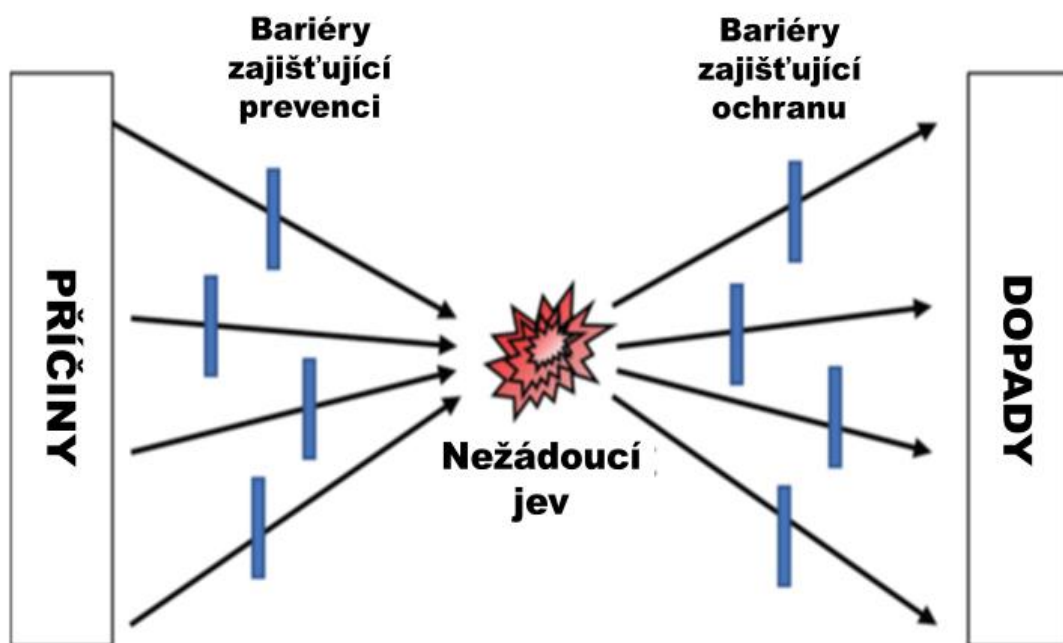
- efektivnost – schopnost bariéry pro bezpečnost provádět funkci zacílenou na bezpečnost za stanovených podmínek po stanovenou dobu kvalitně; měří se procentuálně nebo pravděpodobností selhání,
- čas odezvy – vztahuje se k času, který potřebuje práce bariéry k dosažení požadované bezpečnosti,
- úroveň důvěrnosti bariéry závisí na: nezávislosti bariéry na regulačních systémech; architektuře bariér; konceptu a periodických testech.

Pro činnost bariér v projektu technických děl musí být v projektu zabudovány dostatečně kapacitní náhradní zdroje elektřiny a chladiva.

Z důvodu bezpečnosti technického díla a jeho okolí, zvláště jeho spolehlivosti a pružné odolnosti jsou v mnoha kritických systémech dle prací [4,5,106,107] umísťovány bariéry, tj. zařízení nebo systémy, jejichž úkolem je zabránit škodlivým jevům anebo zmírnit jejich dopady; jde např. o různé prostředky signalizace. Při jejich návrzích je dle práce [106] postupovat opatrně, protože špatně vybrané bariéry mohou za jistých podmínek více poškodit technické dílo.

Obrázek 9, sestavený dle práce [106], ukazuje základ pro umísťování a posuzování bariér. Tam, kde je možnost vložení bariér do technického díla a je to rentabilní z pohledu potřebných zdrojů a prostředků, se aplikují bariéry zajišťující prevenci. V opačném případě se z důvodu ochrany aktiv veřejných i aktiv technického díla se aplikují bariéry zajišťující ochranu. Z důvodů hospodárnosti se logicky hledá kombinace obou, která je z hlediska účelu a nákladů optimální.

Rozdělení a způsob klasifikaci bariér dle práce [107] je uveden na obrázku 10.



Obr. 9. Bowtie diagram pro posouzení činnosti bariér při velkých ohroženích; zpracováno dle [106].



Obr. 10. Klasifikace bariér pro zajištění bezpečnosti technického díla; zpracováno dle [107].

2.4.9. Právní požadavky

Právní požadavky spojené s povolením umístění technického díla, stavebním povolením, povolením ke zkušebnímu provozu a kolaudačním rozhodnutím kodifikuje stavební zákon /č. 183/2006 Sb.) a související legislativa. Z důvodu zaměření práce nejsou předmětem analýzy v této knize. Pouze stručně uvádíme fakta důležitá pro výsledky našeho výzkumu:

- rozhodnutí o umístění stavby vymezuje stavební pozemek, umísťuje navrhovanou stavbu, stanoví její druh a účel, podmínky pro její umístění, pro zpracování projektové dokumentace pro vydání stavebního povolení, pro ohlášení stavby a pro napojení na veřejnou dopravní a technickou infrastrukturu,
- u technických děl je potřebné územní rozhodnutí s posouzením vlivů na životní prostředí pro stavební záměr, který podléhá posuzování vlivů na životní prostředí podle zákona o posuzování vlivů na životní prostředí zákon č. 100/2001 Sb.). Stavební úřad ve společném povolení schvaluje stavební záměr, vymezí pozemky pro jeho realizaci a stanoví podmínky pro umístění a provedení stavby, případně stanoví podmínky pro dělení nebo scelování pozemků, a pokud je to třeba také pro její užívání. V případě souboru staveb se stanoví společné, případně specifické podmínky pro umístění a povolení stavby hlavní a vedlejších staveb v souboru staveb. Podmínkami zabezpečí ochranu veřejných zájmů a stanoví zejména návaznost na jiné podmiňující stavby a zařízení, dodržení obecných požadavků na výstavbu, popřípadě technických norem. Podle potřeby stanoví, které fáze výstavby mu stavebník oznámí za účelem provedení kontrolních prohlídek stavby,

- vydáním stavebního povolení stavební úřad stanoví podmínky pro provedení stavby, a pokud je to třeba, i pro její užívání. Podmínkami zabezpečí ochranu veřejných zájmů a stanoví zejména návaznost na jiné podmiňující stavby a zařízení, dodržení obecných požadavků na výstavbu, včetně požadavků na bezbariérové užívání stavby, popřípadě technických norem. Podle potřeby stanoví, které fáze výstavby mu stavebník oznámí za účelem provedení kontrolních prohlídek stavby; může též stanovit, že stavbu lze užívat jen na základě kolaudačního souhlasu. U stavby obsahující technologické zařízení, u něhož je třeba ověřit způsobilost k bezpečnému užívání, dodržení podmínek stavebního povolení nebo integrovaného povolení podle zvláštního právního předpisu⁹⁾, stavební úřad může uložit ve stavebním povolení provedení zkušebního provozu. V takovém případě předem projedná se stavebníkem dobu trvání zkušebního provozu,
- vydáním kolaudačního rozhodnutí stavební úřad povolí provoz.

Z uvedených dat vyplývá, že odborný i právní dohled nad bezpečností technického díla během projektování, výstavby, konstrukce a zkušebního provozu má stavební úřad. Po kolaudaci technického díla vykonává stát soustavný dohled nad bezpečností jen u technických děl, která spadají pod speciální zákony, a to:

- zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon,
- zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi.

V ostatních případech řeší bezpečnost technických děl jen po havárii nebo selhání; dosud není ze strany státu prováděn dozor u technických objektů spadajících do kritické infrastruktury dle zákona č. 240/2000 Sb. a souvisejících předpisů, jak se provádí ve vyspělých zemích [9].

2.4.10. Poučení ze zkušeností

Kniha [108] ukazuje, že byrokracie NASA byla nejpřímější příčinou katastrofy raketoplánu; nadřazenými nebylo respektováno upozornění inženýra na možné riziko spojené s provedením pláště raketoplánu. Za ještě přímější příčinu katastrofy autoři citované publikace označují prosazování politických cílů a omezené financování i v technické oblasti.

Další poučení z havárií a selhání jsou např.:

- Lees [109] ukázal na základě analýzy havárií v chemickém průmyslu v USA, že v letech 1988-92 bylo průměrně za rok 6900 havárií a že v období 1993-95 bylo 23000 havárií, tj. roční průměr 7700 havárií s 60 oběťmi a 41000 evakuovanými, a že řada z nich měla příčinu v chybách v projektu technického díla,
- totéž ukázala analýza po jaderné havárii ve Fukushimě [110], při které se zjistilo, že baterie jako poslední záložní zdroj energie pro jadernou elektrárnu byly umístěny hned za ochrannou zdí na břehu moře, a tak byly jako první zařízení zaplaveny vodou v důsledku tsunami.

Tyto skutečnosti a další opublikované v [5] a shromážděné v archivu [77] ukazují, že je třeba nejen respektovat normy a standardy a pracovat na vysoké úrovni s riziky, ale je nutno dbát na technickou důkladnost a dovednost při projektování, zhotovení a uvedení do provozu technického díla (včetně jeho technických zařízení, komponent, systémů). Proto se dále zabýváme vybranými kritickými komponentami a zařízeními a činnostmi.

Kritická zařízení a kritické komponenty jsou jak ta zařízení či komponenty, která jsou zásadní pro činnost technického díla, tak i ta , ve kterých je vysoký tlak, velká teplota, nebezpečné látky, a to včetně prvků, které je uzavírají či propojují.

Jednou z hlavních částí technických děl, která je důležitá pro bezpečnost jsou vyhrazená tlaková zařízení (tlakové nádoby a tlaková potrubí) pro procesní techniku, která se používá zejména v jaderném, chemickém nebo petrochemickém průmyslu. Dle [111] procesní tlaková zařízení jsou limitujícím zařízením pro bezpečnost i spolehlivost. Příčinou vysoké kritičnosti těchto technických zařízení je vysoká akumulovaná energie vyplývající z vysokých tlaků a teplot pracovních látek, které mohou navíc mít i další nepříjemné vlastnosti, jako např. hořlavost, výbušnost, jedovatost aj. Proto je třeba věnovat jejich návrhu, konstrukci, výrobě, montáži, údržbě a provozování velkou pozornost.

Předmětná zařízení mají i pro jednoduché výroby desítky až tisíce rozebíratelných šroubových spojů (přírubových), jejichž utěsnění závisí nejen na tlaku, ale i na širokém rozpětí teplot. Při jejich selhání může docházet ke značným škodám, příp. až k haváriím, které svým rozsahem mohou vést k pohromám pro okolí.

Jelikož kvalita těsnění není určena jen jeho cenou, ale i konstrukčními a materiálovými vlastnostmi všech částí spoje, příp. znalostmi o probíhajících fyzikálně chemických pochodech a sledováním selhání těsnicích spojů v uvažovaném zařízení, tak je rozhodující i způsob montáže, určené druhem utahovacího nářadí a postupem utahování, ale také „lidským faktorem“ [111].

Protože těsnicí spoje jsou komplexní soustavy, je třeba zohlednit požadavky na jednotlivé jejich součásti a jejich vzájemná působení. A zde při hodnocení důležitou roli hrají náklady nejen na optimální výběr těchto součástí, ale i na provedená opatření podle závažnosti následků.

V poslední době se nashromáždily zkušenosti a znalosti, jejichž aplikace při dodržení předepsaných požadavků vhodnými systémy a součástmi utěsnění a kvalifikované montáže zaručuje dosažení vyšší provozní a výrobní bezpečnosti při současném zlepšení ochrany životního prostředí, příp. poklesů nákladů [111].

2.4.10.1. Tlaková zařízení

Tlaková zařízení se vyznačují tím, že se u nich vyskytují nebezpečí, pocházející od tlaku pracovní látky, což představuje značnou akumulovanou energii a nebezpečí pocházející z vlastností pracovní látky, např. vysoká teplota včetně varných explozí, hořlavost, popř. výbušnost, jedovatost, žíravost apod. Nová specifická nebezpečí přináší u tlakových zařízení místní podmínky dané umístěním zařízení v konkrétním prostředí s provozními podmínkami v konkrétním místě a při konkrétním způsobu užití.

Zdroje rizik pro tlaková zařízení jsou kromě výše obecně zmíněných a spadajících po pojem All-Hazard-Approach také nedodržení limitů, které platí pro podmínky, při kterých předmětná tlaková zařízení pracují požadovaným způsobem. Dle práce [111] jde o podmínky:

1. Překročení dovolených pracovních tlaků v důsledku:
 - vzrůstu tlaku vyšším potenciálem tlaku v připojených zařízeních, např. v okruhu sítě, v předlohách, příp. v zásobních nádržích,
 - selhání chlazení nebo kontroly teploty,
 - přeplnění nádoby při překročení dovoleného plnicího tlaku, např. čerpadlem,

- překročení dovoleného plnicího tlaku, např. kompresorem,
 - zábrany teplotní roztažnosti kapalin nebo plynů v kapalně fázi v uzavřených částech zařízení, příp. u různých pevných materiálů,
 - uzavřeného nebo ucpaného odvětrávacího potrubí,
 - dopravy tekutin proti uzavřené armatuře,
 - výpadku kondenzace par,
 - výpadku, příp. selhání řídicích nebo regulačních zařízení,
 - působení tepla zvnějška vyvolané požárem,
 - exotermické reakce nebo rozpadové reakce,
 - fyzikální exploze, která může vzniknout při styku studených kapalin s teplou taveninou nebo kapalinou, jejíž teplota leží nad teplotou varu studené kapaliny (např. kovové lázně, organické teplotnosné oleje),
 - tlakového rázu, např. rázy kapalin s kavitací.
2. Nedosažení dovoleného tlaku v důsledku:
 - ochlazování kapalin,
 - kondenzace par, zanesení filtrů na straně sání,
 - vyprazdňování tlakového zařízení.
 3. Překročení dovolené provozní teploty:
 - výpadkem chlazení, např. při chybném měření teploty a množstvím nástřiku,
 - exotermní reakcí.
 4. Nedosažení dovolené pracovní teploty v důsledku:
 - přechodu odparů s hluboko ochlazenými zkapalněnými plyny,
 - adiabatickým uvolněním plynů (např. u kyseliny uhličité, zkapalněných plynů, čpavku aj.).
 5. Překročení dovolených mechanických zatížených materiálů v důsledku:
 - vnějších sil a momentů na nosných částech a hrdlech,
 - nedovolených rozdílů teplot a teplotních gradientů ve stěně nesoucích tlak,
 - nedovolených rychlostních změn teploty, zejména při najíždění nebo odstavení,
 - bránění teplotní roztažnosti při rychlých změnách teplot, např. při najíždění nebo odstavování,
 - kolísání teplot u některých částí zařízení,
 - zpětného rázu při snížení tlaku.
 6. Selhání bezpečnostně důležitého vybavení v důsledku:
 - narušení funkčnosti provozním médii nebo způsobem provozování při slepení, zanesení nebo korozi bezpečnostních ventilů, pojistných membrán, senzorů a přívodů pro měřicí zařízení, bezpečnostně důležitých armatur,
 - narušení funkčnosti zachycováním kondenzátu na nejnižších místech výfukového potrubí z pojistných ventilů.
 7. Narušení funkčnosti vnějšími vlivy, kterými jsou:
 - koroze z vnějšku,
 - znečištění nebo nánosy,
 - výpadky dodávky energií,
 - poškození způsobené násilím,
 - kmitání nebo vibrace ze zdrojů v okolí,
 - namrzání, pokrytí ledem.
 8. Narušení funkčnosti v důsledku lidského faktoru:
 - nesprávná manipulace, např. přestavení mezních hodnot,

- nesprávná údržba, záměna součástí při opravě.

Vyhrazená tlaková zařízení jsou definována vyhláškou Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu č. 18/1979 Sb., ve znění vyhlášky ČÚBP a ČBÚ č. 18/1979 Sb., ve znění vyhlášky ČÚBP a ČBÚ č. 551/1990 Sb. Jde o následující zařízení:

- parní a kapalinové kotle, u kterých konstrukční přetlak přesahuje 0.07 MPa a teplota pracovní látky převyšuje při tomto přetlaku bod varu,
- tlakové nádoby stabilní, u kterých nejvyšší pracovní přetlak přesahuje 0.07 MPa a které obsahují plyny, páry nebo žíravé, jedovaté a výbušné kapaliny jakékoliv teploty nebo jakékoli kapaliny s teplotou převyšující bod jejich varu při přetlaku 0.07 MPa,
- kovové tlakové nádoby na přepravu plynů, u kterých kritická teplota je nižší než + 50 °C, anebo plynů, u kterých při teplotě + 50 °C je absolutní tlak (tenze) par vyšší než 0.3 MPa.

V předmětné vyhlášce je v § 3 současně uvedena i celá řada zařízení, na něž se vyhláška nevztahuje. Např. u parních a horkovodních kotlů se vyhláška týká pouze kotlů pracujících s radioaktivními látkami anebo umístěných v prostředí s neutronovým tokem (např. v jaderných elektrárnách, specializovaných výzkumných ústavech ap.) a dále jde o kotle o objemu do 10 litrů (včetně), u nichž bezpečnostní součin z konstrukčního přetlaku v MPa a objemu v litrech nepřesahuje číslo 10 (takovýchto kotlů je velmi malý počet).

Každá tlaková nádoba musí mít **revizní knihu** ("pasport") dle ČSN 690010. Nedílnou součástí pasportu je zpráva o výchozí a provozní revizi. Po vyzbrojení tlakové nádoby zákonnou bezpečnostní a měřicí armaturou (pojistný ventil a tlakoměr) a uzavírací armaturou, provádí montážní organizace zkoušku provozním tlakem a zamontovanou armaturu zapisuje do pasportu

2.4.10.2. Přídavná zařízení tlakových nádob

Zkušenost z havárií a selhání tlakových nádob v ČR i ve světě ukazují důležitost správného projektu přídavných zařízení. Např. práce [112] ukazuje, že ani kvalitně vyrobený pojistný ventil, z hlediska výkonu správně dimenzovaný, respektující vlastnosti pracovní látky, nemusí správně plnit svou bezpečnostní funkci, když není dostatečně robustní, aby vydržel kritické provozní podmínky. Důvodem je skutečnost, že ve chvíli, když ventil začne odpouštět, tak hraje roli design ventilu, správně stanovený odpouštěný výkon látky, a tím dimenze ventilu, umístění ventilu, dodržení zásad při dimenzování vstupních a výstupních potrubí, zachycení sil a reakcí působících při otevření ventilů a skutečnost, jak jsou odstupňovány otevírací přetlaky pojistných ventilů v kaskádě.

U každého zařízení jsou důležité zadávací podmínky pro materiál těsnění [113,114]. Jelikož při provozu tlakových zařízení dochází k zeslabování stěn, tak je třeba u kritických zařízení v rámci předběžné opatrnosti provádět již v projektu opatření. Dle [113] dále uvedená opatření mohou pomoci:

1. Pro snížení koroze a jiných chemických vlivů je třeba:
 - dostatečná specifikace použitých látek a jejich parametrů pro výrobu zařízení sloužící pro volbu materiálu výrobcem; rovněž může pomoci sdělení o známých účincích látek v podobných režimech,

- správná volba materiálů; podkladem mohou být uznané tabulky odolnosti materiálů příp. přiřazená média z příslušných provozních zkušeností, nebo z laboratorních zkoušek,
 - zadání specifických přísadků tloušťky stěny na korozi po zohlednění rovnoměrných korozních úbytků po dobu předpokládaného provozu,
 - specifikace vhodného povlaku nebo obkladu stěny, jako např. smalt, obklad z umělé hmoty, pogumování, žárové nanášení kovů,
 - zadání provozně osvědčených konstrukčních detailů ve specifikaci jako např. provedení svarového švu u kovových materiálů, připojení a přechody u vyložení umělou hmotou nebo pogumování,
 - specifikace vhodných korozních ochranných pro části zařízení, která jsou zatížena vnější korozí, jako např. nátěry nebo anodová nebo katodová ochrana kového materiál.
2. Pro snížení eroze je třeba:
- volit materiál odolný proti erozi nebo užit vhodná opatření při výrobě tlakového zařízení na základě specifikace uvažovaných médií a provozních parametrů,
 - volit vhodná konstrukční opatření, jako např. poloměry zakřivení, vestavby pro obtok, specifikace průřezů proudění,
 - specifikovat přísadky tlouštěk stěn nebo obkladů v místech, kde by mohla působit eroze,
 - zabránit erozi opatřeními, jako stanovením max. přípustné rychlosti u plynů s podíly pevných látek, nebo zamezením vniknutí abrazivních látek.
3. Pro snížení kavitace je třeba:
- volit čerpadla, potrubí a armatury tak, aby s ohledem na podmínky montáže a provoz v kritických místech (speciálně sledovat hodnoty přítokových a sacích výšek, vstupního tlaku, hydrostatických rozdílů výšek, tlakových ztrát, tlaku par médií při maximálních provozních teplotách, uvolněných plynů aj.) nedosáhl tlak na všech místech dopravované látky tenze páry,
 - specifikovat maximální dovolené výšky přídržného tlaku čerpadel při jejich výměně nebo získání nového čerpadla, aby se zabránilo kavitaci za všech provozních podmínek,
 - specifikovat maximální dovolené tlakové ztráty při náhradě nebo použití nové armatury, když existuje nebezpečí, že na určitých místech potrubí tlak dopravované látky dosáhne nebo by mohl dosáhnout tenze páry,
 - ve specifických případech (např. u zkapalněných plynů zamezit tvorbu páry) navrhnout zařízení, které dodrží minimální provozní tlaky.
4. Pro snížení zatížení na mezi pevnosti je třeba:
- správně volit materiály a konstrukce; pro pevnostní výpočet je potřebná dodatečná specifikace předvídaných provozních parametrů, z nichž lze vyčíst časové změny teplot, tlaku, procesu najíždění a sjíždění, nebo dodatečných zatížení u výrobce zařízení,
 - specifikovat opatření, která slouží k prosazení konceptu kontroly pro hodnocení meze pevnosti při tečení u opakovaných zkoušek, jako např. požadovat:
 - v dokumentaci zkoušky výchozího stavu pro výrobu sledovat údaje, jako výchozí tloušťka stěn, nekruhovitost, struktura povrchu aj.,
 - specifikace měřících míst nebo možnost měření pro registraci rozhodujících procesních parametrů při vyhodnocení časových zatížení; cílem je určení měřících míst s určením úkolů měření a může být potřebné podchycení teplot na vnitřní a vnější straně tlakem zatížené stěny.

5. Pro snížení únavy materiálu je třeba:

- při konstrukci a výpočtu konstrukce zvažovat specifikaci určených provozních parametrů, z nichž plynou vlivy únavy, jako cyklická tlaková zatížení nebo vnější zatížení, teplotní zatížení,
- specifikovat opatření sloužící konceptu kontroly pro vyhodnocení únavy při opakovaných zkouškách, jako např. požadovat:
 - vhodné úpravy podmínek pro zkoušky, jako zabroušení povrchu svaru pro provedení ultrazvukových zkoušek na trhliny nebo na trhliny na povrchu,
 - v dokumentaci zkoušku výchozího stavu po výrobě jako referenční hodnotu u opakovaných zkoušek, jako např. nekruhovosti, zastřešení, ultrazvukové zkoušky svarových švů.

6. Pro snížení křehnutí materiálu je třeba:

- dostatečná specifikace použitých médií s provozními parametry, které mohou vést ke zkřehnutí, jako např. užití při hlubokých teplotách, vodíku, jako podklad pro volbu materiálu a návrh výroby,
- specifikace provoz doprovázejících materiálových zkoušek, které jsou vyrobeny ze stejných šarží jako plechy stěn tlakem zatížených (užití šarží se sklonem ke zkřehnutí).

Proto je třeba ve fázi projektu a konstrukce učinit opatření, která zabrání, anebo alespoň zmírní výskyt předemných podmínek, a to v souladu s normami a zkušenostmi podle [111] znamená při montáži, instalaci a vybavení tlakového zařízení provést cíleně následující opatření:

1. Montáž potrubí řešit tak, aby se jeho poloha v následném provozu nedovoleně neměnila, což znamená:
 - brát ohled na teplotní dilataci při instalaci; delší potrubí mezi zakotveními vybavit kompenzačními prvky jako vlnovými kompenzátory, kompenzačními potrubními útvary (např. L, Z, U útvary), pokud vedení potrubí neumožňuje dostatečné prodloužení,
 - ukotvit tak, aby nevznikaly nebezpečné změny polohy; nadzemní potrubí má být upevněno tak, aby dosedalo na dostatečný počet hrdel nebo na konstrukce uchycení (potrubní mosty, nosné konstrukce),
 - zajistit, aby potrubí uložené v zemi se pokládalo tak, aby leželo rovnoměrně,
 - vytvořit pevná a kluzná nebo závěsná uložení,
 - zajistit, aby vložené armatury se uchytily tak, aby nezatěžovaly vlastní tíhou, příp. akčními silami potrubí; armatury, tvarovky, čerpadla a jiné součásti z litin nebo jiných křehkých materiálů nemají být zatíženy momenty nebo smykovými silami.
2. Při přestavbě nebo uvedení do provozu zabezpečit uzavírací součásti proti náhodnému otevření nebo uzavření.
3. U uzavíracích součástí tlakových zařízení, v nichž je možný nárůst tlaku vlivem zabránění teplotní objemové roztažnosti kapalin nebo zkapalněných plynů, použít vhodná opatření, jako:
 - vybavit je zpětnými ventily nebo zařízením pro odlehčení tlaku,
 - zablokováním armatur v otevřené poloze.
4. U tlakově zkapalněných plynů nedovolený růst tlaku omezit chladícími prostředky, u nichž tlak bez objemového odlehčení sleduje zákonitost tlakové křivky páry.

5. U částí zařízení, které obsahují plyny nebo páry s kondenzovatelnými podíly, zejména parní stroje a parní turbíny, je třeba potrubí odvodnit a v případě potřeby předeřhřát, aby se zamezilo rázům kapaliny.
6. Kompresorové stanice vyjmuté ze směrnice pro tlaková zařízení je třeba vybavit částmi s bezpečnostní funkcí zabraňujícími nedovoleným tlakům během dopravy nebo čerpací nečinnosti.
7. Dodržování dovolených pracovních parametrů u chemických reakcí je třeba zajistit částmi výbavy se zabezpečovanou funkcí, jako např.:
 - zabránění chybě v dávkování čerpadly s definovanou rychlostí,
 - vložení zařízení pro měření množství v přívodu nebo měření-výšky hladiny, které při dosažení definované mezní hodnoty spustí automaticky korekční zá-kroky, např. uzavření přívodu, nebo upozorňuje akusticky nebo světlem ob-sluhu, že má zakročit,
 - zajištění nuceně spojených přítoků provozních látek.
8. Akumulaci nekontrolovatelných reakčních potenciálů v důsledku zpomalených nebo začínajících průběhů chemické reakce, jako např. při nedostatečném promí-chávání obsahu, s nedostatečnou nebo příliš nízkou počáteční startovací teplotou, znemožnit opatřením pro kontrolu nebo vedení reakce. Pro tyto účely lze použít zařízení:
 - pro kontrolu průběhu míchání,
 - pro srovnání skutečné a požadované teploty,
 - pro kontrolu potřebného chladícího nebo topného média,
 - podle procesního modelu sestavit látkovou bilanci nebo vytvořit bezpečnostní systém.
9. Provést opatření pro kontrolu tlaku a teploty, které spustí automaticky působící pro-cesy, když další procesy – jako výpadek chlazení nebo vnesení nečistot by mohly vést k průběhům nebezpečných reakcí s překročením dovolených provozních pa-rametrů.
10. Zajistit spuštění opatření, které vyvolá nouzové odstavení a převedení do bezpeč-ného stavu, např. systémy s nouzovým vypnutím nebo zastavením reakce. Přitom je třeba zajistit:
 - aby v případě, že vznikly na tlakových nádobách, kotlích, potrubích nebo jiných provozních tlakových zařízeních nebezpečné netěsnosti, které nelze ihned od-stranit nebo které vznikly v jiné oblasti ohrožení, zajistit, aby osoby ve vymezené oblasti ihned opustily uvedená místa; nebezpečnou oblast je třeba vymežit, vy-značit a monitorovat,
 - aby nebezpečné oblasti byly znova zpřístupněny jen tenkrát, byly-li tyto práce povoleny pro oprávněné osoby a práce byly provedeny s potřebným bezpeč-nostním opatřením,
 - potřebný souhrn opatření u předvídatelných provozních poruch byl určen v předstihu alespoň jedné hodiny.

Před a po prvním uvedení do provozu je třeba přezkoušet řádný způsob funkce tla-kového zařízení. Provádí se např. seřízení a zkušební kroky, aby se zajistila požado-vaná výkonnost a kvalita plánované výroby produktu. Pro splnění těchto požadavků je třeba provést opatření [115-117]:

- výchozí činností je vypracování programu zkoušek, kde se stanoví jejich sled a příslušná opatření pro dosažení požadovaného cíle; pokud by mohla vzniknout při

zkoušce dodatečná nebezpečí, stanoví se další opatření, která zaručí bezpečnost [115],

- zajistit, aby pro plánovaný zkušební provoz byly části výbavy s bezpečnostní funkcí krátkodobě odpojeny nebo přemostěny, je třeba použít taková organizační opatření, která umožní dosáhnout cíl zkoušky [115],
- před najetím zkontrolovat tlaková zařízení a příp. jejich části, zda: po výrobě, údržbě nebo po další opravárenské činnosti byly odstraněny z vnitřku všechny cizí předměty a látky; části nebyly zaměněny; vypouštěcí zařízení bylo uzavřeno; rozebíratelné části byly upevněné; jsou procesní cesty otevřené; a příp. zaslepovací příruby použité pro dopravu zařízení byly odstraněné [115],
- zkontrolovat, aby během najíždění nebo odstavení všechny určující parametry, jako změny rychlosti tlaku a teploty byly dodrženy a aby armatury a jiná uzavírací zařízení byly podle daného postupu otevřené nebo uzavřené [115],
- vložit prostředky tlumení, působí-li v oblasti částí tlakových zařízení kmitání nebo vibrace, např. proti nečekanému vzniku kmitání potrubí v důsledku pulzace tlaku z kompresoru [116],
- zajistit realizace dostatečných výšek přítoků kapalin nebo dostatečně vysokých vstupních tlaků v dopravních potrubích, aby ve všech vstupních místech tlak dopravovaného média nedosáhl nebo nepřekročil tenzi par při provozní teplotě [116],
- zajistit zabezpečení přístupnosti potřebných zkoušek pro uskutečnění užití koncepce kontroly [116],
- možnost přezkoušení sepnutého stavu zařízení z cizího zdroje při použití katodické ochrany proti korozi [116].

Pro snížení rizik při testování, najíždění a odstavení zařízení je třeba přezkoušet řádný způsob funkce tlakového zařízení. Provádí se např. seřízení a zkušební kroky, aby se zajistila požadovaná výkonnost a kvalita plánované výroby produktu. Pro splnění těchto požadavků je třeba provést opatření [115-118]:

- výchozí činností je vypracování programu zkoušek, kde se stanoví jejich sled a příslušná opatření pro dosažení požadovaného cíle; pokud by mohla vzniknout při zkoušce dodatečná nebezpečí, stanoví se další opatření, která zaručí bezpečnost [115],
- zajistit, aby pro plánovaný zkušební provoz byly části výbavy s bezpečnostní funkcí krátkodobě odpojeny nebo přemostěny, je třeba použít taková organizační opatření, která umožní dosáhnout cíl zkoušky [115],
- v případě přítomnosti výbušných a hořlavých chemických látek omezit jejich množství přidávkem plynných inertních látek, např. dusíku, oxidu uhličitého, vzácných plynů, vodní páry, anebo práškovitých inertních látek s cílem zamezit tvorbě výbušných směsí,
- před najetím zkontrolovat tlaková zařízení a příp. jejich části, zda: po výrobě, údržbě nebo po další opravárenské činnosti byly odstraněny z vnitřku všechny cizí předměty a látky; části nebyly zaměněny; vypouštěcí zařízení bylo uzavřeno; rozebíratelné části byly upevněné; jsou procesní cesty otevřené; a příp. zaslepovací příruby použité pro dopravu zařízení byly odstraněné [115],
- zkontrolovat, aby během najíždění nebo odstavení všechny určující parametry, jako změny rychlosti tlaku a teploty byly dodrženy a aby armatury a jiná uzavírací zařízení byly podle daného postupu otevřené nebo uzavřené [115],
- vložit prostředky tlumení, působí-li v oblasti částí tlakových zařízení kmitání nebo vibrace, např. proti nečekanému vzniku kmitání potrubí v důsledku pulzace tlaku z kompresoru [116],

- zajistit realizace dostatečných výšek přítoků kapalin nebo dostatečně vysokých vstupních tlaků v dopravních potrubích, aby ve všech vstupních místech tlak dopravovaného média nedosáhl nebo nepřekročil tenzi par při provozní teplotě [116],
- zajistit zabezpečení přístupnosti potřebných zkoušek pro uskutečnění užité koncepce kontroly [116],
- možnost přezkoušení sepnutého stavu zařízení z cizího zdroje při použití katodické ochrany proti korozi [116].

2.4.10.3. Šroubové spoje

Problematika utěsňování jak statických, tak i dynamických spojů je i přes značný pokrok v jednotlivých oblastech techniky utěsňování nevyvážená. Kvalita těsnění není určena jen jeho cenou, ale i konstrukčními a materiálovými vlastnostmi všech částí spoje, příp. znalostmi o probíhajících fyzikálně chemických pochodech a sledování sehlání těsnicích spojů v uvažovaném zařízení. Rozhodující může být i způsob montáže, určené druhem utahovacího náradí a postupem utahování, ale hlavně „lidským faktorem“. Ten podstatně snižuje spolehlivost vytvořeného spoje. Protože vlastnosti i stejného druhu těsnění mohou být rozdílné, je třeba při návrhu přírubového spoje znát podmínky pro jeho utěsnění podrobněji. Proto např. němečtí odborníci připravili kromě směrnic pro montáž např. VDI 2200 [119] a VDI 2290 [120], tak i školení pro montážní pracovníky, ale i pro vedoucí údržeb, údržbáře, revizní techniky, projektanty a konstruktéry o utěsňování, které shrnuje norma ČSN EN 1591-4. Mnohdy i nedostatečné zohlednění požadavků montáže může vést k nesplnění požadavků projektantů a konstruktérů na utěsnění, a i k podstatnému navýšení nákladů.

Právní podklady, tj. zákony, vyhlášky, předpisy, které se týkají provozování zařízení s přírubovými spoji, lze shrnout obecně do zákonů ochrany před emisemi, imisemi, ochrany před nebezpečnými látkami, ale i o bezpečnosti práce a o provozní bezpečnosti. Jejich přehled je aktualizován ve školeních pro montážní pracovníky.

Nejlepší dostupná technika BREF (Best Available Reference Document) [121] v dané oblasti je v EU zavedenou klauzulí, která popisuje pokrokový stav vývoje činností nebo provozních metod, které umožňují zlepšovat mj. též úroveň utěsňování jak statických, tak i dynamických těsnicích spojů. Nerespektování zákonů, směrnic a předpisů bývá doprovázeno větším množstvím netěsností a u nebezpečných látek zhoršováním životního prostředí, příp. havárií zařízení.

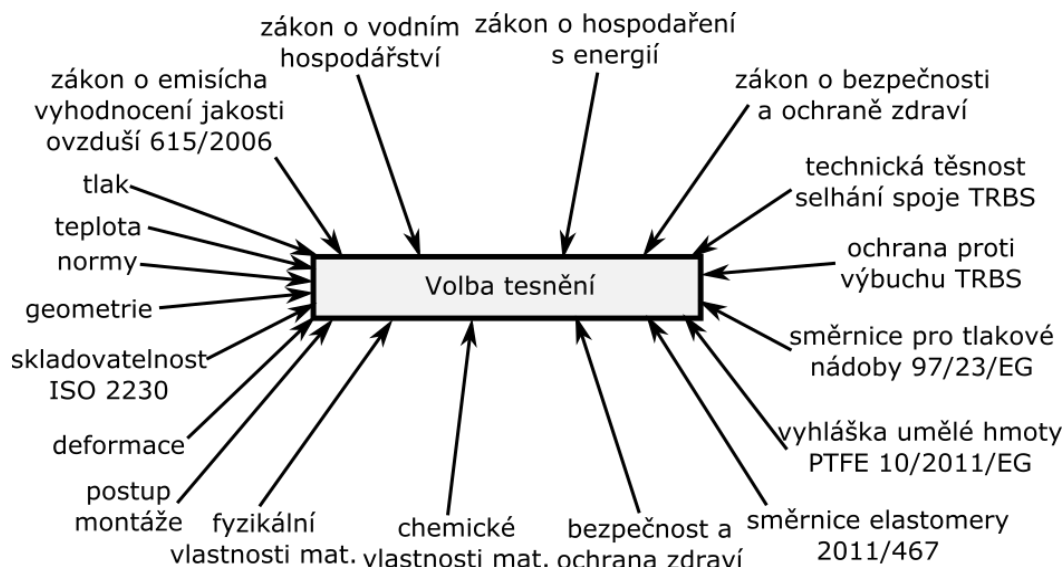
Velkým problémem jsou u tlakových zařízení rozebíratelné spoje, především šroubové (přírubové) spoje, kde jejich bezpečnost závisí na mnoha faktorech. I když považujeme konstrukce přírubových spojů vůči stavu techniky za zastaralé, z hlediska konstrukce jsou to nejjednodušší šroubové spoje. Nové pohledy na jejich spolehlivé utěsnění [116] ukazují během celé životnosti, že vzhledem k novinkám v teorii šroubových spojů, materiálu součástí spoje, měření, zkoušení, montáži a provozování se v mnohých případech dosáhlo podstatně vyšší úrovně utěsnění.

Požadavky na šroubové spoje se mohou lišit podle konstrukce, umístění, parametrů stavu během provozování nebo použitých zpracovávaných látek. Určité odchylky jsou u zařízení pro procesní techniku (chemický a petrochemický průmysl), páru (energetika, jaderná energetika), farmacii, potravinářství, strojírenství.

Na základě požadavků norem a montážních postupů se získá buď „technicky těsný spoj“ nebo „trvale technicky těsný spoj“. Protože těsnicí spoje jsou komplexní soustavy, je třeba zohlednit požadavky na jednotlivé jejich součásti a jejich vzájemná

působení; a zde je třeba zvažovat nejen pořizovací náklady, ale i náklady na likvidaci následků při jejich selhání.

V důsledku realizace rizik dochází u tlakových zařízení k porušením stěny a ke změnám v jejím materiálu. Proto k ochraně před překročením mezí tlaku se používají např. pojistné ventily, pojistné membrány, pruty namáhané na vzpěry, řízená bezpečnostní nebo omezovací zařízení působící jako korekční přístroje nebo vyvolávající vypojení a uzavření, jako jsou vypínače tlaku a teploty, nebo hladinové spínače. Obrázek 11 ukazuje oblasti, které předurčují volbu typu šroubových spojů.



Obr. 11. Příklad požadavků na rozebíratelné šroubové spoje [111].

Provozní bezpečnost tlakových zařízení ovlivňují rovněž časově závislá poškození, jako např. dopady koroze (vnitřní, vnější, různé mechanismy koroze), eroze, kavitace, únava nebo křehnutí, tažnost materiálu, střídavé zatížení (tlakové nebo teplotní změny), vnější síly vyvolané prouděním tekutin, vlivem různé teplotní roztažnosti, větrem, seismicitou aj. Proto již v projektu při výběru materiálu, výroby a konstrukce musí být uvedeným dopadům zabráněno, jde-li o závažné faktory ovlivňující výrobu či bezpečnost, a to nejen zařízení, ale i celého technického díla.

Podle materiálů těsnění a konstrukce rozebíratelného spoje, příp. těsněné látky a jejich parametrů jsou rozsahy množství netěsností řádově od 10^0 až do 10^{-8} mg / (s.m); tyto hodnoty jsou vztaženy na střední těsnicí obvod těsnění.

Základní hodnoty pro měkká těsnění (pryžová, vláknitopryžová, expandovaný grafit, orientované PTFE, slída) jsou uváděny v třídě 1.0 pro kapaliny, třída 0.1 pro plyny a páry (mimořádně pro ropu) a 0,01 mg / (s.m) pro „nebezpečné látky“. U jen „technicky těsných“ látek lze očekávat netěsnosti za určitých okolností jako možné. U částí zařízení, která mají být „trvale technicky těsná“ [122], se nečeká únik těsněných látek po celou dobu životnosti. Pro vybrané látky, tj. látky spadající pod zákon č. 224/2015 Sb., se vyžadují netěsnosti lepší než 0.01 (podle zvláštní zkoušky popsané v [123,124], tj. množství netěsností 10^{-4} mbar.l / (s.m).

Jednotky množství netěsností se používají takto: pro tlakovou zkoušku (mg/(s.m)); a pro vakuovou zkoušku (mbar.l / (s.m)); množství netěsností lze vzájemně přepočítat.

To souvisí s prouděním v ekvivalentních kanálcích pro netěsnosti. Měkká těsnění jsou porézní, aby při stlačení při utahování mohla pracovat pružně, a tím se částečně uzavírají tyto kanálky. Podle rozměrů kanálků jsou netěsnosti v:

- turbulentním, laminárním prouděním (modrá oblast na obrázku 12),
- molekulárním prouděním (zelená oblast na obrázku 12).

měkká těsnění	1,00E+00	mg / (s.m)
	1,00E-01	
Kombinovaná Těsnění	1,00E-02	
	1,00E-03	
kovová těsnění	1,00E-04	
	1,00E-05	
	1,00E-06	
	1,00E-07	
	1,00E-08	

a dále difúzní průnik netěsností plnými stěnami

Obr. 12. Oblasti netěsností pro použití různých materiálů těsnění; množství netěsností je vztažené na střední obvod těsnění [111].

Žlutá oblast na obrázku 12 představuje přechodovou oblast. Kombinovaná těsnění se používají zejména pro požadovaná množství netěsností $L = 10^{-2}$ mg / (s.m), kovová těsnění až 10^{-8} mg / (s.m). V laminární oblasti rozhoduje viskozita (přetlaková zkouška), v molekulární oblasti molekulární hmotnost (vakuová zkouška); proto jsou různé jednotky množství netěsnosti. Nad hladinou $1 \cdot 10^{-8}$ mg / (s.m), jde o netěsnost i plnou kovovou stěnou [124].

Na základě zkušeností z praxe [113,114] při uvolňování médií mohou vzniknout ohrožení vlivem netěsnosti, otevření částí zařízení stojících pod tlakem, odvodem z bezpečnostních částí např. pojistných ventilů nebo pojistných membrán, odlehčovacích klapek, relaxačních potrubí a dále výbuchem v ohništích tlakových zařízení [117]. Proto výše uvedená pravidla neplatí, když jsou poškození závislá na čase, jako např. koroze nebo únava vedou k selhání nosné stěny.

Při nebezpečí vzniku netěsnosti, lze dle [117] provést některá z dále uvedených opatření:

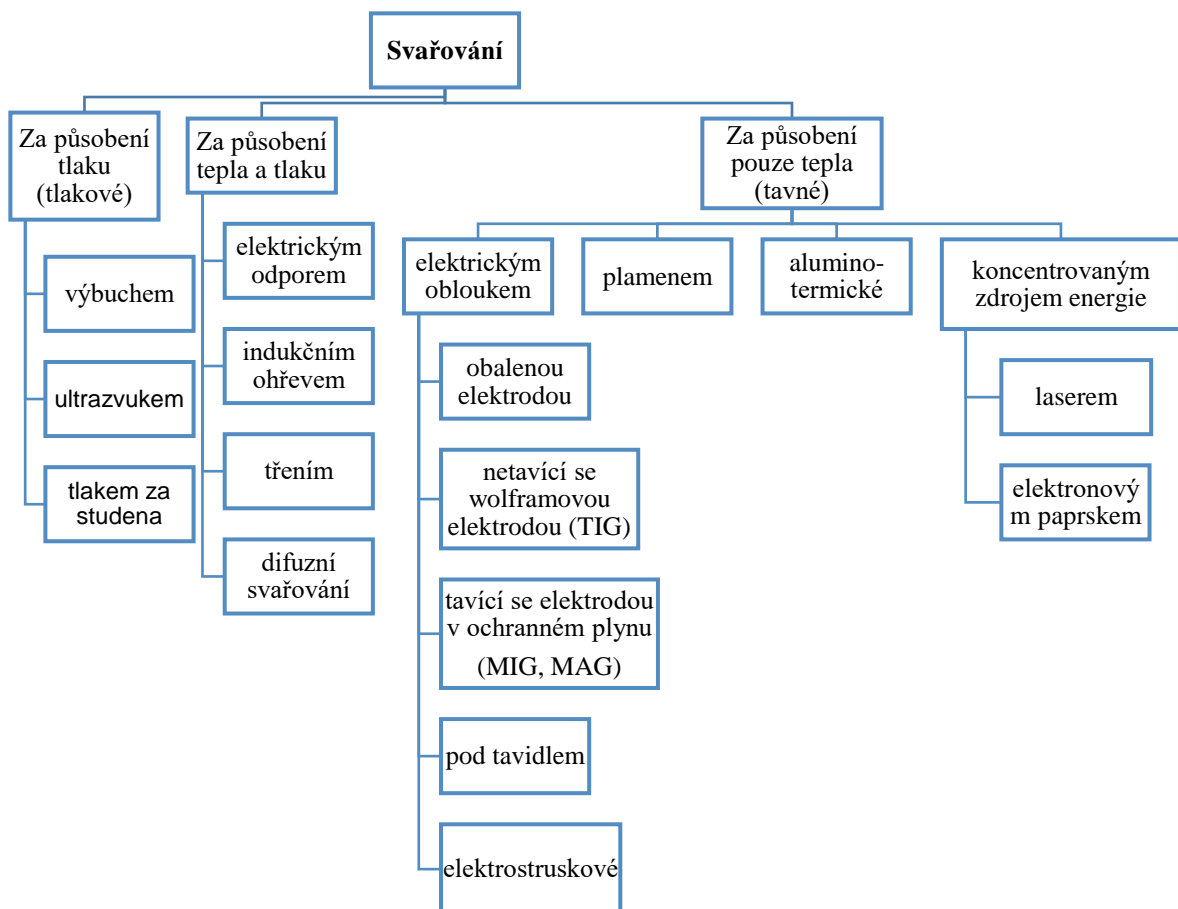
- po činnostech, které by mohly uškodit těsnosti zařízení nebo jeho částí, provést zkoušku těsnosti před nebo během najíždění, a přitom zkontrolovat povolené šroubové spoje, použitá těsnění, přičemž sledovaná zařízení musí být bez tlaku,
- aby se zabránilo tepelným šokům při plnění beztlakových částí zařízení zkapalněnými plyny, je třeba provést před plněním tlakový ostřik plynou fází,
- aby se zabránilo vodním rázům a tepelným šokům při najíždění parních kotlů nebo parního potrubí, je třeba ventily a otevírací zařízení pomalu otevírat; připojovací potrubí odvodnit a odvzdušnit,
- v částech zařízení s možnými nepatrnými zbytkovými tlaky před jejich otevřením je třeba vytvořit taková organizační opatření, aby byl vytvořen stav bez tlaku,

- k zabránění výbuchu ve vytápěných tlakových zařízeních je třeba ohniště a cesty kouře dostatečně provzdušnit; dodávané palivo musí být bezpečně zapáleno a dodávané do ohniště, je-li zapáleno zapalovacím zařízením nebo dostatečným ohněm a dostatečnou zapalovací teplotou při každém provozním stavu; armatury pro dodávky paliva pro proces zapálení mají být časově odblokovány, tj. pro překlenutí hlídače plamene při zapalování.

2.4.10.4. Svařování

Mezi další kritické problémy montáže technického díla patří svařování. Jde o způsob vyhotovení nerozebíratelného spojení dvou rovnorodých, nebo různorodých materiálů. Svarový spoj se vyhotoví pomocí přídavného materiálu, který se v roztaveném stavu smísí s natavenými hranami svařovaných částí. U některých způsobů svařování, např. svařování elektrickým odporem, nebo svařování elektronovým paprskem, ale použití přídavného materiálu pro vytvoření svarového spoje není nevyhnutné, spoje se vytvoří roztavením pouze základního materiálu.

Účelem svařování je vyhotovení pevného spoje požadovaných vlastností, tj. pevnosti, houževnatosti a odolnosti vůči degradačním procesům, které mohou probíhat během celé plánované životnosti spoje [125]. Metody svařování je možné rozdělit dle různých hledisek. Nejběžnějším je rozdělení podle zdroje energie potřebné pro vytvoření svarového spoje [125], které je uvedeno na obrázku 13.



Obrázek 13. Základní rozdělení metod svařování [125].

Postupy metod jsou popsány v normách a jsou předmětem důkladného výcviku [125-127]. Cílem všech metod svařování je vytvořit kompaktní spoj. Během svařování za jistých okolností vznikají nedokonalé svary i chyby; např. [128] i zprávy ve sdělovacích prostředcích o chybných svarech, které vedly až k nehodám.

Proto z hlediska bezpečnosti výrobků (technických prvků a zařízení) a technických děl, která jsou vytvořena z těchto technických prvků nebo zařízení je třeba cíleně sledovat rizika. Osvědčený postup spočívá v sestavení kontrolního seznamu a stupnice [7] pro audit bezpečnosti, a v odstranění závažných nedostatků; audit je nutno provádět pravidelně a vždy po každé zjištěné kumulaci nedostatků. Příklady dalších kontrolních seznamů používaných v praxi jsou např. v práci [129].

Svařovat lze kovové i nekovové materiály, materiály podobných i různých vlastností. Ale pro různé typy spojů a materiálů jsou vhodné jiné metody svařování. Při svařování dojde vždy ke změně fyzikálních nebo mechanických vlastností základního materiálu (spojovaného) v okolí spoje. Jiné metody nerozebíratelného spoje jsou např. pájení nebo lepení.

2.5. Realizace tvorby technického díla

Požadavky legislativy i dobrá praxe požadují dodržovat normy a standardy, řídit rizika a respektovat dobrou kulturu bezpečnosti. Z důvodu zaměření publikace nebudeme analyzovat normy a standardy; jejich seznam uvádí např. [130]. Omezíme se na řízení rizik. Řízení rizik je antropogenní činnost. Je realizováno pokyny vydanými lidským hlasem, lidskými činnostmi, pravidly, legislativou, prostřednictvím technických prostředků, anebo IT prostředků. Jak bylo ukázáno výše na obrázku 6, tak i při jejich použití jsou rizika. Proto je nutno používat nástroje pro jejich řízení.

Pro provedení výstavby, provedení konstrukcí i zajištění vybavení je v praxi řada postupů. Pro řízení bezpečnosti jednotlivých postupů jsou nevhodnější kontrolní seznamy, jak bylo již zdůrazněno u svařování výše; jejich příklady jsou např. v knize [129]. Pro řízení více procesů, hlavně případů obsahujících nesouměřitelné procesy je nutno používat systémy pro podporu rozhodování [39].

2.5.1. Testy

S ohledem na zaměření publikace se nebudeme zabývat testy spolehlivosti a funkčnosti a soustředíme se na testy bezpečnosti zařízení, komponent a celého technického díla

Bezpečnost technických zařízení závisí na mnoha položkách, tj. na materiálu, způsobu zhotovení, způsobu provozu a provozních podmínkách [4,5,13]. Pro její zajištění je třeba sledovat všechna rizika spojená s uvedenými položkami a řídit je tak, aby sledované zařízení pracovalo po celou dobu životnosti bezpečně, tj. spolehlivě plnilo funkce v požadované kvalitě, v požadovaném množství a v požadovaném čase, a při svých kritických podmínkách neohrozilo ani sebe, ani své okolí [3-5,13].

Na základě šetření spojených se zpracováním prací [3-5,7,13] se v technickém sektoru často zvažuje jen kontext technického zařízení, technické komponenty, technického díla nebo kontext podniku, který technické dílo spravuje a v řadě případů jen kontext výrobního zařízení. S ohledem na bezpečí a rozvoj lidské společnosti, tj. z veřejného

zájmu je však třeba zvažovat kontext širší, tj. i okolí sledované technické entity. Přitom si je třeba uvědomit, že užitek z technického díla v dlouhodobé perspektivě není dán jen výkonem, tj. množstvím výrobků, energií či služeb, ale i tím, že bude zabráněno ztrátám způsobeným haváriemi.

Jelikož bezpečnost chápeme jako zásadní vlastnost na úrovni technického díla, jehož úkolem je plnit úkoly, tj. dodávat výrobky, anebo zajišťovat služby, tak i tyto faktory do ní patří. Práce [7] uvádí faktory, které je nutno sledovat při strategickém řízení bezpečnosti technických děl; obrázek 14. Oblast výroby a služeb dále závisí na technických zařízeních, obsluze, podmínkách a procesech výroby, které jsou opět vzájemně propojenými otevřenými systémy. Samotný stav technického zařízení závisí na materiálu, ze kterého bylo zařízení zhotoveno, způsobu výroby a konstrukce, na provozních podmínkách a na způsobu, jak se s ním zachází, tj. kvalita a způsob údržby a provádění oprav.

Z důvodu složitosti problému technických děl z pohledu potřeb lidské společnosti, tj. veřejného zájmu není pro lidskou společnost ideální, aby se technická díla, objektová i síťová orientovala jen na výkon. Jestliže není brán ohled na veřejná aktiva a kritická aktiva technického díla, a dojde k havárii nebo selhání technických děl, tak příklady v pracích [4,5,13] ukazují, že často vznikají ztráty na lidských životech uvnitř i vně technického díla, ztráty na majetku, újmy na životním prostředí a v případě kritických technických děl i velké ekonomické ztráty v území o menším či větším rozměru, které jsou často střednědobé až dlouhodobé, tj. značně ovlivňující rozvoj lidské společnosti a zasaženého území. Proto je třeba při řízení technických děl dbát především na prevenci ztrát [5], kterou lze dosáhnout jen cíleným kvalifikovaným řízením rizik. Obrázek 2 výše ukazuje, že u technických zařízení se nelze soustředit jen na výkon technického zařízení, ale je třeba dbát i na řízení existujících rizik z důvodu veřejného zájmu.



Obr. 14. Položky, které musí sledovat strategie řízení technického díla zacílená na bezpečnost.

V případě technických zařízení, komponent i celých technických děl jde o zajištění jejich bezpečnosti v integrálním smyslu, což lze dosáhnout jen cíleným řízením všech prioritních rizik, do kterých patří i rizika spojená s materiálem, ze kterého byly

zhotoveny; rizika spojená s architekturou technických zařízení, s jejich ovládáním apod., jejichž zdroje jsou rozmanité, a proto vyžadují specifické metody a přístupy při práci zacílené na zvládnutí rizik [4,5,7,13]. Aby se zajistila integrální bezpečnost (tj. celková bezpečnost technického díla), tak musí být věnována péče i bezpečnosti dílčích částí, tj. i u dílčích částí je nutno řídit rizika.

Podle [5,13] a zkušeností autorů z praxe je vhodné při hodnocení kritičnosti technického zařízení v praxi používat pětistupňovou stupnici:

- velmi dobrý stav technického zařízení: technické zařízení je v bezvadném fyzickém stavu a plní zamyšlené funkce. Náklady na údržbu jsou v souladu se standardy a normami. Technické zařízení je nové nebo bylo nedávno obnoveno. Nároky na provoz technického zařízení odpovídají projektu, provozní problémy technického zařízení nejsou. Veškerý program je plněn účinně a efektivně,
- dobrý stav technického zařízení: technické zařízení je fyzicky v dobrém stavu a plní zamyšlené funkce. Náklady na údržbu technického zařízení jsou v souladu se standardy a normami, ale rostou. Technické zařízení je asi v polovině své životnosti. Nároky na provoz technického zařízení odpovídají projektu, provozní problémy technického zařízení jsou jen občas. Veškerý program je plněn přijatelně,
- přijatelný stav technického zařízení: technické zařízení vykazuje známky opotřebení a nižší výkonnosti, než je zamyšlená. Některé části technického zařízení jsou nedostatečné. Náklady na údržbu technického zařízení překračují částky stanovené standardy a normami a rostou. Technické zařízení bylo dlouho používáno, anebo pracovalo v nepříznivých podmínkách, a je tudíž v poslední fázi své životnosti. Nároky na provoz technického zařízení odpovídají projektu, provozní problémy technického zařízení jsou časté. Veškerý program je většinou plněn, objevují se však neúčinné a neefektivní způsoby plnění,
- špatný stav technického zařízení: technické zařízení vykazuje významné známky opotřebení a plní zamyšlené funkce na nízké úrovni. Mnoho částí technického zařízení je nedostatečných. Náklady na údržbu technického zařízení významně přesahují částky ze standardů a norem. Technické zařízení se blíží ke konci své životnosti. Nároky na provoz technického zařízení přesahují údaje v projektu, provozní problémy technického zařízení jsou zřejmé. Veškerý program je plněn jen v značně omezeném rozsahu,
- kritický stav technického zařízení: technické zařízení je ve špatném stavu a nepracuje tak, jak by mělo. Je vysoká pravděpodobnost jeho selhání. Náklady na údržbu technického zařízení jsou vysoce nepřijatelné ve srovnání se standardy a normami, rekonstrukce technického zařízení není nákladově efektivní. Je nutná výměna. Nároky na provoz technického zařízení jsou výrazně vyšší než projektové; provozní problémy technického zařízení jsou vážné a trvalé. Stanovený program není plněn.

Při práci s riziky je třeba riziko identifikovat, analyzovat, ohodnotit, posoudit jeho závažnost, řídit a vypořádat ve prospěch stanoveného cíle; ve složitém světě existuje řada faktorů, které určují velikost rizika [7]; obrázek 7 výše ukazuje faktory, které rozhodují o vztahu mezi rizikem a bezpečností technického zařízení.

Podstatnou roli při práci s riziky hraje hodnocení rizika, a hlavně disponibilní data pro jeho provedení [131]. Hodnocení rizika je proces, který je podstatnou složkou řízení a regulace a významnou složkou rozhodování, a proto jeho správnost a věrohodnost jsou důležité.

Dle [7] hodnocení rizika je metoda stanovení hodnoty rizika v dané hodnotové stupnici. Podle konkrétní povahy předmětu hodnocení metoda spočívá ve srovnání s kritériem nebo souborem kritérií, která představují měřítka, určující, poznávací a rozlišovací

znaky pro srovnávání. Některá z kritérií bývají dokonce jen kvalitativní a mnohá z nich jsou nesouměřitelná. Struktura procesu hodnocení závisí na dále uvedených faktorech:

- co je hodnoceno?
- kdy je hodnoceno, resp. vzhledem k jakému časovému okamžiku je hodnoceno?
- jak, tj. na základě jakých kritérií, je hodnoceno?

Jak bylo řečeno, hodnocení představuje uplatnění jistých kritérií, hodnotících funkcí nebo preferencí. To znamená, že když soubor kritérií nebo pořadí kritérií změňme, tak není výsledek stejný.

Pro hodnocení rizika v praxi, tj. pro určení míry rizika (a následně i míry bezpečnosti) se podle potřeby používají:

- alfabetské stupnice (např. podle velikosti dopadu je riziko: zanedbatelné, malé, střední, velké, extrémní; nebo podle četnosti výskytu je riziko: nepravděpodobné, možné, časté, velmi časté, jisté),
- indikátory (číselné hodnoty pravděpodobnosti výskytu dopadu při realizaci rizika nebo číselné hodnoty velikosti dopadu při realizaci rizika), které jsou jistým způsobem vázané na uvedenou alfabetskou stupnici (např. pro pravděpodobnost výskytu dopadu při realizaci rizika: 1 – výskyt je vyloučený, 2 – výskyt je nepravděpodobný, 3 – výskyt je možný, 4 – výskyt je velmi pravděpodobný, 5 – výskyt je téměř jistý; pro velikost dopadu při realizaci rizika: 1 – škody a ztráty jsou zanedbatelné, 2 - škody a ztráty jsou nízké, 3 - škody a ztráty jsou střední, 4 - škody a ztráty jsou vysoké, 5 - škody a ztráty jsou extrémní). Závažnost (významnost) rizik měřených indikátory se obvykle určuje pomocí rozhodovacích matic, ve kterých se skóruje pravděpodobnost výskytu dopadů a velikost ztráty způsobené dopady nebo pomocí prostého součinu indikátoru vyjadřujícího výši pravděpodobnosti výskytu dopadu a indikátoru vyjadřujícího velikost ztrát (např. v uvedené souvislosti jsou možnosti 1 až 25 a lze použít klasifikaci: je-li součin menší než 5, je riziko nevýznamné; je-li součin mezi 6 a 10, je riziko malé; je-li součin mezi 11 a 15 je riziko střední; je-li součin mezi 16 a 20 je riziko velké; je-li součin na 20, je riziko extrémně velké),
- výsledky přesného stanovení nebo změření konkrétních škod a ztrát [7] (pro potřeby vyjednávání s riziky jsou zjištěné hodnoty srovnávané s prahovými hodnotami, např. přijatelné – škoda je menší než 0.01 měsíčního rozpočtu, nepřijatelné – škoda je větší nebo rovna 0.1 měsíčního rozpočtu a podmíněně přijatelné, když hodnoty jsou v mezi limitami (místo peněz lze použít hodnoty koncentrace škodlivých látek, množství odpadu, stupeň neplnění požadavků apod.).

Hodnocení má několik kvalitativních úrovní, srovnání se provádí vůči limitu danému konkrétní hodnotou, limitu danému konkrétní křivkou nebo konkrétním prostorovým útvarem v případě vícerozměrných problémů. U složitějších případů hodnocení se používají prediktivní metody, které jsou nejčastěji založeny na použití:

- exaktních výpočtů,
- statistických formulí,
- experimentálního sledování a matematického modelování,
- expertních přístupů, založených na odhadech, analogiích a zkušenostech,
- skórování veličin, tj. u nesouměřitelných veličin se používají metody multikriteriální analýzy, tj. např. rozhodovací tabulky.

Pro určité úkoly praxe, kterými je např. zajištění bezpečného technického zařízení, postačí často sledovat jen dopady dílčího rizika určitého procesu (např. stárnutí či opotřebení). Přitom není třeba znát jeho velikost zcela přesně, postačí pouze hodnota spolehlivého indikátoru (např. určitého fyzikálního parametru), na jehož základě je

možno posoudit, zda v daném konkrétním případě je riziko spojené s opotřebením technického zařízení přijatelné, podmíněně přijatelné, anebo nepřijatelné. Tento postup založený na interpretaci výsledků měření fyzikálních jevů je v technické praxi běžně využíván.

Znalosti fyziky a technologií ukazují, že stav materiálů technických zařízení, komponent i celých technických děl je ovlivňován podmínkami, ve kterých jsou provozovány a také časem, který plyne od jejich zhotovení. Problematika řízení stárnutí materiálů, z nichž jsou zhotovena technická zařízení, technické komponenty i celá technická díla, patří proto do základních technologických oborů [132,133]; a proto se na ni v práci soustředujeme a sledujeme zdroje rizik, které předurčují chování materiálů technických zařízení.

Z důvodu zajištění bezpečnosti technických zařízení, komponent i celých technických děl je proto třeba sledovat rizika spojená s degradačními procesy a pomocí optimální údržby, optimálního režimu provozu či včasné výměny opotřebovaných částí udržovat přijatelnou úroveň bezpečnosti, tj. bezpečnost je nutno řídit [3,13]. V souladu s obrázkem 7 výše jde ve sledovaném případě především o bezpečný stav technického zařízení, který je předurčen materiálem, ze kterého bylo technické zařízení zhotoveno, tj. nejde ani o konstrukční provedení a zařazení technického zařízení do výrobního procesu, které předurčují bezpečný provoz (provozní bezpečnost), ani o začlenění do vyšších celků, které předurčují bezpečný výkon technického díla /celkovou bezpečnost).

Pro řízení jsou nutná data, která se opatřují pomocí nedestruktivních metod měření stavu materiálu [134-138]. Předmětných metod je celá řada a každá z metod má své hranice použitelnosti; dle práce [138] neexistuje metoda, která by umožňovala zjistit všechny závady na materiálu. Proto je nutné používat kombinace metod a umět správně interpretovat jejich výsledky.

Metody sledování stavu technických zařízení (diagnostické metody) [132-138] umožňují poznat současný stav technických zařízení a na základě toho určit jejich možná chování v dalším čase. V provozu mají hlavní cenu nedestruktivní metody. Používají se v rámci permanentního monitoringu, při intervalových měření i nárazově při problémech. Cílem nedestruktivních metod dle údajů v pracích [132-138] je:

- zjistit celistvost technického zařízení, což garantuje jeho spolehlivost,
- předejít selhání technického zařízení vlivem poruch, čímž se předchází úrazům, zajišťuje se ochrana investic a jejich návratnost,
- spokojenost uživatelů zařízení i služeb, které tato zařízení poskytují,
- podpoření goodwill provozovatele,
- zlepšení designu technického zařízení,
- zlepšení řízení výrobních procesů,
- snížení výrobních nákladů.

Rozlišuje se šest hlavních kategorií nedestruktivních metod:

- vizuální,
- radiační,
- magneticko-elektrické,
- mechanické vibrace,
- termální,
- chemické / elektrochemické.

Podle údajů v pracích [132-138] a zkušeností autorů je každá metoda charakterizovaná dále uvedenými pěti faktory:

1. Předmět sledování při testu (tlak, teplota, průtok, výkon, chování rentgenových paprsků, chování ultrazvukových vln, chování termálního záření, chování intenzity magnetického pole apod.).
2. Sledovaný fyzikální parametr (deformace, napětí, tvrdost, útlum rentgenových paprsků, útlum ultrazvukových vln, odraz ultrazvuku, intenzita magnetického pole, koncentrace poruch apod.).
3. Zařízení používané k detekování nebo snímání výsledných signálů (fotoemulze, piezoelektrický krystal, indukční cívka apod.).
4. Veličina použitá k indikování nebo zaznamenání signálů (odchylka, stopa na oscilografu, průběh magnetogramu, termogramu, radiogramu, konfigurace v ploše či prostoru apod.).
5. Podklad pro interpretaci výsledků (přímá nebo nepřímá indikace kvalitativní nebo kvantitativní změny).
6. Cílem každé metody je zjistit údaje o jednom parametru materiálu nebo o několika parametrech materiálu:
7. Existence diskontinuit v materiálu a jejich rozdělení (trhliny, dutiny, městky, štěpení, dělení na vrstvy apod.).
8. Charakter struktury materiálu (krystalická, amorfní, velikost zrn, mezilamelární defekty, segregace, poruchy apod.).
9. Velikost a charakteristika poruch materiálu (povrchové, pronikající dovnitř, šířka, tloušťka, průměr, spáry, popraskání apod.).
10. Fyzikální a mechanické vlastnosti diskontinuit (odrazivost, vodivost, modul pružnosti, rychlost zvuku apod.).
11. Složení a chemická analýza materiálu (identifikace slitin, nečistoty, příměsi, rozložení nečistot apod.).
12. Pnutí a dynamická odezva materiálu (zbytkové pnutí, narůstání trhlin, opotřebení, vibrace apod.).
13. Výskyt termálních, magnetických, elektrických a jiných anomálií v materiálu.

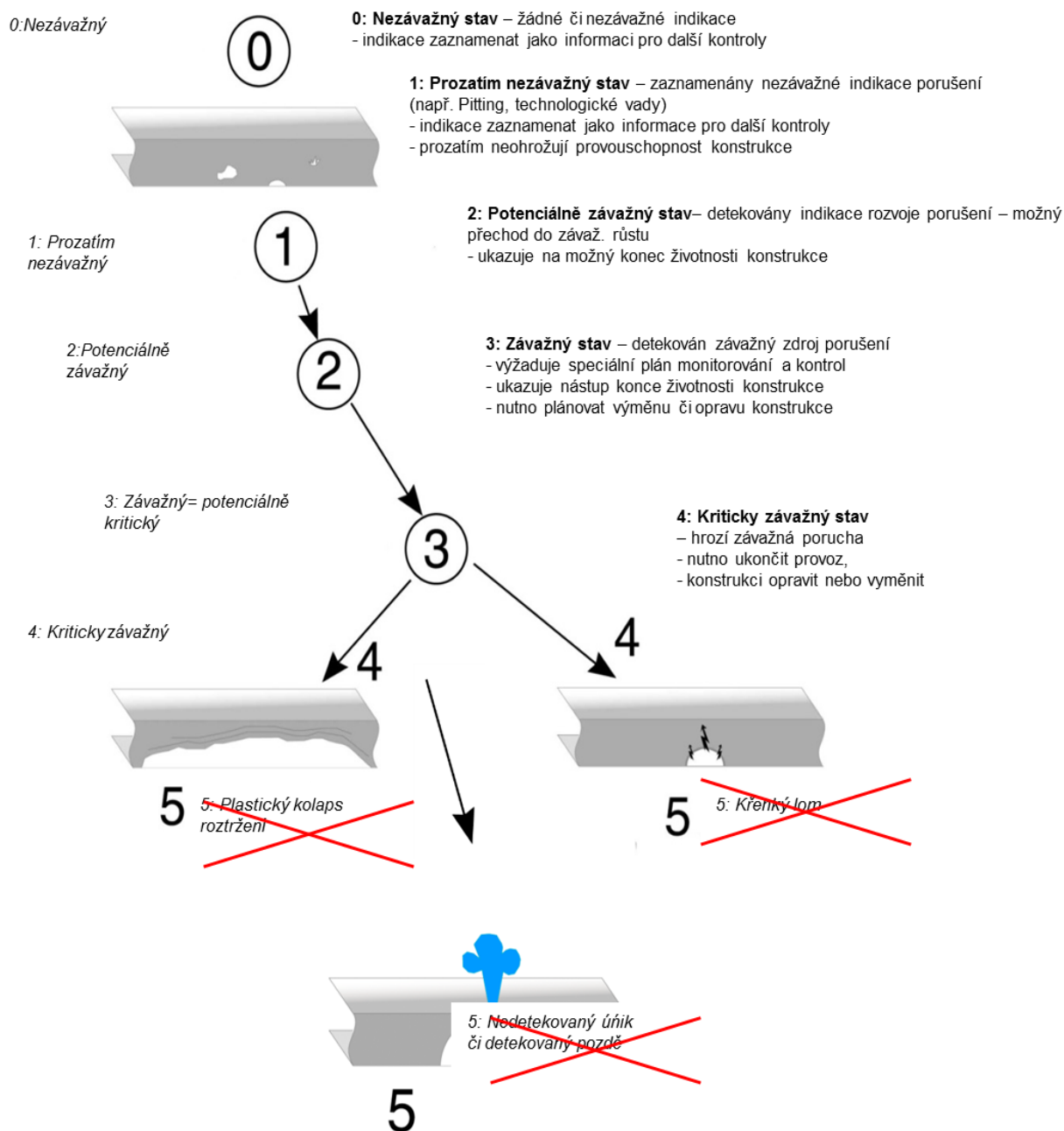
Ze sledovaných zdrojů i zkušeností autorů vyplývá, že žádná metoda neodhalí všechny defekty v materiálu. Pro posouzení rizika spojeného s materiálem technických zařízení v provozu někdy postačí jedna správně vybraná metoda a jindy je třeba použít metod několik.

Metodami nedestruktivních testů sledujeme zpravidla jedno aktivum, a to technické zařízení, a velikost rizika měříme jeho dopadem na vybrané parametry materiálu (kumulace a množství trhlin, intenzity magnetické intenzity), stav materiálu technického zařízení a jeho příspěvek k selhání zařízení

Každé technické zařízení umístěné v provozu má jistý úkol, který musí splnit bezpečně, tj. spolehlivě, a přitom neohrozit sebe a své okolí [3-5,7,13]. Je faktem, že každé problémy v materiálu, ze kterého je složené ovlivňují plnění tohoto úkolu. Zkušenosti ukazují, že se tak děje až od určité velikosti problémů. "

Na obrázku 15 [139] je ukázán vztah mezi stavem materiálu technického zařízení a selháním technického zařízení, přičemž ke klasifikaci velikosti rizika je použita kategorizace 0 až 5, což je v souladu s praxí ve světě [5].

Obrázek 15 ukazuje, jak rozvoj defektů v materiálu přispívá postupně k riziku. Jestliže defekty překročí bezpečnostní limity, tak dojde k realizaci rizika. Výsledkem je potom selhání technického zařízení, což u kritických zařízení, kterými jsou např. tlakové nádoby, produktovody se stlačenými nebezpečnými látkami apod. znamená havárii.



Obr. 15. Vztah stavu materiálu a selhání technického zařízení [139].

Práce [140] ukazuje dva konkrétní příklady výsledků dvou vybraných nedestruktivních metod – sledovány dopady rizika, které souvisí s opotřebením technického zařízení v důsledku stárnutí a podmínek, ve kterých je zařízení provozováno. metoda založená na měření akustické emise; a metoda založená na magnetické paměti materiálu.

Metodami nedestruktivního testování materiálů (NTD) lze otestovat:

1. Zda technické zařízení s ohledem na stav materiálu, ze kterého je vyrobeno, odpovídá požadovaným parametrům:
 - při spouštění,
 - po údržbě,
 - po opravě,
2. Zda u technického zařízení s ohledem na stav materiálu, ze kterého je vyrobeno, není nebezpečí havárie. Např. podle vývoje monitoringu pomocí akustické emise (metoda NTD) v čase lze sledovat proces vzniku havárie.

2.5.2. Požadavky na spouštění technického díla

Požadavky na spouštění technického díla jsou uvedeny ve stavebním zákoně (zákon č. 183/2006 Sb.) a u technických děl s nadlimitním množstvím nebezpečných látek navíc v zákoně č. 224/2015 Sb., a u jaderných zařízení v zákoně č. 263/2016 Sb. Žadatel o spouštění technického díla musí prokázat, že technické dílo bylo provedeno v souladu se všemi platnými ČSN, technickými normami, zákonem č. 183/2006 Sb., popř. zákonem č. 224/2015 Sb. či zákonem č. 263/2016 Sb., navazujícími vyhláškami, předpisy výrobců jednotlivých navržených materiálů či zařízení, předpisy o bezpečnosti staveb a technických zařízení. Musí být prokázáno, že při provádění byly dodrženy všechny hygienické a protipožární předpisy i požadavky BOZP. Z hlediska bezpečnosti musí být zpracována specifická bezpečnostní dokumentace, kterou stanoví citované zákony.

Z odborného pohledu doklad o bezpečnosti má obsahovat odpovědi na následující otázky:

- co se může porouchat, co může nefungovat (identifikace a analýza nebezpečí),
- jak vážné mohou být následky (hodnocení rizika),
- jaká opatření byla přijata, aby k tomu nedošlo (řízení rizika),
- co je třeba provést, když to nastane (opatření pro mimořádné situace).

V případě složitých technických děl doklad o bezpečnosti je výsledkem rozsáhlých teoretických analýz a vyhodnocení testů. Průkazy bezpečnosti obsahují:

- odkazy na předchozí použití,
- odkazy na ověřené postupy,
- údaje o souladu se standardy, certifikace,
- výpočty,
- výsledky testování,
- výsledky simulací,
- výsledky analytických metod (např. HAZOP, FMECA, FTA atd. [39]),
- výsledky expertních přezkoumání.

U složitých technických děl, ve kterých jsou interdependences a v souladu s poznáním uvedeným výše, např. [44], nelze vyloučit havárie či selhání, a proto je nutné mít plány odezvy na zvládnutí konfliktů, tj. nehod, havárií či selhání a také způsoby ochrany drahé technologie a okolí technického díla. Předmětné doklady čerpají z předpokladů, které však musí být jasně deklarovány, a které by měly být během zkušebního provozu nahrazeny důkazy.

Je třeba poznamenat, že požadavky na spouštění technických děl s nebezpečným potenciálem uvedené v předpisech COMAH [80], IAEA [79,92,141] a SEVESO [53,85] jsou mnohem více propracované než v české legislativě.

2.5.3. Zkušební provoz

Zkušebním provozem technického díla se ověřuje funkčnost a vlastnosti provedené stavby a konstrukcí podle projektové dokumentace. Zkušební provoz stavební úřad povolí na odůvodněnou žádost stavebníka nebo nařídí na základě požadavku dotčeného orgánu nebo v jiném odůvodněném případě. V rozhodnutí uvede zejména dobu trvání zkušebního provozu stavby, a je-li to nutné, stanoví pro něj podmínky, popřípadě podmínky pro plynulý přechod zkušebního provozu do užívání stavby. Vyhodnocení výsledků zkušebního provozu stavebník připojí k žádosti o vydání kolaudačního souhlasu. Zkušební provoz lze povolit jen na základě souhlasného závazného stanoviska, popřípadě rozhodnutí dotčeného orgánu.

Průkaz bezpečného provozu je shrnut v bezpečnostní dokumentaci technického díla, který nazýváme u složitých technických děl bezpečnostní zpráva:

1. Pro jaderná zařízení je obsah kodifikován dokumentem „safety report“ [141], na který se odkazuje atomový zákon (zákon č. 263/2016 Sb.).
2. U zařízení, která spadají do kategorie B pod zákon č. 224/2015 Sb. (do kterých nepatří: vojenské objekty a vojenská zařízení; zařízení s nebezpečím spojeným s ionizujícím zářením; zařízení pro silniční, drážní, leteckou a vodní přepravu nebezpečných látek mimo objekty, včetně dočasného skladování, nakládky a vykládky během přepravy; zařízení pro přepravu nebezpečných látek v potrubích, včetně souvisejících přečerpávacích, kompresních a předávacích stanic postavených mimo objekt v trase potrubí; zařízení, kde se provádí geologické práce, hornická činnost a činnost prováděná hornickým způsobem v dolech, lomech nebo prostřednictvím vrtů, s výjimkou povrchových objektů chemické a termické úpravy a zušlechťování nerostů, skladování a ukládání materiálů na odkaliště, jsou-li v souvislosti s těmito činnostmi umístěny nebezpečné látky; objekty průzkumu a dobývání nerostů na moři, včetně uhlovodíků; zařízení pro skladování plynu v podzemních zásobnících v pobřežních vodách, a to jak na místech určených ke skladování, tak na místech, kde se rovněž provádí průzkum a dobývání nerostů, včetně uhlovodíků, s výjimkou pevninských podzemních zásobníků plynu v přirozených vrstvách, vodonosných vrstvách, solných kavernách a opuštěných dolech; skládky odpadu, včetně podzemního skladování odpadu) je obsah bezpečnostní zprávy určen takto:
 - základní informace o objektu,
 - technický popis objektu,
 - informace o složkách životního prostředí v okolí objektu,
 - posouzení rizik závažné havárie,
 - popis zásad, cílů a politiky prevence závažných havárií,
 - popis systému řízení bezpečnosti,
 - popis preventivních bezpečnostních opatření k omezení vzniku a následků závažné havárie,
 - závěrečné shrnutí,
 - jmenovitě uvedené právnické a fyzické osoby, které se podílely na vypracování bezpečnostní zprávy.

Strukturu bezpečnostní zprávy určuje vyhláška 227/2015 Sb., o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku. Nutno poznamenat, že ač zákon č. 224/2015 Sb. je označován jako provedení direktivy SEVESO [53] v České republice, tak zahrnuje všechny její požadavky; chybí požadavky na územní plánování (land-use-planning), které v daném případě jsou

stejně jako požadavky IAEA, OECD, US NRC a UK na jaderná zařízení [79-81,141-143].

U ostatních technických děl není dokument prokazující bezpečnost kodifikován; obecné požadavky určuje stavební zákon.

2.6. Shrnutí současného poznání

Na základě současného poznání [144,145] je třeba při projektování, výstavbě a konstrukci technických děl v zájmu koexistence technických děl a jejich okolí zohlednit:

- dnešní fenomény, kterými jsou zdroje pohrom, jako jsou interdependences, chyby v řízení a rozhodování, zdroje ze solárního prostoru i útoky na řídicí systémy pomocí IT,
- správné povědomí o rizicích a při práci s riziky zvažovat provázanost aktiv, veřejný zájem, dlouhodobou udržitelnost i požadavek udržet v rovnováze náklady a užitky. V současné praxi se často používá omezený pohled na problémy – nezvažuje se systémová podstata světa a problémy se linearizují, i tehdy, když jsou interakce mezi zařízeními, komponentami či systémy příliš velké,
- chybí standardy pro projektování a provoz řídicích systémů, anebo jsou zacíleny jen na spolehlivé či zabezpečené technické dílo (např. RAM, RAMS), a ne na bezpečné technické dílo,
- potřebu specifických znalostí, dat, metod zpracování dat i znalosti limitů a podmínek pro bezpečný provoz technického díla. Tam, kde to jde, je třeba využít principy inherentní bezpečnosti, nejvhodnější způsoby na snižování zranitelnosti a zvyšování odolnosti kritických prvků, zařízení, komponent a systémů. Proto je třeba požadavky norem a standardů doplnit požadavky komplexní analýzy a vyhodnocení rizik v daném místě ve spojení s očekávanými změnami po dobu životnosti,
- jelikož kybernetické útoky na technická díla jsou stále častější (např. pomocí útoků na GPS a podobné systémy), je třeba věnovat pozornost ochraně všech dálkově ovládaných sítí,
- z důvodu nedostatku znalostí a neurčitostí spojených s budoucím vývojem je třeba již při projektování, výstavbě a konstrukci vytvářet možnosti pro zvládnutí kritických situací – dostatečnou robustnost kritických prvků, zařízení, komponent a systémů, a prvky, zařízení, komponenty a systémy pro provedení kvalitní odezvy na kritické situace, tj. udělat základy pro dobrou kulturu bezpečnosti technického díla. Je třeba:
 - aplikovat technická fakta,
 - používat logické myšlení,
 - řešit problémy v souvislostech, tj. ne bezhlavě propojovat tzv. „perfektní“ software.

3. CHARAKTERISTIKY POUŽITÝCH METOD

Pro získání výsledků předložené monografie používá jak logické metody, tj. analýza, syntéza, dedukce, hodnocení a posouzení, tak specifické heuristické metody, které jsou popsány v práci [39]. Na tomto místě uvedeme jen metody, o které se opírají dále uvedené výsledky. Jde o metody: graf rybí kost; případová studie; systém pro podporu rozhodování; skórování rizik; a plán řízení rizik.

3.1. What, If

Metoda *What, If* je nejobecnější metoda pro zjištění dopadů pohromy, dle kterých lze určit riziko spojené s pohromou. Používáme ji ve formě vyplňování tabulky; tabulka 3 [6,7,39] pomocí dat od expertů získaných brainstormingem nebo panelovou diskusí.

Tabulka 3. Standardní model pro aplikaci metody *What, If*.

Aktivum	Možné dopady pohromy na aktivum
Životy a zdraví lidí	
Bezpečí lidí	
Majetek	
Veřejné blaho	
Životní prostředí	
Infrastruktury a technologie	
Dodávky energií	
Dodávky vody	
Kanalizace	
Přepravní síť	
Komunikační a informační sítě	
Bankovní a finanční sektor	
Nouzové služby	
Základní služby v území (průmysl, zemědělství, zásobování, zdravotnictví, likvidace odpadů, sociální služby, pohřební služby)	
Státní správa a samospráva	
Prioritní zařízení, komponenty, vazby a toky v technickém díle	

3.2. Kontrolní seznam

Kontrolní seznam je nástroj inženýrských disciplín, který umožňuje multikriteriální hodnocení povahy sledovaného problému [6,7,39,129]. Kontrolní seznamy zacílené na rizika či bezpečnost technického díla jsou základním nástrojem řídicích pracovníků, protože přehledným způsobem odhalují rizika v oblastech, které jsou dobře poznány a pro které jsou během vývoje poznání a zkušenostmi stanovené mantinely jednotlivých činností, dějů, chování apod. Je zřejmé, že pro zajištění bezpečnosti a rozvoje je třeba odstranit bezprostřední, zřejmá a poznatelná rizika, pro jejichž identifikaci dobře poslouží kontrolní seznamy a pak věnovat úsilí rizikům, která jsou skrytá v řetězcích možných událostí, v čase zpožděná či bez použití specifických prediktivních metod a specifických a kvalifikovaných datových souborů téměř nezjistitelná.

3.3. Diagram rybí kost

Diagram rybí kost (Ishikawa diagram, diagram rybí páteře) je nástroj používaný při kauzální analýze sledovaného problému [6,7,39]. Analýza příčin a následků napomáhá důkladnému pochopení podstaty problému, protože nutí, abychom se zabývali všemi možnými příčinami. Postup při její aplikaci je:

- identifikace problému (to znamená odpovědi na otázky: kde se problém vyskytuje; Jaká je jeho podstata; Kdy se vyskytl; Jak často se vyskytl; Koho se problém týká; apod.),
- výčet podstatných faktorů problému (faktory jsou jako kosti),
- identifikace možných příčin (malé čárky na „rybích“ kostech“),
- analýza diagramu.

Pro vytvoření diagramu je nejprve nutné shromáždit a uspořádat data o příčinách, které působí problém, a o jejich dopadech. To znamená, že procesy spojené s řešeným problémem musí být detailně popsány daty, a přitom musí být vyjasněny náhodné i znalostní nejistoty [6,7]. Získání dat je prvním krokem a je náročné na čas a znalosti, protože je nutno použít hodně zdrojů, aby použité datové soubory byly reprezentativní, tj.: úplné; obsahovaly správná data; měly dostatečný počet dat; data byla rozprostřena homogenně v celém sledovaném intervalu a byla validovaná [6,7,131].

Sledovaný nástroj podporuje v dané problematice analýzu příčin a důsledků určitého procesu, jevu či stavu a usnadňuje hledání východisek řešení vyvolaných problémů. Cílem metody je identifikovat všechny možné příčiny či zdroje problému (případně oblastí, které mají na problém vliv) a graficky je strukturovat.

Organizátor řešení problémů nakreslí "rybí kostru". Ve skupinové diskusi jsou definované důsledky situované na příslušná místa "kostry" podle příbuznosti a poté jsou na základě diskuse (brainstormingu) hledány kauzální řetězce příčin a důsledků. Metodu lze použít např. při tvorbě rezortních koncepcí při identifikaci výchozího stavu a při definování východisek. Metodou lze získat rychle i údaje, které běžným sběrem nebo měřeními dat jsou zjištělné se značným úsilím. Úskalím metody jsou však znalosti a zkušenosti (tj. kvalifikace) diskutujících. Další podrobnosti jsou v [40]; příklady jsou v pracích [4,7].

3.4. Případová studie

Případová studie, která se vztahuje ke specifickému rozhodnutí, je spojena s určitými pracovními modely nebo simulacemi procesů, které probíhají v čase a území či v nějaké entitě. Případová studie popisuje a zdůvodňuje reálnou zkušenost získanou ze života v předmětné oblasti, čímž rozšiřuje znalosti o problému a jeho aspektech. Kvalita případové studie, tj. kvalita výsledků uvedených v případové studii se odvíjí od znalostí a životních zkušeností zpracovatele případové studie.

Případové studie vychází jak z kvalitativních, tak z kvantitativních dat. Jejich výsledkem je kvalifikované místně a časově specifické řešení určitého problému / případu, a proto jsou vhodným nástrojem pro podporu rozhodování a řízení v daném místě. Používají se v případě, že znalosti o problému v systémovém pojetí jsou nestrukturované, tj. v souvislosti s problémem, ve kterém u řady prvků, vazeb i toků posuzovaného systému jsou nejen nejistoty, které lze posoudit aparátem matematické statistiky, ale i neurčitosti, jejichž ocenění vyžaduje vysoce kvalifikované datové soubory a náročné teoretické postupy. Jinými slovy data o problému a souvislostech v řešeném systému nesplňují požadavky na stanovení obecně platného řešení. Proto se v těchto případech používají buď expertní metody, anebo případové studie [146].

Metodika případové studie je dle poznatků shromážděných v [39,146] nástroj, který slouží k získání souboru znalostí o daném problému. Spojuje teorii s praxí, a přitom vyžaduje praktické dovednosti: identifikace a rozpoznání problému; porozumění datům a informacím a provedení jejich správné interpretace; odlišení faktů od předpokladů; analytické a kritické myšlení; chápání nejistot a neurčitostí (data nejsou nikdy úplná); zlepšování úsudku; schopnost komunikace o problémech s odborníky majícími jiný názor. Jde o techniku řešení problémů za různých podmínek (proto je důležitá vícekritériální analýza systému a jeho okolí). Umožňuje řešit nestrukturované problémy, kterými jsou téměř všechna selhání a všechny havárie složitých systémů. Nepředpokládá náhodné rozložení variant řešení.

De facto jde o historický scénář procesu, tj. model průběhu určitého procesu, který probíhá v konkrétních podmínkách, tj. v určitém místě a v určitém čase. Z metodického pohledu jde o procesní model, který se sestavuje na základě reálných dat. Používá se v projektovém a procesním řízení, a to v případě, že znalosti o problému v systémovém pojetí jsou nestrukturované, tj. v souvislosti s problémem, ve kterém u řady prvků, vazeb i toků posuzovaného systému jsou nejen nejistoty, které lze posoudit aparátem matematické statistiky, ale i neurčitosti, jejichž ocenění vyžaduje vysoce kvalifikované datové soubory a náročné teoretické postupy. Jinými slovy data o problému a souvislostech v řešeném systému nesplňují požadavky na stanovení obecně platného řešení. Lze ji nahradit expertním posudkem.

Zpracování případové studie vyžaduje mnoha oborové i mezioborové teoretické i praktické znalosti, minimálně z oblasti řízení a z oblasti řízení bezpečnosti systémů, a také značné zkušenosti z praxe. Navíc učí zdůvodňovat rozhodnutí při řešení problému.

Ve sledované monografii budou použity její dvě formy, a to hodnotící a prognostická. V hodnotící studii jde o ocenění možných rizik a jejich dopadů na bezpečnost připravovaného technického díla v určitém konkrétním území. Při jejím sestavování jsou použity otázky:

1. Co je problém ve zvoleném systému navrhované technické dílo a jeho okolí?
2. Jaké jsou aspekty a dopady problému na stav a vývoj systému navrhovaného technického díla a jeho okolí?
3. Co je kořenovou příčinou narušení bezpečnosti ve zvoleném systému navrhovaného technického díla a jeho okolí?
4. Jak by se mohlo narušení bezpečnosti ve zvoleném systému navrhovaného technického díla a jeho okolí zabránit?
5. Co udělat, aby se narušení bezpečnosti ve zvoleném systému navrhovaného technického díla a jeho okolí neobjevilo během životnosti technického díla?

U dále uvedených rozsáhlých případových studií je použit obsah:

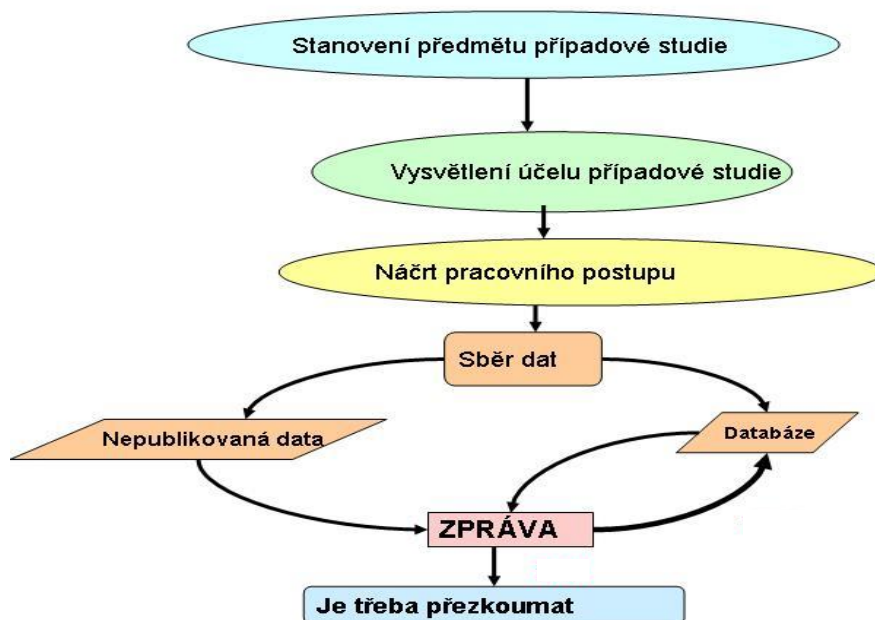
1. Předmět případové studie – úvodní slovo; popis rizik, která mohou vést k havárii nebo selhání technického díla a k dopadům na okolí + cíl šetření.
2. Situační analýza – popis kontextu problému realizace rizik – vnitřního i vnějšího prostředí + co, jak, kdy, proč se stalo + důsledky + obrázky a fotografie.
3. Soubor odborných poznatků o činnosti technického díla, které je sledováno (průběh, cíle a omezení, tj. limity a podmínky kladené na jeho správný průběh).
4. Data o dopadech možných rizik na technické dílo a jeho okolí. Ve složitějších případových studiích se souhrn údajů a jejich analýza prezentují odděleně, a také se uvádí metody, kterými se zpracovávají původní údaje.
5. Posouzení přesnosti dat.
6. Možné scénáře realizace možných rizik všeho druhu – vzorový průběh; kritický průběh; extrémní průběh. Při sestavování procesních modelů je třeba zvažovat široké souvislosti.
7. Posouzení schopnosti zvládnout očekávaná rizika během životnosti technického díla, a to jak u provozovatele technického díla, tak u veřejné správy.
8. Posouzení schopnosti zvládnout nadprojektová rizika během životnosti technického díla, a to jak u provozovatele technického díla, tak u veřejné správy.

Pro zpracování procesního modelu v čase a místě, lze použít standardizovanou tabulku *What, If* pro místa systematicky rozmístěná v prostoru a časy: 0 h (čas vzniku), 3 h, 6 h, 12 h, 24 h, 3 dny, 14 dní [39]. Model tvorby případové studie je uveden na obrázku 16.

Forma prediktivní případové studie je použita při sestavování podkladů pro rozhodnutí, zda v daných podmínkách lze zajistit koexistenci technického díla a jeho okolí po celou dobu jeho životnosti. Pro její vytváření se v současné době používají procesní modely. Přitom se použijí otázky:

1. Co by se mohlo stát?
2. Kde by se mohlo stát?
3. Proč by se mohlo stát (kdo by to mohl způsobit, jak by to mohl způsobit a jaké by mohly být souvislosti případu)?
4. Za jakých podmínek by se to mohlo stát?
5. Jak často by se to mohlo stát?

6. Jaké zranitelnosti v technickém díle a jaké v území by byly příčinou selhání nebo havárie technického díla a poškození území?
7. Kdo by mohl být klíčovým a kdo podpůrným aktérem?
8. Co by mohlo být podstatné a důležité při reakci na selhání nebo havárii technického díla?
9. Jaké nástroje by byly potřeba k řízení a zvládnutí realizace rizika s nepříjemnými dopady?
10. Může být některý z faktorů (sociální, technický, administrativní, politický, právní a ekonomický) změněn tak, aby se zvýšila odolnost (resilience) systému technického díla a jeho okolí?
11. Co je potřeba zajistit pro zvládnutí očekávaných nepříjemných dopadů?
12. Jaké rezervy jsou potřebné pro zvládnutí extrémních dopadů rizik?



Obr. 16. Model tvorby případové studie.

Forma hodnotící případové studie je použita ke zjištění, co bylo zanedbáno v oblasti prevence, zmírnění a přípravy na možnou odezvu během projektování, zhotovení a uvedení do provozu technického díla. Používá stejné otázky jako výše uvedené, jen v dikci, co se mohlo stát.

3.5. Systém pro podporu rozhodování

Systém pro podporu rozhodování (Decision Support System, DSS) [39], je speciální technika, kterou se získávají podklady pro rozhodování složitých problémů. Obecně se skládá z dále uvedených komponent: modul řízení dat, modul řízení modelů

(knihovna modelů), modul řízení dialogu s uživatelem a znalostní jádro (Knowledge Engine). Existují různě zaměřené DSS, respektive mají různá konceptuální východiska:

- DSS založený na modelech (využívá se statistická simulace),
- komunikační DSS (pro spolupráci na řadě rozhodnutí),
- dokumentový DSS (využívá různé typy dokumentů na podporu rozhodnutí),
- DSS znalostní (definovaná pravidla).

Systém pro podporu rozhodování (DSS) napomáhá řešení problému tím, že podporuje analytický styl rozhodování vůči heuristickému rozhodování. To znamená, že:

- organizuje informace pro rozhodovací situace,
- interaguje s rozhodovacím subjektem v různých etapách rozhodování,
- rozšiřuje informační horizont rozhodovacího subjektu,
- napomáhá vícekriteriálnímu způsobu hodnocení, protože má vícekriteriální metody zabudovány, aniž by uživatel znal jejich matematickou strukturu.

Systémy pro podporu rozhodování používají pro daný případ určitý obecný model, který odráží příslušnou reálnou situaci. Při dosažení konkrétních proměnných parametrů poskytují výsledky k danému problému. Snahou je, aby výsledek odpovídal optimálnímu řešení. Při jejich tvorbě a aplikaci se používají:

- poznatky a data od expertů, kteří znají technické parametry, limity a podmínky technického díla a místní zranitelnosti,
- princip teorie maximálního užítku [147], tj. „čím větší, tím lepší“, anebo „čím větší, tím horší“.

DSS dělíme na speciální, které jsou šité na míru, tj. poskytují podporu pro řešení specifických problémů; a na obecné, tj. založené na adaptivních a pružných modelech rozhodovacího procesu. Použití specifického DSS je pochopitelně možné jen tehdy, když se ověřením zjistí, že jsou splněny podmínky transferu technologií [5,67]. Jinak se metoda musí přizpůsobit místním podmínkám. Je třeba si uvědomit, že přizpůsobení metody na konkrétní podmínky nemohou udělat IT specialisté, ale techničtí experti, kteří znají technické parametry, limity a podmínky technického díla a místní zranitelnosti.

Nejlepší řešení dávají aplikace sofistikovaných DSS založené na multikriteriálním hodnocení [7]. V našem případě sestavíme DSS ve formě kontrolního seznamu [39] doplněného pravidlem hodnocení otázek ve smyslu [147] a hodnotovou stupnicí.

Cílem aplikace DSS je:

- identifikace, zvládnutí, odstranění nebo minimalizace nepředvídatelných událostí, které mají nežádoucí dopady na kritické prvky, kritické komponenty, kritické procesy, kritické funkce, kritickou infrastrukturu a kritické technologie v technickém díle,
- proces porovnávání odhadovaných rizik proti přínosu a/nebo ceně možných protiopatření a stanovení implementační strategie v rámci integrální (systémové, celkové) bezpečnosti,
- určení, kterým pohromám (škodlivým událostem) je technické dílo vystaveno, jaká jsou rizika od jednotlivých škodlivých událostí, jaké škody mohou vzniknout, která opatření výskyt škodlivých událostí odstraní nebo minimalizují,
- procedura spočívá v postupu:
 - vymezení se aktiva a stanovení požadavky na jejich bezpečnost,
 - určení se zranitelná místa, možné dopady a rizika,

- odhadne se: výše potenciálně způsobených škod; a cena vhodných bezpečnostních opatření,
- provede se volba adekvátních bezpečnostních opatření.

Pro kritické položky se určí mezní hodnoty (limity), jejichž dodržení zajistí přijatelné bezpečí. To znamená, že úkolem jejich řízení je zajistit dodržování limitů, a proto základem je důkladný monitoring a kvalifikovaný DSS.

3.6. Skórování veličin pomocí rozhodovací matice

Metoda skórování veličin dle [39] umožňuje roztrždit problém popsany dvěma vzájemně nesouměřitelnými veličinami do několika kategorií podle stanovených preferencí. Metoda sama o sobě nestanovuje ani nedoporučuje kritéria třídění. V praxi se používá velmi často při třídění rizik do kategorií přijatelné, podmíněně přijatelné a nepřijatelné riziko [6,7,39] či při rozdělení objektů do kategorií podle jejich kritičnosti [4-7,13]. Metoda je dále použita pro posouzení přínosů a rizik navrhovaného technického díla.

3.7. Plán řízení rizik

Plán řízení rizik se opírá o způsob řízení objektu TQM [148], tj. ve sledovaném objektu se zvažují prioritní rizika, která nebylo možno vypořádat, a při realizaci mají potenciál významně poškodit technické dílo. Samotný plán se zpracovává ve formě tabulky, která zvažuje rizika z oblastí:

- řízení technického díla,
- vnitřní zdroje rizik technického díla spojené s jeho stavbou, konstrukcí, zařízeními a provozem,
- personál technického díla,
- vnější zdroje rizik technického díla spojené s živelními pohromami,
- vnější zdroje rizik technického díla spojené s chováním veřejné správy, konkurencí, trhem apod.,
- útoky na technické dílo,
- kybernetické zdroje rizik spojené se sítěmi,
- válka.

Pro každou oblast rizika se v tabulce uvádí:

- příčiny rizika,
- pravděpodobnost výskytu realizace rizika a očekávaná velikost dopadů rizika na chráněná aktiva (na základě požadavků legislativa je třeba zvažovat i základní veřejná aktiva),
- opatření na zvládnutí nebo alespoň zmírnění rizika, které jsou jasně stanoveny, a u každého z nich je uvedena odpovědnost za jejich provedení.

Plán řízení rizika doporučuje i norma ISO 31000 [149]. Příklad plánu z oblasti řízení letového provozu je v [7].

Pro sestavení plánu řízení rizik, který odpovídá nárokům řízení vyžadovaným TQM, je potřeba důkladně znát: pohromy, tj. zdroje rizik; místní zranitelnosti, které předurčují

krutost (kritičnost, závažnost) kritických situací; a možnosti odezvy za kritických situací.

Protože bylo ukázáno, že rizika jsou spojená i se samotnou prací s riziky, tak byl vypracován a v praxi otestován kontrolní seznam (tabulka 4) pro posuzování kritičnosti plánu řízení rizik; přičemž při posuzování jednotlivých položek byla použita stupnice:

0 bodu – naplnění kritéria má zanedbatelné nedostatky ve sledované oblasti (nižší než 5 %), tj. má zanedbatelnou kritičnost,

1 bod - naplnění kritéria má nízké nedostatky ve sledované oblasti (5-25 %), tj. má nízkou kritičnost,

2 body – naplnění kritéria má střední nedostatky ve sledované oblasti (25-45 %), tj. má střední kritičnost,

3 body – naplnění kritéria má vysoké nedostatky ve sledované oblasti (45-70 %), tj. má vysokou kritičnost,

4 body – naplnění kritéria má velmi vysoké nedostatky ve sledované oblasti (70-95 %), tj. má velmi vysokou kritičnost,

5 bodů – naplnění kritéria má extrémně vysoké nedostatky ve sledované oblasti (vyšší než 95 %), tj. má extrémně vysokou kritičnost.

Tabulka 4. Kontrolní seznam pro posuzování plánu řízení rizik.

Otázka	Hodnocení
Je plán pro zvládnutí rizik veden jasnou představou a sledovanými cíli?	
Uplatňuje se v plánu pro zvládnutí rizik princip celistvosti (tj. uvážení prosperity sociálního, ekologického a ekonomického subsystému; vyjádření nákladů a užiteků; dopadů a přínosů ekonomické aktivity pomocí peněžních i nepeněžních hodnot)?	
Jsou v plánu pro zvládnutí rizik zváženy podstatné elementy (např. spravedlivá dělba využívání zdrojů mezi současnou generací a generacemi budoucími; nadměrná spotřeba a chudoba; lidská práva; ekologické poměry podmiňující život; prosperita umožněná ekonomickým rozvojem a mimotržními činnostmi)?	
Má plán pro zvládnutí rizik přiměřený rozsah (např. vhodné měřítko času a prostoru)?	
Je plán pro zvládnutí rizik prakticky zaměřen (např. explicitně definované kategorie, které spojují vytyčenou představu s indikátory a kritérii; omezený počet klíčových cílů; omezený počet indikátorů; standardizovaný způsob měření a porovnávání; referenční hodnoty indikátorů, prahové hodnoty, vývojové trendy)?	
Je plán pro zvládnutí rizik otevřený (např. všeobecně přijaté metody a databáze; explicitní věrohodnost, vyloučení nejistoty)?	
Je v plánu pro zvládnutí rizik zahrnuta efektivní komunikace v zájmové společnosti?	
Podílí se na plánu pro zvládnutí rizik široká veřejnost?	

Počítá se v plánu pro zvládnutí rizik s následným posuzováním (např. upřesňování postupných cílů vlivem vývoje systému)?	
Jsou v plánu pro zvládnutí rizik zabezpečeny kapacity institucí (např. určení odpovědnosti za dodržení cílů rozhodovacího procesu, sběr a uchovávání údajů, dokumentace)?	
CELKEM	

Stupnice pro celkovou kritičnost plánu řízení rizik se určuje analogicky k principům používaným od 80. let v normách ČSN. Výsledná míra kritičnosti za předpokladu, že všechna kritéria mají stejnou váhu, může nabýt hodnot 0 až 50; prahové hodnoty pro míru kritičnosti plánu pro řízení rizik, odpovídající použité stupnici jsou uvedené v tabulce 5.

Tabulka 5. Hodnotová stupnice pro určení míry kritičnosti plánu pro řízení rizik (pro počet kritérií $n = 10$).

Míra kritičnosti plánu pro řízení rizik	Hodnoty v %	Počet bodů pro všechna kritéria
Extrémně vysoká – 5	Více než 95 %	Více než 47.5
Velmi vysoká – 4	70–95 %	35–47.5
Vysoká – 3	45–70 %	22.5–35
Střední – 2	25–45 %	12.5–22.5
Nízká – 1	5–25 %	2.5–12.5
Zanedbatelná – 0	Méně než 5 %	Méně než 2.5

4. DATA O SELHÁNÍ TECHNICKÉHO DÍLA PŘI JEHO ZHOTOVENÍ A UVÁDĚNÍ DO PROVOZU

Kapitola má tři části; v první jsou uvedeny příklady selhání technického díla při jeho zhotovení a uvádění do provozu, v druhé jsou dvě podrobné případové studie a ve třetí je utříděn seznam zdrojů selhání pomocí diagramu rybí kosti.

4.1. Údaje o selháních technických děl

Úvodem uvedeme vybrané údaje o známých selháních technických děl, jejichž příčinami byly chyby nebo nedostatky během projektování či zhotovení, anebo uvádění do provozu. Např.:

1. Zřícení visutého mostu přes řeku Ohio v Tacoma (USA), který měl zajistit propojení pevniny a poloostrova Olympic je popsáno v mnoha veřejných i odborných publikacích. Dle práce [150] most byl otevřen 1. 7. 1940 a rozlomil se 7. 11. 1940 z důvodu špatného zvážení aerodynamických sil v projektu; před rozlomením se v důsledku větru ztlačně pohyboval (lidé v okolí mostu popisovali podivné vlnění), a proto policie zakázala vstup do jeho okolí několik dní před rozlomením (a proto nebyly oběti na životech).
2. Práce [71,75-77,110,151] ukazují, jak chyby v zadávacích podmínkách vedou ke kritické havárii. První jmenovaná práce srovnává zadávací podmínky jaderné elektrárny Fukushima a jaderné elektrárny Onagawa vzdálené od první jmenované jen 30 km, která v daném případě nebyla tsunami poškozena; odstavila z provozu a zachovala si provozuschopnost. Autor ukazuje, že příčina u jaderné elektrárny Fukushima byla při výpočtu ohrožení spojeném s tsunami; při stanovení ohrožení spojeného s tsunami byla použita pouze data z posledního století (od r. 1890), zatímco u jaderné elektrárny Onagawa byla použita data od r. 840, takže zabezpečení proti tsunami bylo vyšší (podrobnější analýza je uvedena v pracích [4-7]). Autoři práce [110] dále doplňují, že příčin kritické havárie bylo více, a to v zadávacích podmínkách a v projektu. Aplikací metody PSA [7,39] na úrovni 1 zjistili:
 - četnost výskytu poškození aktivní zóny (CDF) a kontejnmentu byla v návrhu sledována jen pro vnitřní škodlivé jevy,
 - malá hodnota četnost výskytu poškození aktivní zóny (CDF) vedla posuzovatele k tomu, že jaderná elektrárna je bezpečná a byla vyloučena nadprojektová havárie,
 - poučení z předchozí havárie v jaderné elektrárně v r. 1993, kdy voda ze zkorodovaného potrubí zaplavila turbínu, bylo podceněno,
 - analýzy v r. 2012 ukázaly, že nadprojektové tsunami s výškou přes 10 m má pravděpodobnost výskytu 1 x za 10^6 let; s tím spojená podmíněná pravděpodobnost porušení aktivní zóny však vyšla vysoká,
 - provedené deterministické i pravděpodobnostní výpočty ukazovaly na rychlou obnovu vnitřního napájení proudem po výpadku, takže výpadek vnitřního napájení se nebral v úvahu,

- v řízení nebyla zvažována nutnost ventilace kontejnmentu, aby se zabránilo jeho narušení,
- nebylo zvažováno propojení několika škodlivých jevů.

Během jevu nadprojektové tsunami způsobilo zaplavení budov, kde byly systémy pro podporu bezpečnosti, což vedlo k nefunkčnosti nouzového generátoru. Z toho plyne poučení, že je třeba zvažovat All-Hazard-Approach, jak doporučuje [7] a propojení několika pohrom. Při vývoji nadprojektové havárie je třeba se zaměřit na: zabránění eskalace jevu do kategorie krutá havárie; zmírňování dopadů havárie; a dosažení dlouhodobého stabilního stavu [4,5,7].

Při aplikaci PSA – level 2 autoři [110] ukázali další příčiny kruté havárie – problémy na rozhraních systémů, v projektu nepředpokládané okrajové podmínky a možnosti úniku radiace, v projektu nezávažné problémy lidského činitele při nadprojektové havárii atd.

3. Chybu při zhotovování mostu objevila inspekce na mostu na rozestavěném úseku dálnice D7 u Postolopr. Proto došlo ke zbourání téměř dostavěného mostu [152]. Dle prvních zpráv šlo o důsledek použití nekvalitního betonu, což se zjistilo při kontrole odolnosti mostní konstrukce vůči chemicky rozmrazovacím látkám.
4. Nedostatečně zvážená fakta o sesuvném území při stavbě mostu u Prackovic na dálnici D8 vedou k deformacím podpěr mostů, tj. pohybují se a klesají dolů (nejsou totiž zakotveny v nepohyblivém podloží) [153] (tj. chyba v zadávacích podmínkách).
5. Při montáži a konstrukci technologického vybavení technického díla se používají rozebíratelné spoje (šrouby) a nerozebíratelné spoje (svary). Jak bylo výše uvedeno, je třeba zajistit trvale těsné spoje, přičemž kvůli časovým změnám materiálů i spojů jsou technická omezení [111,124]. Při nedodržení požadavků na bezpečné spoje (součásti přírubového spoje pro příruby, těsnění, šrouby a matice a jejich mazání; a podmínky montážního postupu podle „stavu techniky“) dochází k menším či větším nehodám, haváriím a selháním celých technických děl [111-113,124]. Příčiny selhání těsnicího systému dle vyhodnocení inspekcí a havárií [77,111,124] jsou obvykle:
 - plastické deformace (sedání) těsnění po montáži,
 - chemické nebo fyzikální změny těsnicího materiálu (tečení, relaxace),
 - znečištění těsnění, šroubů nebo matic.

Objeví-li se problém netěsnosti po montáži a před uvedením do provozu, je možné vyměnit vadné součásti, většinou těsnění nebo šrouby a užitím lepšího postupu montáže dosáhnout vyšší těsnost. Dojde-li k problému v provozu, je zpravidla třeba nahradit vadnou součást, což je spojeno s vysokými náklady na opětovné zprovoznění těsnicího systému. Proto je třeba při konstrukci volit optimální těsnicí systém s použitými přírubami, šrouby, maticemi a těsněním podle vybraných norem, příp. pomocí optimalizované montáže.

6. Analýza dat shromážděných v archivu [77] ukazuje řadu havárií, které byly způsobeny nekvalitními svary způsobenými nevhodným materiálem, špatným provedením, anebo aplikací nevhodné metody svařování s ohledem na existující provozní podmínky.
7. Chyby při provádění vybavení staveb technických děl technologickými komponentami, prvky a zařízení jsou časté. Např. práce [121] uvádí, že:

- v r. 1999 v Nizozemsku ztráty způsobené netěsnostmi v přírubových spojích tvořily 22–27 % dopravovaných tekutin. V důsledku toho došlo ke ztrátám surovin u plynů a kapalin (cca 106 000 t), což při průměrné ceně 700 €/t znamená ztrát 75 000 000 €/r. Připočítají-li se k tomu ztráty na hřídelových ucpávkách 383 000 t/r, pak roční ztráty způsobené netěsnostmi se odhadují na 268 000 000 €/r.
- v Německu jsou roční ztráty 5x – 7x větší než v Nizozemsku,
- US EPA ocenila ztráty USA v r. 1999 u těkavých organických sloučenin na 40 000 t.
- Britská UKOOA uvedla, že cca 70 % netěsností na přírubových spojích je způsobeno nepřesně nebo chybně vynášenou silou předpětí ve šroubech. Příčiny selhání pak jsou:
 - chyby v návrhu spoje,
 - klamavé údaje v normalizaci,
 - nesprávně volené těsnění, šrouby a mazání jejich dosedacích ploch a závitů,
 - nedostatečný ohled na montážní požadavky – montážní postup, málo místa pro montážní nástroj,
 - nerespektování zákonů, vyhlášek, směrnic a předpisů,
 - chyby při výrobě těsnicího spoje (jako např. chybějící montážní předpis, nekvalifikovaný nebo nevyškolený personál, nekvalifikovaný nebo nevyškolený dodavatel součástí spoje, nevhodný montážní nástroj nebo chybějící nebo nekvalifikovaná kontrola).

Je třeba si též uvědomit, že přírubové spoje jsou technicky zastaralé konstrukce a že dnes se objevují nové konstrukce, které vykazují méně problematický spoj, jsou nové druhy a materiály těsnění, jsou přesnější nástroje s menším rozptylem utahování, přesnější snímače, se kterými lze sledovat průběh utahování.

4.2. Případové studie

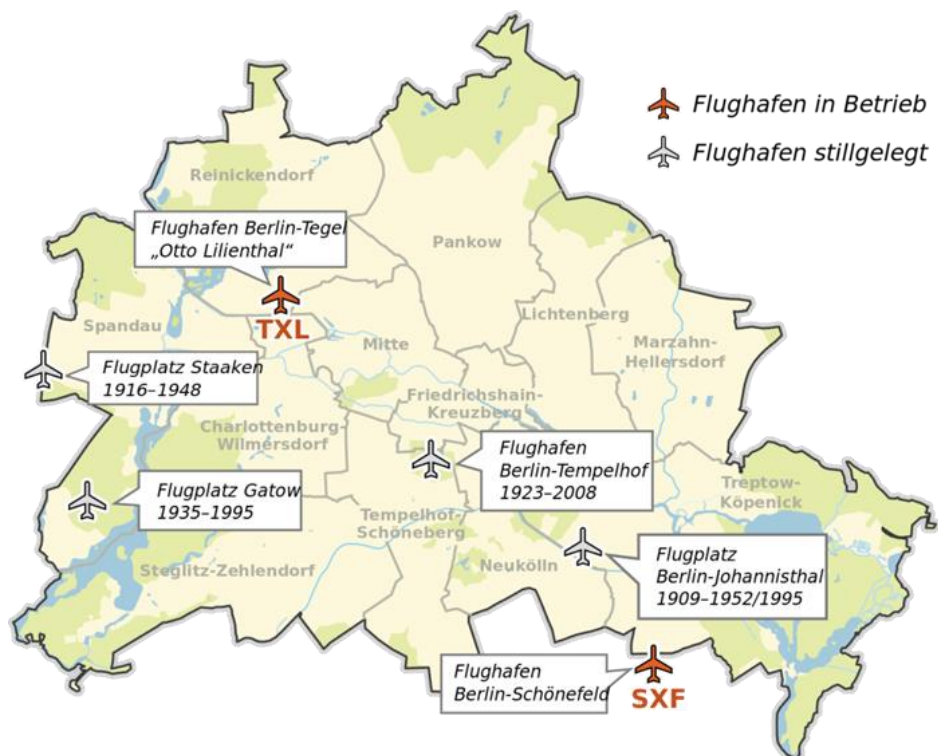
Jsou uvedeny dvě případové studie, a to letiště Willyho Brandta v Berlíně a výrobní závod v Kvasinách.

4.2.1. Letiště Willyho Brandta Berlin

Letiště *Berlin Brandenburg* s názvem Willy Brandt je v r. 2019 stále ve výstavbě na jižním okraji metropole Berlin. Má se v Německu stát třetím největším vzdušným přístavem po Frankfurtu nad Mohanem a Mnichovu. Má nahradit berlínská letiště Tegel a Schönefeld, která už současným potřebám technicky nevyhovují. Mělo být v provozu již na podzim 2011. Kvůli opakovaným odsunům jeho kolaudace je vystaveno kritice [154].

Na základě poznatků dostupných do poloviny roku 2017 je sestavena případová studie ekonomicky nepodařeného projektu letiště Willyho Brandta v Berlíně (*dále jen BER*). Cílem je ukázat nejen problémy předávání technického díla do užívání a jejich příčiny, ale především ekonomické dopady. Na podkladě volně dostupných informací k roku 2018 a I.Q/2019 [155] byla sestavena ilustrační případová studie k projektu letiště

Berlin Brandenburg – BER; lokalizaci v těsném sousedství stávajícího letiště Berlin-Schönefeld uvádí obrázek 17.



Obr. 17. Stávající letiště na území hlavního města Berlin (symbol *plně* – v provozu, *obrys* mimo provoz [155]).

4.2.1.1. Problémy letiště BER

Stavební část a technická zařízení letiště BER, obrázek 18, vykazovaly ve fázi závěrečných kontrolních prohlídek závady [155,156], které vedly k neudělení kolaudačního rozhodnutí. Důvodem v r. 2012 byly problémy:

- opožděné dokončení, které bylo důsledkem neplnění harmonogramu stavebních prací [157],
- zjištěné nedostatky při posuzování shody schválené dokumentace ve stavebním povolení se skutečností,
- zjištěné nedostatky na úseku bezpečnosti a funkčnosti letiště jako technického díla.

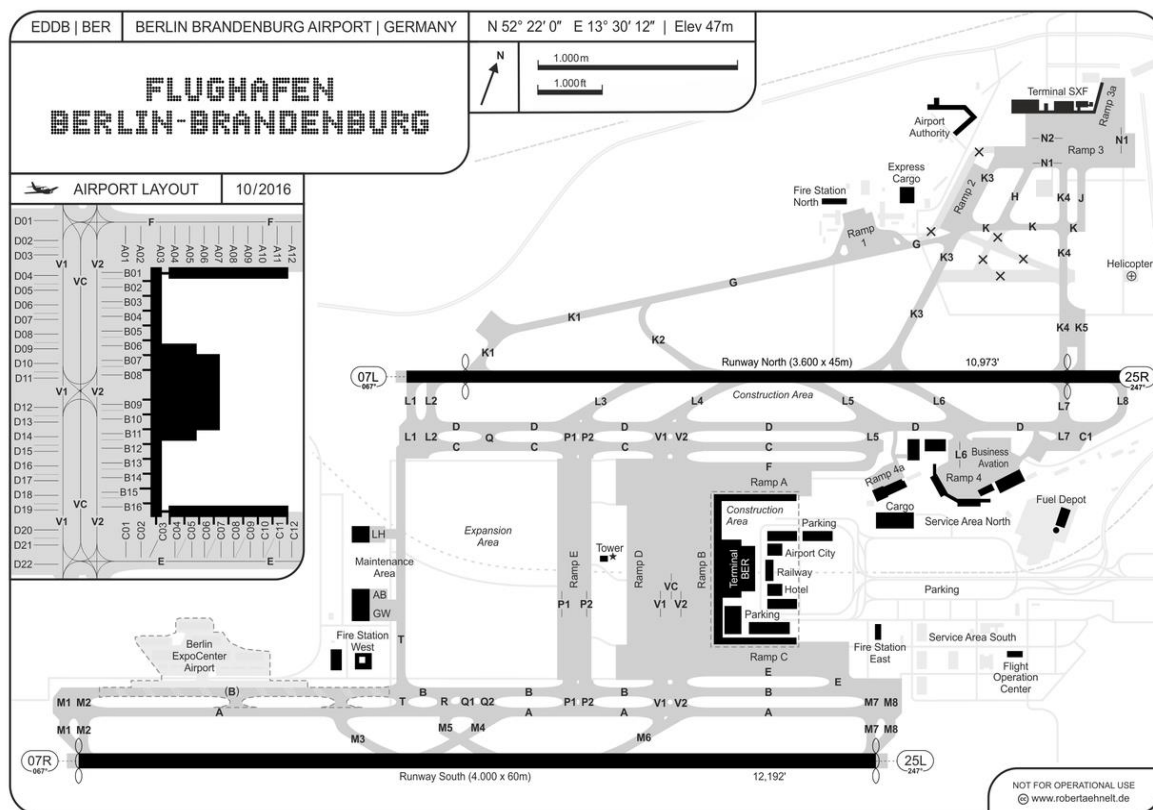
Dle vyjádření K. Mühlenfelda [159] šlo o:

- disparity mezi schválenou projektovou dokumentací a vlastní realizací (přístavby, nástavby, rozšíření),
- realizované technické vybavení budov neodpovídalo původnímu projektu. Nebyly řádně zaznamenány a archivovány změny typu: realizace – projekt,
- při funkčních zkouškách dispečinku provozu došlo k závadám, nepodařilo se některé segmenty bezpečnostního charakteru aktivovat, (dispečink s vazbou na IT). U protipožárního systému shledány závady, které byly v rozporu s platnými požárními předpisy. Komentované konstatování pochází od K. Mühlenfelda, ex-managéra Letiště Brandenburg GmbH (letiště Willyho Brandta v Berlíně).

Stav v roce 2012 byl uzavřen zhodnocením vzniklé situace a doporučením: uvedení do provozu je třeba posunout řádově o roky. Potřebné zásahy se týkají jak stavební části, tak instalovaných technických zařízení. Nicméně ke stavu roku 1. Q. 2018 se od

budoucích provozovatelů a uživatelů letiště uvádí nové potřeby. Lze je shrnout pod pojem – požadavek kapacitního navýšení. V průběhu období výstavby a období oddalování uvedení do užívání narostly kapacitní požadavky na přepravu oproti původnímu zadání, vytvářeném před více jak 15 roky. Dle [154] skutečností k roku 2018/2019 je, že bude nutné pro uvedení letiště do provozu:

- a) rozšířit jeho kapacitu,
- b) zabezpečit jeho dokončení je proponováno na říjen roku 2020.



Obr. 18. Situační plán letiště BER (letiště Willyho Brandta – Brandenburg) v říjnu 2016 [158].

Letiště BER lze považovat za *havarovaný technický projekt*. Bylo vytvořeno technické dílo, které nemůže být provozováno primárně z důvodů narušení zadaných *bezpečnostních* parametrů. Ekonomické škody, v důsledku kontrolní prohlídkou shledaných závad na technické substanci BER, jsou mimořádně rozsáhlé.

Ekonomické důsledky z titulu umrtveného kapitálu převyšují násobně původní investiční náklad. Zjednodušeně – výnosy z kapitálu v evropských ekonomických podmínkách jsou v dlouhodobém průměru na úrovni 5 %, viz časové řady v práci [160]. Únik výnosů z užívání investice veřejností byl na BER odsunut nad rámec běžné úvahy. Ztracený ekonomický přínos k roku proponovaného uvedení do provozu (2020) činí cca 50 % původní předpokládané investiční zátěže.

Nicméně je třeba vzít v úvahu rovněž vyvolané náklady. Vznikají v souběhu se zprovozněním BER, (odstraňováním závad). Jedná se zejména o:

- nové investiční náklady na odstranění vad,
- vyvolané náklady na nezbytné doprovodné změny v projektovém řešení,
- náklady na konzervaci existující stavební substance,

- odškodnění existujících smluvní subjektů (nedodržení uzavřených smluv, smluv o smlouvách budoucích (např. pracovních, kupních, věcných břemen atd.),
- vyvolané nové smluvní vztahy (organizační, komerční atd.).

Celkově tak převyšují vyvolané náklady původní investiční rozsah z titulu neuvedení stavby do provozu, a náklady na dokončení a vypořádání nových vyvolaných požadavků. Jde o dodatečné investiční náklady. Jedná se o náklady z titulu vnějších ekonomických, legislativních, právních a dalších vztahů (tj. staré smlouvy a smlouvy nově vzniklé; z potřeb správy aktiv a zájmů *BER*, země Brandenburg, města Berlín a spolkových zemí BRD).

4.2.1.2. Výsledky šetření

Příprava výstavby *BER* byla zahájena před 27 roky, tj. v roce 1992; aktuální stav je popisován z pohledu roku 2019. Kritické vyhodnocení dat [155,159] ukázalo řadu opomenutí a nedostatků; některé závažné dále ukážeme podrobněji.

Zadávací parametry jsou ve smyslu stavebního řádu (stavební zákon) Spolkové republiky Německo zakotveny v tzv. BauGB [161]. Charakteristiky letiště *BER* lze shrnout do nákladových a časových parametrů takto:

- projektové práce byly zahájeny v r. 1992 pro společnost BBI (*Berlin Brandenburg International*),
- odhadovaný investiční náklad byl v r. 1995 dle [162] na úrovni 800 mil. € (přepočteno na kupní sílu 2017),
- vypsání výběrového řízení bylo doprovázeno chybami – nezdařená privatizace a nevyjasněné vlastnické vztahy a práva vedly k zastavení stavební přípravy a k prodloužení procesů přípravy,
- finanční spory v r. 2002 způsobily nové zastavení projektu,
- v březnu 2006 bylo vydáno stavební povolení se zpřísněnými podmínkami pro ochranu vůči hlukové zátěži a plánované celkové náklady stouply oproti počátečním oceněním o více než 100 % na 2.0 miliardy €,
- v září 2006 byl položen základní kámen s předpokladem investice 2.0 miliardy €,
- v roce 2008 byly zahájeny stavební práce na staveništi letiště, a to již s plánovaným stavebním nákladem 2.1 mld. €,
- v r. 2010 došlo k prodloužení termínu uvedení letiště do provozu na rok 2012, ke konkurzu na projekční konsorcium, ke zpřísněným bezpečnostním nárokům na řešení, a celkové náklady byly navýšeny na 2.5 mld. €,
- v r. 2012, krátce před termínem kolaudace byl posunut termín uvedení do provozu na rok 2013. Důvod uváděn jako technické nedostatky. Termín a náklady byly klouzavě měněny. Termín dokončení (3.posun) byl stanoven 27. září 2012 na 27. října 2013. Celkový náklad na zhotovení dosáhl 3.0 mld. €,
- v lednu 2013 došlo k: aktualizaci nákladů na dokončení; odstranění závad; úpravám; opravám; realizaci nových řešení; personálním změnám; a celkový náklad stoupl na 4.3 mld. €,
- v březnu 2013 došlo k personálním změnám,
- v dubnu 2014 došlo ke zpochybnění měření požárního systému – odvětrání,
- v květnu 2014 byl ukončen pracovní poměr projektanta systému odvětrání výpočtů a vedoucí technického oddělení postaven mimo funkci z důvodu podezření z nekalých praktik,
- v prosinci 2014 došlo k personálním změnám ve vedení projektu, a klouzavý nárůst (odhad) nákladů dosáhl 5.4 mld. €,

- v červnu 2015 došlo k personálním změnám a byl stanoven nový, tj. již čtvrtý, termín uvedení do provozu na rok 2017,
- v září 2015 došlo k zastavení stavby z důvodu nebezpečí zřícení a přetížení ventilátorů,
- v březnu 2017 došlo k personálním změnám ve vedení,
- v prosinci 2017 byl stanoven nový (a to již pátý) termín uvedení do provozu na únor 2018 pod názvem *Air – Berlin – Lounge*,
- v březnu 2018 byly vysloveny návrhy k odstranění stávající stavební substance – sanace a nové výstavby, kapacitní důvody a další. Vydáno poslední stavební povolení na úpravy zjištěných závad. Termín uvedení do provozu neurčen.

Neúspěšné úsilí o udělení kolaudačního souhlasu v roce 2012 lze shrnout dle [159,163] do rámce věcných problémů:

- byla přistavěna nová podlaží, nebyly řešeny důsledky (kapacity) v návazných potřebách IT, prostory pro umístění kabeláží, kolize s vzduchotechnikou, požární bezpečností, evakuačními cestami apod.,
- technické vybavení vykazovalo provozní defekty – budov, neodpovídaly provedeným stavebním změnám, nedoloženy funkční zkoušky, chybějící průběžné protokoly, archivace,
- evidentní byla nefunkčnost některých IT zařízení, netestovány havarijní situace, nedoloženy protokoly o funkčních zkouškách,
- protipožární systém byl v rozporu s platnými protipožárními předpisy, závady shledány u větrání, odvětrání, odkouření.

4.2.1.3. Technicko-ekonomické důsledky vyvolané nezdařenou kolaudací v r. 2012

Po nezdařeném řízení v r. 2012 došlo k realizaci významných technických úprav a organizačních změn. Bylo:

- provedeno nové uspořádání a přeskládání kabelů,
- položeno cca šest tisíc kilometrů nových kabelů,
- přestavěno cca tisíce m²stěn i s rozvody,
- zlepšeno vybavení vnitřních prostor novými protipožárními hlásiči,
- nasazeno (včetně pracovní dny a soboty) cca 800 pracovníků na stavebních a technologických úpravách.

Nové letiště společně staví Braniborsko, Berlín a Spolková republika Německo. Letiště mělo stát dvě miliardy eur. K roku 2016 bylo proinvestováno cca 6.5 miliardy €. Pokud stavební úřad schválí poslední žádost o technické úpravy, což je přibližně 60 pořadačů dokumentů, mohlo by se letiště otevřít na konci roku 2017, nebo během roku následujícího. Konstatování pochází z konce roku 2016.

Letiště, které stále ještě není v provozu (stav konec roku 2017), a bylo projektováno pro 27 miliónů cestujících ročně, se stalo rozsáhlou technicko – ekonomickou havárií. Samotné navyšování investičního rozsahu v řádu několika set procent charakter ekonomické havárie utvrzují. K začátku roku 2018 je *BER* kapacitně zpochybňováno a šíří se názor, že po zprovoznění bude *BER* třeba rozšířit. Uváděna je budoucí potřeba na úrovni 45. mil./osob ročně. Budoucí hlavní uživatel uvádí, že pro Berlín bude, dle prognóz vývoje z 2017/2018 kapacitně nedostačující.

Vyšetřovací výbor sněmovny reprezentantů hlavního města Berlína v r. 2016 šetřil zásadní otázky uvedené na obrázku 19 [163].

Celý problém lépe vymezíme, když si uvědomíme, že ve veřejném zájmu je základní požadavek na ekonomickou návratnost investice. Ekonomická návratnost investice, ve smyslu původního návrhu 2012, není již z pohledu roku 2017 realizovatelná. Původní projekt byl upravován a vložené prostředky byly investovány s velmi dlouhodobou hypotetickou dobou návratnosti.



Obr. 19. Otázky šetřené Vyšetřovacím výborem sněmovny reprezentantů hlavního města Berlína v r. 2016; zpracováno dle [163].

Předpoklad ekonomiky projektu byl založen na předpokladu dokončení v roce 2012. Obecně lze shrnout předběžnou úvahu o ekonomické návratnosti investice, dle [164] do vztahu

$$t_{eko} = \frac{1}{i+r} \quad (2)$$

kde t_{eko} je ekonomická návratnost, i je úroková míra komerčních úvěrů a r je míra rizika investičních projektů obdobné kategorie. Po dosazení dat, pro situaci letiště *BER*, se pohybovala ekonomická návratnost, v rámci podmínek roku 2000, tj. $i = 0.05$ a $r = 0.10$ na úrovni

$$t_{eko} = \frac{1}{0.05+0.10} \quad (3)$$

Reálná míra celkového rizika byla jistě již ve výchozím časovém horizontu projektu chápána zadavatelem projektu a investičními specialisty nezbytně jako vyšší/vysoká, nad propočtově uvedených 10 %. Výsledná návratnost *BER* je po dosazení dat na úrovni $t_{eko} = 6.66$ roků. V počátečním období investičních úvah o dokončení představovala proponovaná návratnost optimistický, komunálně-politicky požadovaný limit.

Interpretace t_{eko} vymezuje zároveň maximální, komerčně únosný rozsah investice, zavedeme jej dle [165] jako I_{max} . Platí že

$$I_{max} = \tilde{v} \cdot t_{eko} \quad (4)$$

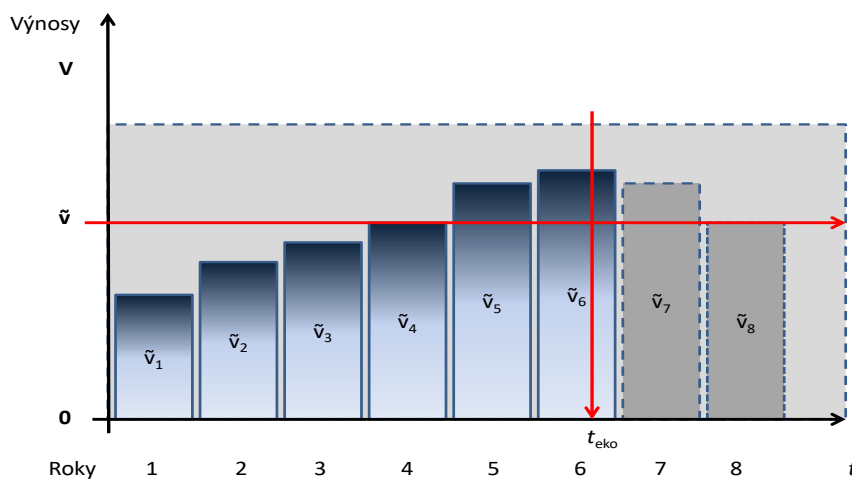
kde I_{max} je maximální investiční náklad při předpokládané ekonomické návratnosti a postupované míře rizika investičního projektu, t_{eko} je ekonomická návratnost, \tilde{v} je očekávaný (průměrný) výnos. Schematicky uvedenou situaci ukazuje obrázek 20.

Předpokládejme, že propoččet vychází z očekávaných výnosů, tj. prvků časové řady $\{v_1, v_2, v_3, \dots, v_{t_{max}}\}$, kde platí modifikace vztahu (4) jako

$$I_{max} = \sum_{i=1}^{t_{max}} v_i, \quad (5)$$

kde t_{max} je přijatá (komerční) ekonomická návratnost odvozená na základě t_{eko} dle (1) a \tilde{v} je průměrný výnos.

Uváděné vazby pro hodnocení ekonomických dopadů a ekonomických ohrožení jsou východiskem pro koncept rozhodování a posuzování rizik v praxi.



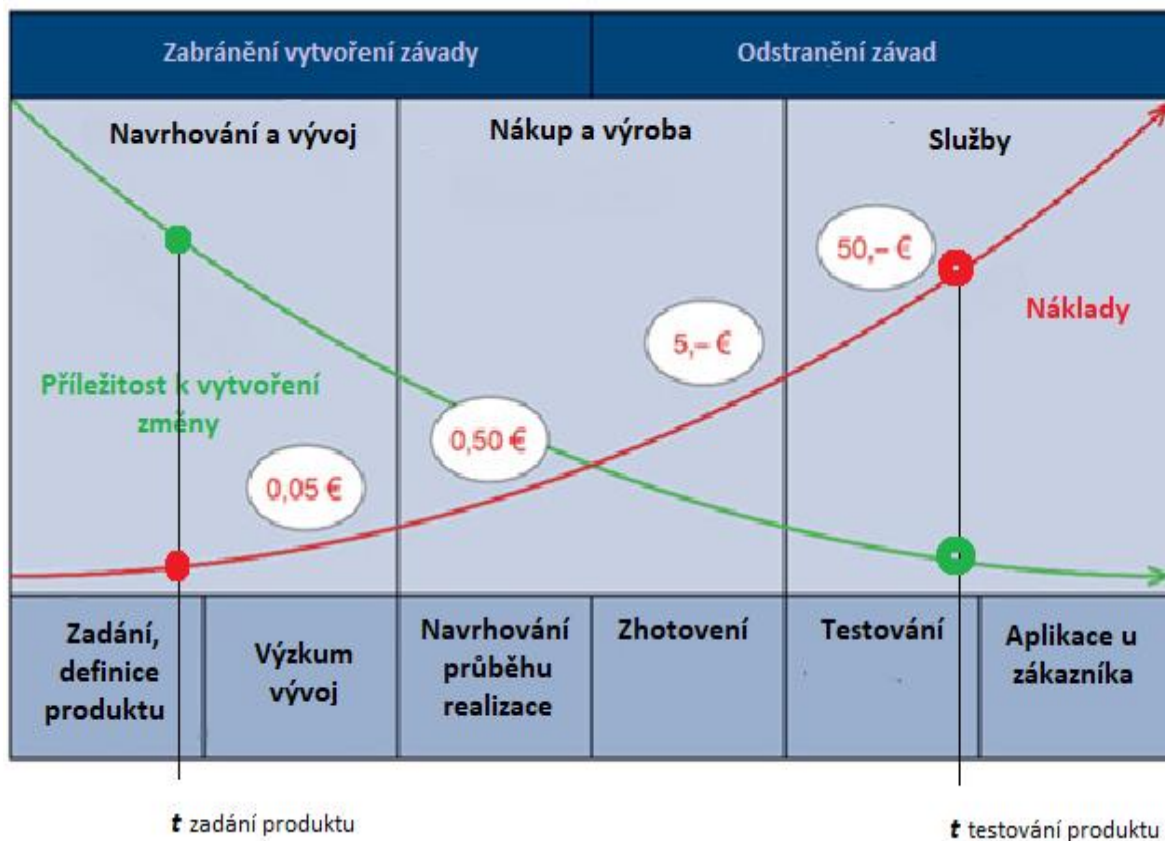
Obr. 20. Schématické znázornění předpokladu výchozí investiční ekonomiky.

Základní příčinou vzniklých problémů bylo podcenění náročnosti realizace projektu. Nepodařilo se ochránit veřejný ekonomický zájem. Situace vyústila do snahy uvést do provozu náročný technický komplex bez vyřešení stěžejních technických a bezpečnostních otázek. Neudělení povolení k užívání bylo finálním důsledkem. Ex post shrnuje obecně důsledky obrázek 20. Charakteristickým rysem s vazbou k vzniklé situaci je narůstání nákladů na odstraňování závad.

Zatím co náklady ve fázích definování produktu – požadavků na funkce budoucí investice/zadání se pohybují na úrovni setin € z investovaného 1€, jsou náklady na vypořádání požadavků na odstranění závad ve fázi výroby (zhotovení/realizace) hodnoceny na úrovni sto násobku nákladů fáze navrhování a vývoje budoucího řešení – projektu. Nicméně projekt BER byl realizován a formálně realizačně dokončen. Náklady na rektifikaci chybných řešení v průběhu užívání, nebo ve fázi technických zkoušek – testování, představují řádově vysoké nákladové zatížení.

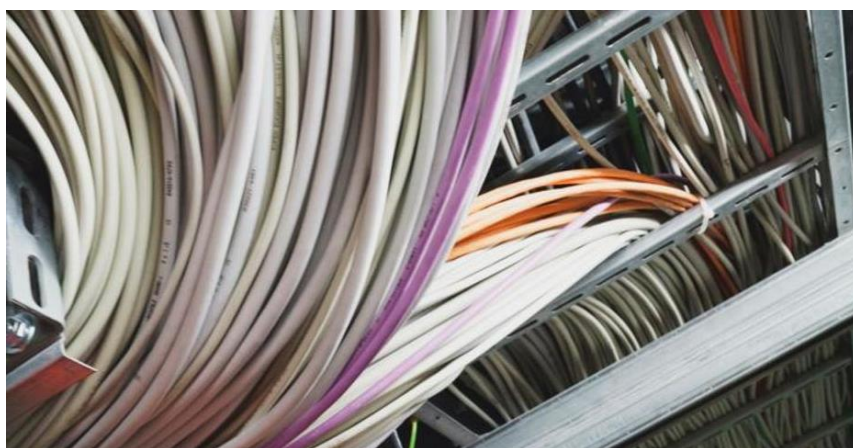
Promeškání časového období pro vytvoření změny v zadání nebo vytvoření produktu, schematicky uvádí obrázek 21. Obr. 21. Závady a náklady na jejich odstranění vedou k vysokému nárůstu nákladů realizace stejných opatření ve fázi testování nebo aplikace u zákazníka. Znázornění na obrázku 21 je schématické, vyjadřuje rámcově proporce. Každý konkrétní případ je nákladově i potenciálem příležitostí k změnám individuální.

Stavební práce zakládání na *BER* byly provedeny na základě požadavků a zadání v raném období výstavby. Jejich součástí byly i do podzemních prostor umístěné korydory pro kabeláže. Jejich kapacita mohla vyhovovat stavu na přelomu 80. a 90. let. Stavů pro nároky 2020 a další očekávaný rozvoj IT technologií ve veřejných budovách přestaly vyhovovat.



Obr. 21. Závady a náklady na jejich odstranění; zpracováno dle [166].

Dle prací [167,168] požadavky na rozšířené kapacity letiště a požadavky na informační technologie vedly ke kongescím při jejich ukládání, jak ukazují obrázky 22 a 23.



Obr. 22. Znázornění problémů při ukládání kabelů [167].



Obr. 23. Kabelový koridor pod hlavní budovou Terminálu [168].

Náklady na odstranění, jsou v daném případě hodnoceny na úrovni tisíci-násobku nákladů běžné projekce. Je třeba dodat, že náklady na změny – úpravy – rektifikace jsou často obtížně proveditelné. V daném případě byl prostorový konflikt navýšen rozhodnutím o umístění vzduchotechniky – odkouření do samostatných koridorů v podzemních prostorách. Důsledky ilustrují záběry z fotografií na obrázcích 23 a 24. Odvětrání kouře při požáru, hasicí systém tzv. sprinklerů, požární hlásiče apod. ilustrují obrázky 24 a 25. Nároky na regulaci kouřových zplodin při požáru, propojení na centrální dispečink je samostatnou technickou otázkou.



Obr. 24. Instalace pro odkouření v BER [169].



Obr. 25. BER 21. 11. 2013 [170].

4.2.1.4. Vyhodnocení dopadů selhání zhotovení technického díla

Hlavním a robustním problémem dokončení letiště se staly otázky závad bránících bezpečnému uvedení do provozu. Týkají se zejména centrální odbavovací budovy. Schematické znázornění je uvedeno výše na obrázku 18. Jednotlivé protokolované závady jsou shrnuty na vizualizaci na obrázku 26 a představují svým výčtem cca 60 tis. jednotlivých závad.



Obr. 26. Letecký snímek letiště BER doplněný o počet závad vztažený k jednotlivým vstupům / výstupům [171].

Pokud si klademe otázku „co je základním zdrojem (příčinou) vzniklé situace“ je třeba poukázat na pomíjení indikátorů ekonomických limitů a jejich překračování v průběhu realizace. Respektování dodržení t_{max} a I_{max} je v ekonomické sféře podřízené komerčním pravidlům. Vytváří základní rámec úspěšné investice, podrobněji například [164]. Při pořizování investic z veřejných finančních zdrojů (tj. státních, regionálních, městských rozpočtů) trpí nedostatkem důslednosti při dodržování finanční disciplíny. Jsou využívány disparity mezi volenými orgány a orgány státní správy.

Projekt nového letiště pro spádové území hlavního města vznikl bezprostředně po přemístění hlavního města z Bonnu do Berlína. Posouzení existujících kapacitních možností, k roku 2018/2019, byly shledány jako limitující. Rozšíření letiště *BER* bylo označeno za nezbytné pro další dlouhodobý rozvoje regionu Brandenburg a města Berlín jako nového správního centra.

Rizikem pro projekt byla uspěchanost a politické cíle, což jako obvykle způsobilo nepropracovanost zadání a nepřipravenost projektových kapacit pro realizaci mimořádně náročného projektu a následně k selhání, jak ukazují příklady v práci [4]. Projekt byl navíc pod tlakem dokončení v krátkém termínu. Souběžně vznikaly požadavky na úpravy, doplnění, změny, rozšíření původního zadání. Projekce přijímala část nově vznikajících požadavků souběžně s projektovými pracemi, později s výstavbou areálu. Realizace změn v podmínkách rozestavěné stavby je mimořádně obtížná. Disparity a nákladové důsledky nebylo reálné vyloučit.

Každá investiční akce, technické dílo, při své přípravě a realizaci obsahuje nebezpečí. Následně, na základě identifikace nebezpečí je možné stanovit míry možného rizika. Jedná se o stanovení pravděpodobnosti realizace kritické situace a zhodnocení důsledků. Pro praktickou použitelnost navrhovaných opatření je třeba kalkulovat i se skutečností, že zavedená opatření mohou při jejich aplikaci selhat. Opatření na zvládnutí kritických situací jsou součástí managementu rizik [4,7].

Tabulka 6 uvádí vyhodnocení dopadů selhání projektu *BER* na aktiva veřejná i na aktiva investora na základě dat z roku 2017.

Tabulka 6. Identifikace dopadů selhání projektu *BER* metodou What – If.

Aktivum	Dopady
Životy a zdraví lidí	Neodstranění zjištěných závad technických, organizačních i v IT, které vznikly v projektu a zhotovení má vysoký potenciál poškodit zdraví a životy lidí uvnitř i vně objektu. Jde např. o nefunkčnost systémů varování, dispečinku, znečištění nebezpečnými látkami.
Bezpečí lidí	Neodstranění zjištěných závad technických, organizačních i v IT, které vznikly v projektu a zhotovení má vysoký potenciál poškodit bezpečí lidí uvnitř i vně objektu. Každá stavba, a zvláště ta, co trvá dlouho a je problematická, znamená pro obyvatele zvýšenou kriminalitu a sociální problémy.
Majetek	Neodstranění zjištěných závad technických, organizačních i v IT, které vznikly v projektu a zhotovení znamená nefunkčnost, nedostatečnost, nebo neschopnost využívat funkčních prvků díla a má velký potenciál způsobit požár, únik nebezpečných látek či výbuch a poškodit či degradovat majetek veřejný, investora i třetích osob.

Veřejné blaho	<p>Neodstranění zjištěných závad technických, organizačních i v IT, které vznikly v projektu a zhotovení znamená poškození veřejných i soukromých zájmů, a to jednak nesplnění očekávaných přínosů, ekonomické ztráty způsobné řadou příčin, poškození důvěry v politiku veřejné správy apod. Jsou zvýšené náklady na ochranu a bezpečí obyvatel,</p> <p><i>BER</i> znamená nefunkční a nepoužitelný prostor dlouhodobě. Tím vznikají újmy:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nemajetkového charakteru, - degradace dispozičních práv veřejné a státní správy, - poškození třetích osob – uživatelů území, - náklady na vrub daňového poplatníka. 	
Životní prostředí	<p>Dlouhotrvající výstavba a neodstranění zjištěných závad technických, organizačních i v IT, které vznikly v projektu a zhotovení hodně a dlouho poškozuje prostředí uvnitř i vně stavby (hluk, kontaminace vodních zdrojů, kontaminace ovzduší, kanalizace, flóry).</p> <p>Evropská komise v roce 2019 na základě stížnosti požaduje, aby bylo provedeno hodnocení dopadů letového provozu na životní prostředí [172].</p>	
Infrastruktury a technologie	Každá výstavba technického díla má zvýšené nároky na infrastruktury území, do kterého je vkládána.	
	Dodávky energií	Dlouhotrvající výstavba a neodstranění zjištěných závad technických, organizačních i v IT působí jen občasné výpadky.
	Dodávky vody	Dlouhotrvající výstavba a neodstranění zjištěných závad technických, organizačních i v IT působí jen občasné výpadky v dodávkách.
	Kanalizace	Dlouhotrvající výstavba a neodstranění zjištěných závad technických, organizačních i v IT působí problémy hlavně v čistících stanicích a zkracuje životnost potrubí.
	Přepravní síť	Dlouhotrvající výstavba a neodstranění zjištěných závad technických, organizačních i v IT působí občasné dopravní zácpy, zvýšený počet havárií a zvyšuje opotřebení komunikací, tj. zvýšené nároky na údržbu a opravy.
	Komunikační sítě	Dlouhotrvající výstavba a neodstranění zjištěných závad technických, organizačních i v IT působí problémy veřejné sítě; přehlcení, poškození sítí apod.
	Bankovní a finanční sektor	Dlouhotrvající výstavba a neodstranění zjištěných závad technických, organizačních i v IT snižuje veřejné finance.

Nouzové služby	Dlouhotrvající výstavba a neodstranění zjištěných závad technických, organizačních i v IT působí zvýšený výskyt požárů, dopravních nehod, tj. jsou zvýšené nároky na nouzové služby.
Základní služby v území (průmysl, zemědělství, zásobování, zdravotnictví, likvidace	Dlouhotrvající výstavba a neodstranění zjištěných závad technických, organizačních i v IT blokuje územní rozvoj, zvyšuje nároky na odpadové hospodářství apod.
Státní správa a samospráva	Dlouhotrvající výstavba a neodstranění zjištěných závad technických, organizačních i v IT vážně poškodilo goodwill a také vyžádalo mnoho úsilí při řešení problémů, a to včetně zvýšených nároků na ochranu obyvatel. Původně mělo vybudování letiště BER stát přes dvě miliardy EUR; v roce 2019 je odhad nákladů na více než 5 miliard EUR. Z měsíčního německého rozpočtu jde na něho cca 20 miliónů EUR [172].
Investor – náklady, prioritní zařízení, komponenty, vazby a toky v technickém díle	Dlouhotrvající výstavba a neodstranění zjištěných závad technických, organizačních i v IT působí investorovi: <ul style="list-style-type: none"> - problémy s veřejnou správou, - ekonomické ztráty, - problémy s personálem, - nároky na údržbu, oprava a modernizace zastaralých technologií, - ztráta good will. V dispozičních právech veřejné a státní správy. C) Poškození třetích osob – uživatelů území. D) Náklady na vrub daňového poplatníka. Věcně se jedná o střední ohrožení.

Údaje v tabulce 6 jsou vysoce nepříznivé pro rozvoj města, státu, a hlavně pro občany. Ukazují značné dopady na bezpečí lidí, veřejné blaho i na ekonomiku, protože stavba neplní očekávané služby a stále vyžaduje peníze ze státního rozpočtu, tj. z kapes daňových poplatníků, což brzdí rozvoj státu.

Předmětná stavba je příkladem toho, že výběr typu letiště a jeho umístění nebyly provedeny dostatečně kvalitně – cena výstavby letiště; ocenění dopadů na životní prostředí; a doba realizace, jak ukazuje srovnání s požadavky v práci [1]. V projektu pak byly podceněny: harmonogram a doba výstavby; technické detaily; odhad nákladů na skutečnou realizaci staveb, konstrukcí a montáží; a řízení celkové bezpečnosti.

4.2.1.5. Poučení

Pochopitelně je otázkou, zda se mohlo selhání projektu a zhotovení *BER* předejít. Aplikace poznatků [4,5] na výše uvedená zjištění ukazuje na celou řadu příčin, které byly vzájemně propletené a nebyly správně řešené. Jde o nedostatky v:

- legislativní oblasti,
- organizační oblasti státní správy,
- projektu organizace výstavby předkládaného investorem,
- nedostatečné kontrolní pravomoci dozoru,
- nízkou vynutitelnosti práva,
- a o řadu dalších aspektů jako je na příklad ekonomika, ekologie.

Řada kritických situací je součástí každého rozsáhlého investičního celku. V daném případě by bylo neodpovědné, v současné fázi, mluvit o jednotlivcích jako odpovědných za vzniklou situaci. Vzniklá situace je výsledkem prolnutí několika návazných procesů, jejich koordinace se vymkla možnostem zúčastněných. Vznikl katastrofický scénář průběhu realizace, který nebylo možné zastavit. Vedení projektu se nepodařilo zastavit posuny termínů dokončení (30. říjen 2011, 3. červen 2012, a další posuny končí rokem 2020). Důsledky snah o dodržení termínů se promítly do eskalace nákladů, nedodržování technických, technologických a bezpečnostních standardů.

V roce 2017 byla za významný dosud finálně nedořešený problém dle [163] považována ekonomika projektu *BER*, jako investičního komplexu; podobněji v [173], nebo ve [156]. Nezdařené předání do užívání není pouze otázkou opožděného zahájení provozu. Následný náhradní termín, rok 2020, není pouze otázkou prestiže a snah aplikovat nové inovační technologie v provozu a technické správě letiště. Vývoj a požadavky na technické vybavení, řídicí systémy, životnosti údržby/obnovy a garance funkčnosti se neustále s vývojem jednotlivých oborů mění. Předpoklady zavedené v obdobích, kdy se projekt vytvářel a schvaloval, se změnil [173]. Zejména stavební část a strojírenské komponenty původního schváleného projektu jsou předmětem revizí. Navíc, řada již provedených prací a dodávek je běžnými postupy nevratná, respektive vyžaduje odstranění, například stavební, strojírenské, již tzv. investičně vypořádané substance (objednané dodávky, zaplacené zálohy, převzaté dodávky, provedené stavební práce, vyrobené stavební díly pro montáž apod.), podrobněji v [155]. V případě *BER* je varující způsob realizace a vývoj v řídicích systémech vzduchotechniky, dimenzování kapacit koridorů pro slaboproud, silnoproud, vzduchotechniku. Ilustrativní foto dokumenty z různých pramenů v navazujícím textu jsou názornou formou zpřístupnění vzniklé situace.

Projektová činnost i stavební výroba *BER* byla mimořádně vstřícná vůči požadavkům průběžně zpracovat dodatečné požadavky a změny v průběhu realizace stavby. Oceňme i mimořádnou pružnost realizátorů vypořádat změny a postupy na staveništi. Věnujme pozornost schopnosti projektu, který vykázal problémy, řešit problémy s navrhováním a funkčností složitých technických zařízení. Projekt se vypořádal s finančním zajištěním a úhradou provedených prací. Nicméně plnit funkci *ekonomicky návratné investice* bude projekt ve výrazně vzdálenější časové perspektivě. Z hlediska posuzování celkového rozsahu a šíře dopadů na eficienci funkce technického díla je ekonomické poškození dominantní a ekonomiku ušlé příležitosti lze vypořádat jen obtížně.

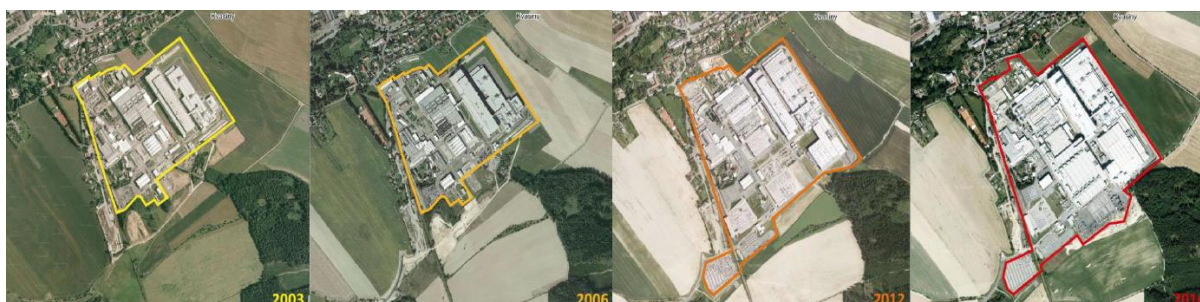
4.2.2. Dopady masivního a rychlého rozvoje průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou

V roce 1934 byl v Kvasinách na Rychnovsku založen výrobní závod JAWA, který v době svého vzniku zaměstnával kolem 270 zaměstnanců. V roce 1947 převzaly závod JAWA Automobilové závody národní podnik (AZNP) Mladá Boleslav (pozdější Škoda Auto, a.s.), který až do začátku 70. let minulého století fungoval v původním

závodě JAWA. K prvnímu významnějšímu rozšíření automobilového závodu v Kvasinách došlo v letech 1970-1972, počet zaměstnanců se tehdy zvýšil na cca 760.

V roce 1991 se stal závod s tehdy 950 zaměstnanci, stejně jako celý výrobní koncern Škoda Auto, součástí koncernu Volkswagen. Kvasiny se přitom staly jedním z perspektivních výrobních závodů celého koncernu, přičemž sem byla postupně přesouvána výroba vybraných modelů vozů z jiných závodů. To vyvolalo nutnost postupného rozšiřování závodu a jeho přizpůsobení rostoucí poptávce po nových vozech Škoda (a později i dalších značek koncernu Volkswagen). Rozvoj plochy výrobního závodu ukazuje obrázek 27 [174].

První etapa masivnějšího rozvoje závodu ŠKODA AUTO Kvasiny proběhla v letech 2005-2007, kdy se počet zaměstnanců zvýšil z původních 950 na 3 800. Druhá etapa rozvoje proběhla v roce 2011, kdy se počet zaměstnanců zvýšil z 3 800 na 5 200. O třetí etapě rozvoje závodu ŠKODA AUTO Kvasiny bylo rozhodnuto v roce 2014, přičemž v příslušném Usnesení vlády ČR č. 97 ze dne 9. 2. 2015 k návrhu zabezpečení investiční přípravy akce Rozšíření strategické průmyslové zóny Solnice – Kvasiny a zlepšení veřejné infrastruktury v Královéhradeckém regionu [175] se společnost Škoda Auto, a.s. zavázala vytvořit do roku 2017 v průmyslové zóně 1 300 nových pracovních míst ve svém závodě a dalších 400 pracovních míst u dodavatelů. Podle původních předpokladů tak mělo být v roce 2017 v průmyslové zóně zaměstnáno cca 6 500 zaměstnanců v závodě Škoda Auto a.s. a cca 1 400 zaměstnanců u dodavatelů.



Obr. 27. Schéma plošného rozvoje výrobního závodu ŠKODA AUTO Kvasiny v období let 2003-2016 na podkladě historických ortofotomap; zpracováno na podkladě [174].

Již v únoru 2017 však v závodě Škoda Auto a.s. pracovalo 8 300 zaměstnanců a u dodavatelů dalších 2 000, oproti předpokladům tedy v průmyslové zóně pracovalo o + 2 200 (v závodě Škoda Auto a.s.), resp. o + 700 zaměstnanců (v závodech dodavatelů) více; obrázek 27. Dodnes přitom postupně pokračuje výstavba nových závodů dodavatelů závodu ŠKODA AUTO Kvasiny, umístěných v částech průmyslové zóny na území měst Solnice a Rychnov nad Kněžnou a celkový počet zaměstnanců v celé Průmyslové zóně Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou tak dále kontinuálně stoupá.

Průmyslová zóna se skládá ze tří v současné době prostorově oddělených dílčích průmyslových zón:

1. Průmyslová zóna Kvasiny.
2. Průmyslová zóna Solnice.
3. Průmyslová zóna Rychnov nad Kněžnou (Lipovka);

obrázek 28. Dohromady však všechny tři dílčí průmyslové zóny tvoří jeden provozní celek, provázaný zejména vzájemnými dodavatelsko-odběratelskými a dopravními vztahy. Celou Průmyslovou zónu Kvasiny tvoří závod ŠKODA AUTO Kvasiny (obrázek 29), který je zároveň největším a jádrovým závodem celé PZ Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou. Průmyslové zóny Solnice a Rychnov nad Kněžnou (Lipovka) jsou obsazeny zatím jen částečně a jsou postupně dále obsazovány dodavateli závodu ŠKODA AUTO Kvasiny, kteří dodávají montážní díly a součásti pro montáž vozů Škoda v závodě ŠKODA AUTO Kvasiny.



Obr. 28. Ortofotomapa umístění Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou, stav k 17. 10. 2017 [174].



Obr. 29. Letecký snímek závodu ŠKODA AUTO Kvasiny v PZ Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou, stav k srpnu roku 2017 [176].

4.2.2.1. Popis problému

Na základě historických pramenů je automobilový průmysl s obcí Kvasiny spjatý již od 30. let minulého století. Původní továrna na motocykly JAWA i pozdější závod Automobilové závody národní podnik Mladá Boleslav zaměstnávaly po celou dobu své existence až do roku 2007 ne více než několik stovek lidí. Ti se rekrutovali takřka výhradně z obyvatel Kvasin, Solnice a Rychnova nad Kněžnou, výjimečně pak z několika dalších obcí z nejbližšího okolí výrobního závodu. Do zaměstnání docházeli pěšky, dojížděli na kole, autobusem, jen výjimečně někteří zaměstnanci ze vzdálenějších míst dojížděli vlastními automobily. Závod nikdy nepředstavoval žádnou významnou zátěž území, neměl ani žádný nepříjemný vliv na širší okolí. Jednalo se o lokálního zaměstnavatele saturevaného pracovní silnou dostupnou v nejbližším okolí.

V 90. letech minulého století převzal automobilový závod v Kvasinách, spolu se všemi dalšími závody Škoda, koncern Volkswagen. Ten zařadil závod ŠKODA AUTO Kvasiny do sítě závodů koncernu a vyčlenil pro závod konkrétní typy vozů pro montáž (do té doby sloužil závod v Kvasinách výhradně k malosériové výrobě spíše exkluzivních modelů vozů Škoda, např. kupé Škoda 110 R či škoda Pickup apod.). Celosvětový růst poptávky po osobních automobilech předznamenal i rozvoj závodu v Kvasinách. První masivní rozvoj závodu nastal mezi lety 2005-2007, kdy se počet zaměstnanců závodu zvýšil skokově z cca 950 na cca 3 800 (o + 2 850 zaměstnanců). V druhé etapě masivního rozvoje v roce 2011 se počet zaměstnanců závodu zvýšil opět skokově z cca 3 800 na cca 5 200 (o + 1 400 zaměstnanců). Již tehdy se začaly projevovat dílčí dopravní problémy (například na průjezdu těžké nákladní dopravy z/do závodu ŠKODA AUTO Kvasiny přes centrum Rychnova nad Kněžnou nebo přes historické jádro města Solnice) a také dílčí problémy s nárůstem počtu ubytoven pro dělníky a s nimi souvisejícím zvýšením přestupků a deliktů drobné kriminality.

V letech 2015-2017 se ve třetí etapě rozvoje průmyslové zóny počet zaměstnanců závodu ŠKODA AUTO Kvasiny zvýšil skokově na cca 8 300, tedy o dalších cca + 3 100 zaměstnanců. Intenzivní rozvoj závodů dodavatelů společnosti Škoda Auto a.s. v průmyslové zóně probíhá teprve v posledních letech, počet zaměstnanců dodavatelů jen od roku 2014 stoupl přibližně o +1 100 na cca 2 000 zaměstnanců v roce 2017.

Faktem je, že počet zaměstnanců v Průmyslové zóně Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou cca 10 300 (k srpnu 2017) je srovnatelný s počtem 11 004 obyvatel Rychnova nad Kněžnou (dle ČSÚ k 1. 1. 2017), největšího města v regionu. Hlavní závod průmyslové zóny, závod ŠKODA AUTO Kvasiny, je přitom umístěn na území obce s pouhými 1 492 obyvateli (dle ČSÚ k 1. 1. 2017). Je tedy zjevné, že masivní rozvoj průmyslové zóny již dnes vyvolává extrémní kontrast k okolnímu osídlení. Širší území Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou se zejména v souvislosti s třetí etapou rozvoje započaté v roce 2015 potýká s mnoha nepříjemnými důsledky rychlého a skokového intenzivního rozvoje výrobních závodů v této průmyslové zóně, na něž území v širším okolí průmyslové zóny nebylo předem připraveno.

Zásadní nepříjemné dopady se v širším okolí průmyslové zóny projevují v:

- oblasti lidských zdrojů, zaměstnanosti a sociální soudržnosti,
- oblasti dopravy.

Území je přezaměstnané, nedostává se pracovní síly, pracovní síla z širšího okolí průmyslové zóny je „vysátá“. S nedostatkem pracovní síly se potýkají místní podnikatelé, především sektor služeb, lidé odcházejí za vyššími platy do průmyslové zóny. Bytové kapacity jsou vyčerpány, vysoký podíl zaměstnanců je přechodně ubytován na ubytovnách nebo v pronajímaných bytech. Rostou ceny nemovitostí, rostou ceny služeb. V

území okolo průmyslové zóny se trvale vyskytují tisíce lidí (odhady starostů hovoří až o 5 000 lidech) bez zakotvení v území, bez vazby k území a obcím, ve kterých jsou ubytovaní nebo přechodně pobývají. Území není schopné v tak krátkém čase uspokojit zvýšenou poptávku po bydlení. Zvyšuje se neúměrně tlak na silniční síť, každodenní dojíždění zaměstnanců do průmyslové zóny, stejně jako velký objemu materiálu, dílů i hotových výrobků přepravovaných na nákladních automobilech, zatěžují silnice, které na takovou dopravní zátěž nejsou dimenzované.

4.2.2.2. Charakteristika příčin nepřijatelných dopadů

Rychlý a nekoordinovaný rozvoj Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou, jejímž jádrem je závod ŠKODA AUTO Kvasiny, v uplynulých letech, vyvolal v širším území průmyslové zóny následující závažné problémy:

1. **Přezaměstnanost deformuje pracovní trh v širším regionu průmyslové zóny.**

Přítomnost velkých zaměstnavatelů s poptávkou více než 10 000 zaměstnanců v málo lidnatém venkovském regionu Rychnovska generuje problém s nedostatkem pracovní síly v přijatelné dostupnosti do cca 10 až 15 km v okolí průmyslové zóny. Průmyslová zóna Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou leží v podhůří Orlických hor ve venkovském regionu s poměrně řídkou strukturou osídlení a nízkou hustotou zalidnění, mimo vazbu na silné ekonomické centrum a významné centrum osídlení. Osídlení je tvořeno převážně malými venkovskými obcemi, největším městem v okruhu do 10 km od průmyslové zóny je město Rychnov nad Kněžnou s 11 004 obyvateli (k 1. 1. 2017). Všechna další města v 10 kilometrovém perimetru přijatelné dojížděky do průmyslové zóny mají velikost jen výjimečně překračující 5 000 obyvatel (k 1. 1. 2017 to dle ČSÚ byly: Dobruška – 6 791 obyvatel, Kostelec nad Orlicí – 6 187 obyvatel, Vamberk – 4 595 obyvatel, Opočno – 3 128 obyvatel). Většina obcí v okruhu 10 kilometrové dojížděky do průmyslové zóny má méně než 1 000 obyvatel, řada z nich má pak počet obyvatel menší než 500. Všechny závody v průmyslové zóně přitom potřebují pro zajištění provozu dostatek pracovní síly. V reakci na její nedostatek v širším okolí průmyslové zóny reagují zaměstnavatelé v průmyslové zóně jednak nabídkou vyšších mezd, než je v regionu běžné a dále zaměstnáváním velkého množství agenturních zaměstnanců, často zahraničních, a nabíráním zaměstnanců ze vzdálenějších regionů, za cenu každodenního dalekého dojíždění. Zaměstnavatelé z průmyslové zóny se snaží „přetáhnout“ do svých závodů maximum disponibilní místní pracovní síly, za cenu její kompletní rekvalifikace a zaučení ve zcela nových profesích a za ceny vyšších platů. Zaměstnavatelé z průmyslové zóny tak doslova „vysávají“ pracovní sílu z jiných profesí. V širším regionu průmyslové zóny se tak zcela běžně nedostává řemeslníků, kuchařů, číšníků, ale také zdravotních sester, učitelů a dalších profesí. Lidé z prakticky libovolných profesí odcházejí za poměrně vysokými platy, kterým nemohou místní zaměstnavatelé v jiných odvětvích konkurovat, do průmyslové zóny. Přezaměstnanost v regionu má tak negativní dopad na trh práce, který je nepřírozeně deformovaný velkými, zpravidla nadnárodními a ekonomicky velmi silnými zaměstnavateli.

2. **Výskyt nedostatku bytů pro zaměstnance a jejich rodiny a deformace reálného trhu.** Nedostatek pracovní síly dostupné v bezprostředním okolí průmyslové zóny, resp. v akceptovatelné dojezdové vzdálenosti generuje vysoké nároky na každodenní dojížděku zaměstnanců do průmyslové zóny z často velkých vzdáleností, a také vysoký tlak na pobyt v obcích v okolí průmyslové zóny, tedy na

bydlení, resp. ubytování nových zaměstnanců. Dojíždění z velkých vzdáleností není dlouhodobě udržitelné a řadou lidí není z časových a finančních důvodů akceptovatelné. Noví zaměstnanci průmyslové zóny proto hledají v obcích v okolí průmyslové zóny možnost bydlení, zajímají se jak o možnost koupě bytu, tak o možnosti pronájmu bytu. Obce v regionu, ani města jako Rychnov nad Kněžnou či Solnice anebo Dobruška, ovšem nebyly a dodnes nejsou na příliv nových zaměstnanců a případně i jejich rodin připravené. V obcích v přijatelné dojezdové vzdálenosti průmyslové zóny není dostatek existujícího bytového fondu, který by zvýšenou poptávku po bydlení zaměstnanců uspokojil. Pro potenciální novou bytovou výstavbu není připraven (zainvestován) dostatek pozemků vymezených jako zastavitelné plochy pro bydlení v platných územních plánech. V obcích v přijatelné dojezdové vzdálenosti průmyslové zóny je tak enormní zájem o koupi a pronájem bytů, kterých je však nedostatek. Poptávku navíc akcelerují zaměstnanci průmyslové zóny s nadstandardními platy v regionu. Toho využívají majitelé bytů, kteří v reakci na přetlak poptávky po bytech zvyšují ceny. Ty se však zvyšují nejen potenciálními zájemci z řad zaměstnanců průmyslové zóny, kteří mají vysoké mzdy, ale i všem ostatním obyvatelům regionu, i těm, kteří mají platy či příjmy výrazně nižší, protože nepracují v průmyslové zóně, anebo jsou například ve starobním důchodu, či jsou studující.

3. **Vznik nekoordinovaného rozvoje bytové zástavby, tj. fenomén suburbanizace.** Zvýšená poptávka po bydlení v regionu a tlak na bytovou výstavbu „rychle a kdekoli“, vede často k výstavbě v urbanisticky zcela nevhodných polohách. Příliv nových lidí do území je tak rychlý, že zájemci o bydlení (jak nově příchozí, tak místní obyvatelé, kteří chtějí využít příležitosti rychle pronajmout svůj starší byt a nahradit ho výstavbou nového) nejsou ochotni čekat na územní připravenost pro zástavbu vhodnějších pozemků a staví často v izolovaných a dopravně špatně obslužených místech, nebo v obcích a sídlech s nedostatečným vybavením veřejnými infrastrukturami. V menších obcích lze oproti větším městům pozorovat výrazně zvýšenou stavební dynamiku, výstavba se objevuje i v sídlech, která by bez blízkosti průmyslové zóny nebyla jinak pro výstavbu příliš atraktivní, ať už pro svou odlehlejší polohu, nepřítis atraktivní přírodní prostředí, ale především pro absentující občanské vybavení. Pozemky pro výstavbu jsou zde levnější a dostupnější než v Rychnově nad Kněžnou i dalších městech a obcích. Trendy bytové výstavby v regionu tak vykazují typické znaky a negativní průvodní jevy suburbanizace. Místní obyvatelé si mnohdy přivydělávají pronájem bytů na sídlišťích nebo pokojů v rodinných domech zaměstnancům průmyslové zóny. V řadě případů odcházejí původní obyvatelé bytů do zázemí měst, kde si staví rodinné domy a své byty v panelových a jiných bytových domech pronajímají zaměstnancům firem z průmyslové zóny. Poptávka zaměstnanců závodů lokalizovaných v průmyslové zóně tak stimuluje proces, při němž dochází k postupné filtraci různých typů bydlení pro specifické skupiny obyvatel/zaměstnanců (teorie filter down).
4. **Nárůst počtu ubytoven a „skrytých ubytoven“.** Neméně závažným problémem je vznik velkého množství nových ubytoven pro zaměstnance průmyslové zóny. Zřízení nové ubytovny nebo adaptace stavby původně určené pro jiný účel na ubytovnu je podstatně rychlejší a jednodušší proces než výstavba nových bytů. Proto trh s ubytováním na danou mimořádnou situaci v okolí průmyslové zóny reaguje podstatně rychleji a pružněji a v obcích zejména v bezprostředním okolí průmyslové zóny vnikají postupně desítky nových ubytoven. Ubytovny pro zaměstnance přitom generují specifické problémy v území. Pro obce zaměstnanci ubytovaní na

ubytovnách nepředstavují obyvatele s trvalým pobytem, dle jejichž počtu jsou obcím přidělovány finanční prostředky na základě zákona o rozpočtovém určení daní. Přitom tito ubytovaní využívají infrastrukturu obcí, zejména pak dopravní a technickou infrastrukturu. Problémem ve vazbě na objekty ubytoven pak bývá především nedostatečná kapacita parkovacích stání nebo vyšší nároky na svoz odpadu. Téměř každý jednotlivý zaměstnanec průmyslové zóny má svůj automobil, v ubytovnách tak nezřídka vychází poměr na jedno lůžko jeden automobil. Na takové množství však nejsou parkovací plochy u ubytoven dimenzované. To vede k problémům s parkováním okolo ubytoven, nelegálnímu stání na místech, která k tomu nejsou určena a v konečném důsledku ke konfliktům mezi ubytovanými a místními obyvateli. Ubytovny pro zaměstnance v neposlední řadě utvářejí komunity lidí koncentrované na malém prostoru, generující zvýšené riziko vzniku sociálně patologických jevů. Vztah ubytovaných zaměstnanců k místu svého pobytu, ale i k místu svého zaměstnání, je přirozeně slabší než u trvale bydlících obyvatel. Na ubytovnách lze přitom dobře demonstrovat, jak územně široký dopad může takto nekoordinovaný rozvoj velké průmyslové zóny mít. V souvislosti s intenzivním rozvojem Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou roste počet lůžek na ubytovnách i ve městech vzdálených od průmyslové zóny desítky kilometrů, například v Náchodě, v Pardubicích či v Hradci Králové, a to se všemi negativními dopady ubytoven. Odsud jsou pak zaměstnanci průmyslové zóny svázeni smluvní dopravou přímo do průmyslové zóny.

5. **Narušení sociální soudržnosti obyvatel obcí.** Koncentrace zaměstnanců průmyslové zóny má přímý dopad i řadu nepřímých dopadů na život v obcích a na místní trvale žijící obyvatele. V obcích v bezprostředním okolí průmyslové zóny, zejména v Rychnově nad Kněžnou, v Solnici a v Kvasinách, které mají v součtu jen necelých 15 000 obyvatel, se vyskytují tisíce lidí (odhady starostů hovoří až o 5 000 lidech) bez zakotvení v území, bez vazby a vztahu k území a obcím, ve kterých přechodně přebývají na ubytovnách či v pronajatých bytech anebo tudy dojíždějí do zaměstnání. Přítomnost často kapacitních ubytoven v obcích a vysoká hybnost a fluktuace lidí narušují sociální soudržnost společenství obyvatel postižených obcí. Přítomnost ubytoven je často příčinou narušování veřejného pořádku a je hrozbou rozvinutí sociálně patologických jevů a kriminality. Každodenní dopravní zátěž komunikací dojíždějícími zaměstnanci snižuje v obcích okolo průmyslové zóny pohodu bydlení a snižuje rovněž bezpečnost silničního provozu v obcích. Jsou obyvatelé, kteří nejsou ochotni proměnu života v obcích akceptovat a stěhují se pryč. Důvodem může být navíc také růst cen nemovitostí a s tím související růst nákladů na bydlení a také růst životních nákladů v souvislosti se zdražováním zboží a služeb v reakci na růst mezd v průmyslové zóně.
6. **Narušení bezpečí obyvatel (zhoršení bezpečnostní situace).** Nedostatek místní pracovní síly nutí zaměstnavatele v Průmyslové zóně Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou zaměstnávat vysoký podíl agenturních zaměstnanců, jejichž převážnou část tvoří cizinci, často ze zemí třetího světa. S přítomností vyššího množství agenturních zaměstnanců a cizinců se zvyšuje počet zaměstnanců přebývajících na ubytovnách, nebo v levném/sdíleném nájemním bydlení. Nižší spjatost agenturních zaměstnanců a cizinců s územím a neexistence rodinného zázemí v místě se projevuje zvýšeným výskytem nebezpečného chování a eskalací sociálně patologických jevů, zejména pak přestupků proti občanskému soužití (výtržnictví, rušení nočního klidu apod.), dopravních přestupků či přestupků proti majetku. Zdroji těchto nebezpečí je i podstatná část českých zaměstnanců, kteří často nevnímají své

pracovní působení v regionu jako dlouhodobý životní plán a v území rovněž jen přechodně pobývají na ubytovnách či v nájemních bytech.

7. **Přetížení veřejných infrastruktur.** Zaměstnanci průmyslové zóny, kteří pobývají v obcích v bezprostředním okolí průmyslové zóny na ubytovnách nebo v pronajatých bytech, nejsou v obcích hlášeni k trvalému pobytu, takže se jejich přítomnost v obci neprojeví na zvýšení příjmů obce dle zákona o rozpočtovém určení daní. Přesto tito lidé denně využívají infrastrukturu obcí, produkují komunální odpad, využívají místní komunikace, veřejná parkoviště, veřejný vodovod a kanalizaci, vyhledávají lékařskou péči, sportovní vyžití apod. Kapacity těchto infrastruktur však nejsou na zátěž přechodně pobývajících zaměstnanci dimenzované, obce jejich přítomnost při plánování infrastruktur nemohly předvídat, na rozdíl od trvalého bydlení, jehož rozvoj je poměrně přesně a předvídatelně podchycen v územních plánech. Přetížení veřejných infrastruktur je také důsledkem územního plánování obcí, které sice ve svých územních plánech vymezily nové plochy pro rozvoj průmyslu, v souvislosti s tím však vůbec neřešily potenciální nároky zaměstnanců na související veřejné infrastruktury.
8. **Nárůst objemu automobilové dopravy, tj. přetížení silniční sítě.** Průmyslová zóna generuje vysoký objem dopravy. Převažující podíl dopravy přitom tvoří automobilová doprava. Na objemu dopravy generované průmyslovou zónou se podílí jak doprava zaměstnanců do zaměstnání do průmyslové zóny, tak těžká nákladní doprava materiálu, montážních dílů i hotových výrobků. V Průmyslové zóně Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou bylo k březnu 2017 zaměstnáno 10 300 lidí. Podstatná část z těchto zaměstnanců do průmyslové zóny každý den dojíždí, a to i ze vzdálenosti překračující 25 a více kilometrů. Pro každodenní dopravu zaměstnanců do průmyslové zóny zůstává neatraktivnějším dopravním prostředkem vlastní automobil, což je dáno zejména polohou průmyslové zóny mimo významná centra osídlení, v poměrně řídké osídleném venkovském regionu. Každodenní dojíždění zásadně zvyšuje dopravní zatížení silniční sítě, doprava houstne především v bezprostředním okolí průmyslové zóny, a to nejvíce v časech střídání směn v závodě ŠKODA AUTO Kvasiny. Dojíždějící vlastními automobily generují potřebu velkého množství parkovacích stání, často pak parkují na místech, která k tomu nejsou určena a generují tak dopravně kolizní a nebezpečné situace. Dojíždějící hromadnou dopravou kladou zvýšené nároky na organizaci autobusových linek svozových autobusů i linek veřejné hromadné dopravy osob autobusy a vlaky.
9. **Nárůst nákladní dopravy.** Zvyšující se nároky na dopravu materiálu, montážních dílů a hotových výrobků z/do průmyslové zóny vedou k růstu kamionové dopravy po silnicích; doprava po železnici je totiž pro systém výroby a montáže automobilů málo operativní a málo flexibilní. Těžká nákladní doprava se v případě Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou skládá z dopravy dálkové, tedy z dopravy, která má svůj zdroj nebo cíl mimo vlastní okruh průmyslové zóny a z dopravy uvnitř samotné průmyslové zóny. Průmyslová zóna Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou přitom leží zcela mimo dálniční síť ČR, a to jak mimo stávající, tak i mimo plánované dálnice. Průmyslová zóna v současné době nedisponuje ani žádným přímým, kapacitním a rychlým silničním napojením na dálnici. Nejbližší dálnicí, vzdálenou od průmyslové zóny celých 50 km (!), je dálnice D11, dostupná z průmyslové zóny po silnicích nižších tříd, které převážně nejsou vybaveny obchvaty zastavěných území obcí a jejichž šířkové a směrové parametry neodpovídají intenzitě těžké nákladní dopravy, která po nich jezdí. Těžká nákladní doprava generovaná průmyslovou zónou má tak nepřijatelné dopady na silniční síť v širším

regionu průmyslové zóny, nepříjemně ovlivňuje hlukem, vibracemi a emisemi životní a obytné prostředí a snižuje podstatně bezpečnost silničního provozu a bezpečnost chodců a cyklistů v obcích i desítky kilometrů vzdálených od průmyslové zóny. Silniční síť na hlavních trasách těžké nákladní dopravy z/do Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou nebyla před rozšířením průmyslové zóny nijak na zvýšení objemu nákladní dopravy připravena, doprava generovaná průmyslovou zónou proto využívá původní silniční síť, která není na takový objem těžké nákladní dopravy dimenzovaná.

10. *Problémy uvnitř průmyslové zóny.* Specifickým fenoménem jsou pak v podstatě nepřetržité dopravní proudy mezi výrobními závody dodavatelů a jádrovým závodem ŠKODA AUTO Kvasiny přímo uvnitř průmyslové zóny. Průmyslová zóna je souborem jednotlivých samostatných výrobních provozů, z nichž většina je ovšem svou produkcí a odbytem přímo navázána na hlavní závod v průmyslové zóně, na závod ŠKODA AUTO Kvasiny. Ten využívá při zásobování od svých přímých dodavatelů, kteří mají své provozy nejčastěji buď přímo v obvodu průmyslové zóny nebo v blízkém okolí závodu, zejména způsob přímé dopravy komponentů pro závod Škoda Auto a.s. bez nutnosti využití meziskladů, tzv. technologie just in sequence (JIS = dodávky přímo na linku v požadovaném pořadí), resp. technologie just in time (JIT = dodávky v konkrétním čase ke zkompletování v závodě těsně před dodávkou na linku). Tyto technologie výroby kladou mimořádné nároky na plynulost a přesnost dopravních toků ze závodů dodavatelů do závodu ŠKODA AUTO Kvasiny. Kamiony v systému JIS nebo JIT mají přesně stanovené časy na jednu obrotku mezi výrobním dodavatelským závodem a montážní linkou závodu ŠKODA AUTO Kvasiny bez jakýchkoli výraznějších časových rezerv. I několikaminutové zdržení na cestě vinou nehody nebo i jen dopravní zácpy může reálně ovlivnit plynulost výroby. Proto na trasách, kudy projíždí dopravy JIS a JIT, musí být zajištěna plná průjezdnost i ve špičkách bez jakéhokoli zdržení. Veškeré tyto dopravní proudy od přímých dodavatelů do závodu ŠKODA AUTO Kvasiny v rámci průmyslové zóny se dnes uskutečňují po silnici I/14 a dále po jediné přístupové komunikaci od okružní křižovatky na silnici I/14 jižně od Solnice k hlavní bráně závodu ŠKODA AUTO Kvasiny. Doprava JIS a JIT se tak v současné době uskutečňuje společně po stejných komunikacích se všemi ostatními dopravními proudy. Doprava od dodavatelů do závodu ŠKODA AUTO Kvasiny není prostorově segregovaná a její plynulost je tak přímo ovlivněna provozem na silnici I/14, resp. na přístupové komunikaci k hlavní bráně závodu ŠKODA AUTO Kvasiny. Zejména v době střídání směn v závodě ŠKODA AUTO Kvasiny dochází v čase cca 30 minut před a 30 minut po střídání směn k extrémní špičce dopravy způsobené mimořádnou intenzitou osobní automobilové dopravy zaměstnanců závodu a autobusů směřujících na autobusové nádraží u hlavní brány závodu ŠKODA AUTO Kvasiny. Běžně dochází ke kongescím dopravy na všech ramenech okružní křižovatky na silnici I/14 jižně od Solnice, kolony se tvoří i na silnici III/32118 h od okružní křižovatky k závodu.

11. *Specifické dopravní problémy na rozhraní průmyslové zóny s okolím.* Objem automobilové dopravy je příčinou dopravních kongescí na silnici I/14 mezi Rychnovem nad Kněžnou a Solnicí, na obchvatu Solnice a na silnici III/32118 h, která je v současné době jedinou příjezdovou komunikací k závodu ŠKODA AUTO Kvasiny pro všechny dopravní proudy; fotografie na obrázku 30 ukazuje reálný stav v roce 2017.

12. **Vysoká míra dojížd'ky zaměstnanců, tj. vysoká ekonomická zátěž.** Místní obyvatelé nejsou zdaleka schopní uspokojit poptávku po tak velkém množství pracovní síly, zaměstnanci průmyslové zóny jsou proto z velké části migranti a lidé, kteří do zaměstnání každý den dojíždějí i z poměrně velkých vzdáleností. Alarmující je v případě PZ Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou podíl zaměstnanců dojíždějících do zaměstnání každý den z velkých vzdáleností, překračujících 25 km a dosahujících běžně 50 i více kilometrů.



Obr. 30. Dopravní zácpy na silnici III/32118h (jediná přístupová silnice do závodu ŠKODA AUTO Kvasiny jak pro zaměstnance závodu, tak pro těžkou nákladní dopravu) u centrálního parkoviště závodu ŠKODA AUTO Kvasiny při střídání směn dne 31. 3. 2017 ve 14:00 hodin.

Pracovní síla v širším okolí průmyslové zóny je již „vysátá“, zaměstnavatelé hledají nové zaměstnance ve stále vzdálenějších místech. Každodenní dojíždění představuje ztrátu času, který zaměstnanci nemohou využít pro odpočinek a jiné mimopracovní aktivity. Každodenní dojíždění také pro zaměstnance představuje nemalé náklady na dopravu, na jízdné ve veřejné hromadné dopravě (pokud zaměstnanci nevyužívají služeb svozových linek), na pohonné hmoty, amortizaci a další náklady na provoz vlastního automobilu. Časová náročnost každodenní dojížd'ky není dlouhodobě udržitelná a celospolečensky i z pohledu zaměstnavatele není žádoucí, náklady na každodenní dojíždění, ztráta času dojížděním, únava a tenze z náročného dojíždění mají dopad na produktivitu práce, výkonnost zaměstnanců a generují celospolečenské ekonomické ztráty.

13. **Narušení krajiny.** Rozsáhlý průmyslový areál závodu ŠKODA AUTO Kvasiny působí v mírně zvlněné a jemněji zrnité krajině podhůří Orlických hor s poměrně řídkou strukturou osídlení, tvořenou malými rozptýlenými venkovskými sídly, velmi cizorodě a rušivě (obrázek 31). Plošně rozsáhlé, vysoké a objemné výrobní haly jsou v příkrém kontrastu s převažující drobnou strukturou venkovské zástavby okolních obcí, ale i s měřítkem krajiny. Zásadní střet pak vyvolává přímý kontakt výrobního

areálu s obytnou zástavbou obce Kvasiny. Uzavřený areál o plošné rozloze více než 50 ha vytváří navíc nežádoucí bariéru prostupnosti volné krajiny.



Obr. 31. Letecký snímek závodu ŠKODA AUTO Kvasiny od západu, s panoramatem Orlických hor v pozadí snímku; stav v roce 2011 [177].

4.2.2.3. Analýza právních dokumentů, které dovolily masivní rozvoj

Při hledání příčin výše uvedených nepřijatelných dopadů masivního rozvoje Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou je třeba zvážit roli státu, která dle Ústavy (zákon č. 1/1993 Sb.) mu ukládá ochranu lidí a majetku a zajištění bezpečnosti a ekonomiky na území státu. K tomu mu slouží legislativa a další nástroje, které jsou pro ČR sledovány např. v práci [1].

Až do roku 2005 fungoval v Kvasinách výrobní závod Škoda Auto prakticky ve svém původním rozsahu z období 30. let minulého století. Od roku 1934, kdy byl původní závod JAWA v Kvasinách založen, sice závod zaměstnával několikanásobně více lidí, a i produkce byla mnohonásobně vyšší, stále se však jednalo o závod lokálního významu zaměstnávající méně než 1 000 zaměstnanců. Impulsem pro první velký rozvoj závodu ŠKODA AUTO Kvasiny byla rozsáhlá investice společnosti Škoda Auto a.s., která se rozhodla pro rozšíření svého výrobního závodu v Kvasinách pro účely výroby nové modelové řady vozů Škoda.

Na základě Usnesení Vlády ČR č. 1100/2005 ze dne 31. 8. 2005 [178] byla tehdy ještě Průmyslová zóna Solnice – Kvasiny označena za strategickou průmyslovou zónu. V období let 2006-2013 bylo rozšíření závodu Škoda Auto Kvasiny realizováno ve dvou na sebe navazujících etapách. V rámci těchto dvou etap rozvoje byla lokálně zlepšena dopravní infrastruktura v okolí průmyslové zóny, bylo vybudováno nové silniční napojení závodu ŠKODA AUTO Kvasiny na silnici I/14 a byla zahájena realizace první etapy obchvatu Solnice, jihozápadní segment obchvatu, který však bez realizace

dodnes chybějícího severozápadního segmentu neplní svou dopravní funkci a neodvádí tranzitní automobilovou dopravu mimo historické jádro a obydlené území města Solnice. Jiné zásadní dopravní záměry nebyly realizovány, nikdo se nezabýval dopady rozvoje průmyslové zóny v širších souvislostech. V návaznosti na nařízení vlády z roku 2005 [178] byly dále podpořeny:

- tři dílčí projekty na rozvoj bydlení,
- pět projektů na rozvoj školství,
- dva projekty na rozvoj zdravotnictví.

První a druhá etapa rozvoje závodu ŠKODA AUTO Kvasiny se odehrávala převážně v ploše původního historického závodu, plošný rozvoj byl minimální.

Již po realizaci první a druhé etapy rozvoje závodu ŠKODA AUTO Kvasiny ukončené v roce 2011 se však i přes výše uvedené začaly v území projevovat první vážnější nepříjemné vlivy rozvíjející se průmyslové zóny, zejména zvýšená dopravní zátěž těžkou nákladní dopravou z/do průmyslové zóny, a to nejen v bezprostředním okolí průmyslové zóny, ale i v širším území, zejména na trase mezi Hradcem Králové a Kvasinami. Také postupně narůstal počet ubytoven pro zaměstnance, zejména v Rychnově nad Kněžnou a v Solnici. Při tehdejšímu počtu zaměstnanců v řádu 5 000 a tehdejším objemu výroby se však stále nejednalo o problémy fatální.

I přes zjevné nepříjemné dopady první a druhé etapy rozvoje PZ Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou v letech 2006 až 2011, které nebyly systémově řešeny, vymezily v roce 2011 Zásady územního rozvoje Královéhradeckého kraje (*dále ZUR*) [179] (územně plánovací dokumentace Královéhradeckého kraje, vydaná 8. 9. 2011 a závazná pro územní plány všech obcí na území kraje) plochu nadmístního významu pro podporu ekonomického rozvoje PZ1 – plocha průmyslové zóny Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou – Solnice.

Pro územní plány dotčených obcí ZÚR stanovily úkol „*upřesnit a stabilizovat plochy a jejich optimální využití*“. Pro rozvojovou osu krajského významu NOS5 Rozvojová osa Nové Město nad Metují – Rychnov nad Kněžnou, jejíž součástí je území vymezené pro rozvoj průmyslové zóny Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou – Solnice, stanovily ZÚR úkol pro územní plánování

„vymezením odpovídajících ploch změn a ploch a koridorů pro dopravní a technickou infrastrukturu zabezpečit územní podmínky rozvoje průmyslové zóny nadmístního významu Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou – Solnice (PZ1).“

Královéhradecký kraj prostřednictvím ZÚR tímto sice uznal nadmístní význam průmyslové zóny a uznal tak vliv průmyslové zóny přes hranice obec Kvasiny a města Solnice, na jejichž správním území se převažující část průmyslové zóny tehdy nacházela, na svou koordinační roli v rámci ZÚR však Královéhradecký kraj rezignoval.

Pro zpřesnění plochy PZ1 pro Průmyslovou zónu Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou v územních plánech nestanovily ZÚR žádné konkrétní podmínky, ani např. podmínku podmíněnosti dalšího rozvoje průmyslové zóny předchozí realizací konkrétních záměrů např. na zkapacitnění a zkvalitnění veřejné infrastruktury. Žádné podmínky pro další rozvoj Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou nevyplývaly ani z vyhodnocení vlivů ZÚR na udržitelný rozvoj území ani z vyhodnocení vlivů ZÚR na životní prostředí (SEA). Kromě vlastní plochy (vyjádřené toliko schematickou bodovou značkou v prostoru území mezi městy Rychnov nad Kněžnou a Solnice a obcí Kvasiny) pro další rozvoj Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou vymezily ZÚR několik parciálních záměrů na zkapacitnění dopravní

infrastruktury, ty však nejenže nevytvářely záruku systémového řešení dopravní obslužnosti Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou, ale ZÚR jimi ani nepodmínily další rozvoj průmyslové zóny.

Právní dokument ZÚR vydaný v roce 2011 tak umožnil zcela libovolný, plošně nelimitovaný a nekoordinovaný rozvoj průmyslové zóny. Ba co víc, pro dotčená města Rychnov nad Kněžnou a Solnice a obec Kvasiny ZÚR stanovily povinnost vytvořit v územích plánech podmínky pro další rozvoj průmyslové zóny a vymezit plochy pro možný rozvoj průmyslové zóny, bez dalších podmínek.

Dokument ZÚR [179], jehož úkolem vyplývajícím z § 36 stavebního zákona (zákon č. 183/2006Sb.), je koordinovat územně plánovací činnost obcí v nadmístních souvislostech, které nelze objektivně řešit parciálně na území jednotlivých obcí, tak zcela rezignovaly na tuto svou koordinační roli a míru rozvoje průmyslové zóny, včetně souvisejícího rozvoje bydlení a zejména veřejných infrastruktur, ponechaly zcela na libovůli jednotlivých obcí.

Za aktivní podpory státu, který již v roce 2005 Průmyslovou zónu Solnice – Kvasiny zahrnul mezi tzv. strategické průmyslové zóny státu, jejichž rozvoj je podporován z Programu na podporu podnikatelských nemovitostí a infrastruktury spravovaného Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR a agenturou Czechinvest, tak byly v Územím plánu Rychnov nad Kněžnou [180], Územím plánu Solnice [181] a Územím plánu Kvasiny [182] postupně vymezeny zastavitelné plochy průmyslu pro další plošný rozvoj průmyslové zóny. Územní plány tak umožnily rozvoj průmyslové zóny opět bez jakýchkoli navazujících podmínek a podmíněností, bez řešení již existujících problémů s dopravou, s nedostatkem bytů pro nové zaměstnance a jejich rodiny či s nežádoucím rozvojem ubytoven.

Dne 9. 2. 2015 schválila vláda ČR Usnesení č. 97 k návrhu zabezpečení investiční přípravy akce Rozšíření strategické průmyslové zóny Solnice – Kvasiny a zlepšení veřejné infrastruktury v Královéhradeckém regionu [175], jehož přílohou bylo i Memorandum, v jehož rámci se Královéhradecký kraj mimo jiné zavázal připravit projekty v oblasti veřejné dopravní a technické infrastruktury. Součástí tohoto usnesení vlády je poměrně dlouhý seznam záměrů zejména v oblasti dopravní infrastruktury (obchvaty obcí na trasách těžké nákladní dopravy do/z Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou a směrem k dálnici D11, zkapacitnění železniční tratě Častolovice – Solnice pro nákladní i osobní dopravu, nové cyklostezky z obcí v okolí průmyslové zón do průmyslové zóny), technické infrastruktury a rozvoje bydlení a souvisejícího občanského vybavení, které mají doprovázet rozvoj průmyslové zóny s cílem saturovat a absorbovat v území nároky na území kladené rozvojem průmyslové zóny.

V Usnesení vlády ČR č. 97 ze dne 9. 2. 2015 [175] se společnost Škoda Auto, a.s. zavázala vytvořit do roku 2017 v průmyslové zóně 1 300 nových pracovních míst ve svém závodě a dalších 400 pracovních míst u dodavatelů. Tento závazek společnost Škoda Auto, a.s. nejen že v letech 2015 a 2016 realizací rozšíření výrobního závodu ŠKODA AUTO Kvasiny splnila, ale již v únoru 2017 v závodě Škoda Auto a.s. pracovalo 8 300 zaměstnanců a u dodavatelů dalších 2 000, oproti předpokladům usnesení vlády tedy o + 2 200, resp. o + 700 zaměstnanců více. Další masivní skokový rozvoj průmyslové zóny v letech 2015 až 2017 ale, obdobně jako v první a druhé etapě rozvoje v letech 2006 až 2011, nebyl doprovázen odpovídajícím rozvojem dopravní infrastruktury, území obcí v okolí průmyslové zóny nebylo a stále není adekvátně a uspokojivě připravené na příliv velkého množství nových zaměstnanců výrobních závodů, v území je nedostatek dostupných bytů pro nové zaměstnance a jejich rodiny, rychle

a živelně vznikají nové ubytovny, zhoršuje se bezpečnostní situace a je neúměrně zatěžována veškerá veřejná infrastruktura, zejména pak dopravní infrastruktura.

Sledované území se tak od roku 2016 potýká s nepříjemnými důsledky již nastalého rozvoje území, s důsledky změn v území, jimž měl předchozí proces územního plánování předejít. Reálný rozvoj území reaguje na nastalý rozvoj průmyslové zóny a výrobních závodů v ní s velkým zpožděním, rozvoj území je tak do značné míry spontánní, předem nepřipravený a nekoordinovaný. Aktuálním a naléhavým úkolem územního plánování v řešeném území je ex post usměrnit a pokud možno postupně zcela eliminovat nežádoucí a nepříjemné dopady již nastalého předchozího rozvoje průmyslové zóny v území, nikoli těmito nepříjemným dopadům předcházet, což je hlavním cílem územního plánování. Úkolem územního plánování v území dotčeném již nastalým rozvojem průmyslové zóny je vytvořit podmínky pro navrácení vyváženého stavu všech složek prostředí, zvláště pak dominanci ekonomického pilíře vyvážit posílením sociální soudržnosti a posílením životního prostředí.

Dosavadní rozvoj Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou je bezprecedentním příkladem selhání územního plánování jako nástroje řízení a předcházení realizaci možných rizik v území. Územní plánování je zde ve vleku reálného rozvoje území a až ex post reaguje na hledání řešení problémů v území vyvolaných již proběhnutým rozvojem. Namísto toho, aby územní plánování vytvářelo v území takové podmínky, které nebudou generovat konflikty, střety a realizaci možných rizik. Zásadami územního rozvoje, územními plány i navazujícími řízeními byl v území umožněn takový rozvoj, který vyvolal nežádoucí a nepříjemné dopady, zejména dopravní problémy, bezpečnostní problémy a narušení sociální soudržnosti společenství obyvatel. Ex post jsou pak zpětně v zásadách územního rozvoje a následně v územních plánech hledána řešení těchto problémů. Cesta k realizaci záměrů eliminujících nebo alespoň zmírňujících problémy v území je však dlouhá a může trvat několik let. Průmysl v území se však dále rozvíjí a generuje nové problémy, které se kumulují (sčítají) s již existujícími problémy. Celý proces územního plánování je přitom dle stavebního zákona nastaven zcela opačně a disponuje k tomu i potřebnými nástroji, jako je regulace plošného a prostorového uspořádání území, nebo nástroj etapizace, kterým mohou územně plánovací dokumentace podmínit další rozvoj předchozí realizací konkrétní veřejné infrastruktury. Plánovací proces Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou prošel několika legislativně danými fázemi, jejichž úkolem je mimo jiné identifikovat možná rizika nepříjemných dopadů záměru na území a vytvořit pak v území podmínky pro úplnou eliminaci těchto rizik, resp. pro snížení případných dopadů identifikovaných rizik na akceptovatelnou míru. Ve kterékoli fázi plánovacího procesu mohlo být zataženo za záchrannou brzdu a další rozvoj průmyslu v průmyslové zóně mohl být zcela znemožněn. Nic z toho se však nestalo.

Územní plánování na základě stavebního zákona č. 183/2006 Sb. disponuje mnoha dílčími nástroji, prostředky a procesními postupy k řízení a přecházení rizik. Jedním z nejzákladnějších prostředků předcházení nežádoucím a nepříjemným důsledkům plánovaného rozvoje území je samotné vymezení plošného rozsahu území, v němž je možné rozvíjet zástavbu pro předem stanovený účel. Územní plánování určuje, kde se ještě smí stavět, včetně účelu, formy a intenzity zástavby, a kde je již území nutné před další zástavbou chránit pro volnou krajinu, zemědělské a lesnické hospodaření v krajině, pro přírodní procesy a další funkce volné krajiny. Velikost zastavěného území a míra jeho expanze do krajiny formou zastavitelných ploch by měla vždy reflektovat především trend vývoje počtu obyvatel a ekonomických aktivit, které lze do budoucna v území reálně očekávat, a zároveň by měla brát v úvahu ekologickou únosnost území.

Dalším důležitým prostředkem předcházení nepřijatelným důsledkům plánovaného rozvoje území je regulace způsobu a intenzity využití území. Kromě toho, že územně plánovací dokumentace určují plošný rozsah zástavby a její účel, jak je uvedeno výše, mohou určit také charakter a strukturu zástavby, například výšku zástavby, její hustotu, intenzitu využití pozemků, podíl nezpevněných či vegetačních ploch umožňujících rekultivaci a další.

Plánování veřejné infrastruktury je dalším okruhem prostředků, jímž může územní plánování podpořit udržitelný rozvoj území a předcházet tak či zamezovat disparitám v území. Úkolem územního plánování je vytvářet podmínky pro rozvoj veřejné infrastruktury, tedy veřejné dopravní a technické infrastruktury, občanského vybavení a veřejných prostranství, která bude přiměřeně obsluhovat území a ohledem na účel a intenzitu jeho využití. Protože vybavení území veřejnými infrastrukturami je veřejný zájem, mohou územně plánovací dokumentace pozemky a stavby pro vybrané veřejně prospěšné stavby nebo veřejně prospěšná opatření vymezit k vyvlastnění, nebo pro předkupní právo.

V neposlední řadě je významným prostředkem územního plánování k předcházení rizik v území plánování časovosti rozvoje. Územní plánování má možnost ovlivňovat pořadí, v jakém bude v území docházet k jeho plánovaným změnám. Má možnost etapizovat rozvoj území po jednotlivých dílčích krocích, kdy každý další krok je podmíněn ukončením předchozího kroku. Územní plánování může také stanovovat pořadí realizace rozhodujících investic v území tak, aby vlivem nevhodného průběhu rozvoje nedošlo k nežádoucím dopadům na kvalitu prostředí, překročení kapacity veřejných infrastruktur, ohrožení stávajících hodnot území apod. Zásady územního rozvoje nebo územní plán mohou typicky podmínit další rozvoj průmyslové zóny předcházející realizací obchvatu obce, nebo zkapacitněním konkrétní křižovatky apod.

Problémem je, že stavební zákon č. 183/2006 Sb. ukládá požadavky příliš obecně a že veřejná správa nemá kvalifikované nástroje, kterými lze určit kritická místa a ošetřit rizika, která jsou s nimi spojená. Práce [1] obsahuje nástroj, kterým může veřejná správa možným rizikům předejít.

4.2.2.4. Vyhodnocení dopadů metodou What - If

Nekoordinovaný rozsáhlý a rychlý rozvoj Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou vyvolal řadu nežádoucích a nepřijatelných dopadů zejména na své okolí. Některé nežádoucí dopady a důsledky rozvoje průmyslové zóny byly a dodnes jsou zaznamenávány nejen ve spádovém regionu průmyslové zóny, sahajícího do vzdálenosti 10–15 km od průmyslové zóny, ale dokonce i několik desítek kilometrů daleko od průmyslové zóny. Zejména se přitom jedná o nepřijatelné dopady na obyvatelstvo obcí v okolí průmyslové zóny a dále pak o vysoký nárůst dopravní zátěže a s tím související eskalaci dopravních problémů na silniční síti do vzdálenosti desítky kilometrů od průmyslové zóny.

Tabulka 7 shrnuje dopady nekoordinovaného masivního a rychlého rozvoje Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou, a to jednak na okolí a širší region průmyslové zóny, a jednak na průmyslovou zónu samotnou, a to dle stavu v území ke konci roku 2017.

Tabulka 7. Dopady nekoordinovaného masivního rozvoje Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou metodou What – If .

Aktivum	Dopady
OKOLÍ A ŠIRŠÍ REGION	
Životy a zdraví lidí	<p>Poškození životů a zdraví obyvatel v důsledku zvýšení hlukové zátěže a emisí z automobilové dopravy na průjezdných úsecích silnic v obydlených částech obcí v širším okolí průmyslové zóny.</p> <p>Velmi významné je poškození životů a zdraví obyvatel v důsledku zvýšení hluku z provozu nové lakovny v závodě ŠKODA AUTO Kvasiny.</p>
Bezpečí lidí	<p>Nárůst dopravních nehod z důvodu nárůstu intenzit automobilové dopravy a tvorby kongescí na křižovatkách.</p> <p>Nárůst dopravních přestupků (špatné parkování, rychlá jízda v obci, nesprávné předjíždění ad.).</p> <p>Parkování automobilů na místech, která k tomu nejsou určená (typicky na chodnících, na cyklostezkách, v prostoru křižovatek, v blízkosti přechodů pro chodce apod.), s důsledky v ohrožení bezpečnosti provozu chodců a cyklistů, zhoršení rozhledových poměrů na přechodech a s důsledky v zábořích chodníků či cyklostezek parkujícími vozidly ad.</p> <p>Nárůst majetkových trestných činů (krádeže, poškozování cizí věci).</p> <p>Nárůst přestupků proti občanskému soužití (výtržnictví, rušení nočního klidu).</p>
Majetek	<p>Poškození dopravních komunikací a objektů v důsledku husté a těžké dopravy, která zvyšuje rychlé opotřebení a působí vibrace, které narušují stavby, a působí jejich znečištění, což vede i ke ztrátě ceny objektů.</p>
Veřejné blaho	<p>Z důvodu „vysátí“ disponibilní pracovní síly závody v průmyslové zóně a z důvodu vysokých platů v závodech v průmyslové zóně se projevuje vážný nedostatek zaměstnanců ve zdravotnictví (zejména zdravotní sestry a technický personál), ve školství (učitelé i nepedagogičtí pracovníci) a ve službách (kuchaři, čišníci, pomocný personál), kteří odcházejí za lépe placenou práci do závodů v průmyslové zóně, což vede k omezení služeb pro obyvatelstvo obcí v okolí průmyslové zóny.</p> <p>Degradace veřejných prostranství obcí parkujícími automobily zaměstnanců průmyslové zóny (zejména Solnice a Kvasiny).</p> <p>Omezení dopravního provozu při dopravních kongescích na silnicích v okolí průmyslové zóny.</p> <p>Celospolečenské náklady na ztrátu času při dojíždění zaměstnanců na dlouhé vzdálenosti a na snížení produktivity práce z důvodu únavy zaměstnanců z dalekého dojíždění.</p>
Životní prostředí	<p>Vysoká hluková zátěž a vysoké emise z automobilové dopravy v širším okolí průmyslové zóny. Tím dochází k permanentnímu</p>

	poškození ovzduší, vody, půdy, flóry a fauny v okolí zóny a dopravních komunikací. Zvýšené množství komunálních odpadů v souvislosti s vysokou koncentrací zaměstnanců ubytovaných na ubytovnách nebo ve sdílených nájemních bytech.
Infrastruktury a technologie	
Dodávky energií	Průmyslová zóna má vlastní zdroj energií. Přímé dopady nebyly zaznamenány.
Dodávky vody	Průmyslová zóna má vlastní zdroj vody. Přímé dopady nebyly zaznamenány.
Kanalizace	Průmyslová zóna má vlastní kanalizaci. Přímé dopady nebyly zaznamenány.
Přepravní síť	Přetížení a zvýšené opotřebení komunikací. Celodenní kongesce dopravy na všech křižovatkách na silnici I/14 v úseku Rychnov nad Kněžnou – Solnice. V čase střídání směn v závodě ŠKODA AUTO Kvasiny dopravní kongesce také na dalších radiálních silnicích směřujících k průmyslové zóně (kongesce například až v Novém městě nad Metují, Dobrušce, Opočně, Častolovicích ad.)
Komunikační a informační sítě	Průmyslová zóna má vlastní sítě IT. Přímé dopady nebyly zaznamenány.
Bankovní a finanční sektor	Průmyslová zóna má vlastní sektor. Přímé dopady nebyly zaznamenány.
Nouzové služby	Zvýšené požadavky na činnost IZS z důvodu téměř nepřetržitých dopravních kongescí na silnici I/14 v úseku Rychnov nad Kněžnou – Solnice i na jediné přístupové silnici III/32118 do průmyslové zóny. Zvýšené nároky na policii v důsledku vysoké kriminality a přeštoků vůči občanskému soužití. Zvýšené nároky na zdravotnická zařízení v důsledku velkého množství přechodných obyvatel.
Základní služby v území (průmysl, zemědělství, zásobování, zdravotnictví, likvidace odpadů, sociální služby, pohřební služby) [10]	V souvislosti s masivním zvýšením počtu osob v obcích v širším okolí průmyslové zóny jsou vyvolané investice do rozvoje veřejného občanského vybavení: <ul style="list-style-type: none"> - revitalizace MŠ a ZŠ Kvasiny, - tělocvična a venkovní sportoviště Kvasiny, - rekonstrukce sokolovny Kvasiny, - víceúčelové sportoviště Solnice, - rekonstrukce sportovišť v Rychnově nad Kněžnou, - učebny školy Solnice, - zázemí sportovního areálu Kvasiny, - rozšíření a přístavba kulturního domu Kvasiny, - přístavba obecního úřadu Kvasiny, - rekonstrukce a přístavba kulturního domu Solnice, - modernizace VOŠ a SPŠ Rychnov nad Kněžnou, - rekonstrukce kina Rychnov nad Kněžnou, - modernizace technického vybavení HZS KHK,

		<ul style="list-style-type: none"> - rekonstrukce a přístavba Oblastní nemocnice Rychnov nad Kněžnou <p>odhadované investice 546 000 000 Kč.</p>
	<p>Státní správa a samospráva</p>	<p>Růst administrativní zátěže úřadů.</p> <p>Vyšší náklady na svoz a likvidaci komunálního odpadu (vzhledem k tomu, že tito přechodně ubytovaní zaměstnanci nejsou v obcích trvale hlášeni, náklady na svoz a likvidaci odpadů nese samospráva příslušných obcí z vlastních zdrojů).</p> <p>Vyvolané investice [181]. Kromě výše uvedených jde o:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vyvolané investice do výstavby obchvatů obcí a přeložek silnic (ŘSD, Královéhradecký kraj): zkapacitnění přístupu do průmyslové zóny od silnice I/14, komunikace PZ Solnice – PZ Lipovka, zkapacitnění silnice I/14 včetně všech křižovatek v úseku Rychnov nad Kněžnou – Solnice, severozápadní obchvat Solnice na silnici I/14, obchvat Černíkovice – Domašín na silnici II/321, rekonstrukce podjezdu silnice III/30821 na železniční trati v Novém Městě nad Metují, obchvat Častolovic na silnici I/11, včetně napojení na silnice II/318 a II/321, obchvat Kostelce nad Orlicí na silnici I/11: odhadované investice 2 200 000 000 Kč. - vyvolané investice do zvýšení kapacity železniční stanice Solnice a do výstavby nové železniční stanice Lipovka (SŽDC): odhadované investice 380 000 000 Kč - vyvolané investice do výstavby a rekonstrukce dopravní infrastruktury obcí (Kvasiny, Bílý Újezd, Solnice, Rychnov nad Kněžnou): chodníky a cyklostezky do průmyslové zóny, přechody pro chodce: odhadované investice 81 800 000 Kč - vyvolané investice do technické infrastruktury obcí (Kvasiny, Solnice, Rychnov nad Kněžnou): veřejné osvětlení, bezpečnostní kamerové systémy, kanalizace, veřejný vodovod: odhadované investice 137 500 000 Kč - vyvolané investice do technické infrastruktury rozvojových ploch pro bydlení (Kvasiny, Solnice, Rychnov nad Kněžnou): základní technické vybavení stavebních pozemků: odhadované investice 316 000 000 Kč <p>V souvislosti s nárůstem kriminality a přestupků a dále v souvislosti se zhoršením dopravně-bezpečnostní situace vlivem zvýšení intenzit dopravy v širším okolí průmyslové zóny musela být navýšena systematizovaná služební místa v Krajském ředitelství Policie Královéhradeckého kraje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 8 služebních míst na obvodním oddělení policie Rychnov n. K., - 4 služební místa na dopravním inspektorátu Rychnov n. K., - 2 služební místa na dopravním inspektorátu Náchod, - 12 služebních míst na pohotovostním a eskortním oddělení Hradec Králové, - 10 služebních míst na oddělení pobytové kontroly, pátrání a eskort odboru cizinecké policie; <p>zvýšené náklady na služební příjmy 20 794 095 Kč ročně + materiálně technické zabezpečení nově zřízené policejní služebny Solnice: 4 863 500 Kč [181].</p> <p>Zřízení Koordinačního centra pro cizince v Průmyslové zóně Kvasiny (v souvislosti s nárůstem počtu zaměstnanců z ciziny, včetně</p>

	<p>nárůstu zaměstnanců ze zemí třetího světa, bylo nutné v Rychnově nad Kněžnou).</p> <p>Zvýšení počtu pracovních míst Městského úřadu v Rychnově nad Kněžnou, konkrétně na odboru sociálních věcí a odboru správních činností, a to v počtu 10 nových úředníků (z důvodu řešení administrativní a organizační podpory zaměstnancům).</p> <p>Zvýšené nároky na personální kapacity úřadu územního plánování a stavebního úřadu Městského úřadu v Rychnově nad Kněžnou (v souvislosti se zvýšenou stavební aktivitou, velkého objemu plánovací a projektové přípravy staveb v průmyslové zóně samotné i v obcích v okolí průmyslové zóny).</p>
PRŮMYSLOVÁ ZÓNA	
Zaměstnanci	<p>Vysoká fluktuace zaměstnanců – rychlý rozvoj výroby a požadavek na maximální výkon v nových výrobních provozech vyvolává zvýšený tlak na výkony zaměstnanců a vytváří stresové pracovní prostředí.</p> <p>Poškození zdraví zaměstnanců z důvodu únavy a frustrace zaměstnanců z dojíždění do zaměstnání na velké vzdálenosti anebo z hygienicky a prostorově nevyhovujícího ubytování na ubytovnách nebo v nájemních sdílených bytech (není výjimkou, že jeden panelákový byt 3+1 sdílí dohromady až 12 zaměstnanců).</p>
Majetek	Data z průmyslové zóny nejsou přístupná.
Pracovní prostředí	Data z průmyslové zóny nejsou přístupná.
Personál	Vysoká finanční a časová náročnost vyhledávání a získávání nových zaměstnanců průmyslové zóny. S ohledem na nedostatek disponibilní pracovní síly v akceptovatelné dojezdové vzdálenosti průmyslové zóny musí personalisté a personální agentury vyhledávat nové zaměstnance v širším okolí zóny, včetně okolních regionů i okolních zemí, a to včetně zemí třetího světa.
Technické vybavení	Data z průmyslové zóny nejsou přístupná. Zatím nebyla havárie, jejíž dopady se dostaly přes plot uzavřené zóny.
Prioritní zařízení, komponenty	Data z průmyslové zóny nejsou přístupná.
Omezení provozu	Občasné zdržení procesu montáže z důvodu nedodržení dodávky montážních komponent na montážní linku z důvodu zdržení dodávky v dopravní zácpě na přetížené silniční síti v okolí průmyslové zóny.
Další	<p>Poškození dobrého jména Škoda Auto a.s. v regionu, zejména v souvislosti s vysátím disponibilních zaměstnanců, s nárůstem problematických agenturních zaměstnanců a zaměstnanců z cizích zemí, včetně zemí třetího světa, v souvislosti s nárůstem kriminality a přestupkového jednání a dále v souvislosti s razantním nárůstem dopravní zátěže v širším okolí průmyslové zóny. Zvýšené náklady na svozovou dopravu zaměstnanců z měst a obcí vzdálených i několik desítek kilometrů od průmyslové zóny (např. svozová doprava ze Svitav, Ústí nad Orlicí, Králíků, Pardubic, Hradce Králové apod.)</p> <p>Zvýšené náklady na budování firemních ubytoven, resp. na podporu ubytoven s požadovaným standardem ubytovacích služeb.</p>

Údaje v tabulce 7 jsou vysoce nepříznivé pro občany žijící v okolí průmyslové zóny. Ukazují značné dopady na bezpečí lidí a veřejné blaho. Předmětná stavba je příkladem toho, že při výběru typu a umístění průmyslové zóny byly podceněny dopady na lidi a životní prostředí; tj. území nebylo předem připraveno, jak ukazuje srovnání s požadavky v práci [1]. V projektu pak byly podceněny: výstavba kapacitních dopravních staveb; nároky na personál a jeho potřeby, tj. řízení celkové bezpečnosti.

4.2.2.5. Poučení

Při plánování rozvoje Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou selhala koordinační role celého procesu územního plánování a procesu umísťování stavby do území. Takto plošně rozsáhlá průmyslová zóna jednoznačně generuje vlivy přesahující území jedné obce, *ZUR* [179] proto měly stanovit mantinely plošného rozvoje průmyslu a intenzity využití průmyslové zóny.

Skutečnost, že obce Rychnov nad Kněžnou, Solnice a Kvasiny, na jejichž správních územích se průmyslová zóna nachází, se mezi sebou byly schopné o plošném rozvoji průmyslové zóny dohodnout, neměla být důvodem pro rezignaci na jakoukoli koordinaci míry a intenzity rozvoje průmyslové zóny ze strany zásad územního rozvoje. Zásady územního rozvoje přitom měly zároveň stanovit podmíněnost dalšího plošného rozvoje průmyslu v průmyslové zóně předcházející realizací konkrétních záměrů veřejné infrastruktury, například vybraných obchvatů obcí na nejvýznamnějších trasách těžké nákladní dopravy z/do průmyslové zóny, zkapacitněním vybraných úseků silnic a křižovatek, kde vlivem přetížení vysokou intenzitou těžké nákladní dopravy vznikají nežádoucí kongesce a dopravně kolizní situace, nebo zkapacitněním železniční trati do Solnice pro potřeby dopravy zaměstnanců i nákladů apod. Tak mohlo být předejito nynějším dopravním problémům nejen v bezprostředním okolí průmyslové zóny, ale v širším regionu ve vzdálenosti až desítky kilometrů od průmyslové zóny.

Při plánování rozvoje Průmyslové zóny Solnice – Kvasiny – Rychnov nad Kněžnou selhal zjevně také proces vyhodnocování vlivů koncepcí, konkrétně zásad územního rozvoje i územních plánů a změn územních plánů dotčených obcí na životní prostředí, tedy proces SEA. Ten měl zejména prostřednictvím vyhodnocení synergických a kumulativních vlivů identifikovat jednoznačné zdroje rizik spojených s další kumulací zátěže z rozvoje průmyslové zóny, nad rámec již existující zátěže území.

Selhaly také samotné obce, na jejichž území se průmyslová zóna nachází. I přes zjevné problémy z již nastalého rozvoje průmyslové zóny v etapách jedna a dvě umožnily prostřednictvím změn svých územních plánů další plošný rozvoj v etapě tři i v dalších, dosud nerealizovaných etap rozvoje, a tedy další intenzifikaci využití průmyslové zóny.

Územní plánování kodifikované ve stavebním zákoně (zákon č. 183/2006 Sb.) disponuje mnoha dílčími nástroji, prostředky a procesními postupy k řízení a přecházení realizace možných rizik. Jedním z nejzákladnějších prostředků předcházení nežádoucím a nepřijatelným důsledkům plánovaného rozvoje území je samotné vymezení plošného rozsahu území, v němž je možné rozvíjet zástavbu pro předem stanovený účel. Územní plánování určuje, kde se ještě smí stavět, včetně účelu, formy a intenzity zástavby, a kde je již území nutné před další zástavbou chránit pro volnou krajinu, zemědělské a lesnické hospodaření v krajině, pro přírodní procesy a další funkce volné krajiny. Velikost zastavěného území a míra jeho expanze do krajiny formou zastavitelných ploch by měla vždy reflektovat především trend vývoje počtu obyvatel a ekonomických

aktivit, které lze do budoucna v území reálně očekávat, a zároveň by měla brát v úvahu ekologickou únosnost území.

Dalším důležitým prostředkem předcházení nepřijatelným důsledkům plánovaného rozvoje území je regulace způsobu a intenzity využití území. Kromě toho, že územně plánovací dokumentace určují plošný rozsah zástavby a její účel, jak je uvedeno výše, mohou určit také charakter a strukturu zástavby, například výšku zástavby, její hustotu, intenzitu využití pozemků, podíl nezpevněných či vegetačních ploch umožňujících retenci a další.

Plánování veřejné infrastruktury je dalším okruhem prostředků, jímž může územní plánování podpořit udržitelný rozvoj území a předcházet tak či zcela zamezovat disparitám a možným konfliktům v území. Úkolem územního plánování je vytvářet podmínky pro rozvoj veřejné infrastruktury, tedy veřejné dopravní a technické infrastruktury, občanského vybavení a veřejných prostranství, která bude přiměřeně obsluhovat území a ohledem na účel a intenzitu jeho využití. Protože vybavení území veřejnými infrastrukturami je veřejný zájem, mohou územně plánovací dokumentace pozemky a stavby pro vybrané veřejně prospěšné stavby nebo veřejně prospěšná opatření vymezit k vyvlastnění, nebo pro předkupní právo.

V neposlední řadě je významným prostředkem územního plánování k předcházení realizace možných rizik v území plánování časovosti rozvoje. Územní plánování má možnost ovlivňovat pořadí, v jakém bude v území docházet k jeho plánovaným změnám. Má možnost etapizovat rozvoj území po jednotlivých dílčích krocích, kdy každý další krok je podmíněn ukončením předchozího kroku. Územní plánování může také stanovovat pořadí realizace rozhodujících investic v území tak, aby vlivem nevhodného průběhu rozvoje nedošlo k nežádoucím dopadům na kvalitu prostředí, překročení kapacity veřejných infrastruktur, ohrožení stávajících hodnot území apod. Zásady územního rozvoje nebo územní plán anebo regulační plán mohou typicky podmínit další rozvoj průmyslové zóny předcházející realizací obchvatu obce, nebo zkapacitněním konkrétní křižovatky apod.

4.3. Příčiny selhání technického díla, které vznikly při projektování, zhotovení či uvádění do provozu

V předchozím odstavci je ukázáno několik případů havárií a selhání technického díla z důvodu závad v projektu, zhotovení či uvádění do provozu. Jejich analýza ukazuje složitost problému. Navíc je třeba zvažovat, že technologie zastarávají, provoz technických děl se stává náročný na energii, chladiivo, personál, finance, a tak je třeba značná předvídatost při výstavbě složitých technických děl.

Na základě kritické analýzy dat a údajů o více než 500 haváriích a selháních, u kterých se vyskytly příčiny spojené se sledovanou fází technického díla:

- uvedených dříve,
- publikovaných v literatuře o haváriích a selháních technických děl [4,5,15-30,40,50,51,57,67,71,76,77,109,112,150-153,183-198],
- získaných z dostupných zápisů inspekcí TIČR, BOZP, ČIŽP, ČBU, kterých se účastnila autorka, anebo o nich dostala přímou informaci od inspektorů jmenovaných organizací či od pracovníků IZS, kterým poskytovala odborné konzultace [77]

byly zjištěny příčiny selhání sledovaného procesu: věcné chyby při projektování; věcné chyby při zhotovení stavby; věcné chyby při konstrukci a montáži technickým vybavením; chyby při testech; chyby při spouštění; nedodržení požadavků legislativy a norem; chyby v dozoru zhotovitele; chyby v dohledu státní správy; chyby v organizační oblasti na straně veřejné správy; chyby v organizační oblasti na straně zhotovitele a investora; nedokonalosti či chyby v použitých nástrojích IT; chyby v dohledu veřejné správy; nedostatky v kontrolní pravomoci veřejné správy; špatná vynutitelnost práva; opomenutí faktorů z oblasti ekonomiky, ekologie a sociální.

Konkrétní zjištěné příčiny selhání a havárií technických děl, které byly nalezeny v procesu zahrnujícím projektování, zhotovení a uvádění do provozu, jsou opomenutí, chyby a nedostatky při:

1. **Projektování technického díla – věcná oblast:**

- chyby v zadávacích podmínkách (nepoužití postup All Hazard Approach – tj. zanedbání některých možných pohrom možných v lokalitě; nesprávně stanovená velikost ohrožení (podcenění velikosti pohrom – např. jen aplikací deterministických anebo pravděpodobnostních metod; tj. nepoužití teorií dovolujících stanovení extrémů z důvodu nepravidelnosti a řídkosti výskytu extrémních jevů),
- chyby v projektu (pro výpočty použit nevhodný model stavby s ohledem na podmínky v lokalitě, a to buď příliš teoretický, nebo obecný či neměl vypořádaný nejistoty a neurčitosti; nezpracován správně princip Defence-in-depth)
- nezvážení zranitelností lokality (např. velké množství obyvatel, existenci objektů jako jsou nemocnice, školy apod.; nedostatečně kapacitní zdroje energie, vody a kanalizace, nedostatečná kapacita dopravních cest, nedostatek personálu k obsluze apod.),
- neurčení kritických míst stavby, a tudíž nepřijetí opatření na základě vyhodnocení rizik k jejich bezpečnosti, tj. k zajištění jejich spolehlivosti a zachování provozuschopnosti za abnormálních a kritických podmínek (bariéry, zálohy),
- neurčení kritických míst technologie a výrobních procesů, a tudíž nepřijetí opatření na základě vyhodnocení rizik k jejich bezpečnosti, ochraně a k zachování provozuschopnosti za abnormálních a kritických podmínek (bariéry, zálohy, principy ke zvýšení bezpečnosti),
- nebyla určena a v projektu zvážena a odpovídajícím způsobem řešena kritická místa technologie (tlaková zařízení, ve kterých jsou nebezpečné látky, anebo v nich probíhají nebezpečné reakce či natlakovaná potrubí, hlavně ta s nebezpečnými látkami) a místa, ve kterých je nebezpečí selhání obsluhy z pohledu možných rizik,
- nedodržení norem a přístupů dobré praxe či použití chybných norem, což způsobilo, že v projektu navrženy: nevhodné materiály; nevhodné technické principy; nevhodné postupy výstavby; nevhodné postupy konstrukce; nebyly stanoveny kritické procesy výstavby a konstrukce a navržena specifická opatření pro jejich kvalitní provedení; zařízení, stroje, komponenty a systémy nesplňovaly požadavek na bezpečnost, spolehlivost a dlouhodobou funkčnost, tj. trvanlivost a snadnou ovladatelnost zařízení a procesů; nerespektovány ergonomické požadavky obsluhy, nároky servisu, údržbu a finanční náklady s nimi spojené; nevhodné umístění ochranných zařízení a systémů na podporu bezpečnosti; nevhodné technologie výstavby, konstrukcí a montáže,
- při vytváření projektu automatických a poloautomatických systémů řízení byly nedostatky způsobené nedostatečným poznáním nebo nedostatečnou

spoluprací specialistů z různých oborů či použitím chybných nebo nedokonalých nástrojů IT,

- nezpracování technických opatření pro základní fyzickou a kybernetickou ochranu technického díla,
- nezvážení možností změn v: zákonech během výstavby; systému daní během výstavby; systému úroků během výstavby; situaci na trhu – inflace, deflace, změny poptávky aj.; podpory technického díla ze strany státu (např. při změně politické reprezentace); dodávkách zásadních materiálů a technologií a spolehalo se jen na jednoho dodavatele, což vedlo k problémům při výstavbě a provozu – např. z nedostatku financí či nedostupnosti daného materiálu pak byly ošizeny některé stavby a vybavení.

2. Stavba technického díla – věcná oblast:

- stavba zahájena bez dostatečné přípravy,
- nedodržení norem a přístupů dobré praxe, což způsobilo volbu chybné technologie výstavby (nevhodný materiál, nevhodný harmonogram prací, což se odrazilo v častých prostojích, prodlužování výstavby a v růstu finančních nákladů; chaos na pracovišti),
- špatné provedení stavebních prací u kritických staveb způsobený nedostatkem prostředků jako: nedostatek nástrojů a materiálů; zastaralá dokumentace či nevhodné pracovní podmínky.

3. Konstrukce a montáž technického díla – věcná oblast:

- montáže zahájeny bez dostatečné přípravy (např. nebylo určeno rozmístění kabelových hlav na stěně),
- nedodržení norem a přístupů dobré praxe, což umožnilo chybné nebo vadné postupy, které způsobily: vadné konstrukce tlakových nádob, ventilů a přípojek; špatné provedení těsných spojení šrouby; vadné svary,
- chybný harmonogram prací, což se odrazilo v častých prostojích, prodlužování výstavby a v růstu finančních nákladů a v chaosu na pracovišti.

4. Testování staveb a technologie technického díla – věcná oblast:

- nesestavení přesného harmonogramu prací,
- nesestavena stupnice na hodnocení kritičnosti kritických zařízení,
- neurčení přesných podmínek pro najíždění a odstavování kritických zařízení, kterými jsou např. tlaková zařízení, systémy pro podporu bezpečnosti, systémy pro zajištění bezpečnosti apod.
- nekvalitně provedené testy kritických strojů, zařízení, komponent a systémů, např. opomenutí zkoušek těsnosti u tlakových zařízení nebo potrubních systémů natlakovaných nebezpečnými látkami,
- použití chybných nebo nevhodných metod pro testy potřebné pro ověření spolehlivosti a bezpečnosti; např. nesprávně zvolené testy pro nedestruktivní testování,
- nedodržení norem a přístupů dobré praxe (nedostatečné znalosti, opomenutí, lidské selhání),
- použití chybných nebo nedokonalých nástrojů IT při ověřování výsledků testů (založených např. na stromových modelech, které nemají schopnost posoudit velikost specifických rizik, např. selhání technologického procesu kvůli současné vícenásobnému selhání několika kritických komponent např. v důsledku vnějších pohrom).

5. Zkušební provoz technického díla – věcná oblast:

- použití chybných postupů,

- nesestavení přesného harmonogramu prací (chaos, uspěchanost),
 - nedodržení norem a přístupů dobré praxe (nedostatečné znalosti, uspěchanost), tj. nekvalitně provedený zkušební provoz strojů, zařízení, komponent a systémů,
 - nebyly provedeny průkazy bezpečnosti, tj. prověření, zda u všech kritických zařízení jsou opatření na zvládnutí poruch funkční a dostatečně účinná.
6. **Spouštění (uvedení do trvalého provozu) technického díla – věcná oblast:**
- nedodržení norem a přístupů dobré praxe (nedostatečné znalosti, uspěchanost),
 - nesestavení přesného harmonogramu prací (chaos, uspěchanost),
7. **Dohled veřejné správy nad projektováním a zhotovováním technického díla – organizační oblast:**
- nedostatečný dohled veřejné správy, např. nevyžadovala dokumentaci o průkazu bezpečnosti technického díla (tj. v českém slangu bezpečnostní dokumentaci) ve všech důležitých výše zmíněných sledovaných šesti etapách technického díla,
 - zanedbání řešení dostatečné kapacity místních zdrojů energie, vody a kanalizace, dopravních cest a personálu při umístění a projektování technického díla,
 - dovolena významná kontaminace životního prostředí a dlouhodobé narušení života místních obyvatel při výstavbě,
 - zanedbání posouzení finanční schopnosti zhotovitele a investora při udělování příslušných povolení.
8. **Dozor zhotovitele a investora technického díla nad projektováním a zhotovováním díla – organizační oblast:**
- nedostatečný dohled, tj. nesestavování průkazu bezpečnosti technického díla (tj. v českém slangu bezpečnostní dokumentaci) ve všech důležitých výše zmíněných sledovaných šesti etapách technického díla,
 - podcenění řízení bezpečnosti,
 - podcenění faktorů z oblasti ekonomiky (finance),
 - podcenění faktorů z oblasti životního prostředí,
 - podcenění faktorů z oblasti sociální (potřeby místní populace).
9. **Nedostatečná legislativa:**
- nedostatečná kontrolní pravomoc veřejné správy,
 - nedostatečná legislativa upravující požadavky na projektování, zhotovení a uvedení do provozu technických děl (příliš obecná, neúplná, dovoluje několikerý výklad),
 - nedostatečná vynutitelnost práva na úseku bezpečnosti, ochrany zaměstnanců, ochrany veřejnosti a životního prostředí.
11. **Jiné:**
- stát neměl zajištěnu odbornou instituci, která byla schopna odborně posoudit proces zhotovení technického díla po všech stránkách,
 - uspěchanost při projektování a výstavbě kvůli tlaku politiků,
 - stát neměl vypracován systém dohledu nad projektováním a zhotovováním technických děl,
 - stát neměl kritéria na posuzování správnosti projektování a zhotovování technických děl,
 - zhotovitel a investor během projektování a zhotovování technického díla nespoupravovali s veřejnou správou,

- zemětřesení,
- sesuv,
- povodeň,
- požár.

Příčiny narušení koexistence způsobené u technického díla chybným provedením procesu projektování, zhotovení a spouštění technického díla jsou znázorněny na obrázku 32.



Obr. 32. Příčiny selhání koexistence technického díla a jeho okolí z důvodu nedostatků či chyb při projektování, zhotovení a spouštění technického díla do provozu.

Z obrázku 32 vyplývá, že hlavní příčiny narušení koexistence způsobené chybným provedením procesu projektování, zhotovení a uvedení do provozu technického díla jsou především spojeny se znalostmi a chováním zhotovitelů a investorů, a také orgánů veřejné správy, které řídí území, povolují a dozorují technická díla v území, což potvrzuje závěry uvedené v pracích [1,4,5]. Z pohledu úplnosti je třeba uvést, že v řadě případů se uplatnily i neurčitosti, které jsou způsobeny dynamickým vývojem světa, který nemá lidstvo pod kontrolou.

5. DSS PRO ŘÍZENÍ RIZIK ZACÍLENÉ NA BEZPEČNOST TECHNICKÝCH DĚL PŘI PROJEKTOVÁNÍ, ZHOTOVENÍ A UVÁDĚNÍ DO PROVOZU

Jak již bylo dříve mnohokrát zdůrazněno, technická díla důležitá pro lidskou společnost jsou složité socio-kyber-technologické (možná lépe socio-kyber-technické) systémy, které zahrnují jednak složité objekty a jednak infrastruktury, které mohou pracovat samostatně a dohromady pak plní zcela jedinečný úkol, který je vzdálený od úkolů jednotlivých složitých systémů (např. systémy pro výrobu, distribuci a spotřebu elektřiny, plynu apod.) [4]. Jejich model je otevřený systém systémů (tj. soubor vzájemně propojených otevřených systémů), např. [4-7]. Z důvodu respektování složitosti nelze při jejich projektování, zhotovení a uvádění do provozu používat jednoduché postupy, protože tím se nezvažují vzájemné interakce dílčích systémů za možných podmínek; dochází totiž k velkým zanedbáním reálné situace.

5.1. Shrnutí principů použitých při sestavení DSS

V zájmu lidské společnosti i investujících subjektů je budovat bezpečná technická díla, která jsou zhotovena za přijatelných nákladů a plní spolehlivě úkoly po celou dobu životnosti, a proto je nutné kvalifikovaně rozhodovat při projektování, zhotovení a spouštění technického díla do provozu v zásadních otázkách, ve kterých se rozhoduje o koexistenci mezi technickým dílem a jeho okolím. Kromě respektování legislativy, norem a přístupů dobré praxe je třeba správně řídit a vypořádat rizika. To znamená správně zohlednit během sledovaného procesu odpovědi na otázky: co se může porouchat či co může nefungovat (tj. identifikovat a analyzovat nebezpečí); jak vážné mohou být následky těchto poruch či nefunkčnosti (tj. provést hodnocení rizika); jaká opatření musí být přijata, aby k tomu nedošlo (tj. řídit rizika); a co je třeba provést, když to nastane porucha, nehoda, havárie, selhání (tj. připravit a po všech stránkách zajištění opatření odezvy pro zvládnutí situace).

Pro zajištění bezpečných technických děl během jejich projektování, zhotovení a spouštění je proto nutno posuzovat možná rizika pro technické dílo také z pohledu dynamického vývoje technického díla i jeho okolí. Přitom je třeba vycházet jak z historických dat, tak z modelů možných procesů sestavených na základě prediktivních případových studií či analogií v podobných technických dílech.

Z hlediska poznání pro projektovaná a zhotovovaná technická díla jde o:

- určení velikosti prioritních rizik, která lze ve sledované fázi správně ovlivnit z pohledu bezpečnosti a koexistence technického díla s okolím po celou dobu životnosti technického díla,
- rozřídění do kategorií: přijatelné riziko; podmíněně přijatelné riziko, u kterého se navrhnou nutná opatření preventivní, zmírňující, reaktivní a obnovovací; a nepřijatelné riziko, u kterého se navrhnou buď vyhnoutí, je-li to možné (např. výběr jiného materiálu, jiné technologie apod.), anebo další opatření, které sníží jeho realizovatelnost nebo jeho dopad (principy inherentní bezpečnosti, ochranná opatření, bariéry apod.), či se do objektu vloží systémy a zařízení, které zajistí účinnou odezvu

na kritické situace (např. sprchové systémy, hasící přístroje) a stanoví se požadavky, které musí respektovat nouzové plány a plány kontinuity během provozu [5] (tj. jsou vyžadovány vyšší znalosti, vyšší technické vybavení, vyšší náklady, vyšší připravenost lidských zdrojů).

Jak již bylo v [1] uvedeno, tak při rozhodování dle současného poznání jsou důležité zejména o následující dovednosti:

1. Rozumět procesu **vzniku** pohrom a podmínkám, ve kterých proces vzniku probíhá.
2. Znat, kde pohroma může vzniknout a jaké má fyzikální a jiné charakteristiky.
3. **Identifikovat** ohrožení od pohromy dle stanovených standardů.
4. Stanovit **dopady** pohrom o velikosti ohrožení na chráněná aktiva veřejná i samotného technického díla.
5. **Eliminovat** nepřijatelné dopady pohrom tam, kde to jde za přijatelných nákladů.
6. U zbylých dopadů vypočítat pomocí **prognostických** modelů pravděpodobnost jejich realizace s tím, že se vezmou v úvahu i možná selhání preventivních opatření.
7. Vypočítat možné škody na chráněná aktiva v konkrétním území podle seznamu veřejných chráněných aktiv, která jsou skutečně v území a na základě pravděpodobností výskytu určit výši celkového rizika.
8. Identifikovat a realizovat zmírňující opatření s ohledem na lidi, majetek a životní prostředí tak, aby splňovala požadavek ALARP (tak malá, jak je rozumně možné dosáhnout).
9. Prokázat, že byla provedena všechna opatření k zabránění a zmírnění dopadů všech možných pohrom.

Při stanovení kritérií pro posuzování rizika spojeného s technickým dílem za podmínky, že po celou dobu životnosti technického díla musí být zajištěna koexistence technického díla s okolím, jak ukazuje představa uvedená na obrázku 1, zvažujeme zásady pro řízení rizik uvedené v práci [4] i princip odpovědnosti, který je běžný v Evropě [199], což znamená, že odpovědnost za bezpečnost technického díla, tj. za úroveň práce s riziky spojenými s technickým dílem, má vlastník (v době projektování, výstavby, testování a uvedení do provozu investor) i veřejná správa. Předmětný požadavek je logický i z důvodu, že problémy technického díla znamenají nejen ztrátu výrobků či služeb, ale i ztrátu daní pro veřejnou správu, výdaje způsobené nezaměstnaností a další sociální problémy, např. zvýšenou kriminalitu.

S ohledem na požadavek české legislativy (zákon č. 183/2006 Sb.), která zvažuje dva milníky, a to:

- udělení stavebního povolení na základě projektové dokumentace technického díla,
- vydání kolaudačního rozhodnutí na základě dokumentace k provozu technického díla,

rozdělíme hodnocení koexistence na dva případy. První je veden jako podklad ke kolaudaci, a druhý jako podklad pro udělení stavebního povolení. V obou případech nástroje jsou nástroje koncipovány tak, že je může použít jak zhotovitel, tak veřejná správa.

5.2. DSS pro posouzení koexistence technického díla s okolím před kolaudací technického díla

Na základě shromážděných dat (údaje o haváriích a selháních a příslušných poučení) a znalostí popsaných v předchozích kapitolách a doplněných v publikacích citovaných v odstavci 4.3., je autory sestaven kontrolní seznam pro hodnocení rizik spojených s projektováním, zhotovením a spuštěním technického díla, tabulka 8 s filozofií, čím vyšší riziko, tím nižší je bezpečnost technického díla, což znamená i nízkou míru koexistence technického díla s okolím.

Pro aplikaci v praxi jsou ke kontrolnímu seznamu přiřazeny dvě stupnice: jedna v tabulce 9 pro posuzování vybraných kritérií při použití klasifikační stupnice (0-5) a konceptu „čím vyšší hodnota, tím je vyšší riziko [147], tj. je nižší koexistence technického díla s okolím“; a druhá stupnice pro vyhodnocení celého kontrolního seznamu založeného na principu, který byl zaveden do norem ČSN v 80. letech minulého století, tabulka 10.

Tabulka 8. Kontrolní seznam pro posuzování rizika spojeného s koexistencí navrhovaného technického díla a jeho okolí. Počet kritérií n = 90.

Kritérium	Hodnocení	Pozn.
Projektování		
Míra, v jaké zadávací podmínky technického díla zpracovává právní subjekt, který má: <ul style="list-style-type: none"> - znalost: předpisů; rizik v lokalitě, do které je technické dílo umísťováno; technického systému, který představuje technické dílo; modelů a teorií spojených s nehodami a selháními; metod analýzy, řízení a vypořádání rizik; způsobu řízení podniku (finance, lidské zdroje, organizace, technologie, inovace...), - znalosti a schopnosti pro: uplatňování výsledků metod analýzy a hodnocení rizik; provádění metodiky analýzy a hodnocení rizik přizpůsobené problému; řízení nouzové a krizové; analýzy situací / aktivit / nehod; přeměnu politiky do skutečné akce; přeměnu statistik nehod do akčních plánů; strategické plánování; hierarchizaci problémů; hledání správných informací a poučení; kritickou analýzu; navrhování správných řešení; psanou a mluvenou komunikaci; provádění syntézy a přizpůsobování formulace určené pro veřejnost, - etiku. 		
Míra, v jaké zadávací podmínky technického díla mají jasně vymezená aktiva a patří do nich i veřejná aktiva.		
Míra, v jaké zadávací podmínky technického díla zvažují dopady pohrom dle přístupu All-Hazard-Approach, které jsou možné v území.		
Míra, v jaké zadávací podmínky technického díla vychází ze správně stanovených ohrožení u všech pohrom, které jsou		

<p>možné v daném území a mají škodlivý potenciál; např. u živelních pohromy jsou z důvodu řídkého a nepravidelného výskytu velkých jevů využita i historická data. U zvláště závažných pohrom se neomezuje jen na pravděpodobnostní přístupy a doplňuje je výsledky vhodných metod, které mají schopnost odhalit extrémní jevy.</p>		
<p>Míra, v jaké zadávací podmínky technického díla zvažují místní a popř. i regionální zranitelnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - anomálie a nehomogenity geologické stavby, - velké množství obyvatel, - v okolí jsou nemocnice, školy či další veřejné budovy. - v okolí jsou zdroje domino efektů, tj. sklady či produktovody s nebezpečnými látkami, stanice pohonných hmot apod. - nedostatečně kapacitní zdroje energie, - nedostatečně kapacitní zdroje vody, - nedostatečná kapacita odvodu odpadních vod (kanalizace, - nedostatečná dopravní obslužnost, - chráněné přírodní rezervace. 		
<p>Míra, v jaké zadávací podmínky technického díla zvažují všechna rizika spojená se závažnými pohromami a všem zranitelnostmi v území.</p>		
<p>Míra, v jaké zadávací podmínky technického díla jasně vymezují zařízení a systémy, u kterých je nutné vypořádat rizika s cílem zajistit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - spolehlivost, - zabezpečení, - bezpečnost. <p>Podle stanoveného cíle stanovují limity a podmínky pro provoz zařízení a systémů a jejich zálohy v dostatečném počtu.</p>		
<p>Míra, v jaké zadávací podmínky technického díla jsou posouzeny kvalifikovanými experty.</p>		
<p>Míra, v jaké projekt technického díla zohledňuje výsledky expertního posouzení zadávacích podmínek.</p>		
<p>Míra, v jaké projekt technického díla je organizován přehledně tak, aby bylo možno jednoduše ovládat technické dílo a mít systém řízení bezpečnosti.</p>		
<p>Míra, v jaké projekt technického díla respektuje velikosti kritičnosti spojené s prioritními pohromami (kombinace velikosti ohrožení, zranitelnosti a velikosti dopadů na aktiva), včetně lidských selhání a navrhuje opatření k zajištění bezpečnosti; přitom se opírá o posouzení, zda navržená opatření nemohou být zdrojem nových nebezpečí, a tam, kde nelze vypořádat (např. neznalost či příliš velké náklady) navrhuje opatření technická, v řídicích systémech či organizační.</p>		
<p>Míra, v jaké projekt technického díla zvažuje ochranu veřejných aktiv i aktiv technického díla.</p>		
<p>Míra, v jaké projekt technického díla vychází z platné legislativy a norem. Jde o výběr materiálů, výběr výpočetních</p>		

metod, návrh technických principů a postupů při stavbě, konstrukci a montáži i uvedení do provozu.		
Míra, v jaké projekt technického díla používá v případech, které nejsou kodifikovány normami přístupy dobré praxe při stavbě, konstrukci a montáži.		
Míra, v jaké projekt technického díla s ohledem na bezpečnost sleduje při výběru zařízení a jejich spojování požadavky na: trvanlivost; ovladatelnost zařízení a procesů; životnost; lidské zdroje; náklady; technické služby; a servis.		
Míra, v jaké projekt technického díla s ohledem na bezpečnost používá: principy inherentní bezpečnosti; systémy pasivní bezpečnosti; systémy aktivní bezpečnosti; a procedurální postupy, které jsou osvědčené, anebo důkladně prověřené tak, aby neobsahovaly latentní zdroje nebezpečí za možných podmínek.		
Míra, v jaké projekt technického díla s ohledem na bezpečnost má opatření, které vyvolá nouzové odstavení kritických zařízení a převedení do bezpečného stavu, např. systémy s nouzovým vypnutím nebo zastavením reakce.		
Míra, v jaké projekt technického díla stanovuje kritické procesy výstavby a konstrukce a navrhuje opatření ke snížení jejich kritičnosti. Obsahuje technická i organizační opatření na zajištění dostatečné resilience.		
Míra, v jaké projekt technického díla navrhuje ve shodě se zadávacími podmínkami požadavky na zařízení a systémy, u kterých je nutné vypořádat rizika s cílem zajistit: <ul style="list-style-type: none"> - spolehlivost, - zabezpečení, - bezpečnost. 		
Míra, v jaké projekt technického díla vychází ze správného hodnocení rizik zacíleného na bezpečnost celého technického díla.		
Míra, v jaké projekt technického díla vychází ze systémového pojetí technického díla a jeho okolí, a proto při zajištění bezpečnosti všech aktiv zvažuje vazby a spřažení mezi aktivy, a to žádané i nežádané a z důvodu zvládnutí nepřijatelných propojení, které lze očekávat při výskytu jiných podmínek než normálních, má uspořádánu architekturu tak, aby umožnila v řízení aplikovat přístup ochrany do hloubky (Defence-In-Depth).		
Míra, v jaké projekt technického díla zvažuje kritická místa stavby a obsahuje správná opatření na základě vyhodnocení rizik k jejich bezpečnosti, tj. k zajištění jejich spolehlivosti a zachování provozuschopnosti za abnormálních a kritických podmínek (bariéry, zálohy ke zvýšení bezpečnosti).		
Míra, v jaké projekt technického díla zvažuje kritická místa technologie a výrobních procesů, a přijímá opatření na základě vyhodnocení rizik k jejich bezpečnosti, tj. k jejich spolehlivosti a zachování provozuschopnosti za abnormálních a		

kritických podmínek (bariéry, zálohy, principy ke zvýšení bezpečnosti).		
Míra, v jaké projekt technického díla zvažuje vysoce kritická zařízení (tlaková zařízení, natlakovaná potrubí – zvláště těch s vysoce nebezpečnými látkami) a k zajištění jejich bezpečnosti používá speciální opatření, speciální ochranné systémy (systémy pro zajištění bezpečnosti a systémy podporující bezpečnost) a navrhuje specifické limity a podmínky pro provoz.		
Míra, v jaké projekt technického díla zvažuje všechna rizika spojená se závažnými pohromami a všem zranitelnostmi v území v systémovém pojetí (tj. i rizika spojená se vzájemnými propojeními žádoucími, a to trvalými i dočasnými, a i nežádoucími, která mohou nastat jen za určitých podmínek (např. při výskytu vnějších pohrom nebo chyb obsluhy, anebo útoku insidera). Obsahuje vhodná opatření technická a organizační, aby byly sníženy možné dopady.		
Míra, v jaké projekt technického díla věnuje z důvodu zajištění bezpečnosti i výkonu speciální pozornost systému řízení. Systém řízení ve formě manuální, poloautomatické i automatické pomocí IT je hierarchický a založený na řízení rizik, která jsou možná za podmínek normálních, abnormálních a kritických – je více úroňový a respektuje princip Defence-In-Depth. Součástí jsou i návrhy opatření pro řízení nouzových a kritických situací.		
Míra, v jaké projekt technického díla obsahuje technická opatření pro základní fyzickou a kybernetickou ochranu technického díla.		
Míra, v jaké projekt technického díla bere v úvahu vlastnická práva třetích osob; možné změny v zákonech či systému daní a situace na trhu (např. je nebezpečné opírat se o dodávky kritických položek jen o jednoho dodavatele) během zhotovení technického díla, a pro tyto případy obsahuje rezervy na snížení případných takto vzniklých příčin budoucích ztrát a škod.		
Míra, v jaké finanční náklady na zhotovení technického díla, uvedené v projektu jsou adekvátní.		
Míra, v jaké veřejná správa zajistila posouzení projektu technického díla požadované platnou legislativou.		
Míra, v jaké projekt technického díla zohlednil výsledky odborného posouzení projektu technického díla experty.		
Míra, v jaké projekt technického díla zohlednil výsledky připomínek veřejnosti k projektu technického díla.		
Stavba		
Míra, zda stavba technického díla byla zahájena po dostatečné přípravě – byla k dispozici dokumentace, materiál, technické vybavení, dostatečně kvalitní personál.		
Míra, v jaké harmonogram stavby technického díla byl úplný, přehledný a dostatečně podrobný.		

Míra, v jaké při stavebních pracích v technickém díle se dodržují normy stanovující materiál, pracovní postupy, ochranu zaměstnanců i kontraktorů.		
Míra, v jaké zhotovitel technického díla pravidelně při stavební činnosti sleduje financování a v případě nedostatků (např. skokový nárůst cen důležitých položek) či podstatných změn v právních předpisech či daních nebo úrokových sazeb přijímá účinná opatření na snížení případných takto vzniklých příčin budoucích ztrát a škod; a s rezervami stanovenými v projektu nakládá hospodárně.		
Míra, v jaké při stavebních pracích v technickém díle se dodržují bezpečnostní postupy		
Míra, v jaké při stavebních pracích na kritických objektech technického díla se používá jen kvalifikovaný personál.		
Míra, v jaké stavební dozor zhotovitele a investora vykonávají pravidelné kontroly materiálu, technického provedení staveb, dodržování BOZP.		
Míra, v jaké orgány veřejné správy provádí pravidelný dohled nad výstavbou objektů z pohledu BOZP, ochrany životního prostředí a popř. využití veřejných peněz.		
Míra, v jaké jsou vypořádány připomínky veřejné správy (včetně dozorových inspekcí) k nedostatkům při stavbě.		
Konstrukce a montáž		
Míra, zda konstrukce a montáže v technickém díle byly zahájeny po dostatečné přípravě – je k dispozici dokumentace (např. přesné rozmístění použitých technických prvků), materiál, technické vybavení, dostatečně kvalitní personál.		
Míra, v jaké harmonogram konstrukce a montáže v technickém díle byl úplný, přehledný a dostatečně podrobný.		
Míra, v jaké při konstrukčních a montážních pracích v technickém díle se dodržují normy stanovující materiál, pracovní postupy, ochranu zaměstnanců i kontraktorů.		
Míra, v jaké zhotovitel technického díla pravidelně při montáži zařízení sleduje financování a v případě nedostatků (např. skokový nárůst cen důležitých položek) či podstatných změn v právních předpisech či daních nebo úrokových sazeb přijímá účinná opatření na snížení případných takto vzniklých příčin budoucích ztrát a škod; s rezervami nakládá hospodárně.		
Míra, v jaké při konstrukčních a montážních pracích v technickém díle se dodržují bezpečnostní postupy.		
Míra, v jaké při konstrukčních a montážních pracích na kritických objektech technického díla (tlaková zařízení, zásobníky nebezpečných látek, produktovody) se používá jen kvalifikovaný personál.		
Míra, v jaké s ohledem na bezpečnost technického díla se speciální pozornost věnuje montáži zařízení, která mají		

vyvolat nouzové odstavení a převedení do bezpečného stavu, např. systémy s nouzovým vypnutím nebo zastavením reakce.		
Míra, v jaké dozor zhotovitele a investora vykonává pravidelné kontroly materiálu, technického provedení, dodržování BOZP.		
Míra, v jaké byly provedeny kvalitní změny v použitém materiálu, technickém zařízení v důsledku nedostatku na trhu, zvýšení ceny apod.		
Míra, v jaké je provedeno posouzení technické vhodnosti použitých změn v případě, že jde o kritická zařízení.		
Míra, v jaké orgány veřejné správy provádí pravidelný dohled nad montáží kritických zařízení, z pohledu BOZP, ochrany životního prostředí a popř. využití veřejných peněz.		
Míra, v jaké jsou vypořádány připomínky veřejné správy k nedostatkům při konstrukci a montáži.		
Testování		
Míra, zda testování v technickém díle bylo zahájeno po dostatečné přípravě – je k dispozici dokumentace, která vymezuje např. metody nedestruktivního testování, stupnice kritičnosti pro posuzování výsledků metod, výpočetní postupy, technické vybavení, dostatečně kvalifikovaný personál.		
Míra, v jaké harmonogram testování v technickém díle je úplný, přehledný a dostatečně podrobný.		
Míra, v jaké při testování v technickém díle se dodržují normy stanovující materiál, pracovní postupy, ochranu zaměstnanců i kontraktorů.		
Míra, v jaké speciální pozornost je věnována testům kritických prvků, kritických zařízení, kritických komponent (např. tlaková zařízení), kritických sítí (energie, voda, produktovody s nebezpečnými látkami, IT), systémům pro bezpečnost, systémům pro podporu bezpečnosti a ochranným systémům (např. zařízení a systémy pro nouzové odstavení, sprchové systémy, systémy pro dodávky energie pro vlastní spotřebu – nutnost ovládnutí, nouzové dodávky chladiva).		
Míra, v jaké při testování v technickém díle se dodržují bezpečnostní postupy.		
Míra, v jaké při testování kritických zařízení technického díla (tlaková zařízení, zásobníky nebezpečných látek, produktovody) se používá jen kvalifikovaný personál.		
Míra, v jaké dozor zhotovitele a investora vykonává pravidelné kontroly technického provedení testů, správnosti provedených výpočtů, dodržování BOZP.		
Míra, v jaké kvalitě jsou provedeny změny na základě výsledků testů.		
Míra, v jaké kvalitě je návrh nových opatření a posouzení jejich technické vhodnosti v případě, že jde o kritická zařízení.		

Míra, v jaké kvalitě je proveden test účinnosti fyzické a kybernetické ochrany technického díla.		
Míra, v jaké orgány veřejné správy provádí pravidelný dohled nad testováním, z pohledu BOZP, ochrany životního prostředí a popř. využití veřejných peněz.		
Míra, v jaké kvalitě jsou vypořádány připomínky veřejné správy k nedostatkům při testování.		
Zkušební provoz		
Míra, zda zkušební provoz technického díla je zahájen po dostatečné přípravě – je k dispozici dokumentace, technické vybavení, dostatečně kvalifikovaný personál.		
Míra, v jaké harmonogram zkušebního provozu v technickém díle je úplný, přehledný a dostatečně podrobný.		
Míra, v jaké při zkušebním provozu technického díla se dodržují normy stanovující pracovní postupy, ochranu zaměstnanců i kontraktorů.		
Míra, v jaké s ohledem na bezpečnost technického díla je speciální pozornost věnována zařízením s bezpečnostní funkcí (jsou odpojeny nebo přemostěny a je ověřena způsobilost organizačních opatření pro zvládnutí situace).		
Míra, v jaké s ohledem na bezpečnost technického díla je ověřena funkčnost zařízení, která detekují poruchy důležitých zařízení či systémů, úroveň hluku, úroveň teploty, požár, únik nebezpečných látek, velké vibrace zařízení, vnější pohromy či narušení.		
Míra, v jaké speciální pozornost je věnována provozu kritických prvků, kritických zařízení, kritických komponent (např. tlaková zařízení včetně spojů všeho druhu), kritických sítí (energie, voda, produktovody s nebezpečnými látkami, IT), systémům pro bezpečnost, systémům pro podporu bezpečnosti a ochranným systémům.		
Míra, v jaké při zkušebním provozu technického díla se dodržují bezpečnostní postupy.		
Míra, v jaké při zkušebním provozu kritických zařízení technického díla (tlaková zařízení, zásobníky nebezpečných látek, produktovody) se používá jen kvalifikovaný personál.		
Míra, v jaké dozor zhotovitele a investora vykonává kontrolu technického provedení zkušebního provozu, správnosti provedených opatření, dodržování BOZP.		
Míra, v jaké kvalitě jsou provedeny změny na základě výsledků zkušebního provozu.		
Míra, v jaké kvalitě je udělán návrh nových opatření a posouzení jejich technické vhodnosti v případě, že jde o kritická zařízení.		
Míra, v jaké je provedeno ověření účinnosti fyzické a kybernetické ochrany technického díla.		

Míra, v jaké orgány veřejné správy provádí dohled nad zkušebními provozem z pohledu správné funkce kritických zařízení, BOZP, ochrany životního prostředí a popř. využití veřejných peněz.		
Míra, v jaké jsou vypořádány připomínky veřejné správy k nedostatkům při testování.		
<i>Uvedení do trvalého provozu</i>		
Míra, v jaké bylo spouštění trvalého provozu technického díla zahájeno po dostatečné přípravě – je k dispozici dokumentace (zacílená na celkovou bezpečnost technického díla během životnosti), technické vybavení, dostatečně kvalifikovaný personál.		
Míra, v jaké kvalitě je dokumentace technického díla pro uvedení do trvalého provozu z pohledu bezpečnosti obsahuje: - odpovědi na následující otázky: co se může porouchat, co může nefungovat (identifikace a analýza nebezpečí); jak vážné mohou být následky (hodnocení rizika); jaká opatření byla přijata, aby k tomu nedošlo (řízení rizika); co je třeba provést, když to nastane (opatření pro odezvu na havárie a selhání), - v případě složitých technických děl doklad o bezpečnosti je výsledkem rozsáhlých teoretických analýz a vyhodnocení testů. Průkazy bezpečnosti obsahují: odkazy na předchozí použití; odkazy na ověřené postupy; údaje o souladu se standardy, certifikace; výpočty; výsledky testování; výsledky simulací; výsledky analytických metod (např. HAZOP, FMECA, FTA atd.); výsledky expertních přezkoumání.		
Míra, v jaké harmonogram spouštění trvalého provozu technického díla je úplný, přehledný a dostatečně podrobný.		
Míra, v jaké při spouštění trvalého provozu technického díla se dodržují normy stanovující pracovní postupy, ochranu zaměstnanců i kontraktorů.		
Míra, v jaké speciální pozornost je věnována zahájení provozu kritických prvků, kritických zařízení, kritických komponent (např. tlaková zařízení), kritických sítí (energie, voda, produktovody s nebezpečnými látkami, IT), systémům pro bezpečnost, systémům pro podporu bezpečnosti a ochranným systémům.		
Míra, v jaké při spouštění trvalého provozu technického díla se dodržují bezpečnostní postupy.		
Míra, v jaké při spouštění trvalého provozu kritických zařízení technického díla (tlaková zařízení, zásobníky nebezpečných látek, produktovody) se používá jen kvalifikovaný personál.		
Míra, v jaké dozor zhotovitele a investora vykonává kontrolu technického provedení spouštění trvalého provozu, správnosti provedených opatření, dodržování BOZP.		

Míra, v jaké při spouštění trvalého provozu jsou do provozu uvedeny i prostředky a systémy fyzické a kybernetické ochrany technického díla.		
Míra, v jaké orgány veřejné správy provádí dohled nad uvedením technického díla do trvalého provozu z pohledu správné funkce kritických zařízení, BOZP, ochrany životního prostředí a popř. využití veřejných peněz.		
Míra, v jaké jsou vypořádány připomínky veřejné správy k nedostatkům při testování.		

Tabulka 9. Hodnotová stupnice pro určení míry rizika, které navrhované technické dílo znamená pro své okolí; navržena analogicky ke stupnicím uvedeným v práci [13]; p – roční pojištění, ABT – roční rozpočet území.

Oblast	Míra rizika	
	Klasifikace	Komentář
Sociální	0	Havárií či selháním technického díla je postiženo do 50 lidí
	1	Havárií či selháním technického díla je postiženo 50-500 lidí
	2	Havárií či selháním technického díla je postiženo 500-5000 lidí
	3	Havárií či selháním technického díla je postiženo 5000–50 000 lidí
	4	Havárií či selháním technického díla je postiženo 50 000– 500 000 lidí
	5	Havárií či selháním technického díla je postiženo nad 500 000 lidí
Technická a ekonomická	0	Havárie či selhání technického díla způsobí škody do 0.5 p
	1	Havárie či selhání technického díla způsobí škody rovné p
	2	Havárie či selhání technického díla způsobí škody větší než p a menší než 0.05 ABT
	3	Havárie či selhání technického díla způsobí škody mezi 0.05 ABT–0.075 ABT
	4	Havárie či selhání technického díla způsobí škody mezi 0.75 ABT–0.1 ABT
	5	Havárie technického díla způsobí škody větší než 0.1 ABT
Životní prostředí	0	Havárie či selhání technického díla způsobí malé poškození životního prostředí
	1	Havárie technického díla způsobí poškození životního prostředí, které vyrovná příroda během času
	2	Havárie či selhání technického díla způsobí mírné poškození neobnovitelných zdrojů přírody a přírodních rezervací
	3	Havárie či selhání technického díla způsobí střední poškození neobnovitelných zdrojů přírody a přírodních rezervací
	4	Havárie či selhání technického díla způsobí nevratné poškození neobnovitelných zdrojů přírody a přírodních rezervací

	5	Havárie či selhání technického díla způsobí devastace krajiny neobnovitelných zdrojů přírody a přírodních rezervací
--	---	---

Tabulka 10. Hodnotová stupnice pro určení míry koexistence navrhovaného technického díla a jeho okolí; N = pětinasobku počtu kritérií v tabulce 8, tj. N = 450.

Míra rizika koexistence technického díla a okolí	Hodnoty v % N
Extrémně vysoká – 5	Více než 95 %
Velmi vysoká – 4	70–95 %
Vysoká – 3	45–70 %
Střední - 2	25–45 %
Nízká – 1	5–25 %
Zanedbatelná – 0	Méně než 5 %

Hodnocení konkrétního případu dle tabulky 8 musí dělat tým specialistů z různých odborů nezávisle; v praxi se osvědčil tým složený z:

- pracovníka veřejné správy odpovědného za územní plánování,
- pracovníka veřejné správy odpovědného za výstavbu a provoz technických děl,
- zástupce technického díla,
- zástupce odborné instituce pro posuzování bezpečnosti technických děl – např. z technické inspekce,
- zástupce Integrovaného záchranného systému [62,77].

Výsledná hodnota u každého kritéria je medián, přičemž v případě velkého rozptýlu hodnot u některého kritéria je třeba, aby pracovník veřejné správy odpovědný za územní plánování zajistil další šetření, na kterém každý hodnotitel sdělí zdůvodnění svého hodnocení v předmětném případě a na základě panelové diskuse nebo brainstormingu se určí výsledné hodnocení.

Na základě moderního přístupu, který jsme použili již v práci [1] a v souladu s pracemi [200-203] zvažujeme v daných souvislostech tolerovatelné riziko vyjádřené principem ALARP (as low as reasonable possible) [6,7,13,204], tj. případ, kdy dané technické dílo má přínosy a zároveň jsou s ním spojené dopady (ztráty, škody a újmy na chráněných aktivech), které technické dílo i jeho okolí zvládnou pomocí **soustavného řízení rizik zacíleného na bezpečnost**. Hranici tolerance (tj. rozhraní mezi tolerovatelným a nepřijatelným rizikem) určujeme jako kvantitativní vlastnost [39], kterou používají např. OSN a Swiss Re [6], a to hranice nepřijatelnosti je desetina užité hodnoty technického díla.

Na základě uvedeného požadavku v souladu s pracemi [205-212] při použití integrovaného přístupu a dalších předpokladů, které jsou uvedeny výše, dostaneme podmínku pro nejvyšší možné roční ztráty technického díla způsobené realizací rizik **RZTD** ve tvaru

$$RZTD < 0.1 \sum_{i=1}^n \frac{k_i HTD}{5T}, \quad (6)$$

kde **HTD** je užitná hodnota technického díla, **k_i** jsou výsledná hodnocení zdrojů rizik v tabulce 5, **n** je počet zdrojů rizik v tabulce 8 (tj. v daném případě $n = 90$) a **T** je životnost technického díla. Jestliže podmínka daná rovnicí (6) není splněna, tak riziko není tolerovatelné, tj. není zajištěna koexistence a realizace technického díla by neměla být dovolena, tj. měla by být vyžádána buď nová varianta, anebo další opatření vedoucí ke snížení rizik, a poté další posouzení návrhu. Při splnění požadavku daného rovnicí (5) lze pokračovat v hodnocení.

Při rozhodování o kolaudačním rozhodnutí u technického díla z pohledu požadavku na zajištění koexistence je nutné, aby technické dílo nebylo ztrátové pro území ani při provozu. Proto další podmínku pro posouzení míry koexistence dostaneme při vyhodnocení přínosů technického díla dle tabulky 11 s pomocí tabulek 12 a 13.

Tabulka 11. Kontrolní seznam pro posuzování přínosu technického díla pro okolí. Počet kritérií $n = 10$.

Kritérium	Hodnocení	Pozn.
Realizované technické dílo zvýší vzdělanost populace v území.		
Realizované technické dílo zvýší možnost zaměstnání populace v území.		
Realizované technické dílo zvýší úroveň služeb v území.		
Realizované technické dílo zvýší veřejné blaho v území.		
Realizované technické dílo přispěje k rozvoji základních infrastruktur v území.		
Realizované technické dílo zvýší prestiž území.		
Realizované technické dílo přispěje ke kulturnímu rozvoji území.		
Realizované technické dílo zlepší situaci v sociální oblasti v území (dle pomocné tabulky 12).		
Realizované technické dílo zlepší situaci v oblasti technické a ekonomické v území (dle pomocné tabulky 12).		
Realizované technické dílo zlepší situaci v oblasti ochrany životního prostředí a veřejného blaha v území (dle pomocné tabulky 12).		

Tabulka 12. Hodnotová stupnice pro určení míry přínosu, který navrhované technické dílo znamená pro své okolí; navržena analogicky ke stupnicím uvedeným v práci [13]; **ABT** – roční rozpočet území.

Oblast	Míra přínosu	
	Klasifikace	Komentář
Sociální	0	Technické dílo prospěje méně než 50 lidem.
	1	Technické dílo prospěje 50-500 lidem.
	2	Technické dílo prospěje 500-5000 lidem.
	3	Technické dílo prospěje 5000–50 000 lidem.
	4	Technické dílo prospěje 50 000–500 000 lidem.

	5	Technické dílo prospěje více než 500 000 lidem.
Technická a ekonomická	0	Technické dílo přinese do rozpočtu území 0.005 ABT.
	1	Technické dílo přinese do rozpočtu území 0.005-0.01 ABT.
	2	Technické dílo přinese do rozpočtu území 0.01-0.025 ABT.
	3	Technické dílo přinese do rozpočtu území 0.026-0.05 ABT.
	4	Technické dílo přinese do rozpočtu území až 0.05-0.075 ABT.
	5	Technické dílo přinese do rozpočtu území více než 0.075 ABT.
Životní prostředí a veřejné blaho	0	Technické dílo přispěje na ochranu životního prostředí a zvýšení veřejného blaha částkou menší než 500 Kč ročně
	1	Technické dílo přispěje na ochranu životního prostředí a zvýšení veřejného blaha částkou 500–5000 Kč ročně
	2	Technické dílo přispěje na ochranu životního prostředí a zvýšení veřejného blaha částkou 5000–50 000 Kč ročně
	3	Technické dílo přispěje na ochranu životního prostředí a zvýšení veřejného blaha částkou 50 000–500 000 Kč ročně
	4	Technické dílo přispěje na ochranu životního prostředí a zvýšení veřejného blaha částkou 500 000–5 000 000 Kč ročně
	5	Technické dílo přispěje na ochranu životního prostředí a zvýšení veřejného blaha částkou větší než 5 000 000 Kč ročně

Tabulka 13. Hodnotová stupnice pro určení míry přínosu navrhovaného technického díla pro jeho okolí; N je číslo rovné pětinasobku počtu kritérií v tabulce 11, tj. N = 50.

Míra přínosu technického díla pro okolí	Hodnoty v % N
Extrémně vysoká – 5	Více než 95 %
Velmi vysoká – 4	70–95 %
Vysoká – 3	45–70 %
Střední - 2	25–45 %
Nízká – 1	5–25 %
Zanedbatelná – 0	Méně než 5 %

Na základě zkušeností z praxe a poznatků i příkladů v práci [213] při použití integrovaného přístupu a předpokladu, že všechny přínosy uvedené v tabulce 11 mají stejnou pravděpodobnost výskytu, dostaneme vztah pro stanovení očekávaného ročního výnosu technického díla **PRZTD** ve tvaru

$$PRZTD = 0.7 \sum_{i=1}^n \frac{k_i CPTD}{5T}, \quad (7)$$

ve kterém **CPTD** je celkový užitný výnos technického díla po dobu životnosti, **k_i** jsou jednotlivá hodnocení v tabulce 11, **n** je počet zdrojů přínosů v tabulce 11 (tj. v daném případě $n = 10$) a **T** je životnost technického díla. Očekávaný roční čistý výnos technického díla **RPTD** pro území určíme dle vztahu

$$\mathbf{RPTD} = \mathbf{PRZTD} - \mathbf{A} - \mathbf{RPNTD}, \quad (8)$$

kde **A** je anuita a **RPNTD** jsou očekávané provozní náklady technického díla. Podkladem pro rozhodnutí je výsledek rozdílu **R** mezi dovolenými maximálními ročními ztrátami technického díla, způsobenými realizací, rizik a očekávanými čistými ročními výnosy, tj.

$$\mathbf{R} = \mathbf{RZTD} - \mathbf{RPTD}. \quad (9)$$

Při posouzení jsou použity hranice přijatelnosti či nepřijatelnosti rizika, které používají např. OSN a Swiss Re [6], a to výše ročního pojistného za chráněná aktiva v území (**PRTD**) a desetina ročního rozpočtu území (**ABT**), který zajišťuje rozvoj v území. Podle tohoto pravidla v praxi porovnáme tři veličiny: rozdíl mezi ročními ztrátami technického díla způsobené realizací rizik a očekávaným ročním čistým výnosem technického díla (**R**), roční pojistné technického díla (**PRTD**) a roční rozpočet území (**ABT**). Na základě výsledků skórování se určí kategorie, do které patří v daném případě riziko spojené s technickým dílem podle metodiky popsané v kapitole metody takto:

R < PRTD, tak riziko technického díla je pro území přijatelné,

PRTD < R < 0.1 ABT, tak riziko technického díla je pro území podmíněně přijatelné (tolerovatelné),

R > 0.1 ABT, tak riziko technického díla je pro území nepřijatelné.

V prvním případě (výnosy jsou větší než ztráty) výhody spojené s technickým dílem převážily nevýhody, tj. očekávané ztráty, a lze technické dílo zkolaudovat s ohledem na koexistenci technického díla a jeho okolí.

V případě druhém je nutno požadovat další preventivní opatření v řízení technického díla vedoucí ke snížení rizika a zajistit opatření zmírňující, reaktivní a obnovovací [5,13] v rámci soustavného cíleného řízení rizika zacíleného na zajištění bezpečného technického díla.

V posledním případě, tj. u nepřijatelného rizika, je třeba důkladná úvaha o závěru – v úvahu připadá buď vyhnutí se riziku, tj. odmítnutí technického díla, anebo vyžádání dalších preventivních a zmírňujících opatření vedoucích ke zvýšení bezpečnosti technického díla (nutno vyžadovat aplikaci: vyšších znalostí; lepší technické vybavení; vyšší náklady na ochranné systémy; zajištění vyšší připravenosti lidských zdrojů apod.) [4,5,13] a poté provedení nového posouzení koexistence.

5.3. DSS pro posouzení koexistence technického díla s okolím před udělením stavebního povolení

Jak již bylo výše řečeno, tak stavební povolení dle stavebního zákona č. 183/2006 Sb. je udělováno na základě projektové dokumentace. Na základě stejného přístupu jako v předchozím odstavci je třeba posoudit stejným způsobem údaje v tabulce 14, která je shodná s první částí tabulky 8. Při posuzování je třeba vzít údaje v tabulce 9 a v tabulce 10, ve které je třeba uvažovat $N = 160$.

Tabulka 14. Kontrolní seznam pro posuzování rizika spojeného s koexistencí navrhovaného technického díla a jeho okolí pro potřeby udělení stavebního povolení. Počet kritérií $n = 32$.

Kritérium	Hodnocení	Pozn.
<p>Míra, v jaké zadávací podmínky technického díla zpracovává právní subjekt, který má:</p> <ul style="list-style-type: none"> - znalost: předpisů; rizik v lokalitě, do které je technické dílo umísťováno; technického systému, který představuje technické dílo; modelů a teorií spojených s nehodami a selháními; metod analýzy, řízení a vypořádání rizik; způsobu řízení podniku (finance, lidské zdroje, organizace, technologie, inovace...), - znalosti a schopnosti pro: uplatňování výsledků metod analýzy a hodnocení rizik; provádění metodiky analýzy a hodnocení rizik přízpusobené problému; řízení nouzové a krizové; analýzy situací / aktivit / nehod; přeměnu politiky do skutečné akce; přeměnu statistik nehod do akčních plánů; strategické plánování; hierarchizaci problémů; hledání správných informací a poučení; kritickou analýzu; navrhování správných řešení; psanou a mluvenou komunikaci; provádění syntézy a přizpusobování formulace určené pro veřejnost, - etiku. 		
Míra, v jaké zadávací podmínky technického díla mají jasně vymezená aktiva a patří do nich i veřejná aktiva.		
Míra, v jaké zadávací podmínky technického díla zvažují dopady pohrom dle přístupu All-Hazard-Approach, které jsou možné v území.		
Míra, v jaké zadávací podmínky technického díla vychází ze správně stanovených ohrožení u všech pohrom, které jsou možné v daném území a mají škodlivý potenciál; např. u živelních pohromy jsou z důvodu řídkého a nepravidelného výskytu velkých jevů využita i historická data. U zvláště závažných pohrom se neomezuje jen na pravděpodobnostní přístupy a doplňuje je výsledky vhodných metod, které mají schopnost odhalit extrémní jevy.		

<p>Míra, v jaké zadávací podmínky technického díla zvažují místní a popř. i regionální zranitelnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - anomálie a nehomogenity geologické stavby, - velké množství obyvatel, - v okolí jsou nemocnice, školy či další veřejné budovy. - v okolí jsou zdroje domino efektů, tj. sklady či produktovody s nebezpečnými látkami, stanice pohonných hmot apod. - nedostatečně kapacitní zdroje energie, - nedostatečně kapacitní zdroje vody, - nedostatečná kanalizace, - nedostatečná dopravní obslužnost, - chráněné přírodní rezervace. 		
<p>Míra, v jaké zadávací podmínky technického díla zvažují všechna rizika spojená se závažnými pohromami a všem zranitelnostmi v území.</p>		
<p>Míra, v jaké zadávací podmínky technického díla jasně vymezují zařízení a systémy, u kterých je nutné vypořádat rizika s cílem zajistit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - spolehlivost, - zabezpečení, - bezpečnost. <p>Podle stanoveného cíle stanovují limity a podmínky pro provoz zařízení a systémů a jejich zálohy v dostatečném počtu.</p>		
<p>Míra, v jaké zadávací podmínky technického díla jsou posouzeny kvalifikovanými experty.</p>		
<p>Míra, v jaké projekt technického díla zohledňuje výsledky expertního posouzení zadávacích podmínek.</p>		
<p>Míra, v jaké projekt technického díla je organizován přehledně tak, aby bylo možno jednoduše ovládat technické dílo a mít systém řízení bezpečnosti.</p>		
<p>Míra, v jaké projekt technického díla respektuje velikosti kritičnosti spojené s prioritními pohromami (kombinace velikosti ohrožení, zranitelnosti a velikosti dopadů na aktiva), včetně lidských selhání a navrhuje opatření k zajištění bezpečnosti; přitom se opírá o posouzení, zda navržená opatření nemohou být zdrojem nových nebezpečí, a tam, kde nelze vypořádat (např. neznalost či příliš velké náklady) navrhuje opatření technická, v řídicích systémech či organizační.</p>		
<p>Míra, v jaké projekt technického díla zvažuje ochranu veřejných aktiv i aktiv technického díla.</p>		
<p>Míra, v jaké projekt technického díla vychází z platné legislativy a norem. Jde o výběr materiálů, výběr výpočetních metod, návrh technických principů a postupů při stavbě, konstrukci a montáži i uvedení do provozu.</p>		
<p>Míra, v jaké projekt technického díla používá v případech, které nejsou kodifikovány normami přístupy dobré praxe při stavbě, konstrukci a montáži.</p>		

Míra, v jaké projekt technického díla s ohledem na bezpečnost sleduje při výběru zařízení a jejich spojování požadavky na: trvanlivost; ovladatelnost zařízení a procesů; životnost; lidské zdroje; náklady; technické služby; a servis.		
Míra, v jaké projekt technického díla s ohledem na bezpečnost používá: principy inherentní bezpečnosti; systémy pasivní bezpečnosti; systémy aktivní bezpečnosti; a procedurální postupy, které jsou osvědčené, anebo důkladně prověřené tak, aby neobsahovaly latentní zdroje nebezpečí za možných podmínek.		
Míra, v jaké projekt technického díla s ohledem na bezpečnost má opatření, které vyvolá nouzové odstavení kritických zařízení a převedení do bezpečného stavu, např. systémy s nouzovým vypnutím nebo zastavením reakce.		
Míra, v jaké projekt technického díla stanovuje kritické procesy výstavby a konstrukce a navrhuje opatření ke snížení jejich kritičnosti. Obsahuje technická i organizační opatření na zajištění dostatečné resilience.		
Míra, v jaké projekt technického díla navrhuje ve shodě se zadávacími podmínkami požadavky na zařízení a systémy, u kterých je nutné vypořádat rizika s cílem zajistit: <ul style="list-style-type: none"> - spolehlivost, - zabezpečení, - bezpečnost. 		
Míra, v jaké projekt technického díla vychází ze správného hodnocení rizik zacíleného na bezpečnost celého technického díla.		
Míra, v jaké projekt technického díla vychází ze systémového pojetí technického díla a jeho okolí, a proto při zajištění bezpečnosti všech aktiv zvažuje vazby a spřažení mezi aktivy, a to žádané i nežádané a z důvodu zvládnutí nepřijatelných propojení, které lze očekávat při výskytu jiných podmínek než normálních, má uspořádanu architekturu tak, aby umožnila v řízení aplikovat přístup ochrany do hloubky (Defence-In-Depth).		
Míra, v jaké projekt technického díla zvažuje kritická místa stavby a obsahuje správná opatření na základě vyhodnocení rizik k jejich bezpečnosti, tj. k zajištění jejich spolehlivosti a zachování provozuschopnosti za abnormálních a kritických podmínek (bariéry, zálohy ke zvýšení bezpečnosti).		
Míra, v jaké projekt technického díla zvažuje kritická místa technologie a výrobních procesů, a přijímá opatření na základě vyhodnocení rizik k jejich bezpečnosti, tj. k jejich spolehlivosti a zachování provozuschopnosti za abnormálních a kritických podmínek (bariéry, zálohy, principy ke zvýšení bezpečnosti).		
Míra, v jaké projekt technického díla zvažuje vysoce kritická zařízení (tlaková zařízení, natlakovaná potrubí – zvláště těch s vysoce nebezpečnými látkami) a k zajištění jejich bezpečnosti používá speciální opatření, speciální ochranné systémy		

(systémy pro zajištění bezpečnosti a systémy podporující bezpečnost) a navrhuje specifické limity a podmínky pro provoz.		
Míra, v jaké projekt technického díla zvažuje všechna rizika spojená se závažnými pohromami a všem zranitelnostmi v území v systémovém pojetí (tj. i rizika spojená se vzájemnými propojeními žádoucími, a to trvalými i dočasnými, a i nežádoucími, která mohou nastat jen za určitých podmínek (např. při výskytu vnějších pohrom nebo chyb obsluhy, anebo útoku insidera). Obsahu vhodná opatření technická a organizační, aby byly sníženy možné dopady.		
Míra, v jaké projekt technického díla věnuje z důvodu zajištění bezpečnosti i výkonu speciální pozornost systému řízení. Systém řízení ve formě manuální, poloautomatické i automatické pomocí IT je hierarchický a založený na řízení rizik, která jsou možná za podmínek normálních, abnormálních a kritických – je více úroňový a respektuje princip Defence-In-Depth. Součástí jsou i návrhy opatření pro řízení nouzových a kritických situací.		
Míra, v jaké projekt technického díla obsahuje technická opatření pro základní fyzickou a kybernetickou ochranu technického díla.		
Míra, v jaké projekt technického díla bere v úvahu vlastnická práva třetích osob; možné změny v zákonech či systému daní a situace na trhu (např. je nebezpečné opírat se o dodávky kritických položek jen o jednoho dodavatele) během zhotovení technického díla, a pro tyto případy obsahuje rezervy na snížení případných takto vzniklých příčin budoucích ztrát a škod.		
Míra, v jaké finanční náklady na zhotovení technického díla, uvedené v projektu jsou adekvátní.		
Míra, v jaké veřejná správa zajistila posouzení projektu technického díla požadované platnou legislativou.		
Míra, v jaké projekt technického díla zohlednil výsledky odborného posouzení projektu technického díla experty.		
Míra, v jaké projekt technického díla zohlednil výsledky připomínek veřejnosti k projektu technického díla.		

Na základě stejných předpokladů jako v předchozím odstavci dostaneme podmínku pro nejvyšší možné roční ztráty technického díla způsobené realizací rizik **RZTD** ve tvaru

$$RZTD < 0.1 \sum_{i=1}^n \frac{k_i HTD}{5T}, \quad (10)$$

kde **HTD** je užitná hodnota technického díla, **k_i** jsou výsledná hodnocení zdrojů rizik v tabulce 5, **n** je počet zdrojů rizik v tabulce 14 (tj. v daném případě n = 32) a **T** je životnost technického díla. Jestliže podmínka daná rovnicí (9) není splněna, tak riziko

není tolerovatelné, tj. není zajištěna koexistence a realizace technického díla by neměla být dovolena, tj. měla by být vyžádána buď nová varianta, anebo další opatření vedoucí ke snížení rizik, a poté další posouzení návrhu. Při splnění požadavku daného rovnicí (9) lze pokračovat v hodnocení.

Při rozhodování o kolaudačním rozhodnutí u technického díla z pohledu požadavku na zajištění koexistence je nutné, aby technické dílo nebylo ztrátové pro území ani při provozu. Proto další podmínku pro posouzení míry koexistence dostaneme při vyhodnocení přínosů technického díla dle tabulky 11 s pomocí tabulek 12 a 13.

Vztah pro stanovení očekávaného ročního výnosu technického díla **PRZTD** dostaneme dle vzorce (6). Očekávaný roční čistý výnos technického díla **RPTD** pro území určíme dle vztahu (7). Podkladem pro rozhodnutí je výsledek rozdílu **R** mezi dovolenými maximálními ročními ztrátami technického díla, způsobenými realizací, rizik a očekávanými čistými ročními výnosy, tj. výsledek rovnice (8).

Stejně jako v předchozím odstavci je výsledek pro hranice přijatelnosti či nepřijatelnosti následující:

$R < PRZTD$, tak riziko technického díla je pro území přijatelné,

$PRZTD < R < 0.1 ABT$, tak riziko technického díla je pro území podmíněně přijatelné (tolerovatelné),

$R > 0.1 ABT$, tak riziko technického díla je pro území nepřijatelné.

V prvním případě (výnosy jsou větší než ztráty) výhody spojené s technickým dílem převážily nevýhody, tj. očekávané ztráty, a lze udělit stavební povolení s ohledem na koexistenci technického díla a jeho okolí. V případě druhém je nutno požadovat další preventivní opatření v projektu technického díla vedoucí ke snížení rizika a zajistit opatření zmírňující, reaktivní a obnovovací [5,13]. V posledním případě, tj. u nepřijatelného rizika, je třeba důkladná úvaha o závěru – v úvahu připadá buď vyhnout se riziku, tj. odmítnutí technického díla, anebo vyžádání dalších preventivních a zmírňujících opatření v projektu vedoucích ke zvýšení bezpečnosti technického díla (nutno vyžadovat aplikaci: vyšších znalostí; lepší zadávací podmínky, lepší technické vybavení; vyšší kvalitu technických zařízení i ochranných systémů; vyšší ochranu obsluhy apod.) [4,5,13] a poté provedení nového posouzení koexistence.

5.4. Poznámka

Jak ukazují práce [4-7] integrální riziko s ohledem na vazby a toky v systému a jeho okolí a na dynamický vývoj světa je dané vztahem

$$R(H) = \left[\sum_{i=1}^n A_i(H) Z_i(H) + \sum_{i=1}^n \int_0^{\tau} \int_S F(H, A_i, P_i, O, t) dS dt \right] \cdot \tau^{-1}, \quad (11)$$

ve kterém H je ohrožení spojené s danou pohromou v místě objektu; A_i jsou hodnoty sledovaných aktiv pro $i = 1, 2, \dots, n$; Z_i jsou zranitelnosti aktiv pro $i = 1, 2, \dots, n$; F je ztrátová funkce; P_i jsou pravděpodobnosti výskytu poškození aktiv pro $i = 1, 2, \dots, n$ – jde o podmíněné pravděpodobnosti; O zranitelnost ochranných opatření; S velikost sledovaného objektu; t je čas měřený od vzniku škodlivého jevu; T je čas, po který vznikají ztráty; a τ je perioda opakování pohromy.

Vztah (11) je složitější, než jsou použité vztahy (6) a (10). V praxi ho nelze použít, protože dosud neznáme tvar ztrátové funkce. Z dosavadního poznání vyplývá, že předmětná funkce je proměnná jak s místem, tak s časem; v dostupné literatuře nebyl nalezen obecný tvar a publikované prostorové modely jsou platné jen pro konkrétní případy, na jejichž základě byly sestaveny. Dostupné modely obvykle ukazují vysoké ztráty v místech, ve kterých je mnoho lidí a v místech, ve kterých vzniknou velké ekonomické škody.

Nejjednodušší způsob pro odhad ztrát je sestavit situační plán území / anebo technického díla a jeho okolí [214] a podle rozložení aktiv a jejich zranitelnosti odhadnout očekávané ztráty [6]; např. osvědčený vzorec pro stanovení počtu poškozených osob je

$$N = S \cdot h \cdot f \quad (12)$$

ve kterém S je zasažené území v ha, h je hustota zalidnění daná počtem osob na ha, f je korelační faktor, když je obydlena jen část území. Tabulka 15 ukazuje příklad stupnice, převzatý z práce [6], kterou používá FEMA při hodnocení ztrát na dalších aktivech.

Tabulka 15. Pomocná stupnice pro posouzení přijatelnosti rizika na základě dopadů pohromy.

Nemoc – úraz	Ztráta na majetku / zařízení	Čas potřebný na nápravu dopadů	Ekonomická ztráta zařízení [\$]	Environmentální dopad
Úmrtí nebo totální trvalá nezpůsobilost	Ztráta systému, podstatné poškození nemovitostí	> 4 měsíce	> 1 milión	Dlouhodobé poškození životního prostředí (5 roků a více), nebo potřeba více než 1 mil. \$ pro nápravu (nebo pokutu)
Trvalá částečná nezpůsobilost; dočasná úplná nezpůsobilost (nad 3 měsíce)	Podstatné poškození systému; významné poškození nemovitostí	2 týdny až 4 měsíce	250 tis. – 1 mil.	Střednědobé poškození životního prostředí (1-5 roků), nebo potřeba 250 tis.-1 mil. \$ pro nápravu (nebo pokutu)

Menší úraz; Ztráta pracovní směny; Odškodné za úraz nebo nemoc	Menší poškození systému; menší poškození nemovitostí	1 den až 2 týdny	1–250 tis.	Krátkodobé poškození životního prostředí (< 1 rok), nebo potřeba 1 tis. - 250 tis. \$ pro nápravu (nebo pokutu)
První pomoc nebo menší lékařské ošetření	Menší defekty systému	< 1 den	< 1 tis.	Nepatrné poškození životního prostředí, lehce napravitelné, vyžadující < 1 tis. \$ pro nápravu (nebo pokutu).

Tímto způsobem se vyhodnotí i přídavné ztráty způsobné domino efekty, které matematické modely neodhalí.

6. PLÁN ŘÍZENÍ RIZIK ZACÍLENÝ NA ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI TECHNICKÝCH DĚL PŘI ZHOTOVENÍ A UVÁDĚNÍ DO PROVOZU

Pro zajištění bezpečí a rozvoje občanů České republiky i celého státu je třeba, aby veřejná správa pečovala řádně o občany, majetek, finance a životní prostředí, tj. aby správně plnila základní funkce státu. Jelikož nejde o jednoduchou záležitost, protože dynamický vývoj složitého systému, kterým je svět (lidský systém), přináší stále více zdrojů rizik, je třeba rizika nepřehlížet a pracovat s nimi na úrovni současného poznání a zkušeností. Na druhé straně právnické i fyzické osoby, i občané musí plnit řádně své úkoly a pomáhat veřejné správě vytvářet bezpečné prostředí a zajišťovat všestranný rozvoj.

Správné řízení státu opírající se o kvalitní data, jejich kvalitní zpracování, správně stanovené kompetence a kvalitně plněné odpovědnosti potřebuje ke zvládnutí kvalitní nástroj. Jedním z osvědčených nástrojů je správně sestavený plán řízení rizik.

Aby plán řízení rizik plnil svoji roli, musí být sestaven na základě kvalitních dat zpracovaných odborníky pomocí kvalitních metod a musí mít oporu v legislativě, která zajistí správně rozdělené kompetence a vynutí plnění odpovědnosti, a tím přispěje k budování kultury bezpečnosti ve společnosti.

Plán řízení rizik pro technická díla pro sledovanou oblast, která zahrnuje samostatné etapy od projektování, zhotovení až po uvedení do provozu, vychází z výše identifikovaných zdrojů příčin havárií nebo selhání technických děl, jejichž důsledkem byly ztráty na lidských životech, finanční a jiné škody, a proto je lze považovat za prioritní, které je třeba monitorovat, a hlavně v zájmu bezpečnosti mít zajištěnou včasnou odezvu a obnovu [4]. Plán pomáhá řešit konflikty, protože v případě, že dojde k očekávanému střetu zájmů, lze předem:

- dohodnout cíle řešení problému vyvolaného realizací rizika,
- stanovit příslušné odpovědnosti,
- kodifikovat postupy pro reakci na problém.

6.1. Charakteristika plánu řízení rizik a použité principy

Plán řízení rizik obsahuje čtyři základní položky, a to:

- oblast příčin rizika ze všech oblastí (technická, organizační, vnitřní příčiny, vnější příčiny, kybernetická apod.),
- popis příčin rizika,
- pravděpodobnost výskytu a ocenění dopadů rizika,
- opatření pro zmírnění rizika a odpovědnosti za jejich provedení.

U aplikace opatření uvedených v plánu řízení rizik je důležitá otázka odpovědnosti. V práci [1] byla provedena analýza stavebního zákona (zákon č. 183/2006 Sb.), ze které vyplynula velmi závažná skutečnost, a to, že veřejná správa v České republice:

- má pouze povinnost zkontrolovat seznam podkladů a jejich náležitostí,
- nemá povinnost kontrolovat a posuzovat věcný obsah.

Proto není prováděna věcná kontrola dokumentace, ani v jednotlivostech, ani vcelku.

Na základě ustanovení stavebního zákona (zákon č. 183/2006 Sb.) Ministerstvo pro místní rozvoj při provádění státního dozoru sleduje, jak orgány veřejné správy vykonávají působnost stanovenou tímto zákonem, a státní dozor nad činností autorizovaných inspektorů, který je součástí státního dozoru ve věcech stavebního řádu. Z pohledu práva je v zákoně chybné slovo **sleduje**, protože jeho užitím je pak sporná pravomoc ministerstva na úseku vynucení správného jednání v oblasti zajištění bezpečných technických děl.

Kritická analýza stavebního zákona v práci [1] dále ukazuje, že česká legislativa dosud přesně nerespektuje principy TQM na úseku řízení správy státu [148], ani principy OSN, EU a OECD pro to, aby stát plnil své základní funkce a vytvářel bezpečný prostor pro lidi, podrobně popsané v práci [3]. Jde především o kompetence a odpovědnost osob a subjektů, které rozhodují v daném případě o kvalitě projektu a zhotovení technického díla.

Je třeba konstatovat, že předmětná skutečnost zcela odporuje zásadám pro řízení rizik [4] i principu odpovědnosti, který je běžný v Evropě [199], což znamená, že odpovědnost za bezpečnost technického díla, tj. za úroveň práce s riziky spojenými s technickým dílem, má vlastník (v době projektování, výstavby, testování a uvedení do provozu investor) i veřejná správa. Předmětný požadavek je logický i z důvodu, že problémy technického díla, jak při zhotovení, tak při provozu, znamenají nejen ztrátu výrobků či služeb, ale i ztrátu daní pro veřejnou správu, výdaje způsobené nezaměstnaností a další sociální problémy, např. zvýšenou kriminalitu. Proto sestavujeme dále uvedený plán řízení rizik podle běžných evropských pravidel a zaměřujeme ho na provedení odborných úkonů, tj. nejenom na povinnosti úředníků v úřadech, jak se děje v ČR.

S ohledem na požadavek české legislativy (zákon č. 183/2006 Sb.), která zvažuje dva milníky, a to:

- udělení stavebního povolení na základě projektové dokumentace technického díla,
- vydání kolaudačního rozhodnutí na základě dokumentace k provozu technického díla,

rozdělíme plán řízení rizik na dva případy. První je pro oblast projektování a druhý pro činnosti následné. V obou případech jsou nástroje koncipovány tak, že je může použít jak zhotovitel, tak veřejná správa.

Podobně jako v [1] je zvažován typ řízení TQM (Total Quality Management) [148] a jeho principy. Předmětný typ řízení je základem norem ISO, které v České republice jsou závazné jen za přesně stanovených úprav legislativou.

V souladu se správným řízením, které je založeno na TQM a prosazováno EU (jeho charakteristika a zásady jsou uvedeny v [3]), a které již bylo použito v práci [1], jsou ve veřejné správě zvažovány odpovědnosti u následujících funkcí:

- parlament,
- vláda,
- ministerstvo pro místní rozvoj,
- kraj – předseda krajského úřadu; hejtmán dle stavebního zákona nemá pravomoci ve stavebním řízení,
- starosta obce,
- předseda stavebního úřadu,
- odpovědný pracovník veřejné správy za bezpečnost území,
- odpovědný pracovník veřejné správy za rozvoj území,
- odpovědný zástupce investora technického díla,
- odpovědný autorizovaný inspektor,

- odpovědný zástupce budoucího provozovatele,
- odpovědný zástupce příslušné odborné instituce, která odpovídá za bezpečnost technických děl (Technické inspekce ČR, ČIŽP, SÚJB, Státní úřad pro bezpečnost práce apod.),
- odpovědný zástupce civilní ochrany (v ČR Integrovaného záchranného systému),
- předseda parlamentu.

V souladu se zákonem č. 183/2006 Sb. jsou na straně investora technického díla při:

- projektování zvážený odpovědnosti u funkcí:
 - autorizovaný projektant,
 - odpovědný zástupce budoucího provozovatele,
 - odpovědný zástupce investora za oblast projektování,
 - odpovědný zástupce dozoru investora,
- zhotovení, testování a uvedení: zvážený odpovědnosti u funkcí:
 - autorizovaný stavbyvedoucí v oblasti projektování,
 - odpovědný zástupce budoucího provozovatele,
 - odpovědný zástupce investora za oblast zhotovení, testování a uvedení do provozu,
 - odpovědný zástupce dozoru investora za oblast zhotovení, testování a uvedení do provozu.

6.2. Plán řízení rizik pro oblast projektování technického díla

Na základě shromážděných dat (údaje o příčinách havárií a selhání technických děl, a příslušná poučení) v kapitole 4, znalostí popsanych v kapitole 2 a v kapitole 5, je sestaven plán řízení prioritních rizik pro oblast projektování, tabulka 16. Jeho cílem je připravit řešení prioritních rizik předem, a to na úrovni existujících znalostí a zkušeností ve světě (ČR nemá dosud k dispozici dostatečně propracovanou legislativu a jiné nástroje pro práci s riziky).

Tabulka 16. Plán řízení rizik pro zajištění koexistence technického díla s okolím při projektování.

Oblast rizika	Popis rizika	Pravděpodobnost výskytu Dopady	Opatření na zmírnění rizika
Veřejná správa	V důsledku neexistence strategie státu na úseku řízení projektování technických děl zacílené na bezpečnost je možné upřednostnění momentálních politických zájmů, prosazení požadavků nátlakových skupin či nezvládnutí extrémních politických situací (válka, teroristické útoky), což následně vede ke snížení životní úrovně a bezpečí	Pravděpodobnost: velká Dopady: velké	Opatření: vypracovat příslušnou strategii ČR a upravit stavební zákon Provede: předseda vlády Odpovědnost: předseda parlamentu

<p>občanů, ekonomické nestabilitě apod.</p> <p>V důsledku slabé podpory státu zacílené na kvalitní projektování technických děl dochází k prodlužování výstavby a k enormním nákladům na zhotovení, což následně vede ke snížení životní úrovně, ekonomické nestabilitě apod.</p>	<p>Pravděpodobnost: velká Dopady: velké</p>	<p>Opatření: do kompetenčního zákona (zákon č. 2/1969 Sb.) vložit úkoly na úseku bezpečnosti technických děl upravit stavební zákon</p> <p>Provede: ministr vnitra ministr MMR ČR</p> <p>Odpovědnost: předseda vlády</p>
<p>V důsledku nekvalitního technického vzdělávání cíleného na kvalitní projektování technických děl, které zohledňuje nejen normy, ale i možná rizika dochází k prodlužování výstavby, problémům při uvedení do provozu či k haváriím doprovázenými enormními výdaji z veřejného rozpočtu, narušení bezpečí občanů a stability státu, , což následně vede ke snížení životní úrovně, ekonomické nestabilitě apod.</p>	<p>Pravděpodobnost: velká Dopady: velké</p>	<p>Opatření: upravit zákony spojené se vzděláváním</p> <p>Provede: ministr školství</p> <p>Odpovědnost: předseda vlády</p>
<p>V důsledku chybné legislativy (např. nepřesně stanovené požadavky na projekt technického díla s ohledem na zajištění koexistence technického díla s okolím (je možné použití chybných či neověřených technologií; není důraz na použití kvalitních zařízení a jejich propojení po dobu životnosti; u nebezpečných technologií chybí požadavek na zařazení opatření inherentní bezpečnosti; zpracování provozních předpisů pro normální, abnormální a kritické podmínky a zajištění odezvy na nehody a havárie) dochází k prodlužování výstavby, problémům při uvedení do provozu či k haváriím doprovázenými enormními výdaji z veřejného rozpočtu, narušení bezpečí občanů a stability státu</p>	<p>Pravděpodobnost: velká Dopady: velké</p>	<p>Opatření: upravit zákony spojené s technickými díly a se vzděláváním</p> <p>Provede: předseda vlády ministr pro místní rozvoj ministr vnitra upravit zákony spojené se vzděláváním</p> <p>Provede: předseda vlády</p> <p>Odpovědnost: předseda Parlamentu</p>

	<p>V důsledku nedostatečné kompetence orgánu veřejné správy při dozoru nad projektováním technických děl dochází k prodlužování výstavby, problémům při uvedení do provozu či k haváriím doprovázenými enormními výdaji z veřejného rozpočtu, narušení bezpečí občanů</p>	<p>Pravděpodobnost: velká Dopady: velké</p>	<p>Opatření: upravit kompetenční zákon a zákony s ním spojené, zákon o krajích a zákon o obcích Provede: předseda vlády ministr vnitra Odpovědnost: předseda Parlamentu</p>
	<p>V důsledku chybného dohledu nad projektováním technického díla dochází k prodlužování výstavby, problémům při uvedení do provozu či k haváriím doprovázenými enormními výdaji z veřejného rozpočtu, narušení bezpečí občanů a stability státu</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: upravit stavební zákon Provede: ministr MMR ČR Odpovědnost: předseda vlády</p>
	<p>Když u velkých technických děl není stanoven odborný orgán s dostatečnými kompetencemi pro zajištění kvalitního projektu a zhotovení technického díla, tak dochází k prodlužování výstavby, problémům při uvedení do provozu či k haváriím doprovázenými enormními výdaji z veřejného rozpočtu, narušení bezpečí občanů a stability státu.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: upravit stavební zákon Provede: ministr MMR ČR Odpovědnost: předseda vlády</p>
	<p>Když chybí datová základna o vlastnostech a jevech v území, tak projekt je postaven na všeobecných znalostech a nerespektuje místní podmínky, což dříve nebo později naruší výstavbu nebo provoz technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji z veřejného rozpočtu, narušení bezpečí občanů a stability státu.</p>	<p>Pravděpodobnost: velká Dopady: velké</p>	<p>Opatření: upravit strategii výzkumu, získávání a zpracování dat pro veřejné potřeby a správu těchto dat Provede: předseda vlády a ministři vlády Odpovědnost: předseda Parlamentu</p>
	<p>V důsledku zjištění, že projekt technického díla je založen na špatné kvalitě zadávacích podmínek, dokumentace a použitých technologií, což dříve nebo později naruší výstavbu nebo provoz technického díla a povede k haváriím doprovázenými</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: vyžádat nápravu dle stavebního zákona a správního řádu u investora Provede:</p>

	<p>enormními výdaji z veřejného rozpočtu, narušení bezpečí občanů a stability státu.</p>		<p>předseda stavebního úřadu Odpovědnost: starosta obce, popř. u specifických technických děl příslušný ministr</p>
	<p>V důsledku nezjištění, že projekt technického díla nezážil, zda nároky technického díla na kapacitu kritických infrastruktur a personál odpovídají podmínkám v lokalitě, což dříve nebo později naruší výstavbu nebo provoz technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji z veřejného rozpočtu, narušení bezpečí občanů a stability státu.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: vyžádat nápravu dle stavebního zákona a správního řádu u investora Provede: předseda stavebního úřadu Odpovědnost: starosta obce popř. u specifických technických děl příslušný ministr</p>
	<p>V důsledku nezjištění, že projekt technického díla opomenul zvážit dopady technického díla na bezpečnost území (nezvážení nebo podcenění dopadů havárií a selhání) dojde dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla a povede k haváriím doprovázenými narušením bezpečí, výdajům na odevzu a obnovu, a to i z veřejného rozpočtu.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: vyžádat nápravu dle stavebního zákona a správního řádu u investora Provede: předseda stavebního úřadu Odpovědnost: starosta obce popř. u specifických technických děl příslušný ministr</p>
	<p>V důsledku nezjištění, že projekt technického díla není kvalitní z hlediska financování (podfinancování) a harmonogramu výstavby dojde k prodloužení výstavby a k růstu původně stanovených nákladů.</p>	<p>Pravděpodobnost: velká (česká legislativa obvykle vybírá nejnižší náklady) Dopady: velké</p>	<p>Opatření: vyžádat nápravu dle stavebního zákona a správního řádu u investora Provede: předseda stavebního úřadu Odpovědnost: starosta obce popř. u specifických technických děl příslušný ministr</p>

Investor technického díla	<p>V důsledku nedostatečné kompetence investora v oblasti projektování technických děl dochází k prodlužování výstavby, problémům při uvedení do provozu, enormním výdajům a později dalším problémům v provozu, financování, bezpečnosti apod.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: upravit stavební zákon Provede: ministr MMR ČR Odpovědnost: předseda vlády</p>
	<p>V důsledku chyb při výběru autorizovaného projektanta (nedostatečné znalosti a zkušenosti ze všech oborů, které musí být zohledněny v projektu) je projekt nekvalitní, což dříve nebo později naruší výstavbu nebo provoz technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: změna projektanta Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora</p>
	<p>V důsledku nedostatečně kvalitního zadání technického díla a požadavků na ochranu okolního území, projekt nezohledňuje místní specifika a místní rizika, což dříve nebo později naruší výstavbu nebo provoz technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: přepracovat zadávací podmínky Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora</p>
	<p>V důsledku chybného dohledu nad projektováním technického díla (nezjistil, že: byly použity nevhodné metody, chybná data o území, neúplná data o technologii; nebyly použity všechny normy, principy a postupy zajišťující bezpečnost; odborníci z technické, IT, právní, BOZP vzájemně nespolečně spolupracují; apod.), což dříve nebo později naruší výstavbu nebo provoz technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: změna kontrolního orgánu investora a stanovení požadavků na provádění kontrol a inspekci Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora</p>

	<p>V důsledku nezajištění expertního posouzení zadávacích podmínek technického díla, které předložil projektant dojde dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: provést nápravu, tj. zajistit expertní posouzení zadávacích podmínek Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora</p>
	<p>V důsledku nezjištění, že projekt technického díla přecenil nebo podcenil nároky technického díla na kapacity kritických infrastruktur a personál v lokalitě vede dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla a povede k narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: provedení nápravy a projednání vhodného řešení s veřejnou správou Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora</p>
	<p>V důsledku nezjištění, že projekt technického díla není dostatečně přehledný, aby zajistil jednoduchou ovladatelnost technického díla a dobře uspořádaný systém řízení bezpečnosti dojde dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit, aby projektant provedl nápravu na své náklady a ve stanovené době Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora</p>
	<p>V důsledku nezjištění, že při výběru zařízení a jejich spojování v technickém díle nebyly zvaženy požadavky na: trvanlivost; ovladatelnost zařízení a procesů; životnost; lidské zdroje; náklady; technické služby; a servis, dojde dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit, aby projektant provedl nápravu na své náklady a ve stanovené době Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora</p>

	<p>V důsledku nevyžádání průkazu technické proveditelnosti projektu technického díla v daném území dojde dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit, aby projektant provedl nápravu na své náklady a ve stanovené době Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora</p>
	<p>V důsledku nezajištění kompletní technické dokumentace, např. obsahující přesný popis všech zařízení a způsobu jejich provozu, dojde dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: velká Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit, aby projektant provedl nápravu na své náklady a ve stanovené době Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora</p>
	<p>V důsledku nezvážení průřezových rizik (spojených s propojeními zařízení, IT a člověk-stroj) v provedených bezpečnostních analýzách dojde dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: velká Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit, aby projektant provedl nápravu na své náklady a ve stanovené době Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora</p>
	<p>V důsledku nesledování změn v legislativě, normách, daních apod. dojde k finančním problémům, což povede k prodloužení výstavby, ztrátě podpory veřejné správy a popř. k nedokončení projektu či výstavby</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit, aby projektant provedl nápravu na své náklady a ve stanovené době Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora</p>

Budoucí provozovatel	<p>V důsledku nepřesně zadaných požadavků na technické dílo projekt nekvalitně vyřeší místní specifika a dojde dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit, aby investor provedl nápravu Provede: pověřený pracovník budoucího provozovatele Odpovědnost: ředitel budoucího provozovatele</p>
	<p>V důsledku špatné spolupráce s investorem, veřejnou správou a projektantem projekt technického díla nemusí vyřešit možné konflikty technického díla s okolím, což dříve nebo později povede k narušení výstavby nebo provozu technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit, aby investor provedl nápravu, popř. požádat o pomoc ředitele stavebního úřadu či ředitele technické inspekce Provede: pověřený pracovník budoucího provozovatele Odpovědnost: ředitel budoucího provozovatele</p>
	<p>V důsledku špatného odhadu v oblasti dodavatelsko – odběratelských vztazích je projekt postaven na nereálných datech, což dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit, aby investor provedl nápravu, Provede: pověřený pracovník budoucího provozovatele Odpovědnost: ředitel budoucího provozovatele</p>
	<p>V důsledku špatného odhadu nároků technického díla na energii, dopravu, dodávky vody, kanalizaci, likvidaci odpadů je projekt postaven na nereálných datech, což dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit, aby investor provedl nápravu, a jednat s veřejnou správou s cílem najít vyřešení problému Provede: pověřený pracovník budoucího provozovatele Odpovědnost: ředitel budoucího provozovatele</p>

	V důsledku špatného odhadu v oblasti personálu je projekt postaven na nereálných datech, což dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: zajistit, aby investor provedl nápravu, a jednat s veřejnou správou s cílem najít vyřešení problému Provede: pověřený pracovník budoucího provozovatele Odpovědnost: ředitel budoucího provozovatele
Autorizovaný projektant technického díla	V důsledku nedostatečných znalostí dojde dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: odmítnout zakázku, anebo posílit tým o odborníky Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
	V důsledku nekvalitního nebo nespolupracujícího týmu zpracovatelů projektu je projekt nekvalitní a dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: zajistit nápravu, tj. vytvořit pravidla a atmosféru pro spolupráci v týmu Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
	V důsledku neznalosti nebo neopatření kvalitních dat je projekt nekvalitní a dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: zajistit nápravu, tj. buď opatřit správná data, anebo požádat investora o jejich dodání Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
	V důsledku neznalosti nebo nepoužití kvalitních metod hlavně z oblasti práce s riziky je projekt nekvalitní a dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: zajistit nápravu, tj. buď použít správné metody, anebo přijmout do týmu či zaplatit

	občanů a k problémům s veřejnou správou.		experta v příslušné oblasti Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
	V důsledku neznalosti nebo nepoužití požadované legislativy, norem a osvědčených principů dobré inženýrské praxe a výsledků práce s riziky je projekt nekvalitní a dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: zajistit nápravu, buď vlastními zdroji, anebo vnějšími zdroji přes objednávku Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
	V důsledku krátkého časového intervalu nebo omezených financí pro zpracování projektu je projekt nekvalitní a dříve nebo později dojde k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: u investora vyžádat nápravu Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
	V důsledku nejasného a nekompletního plánu prací na projektu ve formě ověřeného kontrolního seznamu a dříve nebo později dojde k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: stanovit jasný harmonogram prací, jejich kvality, cílů a termínu dodání Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
	V důsledku nedostatečných znalostí nebo financí nebyl vyžádán specifický průzkum místních podmínek, což vede dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: u investora vyžádat nápravu Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
	V důsledku nedostatečné legislativy chybí v projektu opatření pro ochranu veřejných aktiv, limity a podmínky pro provoz	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: u investora vyžádat nápravu a popř.

	kritických zařízení, záložní zdroje pro zvládnutí nouzových a kritických situací, což vede dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.		požádat o podporu veřejnou správu Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
	V důsledku nedostatečných znalostí zpracovatele projektu a špatného dohledu investora a veřejné správy použita technologie zpracování projektu způsobila nedostatky v projektu, které dříve nebo později povedou k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: doplnit tým o odborníky ve spolupráci s investorem a provést nápravu Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
	Nezpracování kompletní technické dokumentace (např. není přesný popis všech zařízení a způsobu jejich provozu) vede dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: doplnit tým o odborníky ve spolupráci s investorem a provést nápravu Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
	Nezvážení technických děl v okolí, která mohou způsobit selhání či havárii předmětného technického díla vede dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.	Pravděpodobnost: velká Dopady: velké	Opatření: doplnit tým o odborníky ve spolupráci s investorem a provést nápravu Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
	Nezvážení výskytu situací, které mohou vyžadovat vícenásobky (např. zvýšení daňového zatížení, změna podpory ze strany veřejné správy, výskyt živelní či jiné pohromy apod.) vede dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí	Pravděpodobnost: velká Dopady: velké	Opatření: doplnit tým o odborníky ve spolupráci s investorem a provést nápravu Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost:

	občanů a k problémům s veřejnou správou.		ředitel projektanta
	Chybné rozdělení investičního celku do etap vede dříve nebo později k narušení výstavby nebo provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.	Pravděpodobnost: velká Dopady: velké	Opatření: ve spolupráci s investorem a provést nápravu Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
	V důsledku nejasně stanoveného cíle bezpečnosti technického díla a nástrojů pro zajištění bezpečnosti projekt nezajišťuje správné řízení možných rizik, což dříve nebo později povede k narušení výstavby nebo provozu technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.	Pravděpodobnost: velká Dopady: střední	Opatření: ve spolupráci s investorem a provést nápravu Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
Živelní pohroma, požár objektu	V důsledku výskytu dojde k narušení práce na projektu, což povede k nedodržení termínu, anebo ke snížení kvality projektu, což naruší další fáze zhotovení technického díla a povede k nedodržení termínu zhotovení a s tím spojenými vícenáklady a vícepracemi (např. údržba a fyzická ochrana zabraňujícího území)	Pravděpodobnost: malá Dopady: střední	Opatření: ve spolupráci s investorem a provést nápravu Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
Selhání techniky, havárie, selhání kritických infrastruktur	V důsledku výskytu dojde k narušení práce na projektu, což povede k nedodržení termínu, anebo ke snížení kvality projektu, což naruší další fáze zhotovení technického díla a povede k nedodržení termínu zhotovení a s tím spojenými vícenáklady a vícepracemi (např. údržba a fyzická ochrana zabraňujícího území)	Pravděpodobnost: malá Dopady: velké	Opatření: ve spolupráci s investorem a provést nápravu Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta

Insider	V důsledku výskytu dojde k chybám v na projektu, což povede k nedodržení termínu, anebo ke snížení kvality projektu, anebo dokonce k narušení dalších fází zhotovení, či dokonce provozu technického díla, což si vyžádá vícenáklady, a způsobí narušení bezpečí, či dokonce újmy na životním prostředí a poškození zdraví zaměstnanců či lidí v okolí technického díla a problémy s veřejnou správou	Pravděpodobnost: malá Dopady: střední až velké	Opatření: budovat kulturu bezpečnosti a motivovat pracovníky k práci zaměřené na plnění úkolů Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
Teroristický útok	V důsledku výskytu dojde k chybám v na projektu, což povede k nedodržení termínu, anebo ke snížení kvality projektu, anebo dokonce k narušení dalších fází zhotovení, či dokonce provozu technického díla, což si vyžádá vícenáklady, a způsobí narušení bezpečí, či dokonce újmy na životním prostředí a poškození zdraví zaměstnanců či lidí v okolí technického díla a problémy s veřejnou správou	Pravděpodobnost: malá Dopady: střední až velké	Opatření: ve spolupráci s investorem provést nápravu, tj. odezvu a obnovu, a zlepšit fyzickou ochranu a ostrahu pracoviště Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
Finanční krize	V důsledku výskytu dojde k nedostatku financí, což povede k chybám v projektu, zastavení prací na projektu či k nedodržení termínu dokončení projektu, a s tím spojeným narušením dalších fází zhotovení a k opoždění provozu technického díla, což způsobí vícenáklady, a sociální problémy (nezaměstnanost a narušení bezpečí), či dokonce újmy na životním prostředí a tím i problémy veřejné správě (náklady na sociální dávky, boj proti kriminalitě apod.)	Pravděpodobnost: malá Dopady: střední až velké	Opatření: ve spolupráci s investorem a veřejnou správou provést ochranná opatření a zjistit přijatelný způsob řešení úkolu Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta

Válka	V důsledku výskytu dojde k nedostatku financí, personálu, změně podpory státu apod., což povede k chybám v projektu, zastavení prací na projektu či k nedodržení termínu dokončení projektu, a s tím spojeným narušením dalších fází zhotovení a k opoždění provozu technického díla, což způsobí vícenáklady, a sociální problémy (nezaměstnanost a narušení bezpečí), či dokonce újmy na životním prostředí a tím i problémy veřejné správě (náklady na sociální dávky, boj proti kriminalitě apod.)	Pravděpodobnost: malá Dopady: velké	Opatření: ve spolupráci s investorem a veřejnou správou provést ochranná opatření a zjistit přijatelný způsob řešení úkolu Provede: pověřený pracovník projektanta Odpovědnost: ředitel projektanta
-------	--	--	---

6.3. Plán řízení rizik pro oblast zhotovení technického díla až po jeho uvedení do provozu

Na základě shromážděných dat (údaje o příčinách havárií a selhání technických děl, a příslušná poučení) v kapitole 4, znalostí popsanych v kapitole 2 a v kapitole 5, je sestaven plán řízení prioritních rizik pro oblast zhotovení a uvedení do provozu technických děl, tabulka 17. Jeho cílem je připravit řešení prioritních rizik předem, a to na úrovni existujících znalostí a zkušeností ve světě (ČR nemá dosud k dispozici dostatečně propracovanou legislativu a jiné nástroje pro práci s riziky).

Tabulka 17. Plán řízení rizik pro zajištění koexistence technického díla s okolím během zhotovení, testování a uvedení do provozu.

Oblast rizika	Popis rizika	Pravděpodobnost výskytu Dopady	Opatření na zmírnění rizika
Veřejná správa	V důsledku neexistence strategie státu na úseku řízení zhotovení a zprovoznění technických děl zacílené na bezpečnost je možné upřednostnění momentálních politických zájmů, prosazení požadavků nátlakových skupin či nezvládnutí extrémních politických situací (válka, teroristické útoky), což následně vede ke snížení životní úrovně, ekonomické nestabilitě apod.	Pravděpodobnost: velká Dopady: velké	Opatření: vypracovat příslušnou strategii ČR a upravit stavební zákon Provede: předseda vlády Odpovědnost: předseda parlamentu

	<p>V důsledku slabé podpory státu zacílené na kvalitní zhotovení a zprovoznění technických děl dochází k prodlužování výstavby a k enormním nákladům na zhotovení, což následně vede ke snížení životní úrovně, ekonomické nestabilitě apod.</p>	<p>Pravděpodobnost: velká Dopady: velké</p>	<p>Opatření: do kompetenčního zákona (zákon č. 2/1969 Sb.) vložít úkoly na úseku bezpečnosti technických děl upravit stavební zákon Provede: ministr vnitra ministr MMR ČR Odpovědnost: předseda vlády</p>
	<p>V důsledku nekvalitního technického vzdělávání cíleného na kvalitní zhotovení a zprovoznění technických děl, které zohledňuje nejen normy, ale i možná rizika dochází k prodlužování výstavby, problémům při uvedení do provozu či k haváriím doprovázenými enormními výdaji z veřejného rozpočtu, narušení bezpečí občanů a stability státu, , což následně vede ke snížení životní úrovně, ekonomické nestabilitě apod.</p>	<p>Pravděpodobnost: velká Dopady: velké</p>	<p>Opatření: upravit zákony spojené se vzděláváním Provede: ministr školství Odpovědnost: předseda vlády</p>
	<p>V důsledku chybné legislativy v oblasti zhotovení a zprovoznění technických děl (např. je možné použití chybných či neověřených technologií při výstavbě nebo konstrukci) dochází k prodlužování výstavby, problémům při uvedení do provozu nebo provozu či k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a stability státu</p>	<p>Pravděpodobnost: velká Dopady: velké</p>	<p>Opatření: upravit zákony spojené s technickými díly a se vzděláváním Provede: předseda vlády ministr pro místní rozvoj ministr vnitra Odpovědnost: předseda Parlamentu</p>
	<p>V důsledku nedostatečné kompetence orgánu veřejné správy při dozoru nad zhotovením a zprovozněním technických děl dochází k prodlužování výstavby, problémům při uvedení do provozu nebo provozu či k haváriím doprovázenými enormními výdaji z veřejného rozpočtu, narušení bezpečí občanů</p>	<p>Pravděpodobnost: velká Dopady: velké</p>	<p>Opatření: upravit kompetenční zákon a zákony s ním spojené, zákon o krajích a zákon o obcích Provede: předseda vlády ministr vnitra Odpovědnost: předseda Parlamentu</p>

	V důsledku chybného dohledu nad zhotovením a zprovozněním technického díla dochází k prodlužování výstavby, problémům při uvedení do provozu či k haváriím doprovázenými enormními výdaji z veřejného rozpočtu, narušení bezpečí občanů a stability území	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: upravit stavební zákon Provede: ministr MMR ČR Odpovědnost: předseda vlády
	Když u velkých technických děl není stanoven odborný orgán s dostatečnými kompetencemi pro zajištění kvalitního zhotovení a zprovoznění technického díla, tak dochází k prodlužování výstavby, problémům při uvedení do provozu či k haváriím doprovázenými enormními výdaji z veřejného rozpočtu, narušení bezpečí občanů a stability území.	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: upravit stavební zákon Provede: ministr MMR ČR Odpovědnost: předseda vlády
	V důsledku nezjištění, že zhotovení a zprovoznění technického díla není kvalitní z hlediska financování (podfinancování) a harmonogramu výstavby dojde k prodloužení výstavby a k růstu původně stanovených nákladů.	Pravděpodobnost: velká (česká legislativa obvykle vybírá nejnižší náklady) Dopady: velké	Opatření: vyžádat nápravu dle stavebního zákona a správního řádu u investora Provede: předseda stavebního úřadu Odpovědnost: starosta obce popř. u specifických technických děl příslušný ministr
Investor technického díla	V důsledku nedostatečné kompetence investora v oblasti zhotovení a zprovoznění technických děl dochází k prodlužování výstavby, problémům při uvedení do provozu, enormním výdajům a později dalším problémům v provozu, financování, bezpečnosti apod.	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: upravit stavební zákon Provede: ministr MMR ČR Odpovědnost: předseda vlády
	V důsledku chyb při výběru autorizovaného stavbyvedoucího (nedostatečné znalosti a zkušenosti ze všech oborů, které musí být zohledněny při zhotovení a zprovoznění) je technické dílo nekvalitní, což dříve nebo později naruší provoz technického díla a povede k haváriím	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: změna zhotovitele či stavbyvedoucího Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora

	doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou		
	V důsledku nedodržování požadavků na ochranu okolního území při výstavbě a zprovoznění dojde k narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou	Pravděpodobnost: velká Dopady: velké	Opatření: zajištění nápravy dle stavebního zákona Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora
	V důsledku chybného dohledu nad zhotovením a zprovozněním technického díla (nezjistil, že: byly použity nevhodné metody při výstavbě, konstrukci, testování zařízení, zkušebním provozu a při uvedení do provozu) dojde dříve nebo později k problémům při provozu technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: vyžádání nápravy u zhotovitele a stavbyvedoucího Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora
	V důsledku nezajištění expertního posouzení harmonogramu prací a způsobu jejich provedení při zhotovení a zprovoznění technického díla dojde dříve nebo později k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: provést nápravu, tj. zajistit expertní posouzení dokumentů a zajistit, aby zhotovitel a stavbyvedoucí provedli změny Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora
	V důsledku nezjištění, že zhotovení a zprovoznění technického díla není v souladu s projektem, požadavky na kvalitu zařízení, BOZP a ochranu životního prostředí dojde dříve nebo později k narušení provozu technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: provedení nápravy a projednání vhodného řešení s veřejnou správou Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora

	<p>V důsledku neprovedení kvalitních nedestruktivních testů kritických technických zařízení, kvalitních testů provozních procesů a kvalitního zkušebního provozu dojde dříve nebo později k narušení provozu technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: provedení nápravy a projednání vhodného řešení s veřejnou správou Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora</p>
	<p>V důsledku nezajištění kompletní finální technické dokumentace po zkušebním provozu (obsahující přesný popis všech zařízení, jejich funkce, limit a podmínek, způsobu jejich provozu a postupů pro zvládnutí nouzových a kritických situací včetně potřebného technického zajištění a požadavků na personál) dojde dříve nebo později k narušení provozu technického díla a povede to k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: velká Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit, aby zhotovitel provedl nápravu na své náklady a ve stanovené době Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora</p>
	<p>V důsledku nezvážení průřezových rizik (spojených s propojeními zařízení, IT a člověk-stroj) při zhotovení, testech a zprovoznění dojde dříve nebo později k narušení provozu technického díla a povede to k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: velká Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit, aby zhotovitel a stavbyvedoucí provedli nápravu na své náklady a ve stanovené době Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora</p>
	<p>V důsledku nesledování změn v legislativě, normách, daních apod. při zhotovení a zprovoznění technického díla dojde k finančním problémům, což povede k prodloužení výstavby, ztrátě podpory veřejné správy a popř. k nedokončení projektu či výstavby</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit, aby zhotovitel provedl nápravu na své náklady a ve stanovené době Provede: pověřený pracovník investora Odpovědnost: ředitel investora</p>

Budoucí provozovatel	<p>V důsledku špatné spolupráce s investorem, veřejnou správou a stavbyvedoucím mohou při zhotovení a zprovoznění technického díla vzniknout konflikty vnitřní i technického díla s okolím, což dříve nebo později povede k narušení provozu technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit, aby investor provedl nápravu, popř. požádat o pomoc ředitele stavebního úřadu či ředitele technické inspekce</p> <p>Provede: pověřený pracovník budoucího provozovatele</p> <p>Odpovědnost: ředitel budoucího provozovatele</p>
	<p>V důsledku špatného odhadu nároků technického díla na energii, dopravu, dodávky vody, kanalizaci, likvidaci odpadů dochází při zhotovení a zprovoznění dříve nebo později ke zpožděním, výpadkům budoucího provozu technického díla, což vede k enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit, aby investor provedl nápravu, a jednat s veřejnou správou s cílem najít vyřešení problému</p> <p>Provede: pověřený pracovník budoucího provozovatele</p> <p>Odpovědnost: ředitel budoucího provozovatele</p>
Zhotovitel – autorizovaný stavbyvedoucí technického díla	<p>V důsledku nedostatečných znalostí zhotovitele / stavbyvedoucího dojde dříve nebo později k narušení zhotovení a zprovoznění technického díla, což vede k enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: odmítnout zakázku, vyměnit stavbyvedoucího, anebo posílit tým o odborníky</p> <p>Provede: pověřený pracovník zhotovitele</p> <p>Odpovědnost: ředitel zhotovitele</p>
	<p>V důsledku nekvalitních nebo nespolupracujících týmů realizujících zhotovení a zprovoznění technického díla dojde dříve nebo později k narušení výstavby nebo později provozu technického díla, což vyvolá enormní výdaje, narušení bezpečí občanů a k problémy s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit nápravu, tj. vytvořit pravidla a atmosféru pro spolupráci v týmu</p> <p>Provede: pověřený pracovník zhotovitele</p> <p>Odpovědnost: ředitel zhotovitele</p>

	<p>V důsledku neznalosti nebo šlendriánu je zhotovení a zprovoznění provedeno nekvalitně, což dříve nebo později povede k narušení provozu technického díla, a s tím spojeným enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit nápravu Provede: pověřený pracovník zhotovitele Odpovědnost: ředitel zhotovitele</p>
	<p>V důsledku nedodržování požadované legislativy, požadavků BOZP, norem a osvědčených principů dobré inženýrské praxe a všech možných opatření vůči rizikům při zhotovení a zprovoznění technického díla dojde k úrazům pracovníků, enormním výdajům a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: zajistit nápravu, cíleně dbát na kulturu bezpečnosti Provede: pověřený pracovník zhotovitele Odpovědnost: ředitel zhotovitele</p>
	<p>V důsledku krátkého časového intervalu nebo omezených financí pro zhotovení a zprovoznění technického díla dříve nebo později dojde k narušení výstavby nebo později provozu technického díla, enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: u investora projednat nápravu s ohledem na zajištění bezpečného díla Provede: pověřený pracovník zhotovitele Odpovědnost: ředitel zhotovitele</p>
	<p>V důsledku nejasného a nekompletního plánu prací při zhotovení a zprovoznění technického díla ve formě ověřeného kontrolního seznamu dojde dříve nebo později dojde k narušení výstavby nebo později provozu technického díla v důsledku opomenutí, což vede k enormním výdajům, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: stanovit jasný harmonogram prací, jejich kvality, cílů a termínu dokončení prací Provede: pověřený pracovník zhotovitele Odpovědnost: ředitel zhotovitele</p>
	<p>V důsledku nedostatečných znalostí stavbyvedoucího a špatného dohledu investora, budoucího provozovatele a veřejné správy při zhotovení a zprovoznění technického díla způsobit nedostatky, které dříve nebo později povedou k narušení výstavby nebo později provozu technického díla, což vede k enormním výdajům, narušení</p>	<p>Pravděpodobnost: střední Dopady: velké</p>	<p>Opatření: doplnit tým o odborníky ve spolupráci s investorem a provést nápravu Provede: pověřený pracovník zhotovitele Odpovědnost:</p>

	bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.		ředitel zhotovitele
	Nezpracování konkrétních řešení provedených při zhotovení nebo zprovoznění technického díla do kompletní technické dokumentace vede dříve nebo později k narušení výstavby nebo později provozu technického díla, což způsobuje enormní výdaje, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.	Pravděpodobnost: střední Dopady: velké	Opatření: doplnit tým o odborníky ve spolupráci s investorem a provést nápravu Provede: pověřený pracovník zhotovitele Odpovědnost: ředitel zhotovitele
	Nepřipravené řešení situací, které mohou vyžadovat vícenáklady (např. zvýšení daňového zatížení, změna podpory ze strany veřejné správy, výskyt živelní či jiné pohromy apod.) vede dříve nebo později k narušení výstavby nebo později provozu technického díla, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.	Pravděpodobnost: velká Dopady: velké	Opatření: doplnit tým o odborníky ve spolupráci s investorem a provést nápravu Provede: pověřený pracovník zhotovitele Odpovědnost: ředitel zhotovitele
	V důsledku nejasně stanoveného cíle bezpečnosti technického díla a nástrojů pro zajištění bezpečnosti zhotovení a zprovoznění technického díla nezajišťuje správné řízení možných rizik, což dříve nebo později povede k narušení výstavby nebo provozu technického díla a povede k haváriím doprovázenými enormními výdaji, narušení bezpečí občanů a k problémům s veřejnou správou.	Pravděpodobnost: velká Dopady: střední	Opatření: ve spolupráci s investorem a provést nápravu Provede: pověřený pracovník zhotovitele Odpovědnost: ředitel zhotovitele
Živelní pohroma, požár objektu	V důsledku výskytu dojde k narušení prací na zhotovení technického díla, což povede k nedodržení termínu, anebo ke snížení kvality technického díla, což povede k opoždění provozu, vícenákladům (včetně nákladům na odezvu a obnovu poškozených staveb a zařízení) a ke snížení veřejného blaha (narušení bezpečí občanů, nezaměstnanost a související nežádoucí sociální jevy), tj. k problémům veřejné správy	Pravděpodobnost: malá Dopady: střední	Opatření: ve spolupráci s investorem a provést nápravu Provede: pověřený pracovník zhotovitele Odpovědnost: ředitel zhotovitele

Selhání techniky, havárie, selhání kritických infrastruktur	V důsledku výskytu k narušení prací na zhotovení technického díla, což povede k opoždění provozu, vícenákladům (včetně nákladům na odezvu a obnovu poškozených staveb a zařízení) a ke snížení veřejného blaha (narušení bezpečí občanů, nezaměstnanost a související nežádoucí sociální jevy), tj. k problémům veřejné správy	Pravděpodobnost: malá Dopady: velké	Opatření: ve spolupráci s investorem a provést nápravu Provede: pověřený pracovník zhotovitele Odpovědnost: ředitel zhotovitele
Insider	V důsledku výskytu k narušení prací na zhotovení technického díla, což povede k opoždění provozu, vícenákladům (včetně nákladům na odezvu a obnovu poškozených staveb a zařízení) a ke snížení veřejného blaha (narušení bezpečí občanů, nezaměstnanost a související nežádoucí sociální jevy), tj. k problémům veřejné správy	Pravděpodobnost: malá Dopady: střední až velké	Opatření: budovat kulturu bezpečnosti a motivovat pracovníky k práci zacílené na plnění úkolů Provede: pověřený pracovník zhotovitele Odpovědnost: ředitel zhotovitele
Teroristický útok	V důsledku výskytu k narušení prací na zhotovení technického díla, což povede k opoždění provozu, havárii či selhání zařízení, což způsobí vícenáklady, či dokonce újmy na životním prostředí a poškození zdraví zaměstnanců či lidí v okolí technického díla a snížení veřejného blaha (narušení bezpečí občanů, nezaměstnanost a související nežádoucí sociální jevy), tj. k problémům veřejné správy	Pravděpodobnost: malá Dopady: střední až velké	Opatření: ve spolupráci s investorem provést nápravu, tj. odezvu a obnovu, a zlepšit fyzickou ochranu a ostrahu pracoviště Provede: pověřený pracovník zhotovitele Odpovědnost: ředitel zhotovitele
Finanční krize	V důsledku výskytu dojde k nedostatku financí, což povede k narušení prací na zhotovení technického díla, což povede k opoždění provozu, havárii či selhání zařízení, což způsobí vícenáklady, či dokonce újmy na životním prostředí a poškození zdraví zaměstnanců či lidí v okolí technického díla a snížení veřejného blaha (narušení bezpečí občanů, nezaměstnanost a související nežádoucí sociální jevy), tj. k problémům veřejné správy	Pravděpodobnost: malá Dopady: střední až velké	Opatření: ve spolupráci s investorem a veřejnou správou provést ochranná opatření a zjistit přijatelný způsob řešení úkolu Provede: pověřený pracovník zhotovitele Odpovědnost: ředitel zhotovitele

<p>Válka</p>	<p>V důsledku výskytu dojde k nedostatku financí, což povede k narušení prací na zhotovení technického díla, což povede k opoždění provozu, havárii či selhání zařízení, což způsobí vícenásobné, či dokonce újmy na životním prostředí a poškození zdraví zaměstnanců či lidí v okolí technického díla a snížení veřejného blaha (narušení bezpečí občanů, nezaměstnanost a související nežádoucí sociální jevy), tj. k problémům veřejné správy</p>	<p>Pravděpodobnost: malá Dopady: velké</p>	<p>Opatření: ve spolupráci s investorem a veřejnou správou provést ochranná opatření a zjistit přijatelný způsob řešení úkolu</p> <p>Provede: pověřený pracovník zhotovitele</p> <p>Odpovědnost: ředitel zhotovitele</p>
--------------	---	--	---

7. ZÁVĚR

Kvalita projektu a zhotovení technického díla předurčuje jeho bezpečnost po celou dobu životnosti. Příklady z praxe ukazují, že některé chyby, jako např. podcenění základových podmínek, nelze po dokončení stavby nikdy odstranit. Představují nebezpečí za jistých podmínek (např. při povodni či při zemětřesení) a lze je pouze zmírňovat technickými a organizačními opatřeními, které znamenají vícenáklady a nemají schopnost zajistit takovou úroveň bezpečnosti, která by byla zajištěna při aplikaci správných základových podmínek.

Sledovaná etapa životnosti technického díla zahrnuje širokou oblast problémů, např.:

- teoretické analýzy kritických procesů, zařízení a míst a návrh praktického provedení technicky a finančně dostupných protiopatření,
- výběr: materiálů; technických principů; postupů výstavby; postupů konstrukce; stanovení kritických procesů výstavby a konstrukce; apod. ,
- experimentální ověřování instalovaných zařízení a jejich provozuschopnosti za podmínek normálních, abnormálních a kritických,
- zajištění: trvanlivosti; ovladatelnosti zařízení a procesů; požadované životnosti; kvalitní a dostatečné lidské zdroje; náklady v požadované výši; technické služby; servis; apod.
- realizace staveb, konstrukcí a vybavení v daných podmínkách atd.

Výše shrnuté poznatky i výsledky studia havárií a selhání technických děl ukazují, že základem pro zajištění bezpečnosti technických děl ve sledované fázi životnosti je znalost:

- předpisů,
- rizik v lokalitě, do které je technické dílo umístěováno,
- technického systému, který představuje technické dílo,
- modelů a teorií spojených s nehodami,
- metod analýzy, řízení a vypořádání rizik,
- způsobu řízení, který použije provozovatel po uvedení do provozu (finance, lidské zdroje, organizace, technologie, inovace...).

Dále je nutno, aby všichni zúčastnění respektovali veřejný zájem, podíleli se na budování kultury bezpečnosti a aby vedoucí pracovníci motivovali zaměstnance ke kvalitní práci, a to i vlastním příkladem, jak ukazují tzv. zlatá pravidla [3,81].

Jelikož projektování a zhotovení technického díla je složité, je třeba pro racionální řízení každého procesu je třeba mít systém řízení procesu (PSM – Process Safety Management) a pro řízení celé etapy mít systém řízení bezpečnosti (SMS – Systém Management System) [3-5,81]. Pro praxi v České republice je v práci [214] uvedeno dvanáct metodik pro veřejnou správu:

1. Metodika stanovení relevantních živelních a jiných pohrom na území. Výstup je ve formě matice, na jejímž základě lze provést kvalifikované a transparentní rozhodnutí o tom, které pohromy mohou způsobit kritickou situaci, pro jejíž zvládnutí může být nebo musí být vyhlášena krizová situace a bude nutná obnova majetku ve smyslu zákona č. 12/2002 Sb.
2. Metodika na stanovení největší očekávané velikosti pohromy v území pro odpovídající časové intervaly, tj. u živelních pohrom pro 50, 100, 200, 500, 1000 a 10000 let (tj. padesátileté, stoleté ... pohromy). Výstup pro každou pohromu je ve formě matice, na jejímž základě lze provést kvalifikované a transparentní rozhodnutí o

tom, od které velikosti pohroma může způsobit kritickou situaci, pro jejíž zvládnutí může být nebo musí být vyhlášena krizová situace a bude nutná obnova majetku ve smyslu zákona č. 12/2002 Sb. (např. při dodržení filosofie technických norem založených na prevenci stoletých pohrom by neměly nastat vážné škody při stoleté pohromě, ale při víceleté, tj. dvousetleté a vyšší již ano).

3. Metodika na stanovení poklesu velikosti dopadů pohromy s růstem vzdálenosti od místa vzniku pohromy. Výstup pro každou pohromu je ve formě scénáře, mapy nebo grafu, na jejichž základě lze provést kvalifikované a transparentní rozhodnutí o tom, od které vzdálenosti (měřeno od místa vzniku pohromy) a popř. i s ohledem na azimuty již dopady pohromy nepůsobí újmu a škody na chráněných zájmech, tj. i na majetku. Tím se vymezuje oblast, ve které pohroma nemůže způsobit kritickou situaci, pro jejíž zvládnutí může být nebo musí být vyhlášena krizová situace a bude nutná obnova majetku ve smyslu zákona č. 12/2002 Sb.
4. Metodika na stanovení anomálií v územním rozložení dopadů. Výstup pro každou pohromu je ve formě scénáře, mapy, na jejichž základě lze provést kvalifikované a transparentní rozhodnutí o existenci zranitelných míst, ve kterých dojde nebo může dojít k eskalaci dopadů pohromy, tj. ve kterých pohroma může na rozdíl od okolí způsobit kritickou situaci, pro jejíž zvládnutí může být nebo musí být vyhlášena krizová situace a bude nutná obnova majetku ve smyslu zákona č. 12/2002 Sb.
5. Metodika na výběr nepřijatelných dopadů v území. Výstup je ve formě matice, ve které se zvažuje perioda opakování pohromy a celkové dopady každé pohromy.
6. Metodika ocenění potenciálních škod na majetku způsobených nepřijatelnými dopady pohrom. Výstup je ve formě postupového (vývojového) diagramu pro určení škod na majetku. Základem je roztřídění majetku v území do kategorií podle zranitelnosti.
7. Metodika na určení vhodných nápravných opatření pro očekávané pohromy. Výstupem je soubor nápravných opatření vůči konkrétní pohromě směřující k zodolnění majetku v území, které může být postiženou danou pohromou.
8. Metodika pro výběr optimálních nápravných opatření na obnovu majetku pro očekávané pohromy. Výstupem je soubor optimálních nápravných opatření vůči konkrétní pohromě směřující k zodolnění majetku v území, které může být postiženou danou pohromou. Optimalizace je chápána jako výběr takových nápravných opatření, která zároveň:
 - urychleně, efektivně a kvalifikovaně zajišťují minimalizaci ztrát na kritickém majetku, tj. na majetku bez něhož není možný kvalitní a bezpečný život lidí v území a vznikají další ztráty na úsecích lidského systému,
 - snižují zranitelnost vůči dané konkrétní pohromě,
 - jsou dostatečně účinná,
 - lze je realizovat v postupných krocích v určitém časovém intervalu s ohledem na zdroje veřejné správy, státu, právnických a fyzických osob i občanů,
 - nezvyšují zranitelnost majetku a území vůči jiným možným pohromám,
 - nezvyšují zranitelnost dalších chráněných zájmů vůči možným specifickým pohromám,
 - jsou účinné na snížení zranitelnosti majetku vůči dalším pohromám,
 - jsou účinné i pro snížení zranitelnosti dalších chráněných zájmů,

9. Metodika implementace nápravných opatření pro zajištění obnovy majetku. Výstupem je realizace projektu, který je vybrán a realizován tak, aby splňoval všechny požadavky na obnovu majetku v území postiženém živelní nebo jinou pohromou.
10. Metodika na stanovení databáze nápravných opatření. Výstupem je strukturovaná databáze obsahující specifikované údaje o nápravných opatřeních na obnovu majetku v území postiženém pohromou, která je sestavena pro území ČR.
11. Metodika na stanovení vztahu náklady na obnovu vs. očekávaná velikost pohromy. Výstupem je vztah mezi náklady na obnovu majetku a velikostí pohromy pro každou jednotlivou pohromu, která může postihnout sledované území.
12. Metodika pro stanovení finanční rezervy. Výstupem je stanovení velikosti rezervy podle postupu švýcarské zajišťovny pro každou specifickou nebo kritickou pohromu pro dané území a návrh, jak zajistit existující rizika vůči majetku od pohrom, tj. částku odpovídající celkové škodě rozdělit tak, že část se přesune na vhodnou pojišťovnu a část se přesune na fond s tím, že pravidelný příspěvek do fondu se stanoví na 3 - 5 % z hodnoty (škody) stanovené předepsaným způsobem z velikosti rizik s tím, že přesná hodnota se určuje politickým rozhodnutím ročně.

Většina uvedených metodik lze použít i pro technická díla pro případ vnějších zdrojů rizik. Pro vnitřní zdroje rizik je třeba z důvodu rozmanitosti provést vždy specifické šetření, anebo aplikovat postupy u analogických technických děl, kde je vždy potřeba ověřit, zda jsou splněny podmínky transferu technologií [67].

V kapitole 4 jsou uvedeny dvě podrobné případové studie a výsledky studia speciálně sestavené databáze selhání a havárií technických děl, jejichž jedna z klíčových příčin byl nedostatek ve sledované fázi životnosti technického díla. Na základě vytvořené původní databáze selhání a havárií technických děl, mezi jejichž příčiny patřily i nedostatky v oblasti projektování, zhotovení, testování a uvedení do provozu technických děl byly stanoveny základní kategorie příčin rizik. Výsledky studia této originální databáze ukazují, že pro zajištění kvalitního řízení rizik zacíleného na bezpečná technická díla jsou velmi důležité kompetence pro:

- uplatňování výsledků metod analýzy a hodnocení rizik,
- provádění metodiky analýzy a hodnocení rizik přízpusobené problému,
- řízení nouzové a krizové,
- analýzy situací / aktivit / nehod,
- přeměnu politiky do skutečné akce,
- přeměnu statistik nehod do akčních plánů,
- strategické plánování,
- hierarchizaci problémů,
- hledání správných informací a poučení,
- kritickou analýzu,
- navrhování správných řešení,
- psanou a mluvenou komunikaci,
- provádění syntézy a přízpusobování formulace určené pro veřejnost,
- etiku.

Řada analýz havárií (např. i výše zmíněná analýza havárie raketoplánu [108]) ukazuje, že i když má daný pracovník správné znalosti a dobré schopnosti, tak je neuplatnitelný v praxi, když nemá příslušná oprávnění, protože nemůže bez následků provést opatření nebo činnost, kterou jeho nadřízený, který nemá povědomí o rizicích, neschválil.

Na základě zásad inženýrských disciplín jsou v kapitolách 5 a 6 vytvořeny osvědčené nástroje založené na datech z kapitoly 4 a na poznatcích z řízení rizik ve prospěch bezpečnosti. Předmětnými nástroji lze zjišťovat, řídit a ovládat rizika spojená s technickými díly a jejich okolím. Jde o systém pro podporu rozhodování a plán řízení rizik.

Při každém rozhodování ve prospěch bezpečnosti je nutné si uvědomit: všechny faktory a procesy, které mohou být nebezpečné a jak často se mohou vyskytnout; jak velké mohou být jejich dopady; jak lze snížit velikost dopadů či četnost výskytu; zda navržená opatření nemohou být zdrojem nových nebezpečí; a jakými technickými a řídicími systémy lze ovládnout nebezpečí, kterým nelze zabránit.

Na závěr je třeba poznamenat, že v souladu s výsledky v práci [4] je zásadní, jaká je politická vůle vytvořit systém zajišťující ochranu před nepřijatelnými dopady škodlivých jevů, tj. živelních a jiných pohrom. Analýza vývoje životního prostředí i vývoje politické, sociální a ekonomické situace ve světě ukazuje, že je nezbytné se připravit na řešení případů a akcí, které intenzitou dopadů vyvolají kritické situace, a jde i o jevy, které dnes nemají takovou krutost (závažnost) v České republice. Proto z hlediska lidské bezpečnosti, rozvoje lidského systému, existence, stability a rozvoje státu musí být koncept lidské bezpečnosti a na něho navazující koncepce rozvoje kodifikovány a implementovány řízením bezpečnosti do praxe. Pro zvládnutí realizace rizik, které jsou inherentní skutečností současného světa za použití přiměřených sil, zdrojů a prostředků je třeba mít: zásady řízení na zvládnutí nouzových a kritických situací, zvláště pak těch, které mají velký rozsah; alokaci zdrojů; a alokaci odpovědností.

LITERATURA

- [1] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J., ŘÍHA, J., BERAN, V., PROCHÁZKA, Z. *Řízení rizik procesů spojených se specifikací a umístěním technického díla do území*. ISBN 978-80-01-06467-2. Praha: ČVUT 2018, 134 p., <http://hdl.handle.net/10467/78522>
- [2] UNISDR. *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction: Geneva UN 2015. <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/43291>),
- [3] PROCHÁZKOVÁ, D. *Strategické řízení bezpečnosti území a organizace*. ISBN 978-80-01-04844-3. Praha: ČVUT 2011, 483 p.
- [4] PROCHÁZKOVÁ, D. *Zásady řízení rizik složitých technologických zařízení*. e-ISBN 978-80-01-06182-4. Praha: ČVUT 2017, 364 p. <http://hdl.handle.net/10467/72582>
- [5] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost složitých technologických systémů*. ISBN 978-80-01-05771-1. Praha: ČVUT 2015, 208 p.
- [6] PROCHÁZKOVÁ, D. *Analýza a řízení rizik*. ISBN 978-80-01-04841-2. Praha: ČVUT 2011, 405 p.
- [7] PROCHÁZKOVÁ, D. *Analýza, řízení a vypořádání rizik spojených s technickými díly*. ISBN 978-80-01-06480-1. Praha: ČVUT 2018, 222 p. <http://hdl.handle.net/10467/78442>
- [8] PROCHÁZKOVÁ, D. *Ochrana osob a majetku*. ISBN: 978-80-01-04843-6. Praha: ČVUT 2011, 301 p.
- [9] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost kritické infrastruktury*. ISBN 978-80-01-05103-0. Praha: ČVUT 2012, 318 p.
- [10] PROCHÁZKOVÁ, D. *Krizové řízení pro technické obory*. ISBN 978-80-01-05292-1. Praha: ČVUT 2013, 303 p.
- [11] PROCHÁZKOVÁ, D. *Rizika spojená s pohromami a inženýrské postupy pro jejich zvládnutí*. ISBN 978-80-01-05479-6. Praha: ČVUT 2014, 234 p.
- [12] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J. *Integrovaná bezpečnost zajišťuje optimální rozvoj životního prostředí*. ISBN 978-80-01-05480-2. Praha: ČVUT 2014, 224 p.
- [13] PROCHÁZKOVÁ, D. *Základy řízení bezpečnosti kritické infrastruktury*. ISBN 978-80-01-05245-7. ČVUT, Praha 2013, 223 p.
- [14] PROCHÁZKOVÁ, D. ET AL. *Risk of Processes and Their Management*. ISBN 978-80-01-06144-2; e – ISBN 978-80-01-06186-2. Praha: ČVUT 2017, 295 p.
- [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., PAPAOGLOU, 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. International. 11th 2012. (and Annual European Safety and Reliability 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: ESREL 2015*. ISBN 978-1-138-02879-1. London: CRC Press, 4560 p.
- [22] WALLS, L., REVIE, M., BEDFORD, T. (eds). *Risk, Reliability and Safety: Innovating Theory and Practice: Proceedings of ESREL 2016*. ISBN 978-1-315-37498-7. London: CRC Press, 2942 p.
- [23] CEPIN, M., BRIS, R. *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] PROCHÁZKOVÁ, D. (ed.). *Selected Risks of Business Processes*. ISBN 978-80-01-05831-2. Praha: ČVUT 2015, 190 p.
- [26] PROCHÁZKOVÁ, D. (ed.). *Rizika podnikových procesů 2015*. ISBN 978-80-7414-967-2. Ústí nad Labem: Universita Jana Evangelisty Purkyně 2015, 212 p.
- [27] PROCHÁZKOVÁ, D. (ed.). *Rizika podnikových a územních procesů a poznatky pro krizové řízení*. ISBN 978-80-01-06033-9. Praha: ČVUT, 2016, 507 p.
- [28] PROCHÁZKOVÁ, D. (ed.). *Risk and Business and Territorial Processes*. ISBN 978-80-7561-021-8. Ústí nad Labem: UJEP 2016, 204 p.
- [29] PROCHÁZKOVÁ, D. (ed.). *Řízení rizik procesů spojených s technickými díly*. ISBN 978-80-01-06351-4. Praha: ČVUT 2017, 297 p. <http://hdl.handle.net/10467/73522>
- [30] PROCHÁZKOVÁ, D. (ed.). *Řízení rizik procesů spojených s technickými díly*. ISBN 978-80-01-06515-0. Praha: ČVUT 2018, 481 p. <http://hdl.handle.net/10467/79042>
- [31] KHAMINWA, A. N. *Coexistence." Beyond Intractability*. In: *Conflict Information Consortium*. Boulder: University of Colorado 2003 <http://www.beyondintractability.org/essay/coexistence>

- [32] KOEPKE, G., YOUNG, W., LADBURY, J., CODER, J. *Complexities of Testing Interference and Coexistence of Wireless Systems in Critical Infrastructure*. NIST Technical Note 1885. <http://dx.doi.org/10.6028/NIST.TN.1885>
- [33] LADBURY, J. M., KOEPKE, G. H., CAMELL, D. G. *Evaluation of the NASA Langley Research Center Mode-Stirred Chamber Facility*. NIST Technical Note 1508. 1999.
- [34] IEC. IEC 61000-4-3 ed3.2, Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4-3: Testing and Measurement Techniques – Radiated, Radio-Frequency, Electromagnetic Field Immunity Test. http://webstore.iec.ch/Webstore/webstore.nsf/Art-num_PK/43958
- [35] IYER, A., ROSENBERG, C., KARNIK, A. What is the Right Model for Wireless Channel Interference? *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 8 (2009), 5.
- [36] MA, R., MENG, W., CHEN, H., HUANG, Y. Coexistence of Smart Utility Networks and WLAN/ZigBee in Smart Grid. In: *IEEE Third International Conference on Smart Grid Communications (SmartGridComm)*, 2012, pp. 510-520.
- [37] IEEE. IEEE Std 1900.2TM - 2008, Recommended Practice for the Analysis of In-Band and Adjacent Band Interference and Coexistence between Radio Systems.
- [38] OECD. Machine-to-Machine Communications: Connecting Billions of Devices. *OECD Digital Economy Papers*, No. 192, Paris: OECD 2012. <http://dx.doi.org/10.1787/5k9gsh2gp043-en>
- [39] PROCHÁZKOVÁ, D. *Metody, nástroje a techniky pro rizikové inženýrství*. ISBN 978-80-01-04842-9. Praha: ČVUT 2011, 369 p.
- [40] KERTIS, T., PROCHAZKOVA, D. Impacts of Lacks in Design of Control Systems in Rail Transportation. In: *Smart Cities Symposium Prague 2018*, pp. 1-6. eISBN: 978-1-5386-5017-2, ISBN: 978-1-5386-5018-9. IEEE 2018, doi: 10.1109/SCSP.2018.8402668. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8402676/>
- [41] THON, R. *Cybersecurity – the Human Factor*. www.nsm.strat.no
- [42] ČR. *Sbírka zákonů*.
- [43] TURNER, B. *Man-made Disasters*. New York: Wykeham Science Press 1978.
- [44] PERROW, CH. *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*. Princeton: Princeton University Press 1999.
- [45] SAGAN, S. *The Limits of Safety*. Princeton: Princeton University 1993.
- [46] UN. *Human Development Report*. New York... UN, 1994, www.un.org.
- [47] KECECIOGLU, D. *Reliability Engineering Handbook*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall 1991.
- [48] ANDERSON, R. *Security Engineering – A Guide to Building Dependable Distributed Systems*. ISBN 978-0-470-068552-6. J. Willey, 2008, 1001 p.
- [49] ROLAND, H. E., MORIARITY, D. *System Safety Engineering and Management*. ISBN 0-471-6186-0. J. Willey, 1990, 321 p.
- [50] <https://g.cz/andreas-lubitz-kopilot-letadla-masovy-vrah>
- [51] ČR. Všechno špatně. Most v Janově byl špatně navržen i špatně postaven.

Právo, 15. srpna 2018.

- [52] EU. EN 50126-1. Railway Applications – The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) – Part 1: Basic Requirements and Generic Process. Brussels: CENELEC, 1999.
- [53] EU. *Council Directive 82/501/EEC of 24 June 1982 on the Major-Accident Hazards of Certain Industrial Activities*. Brussels: EU 1982.
- [54] SHAFER, G. A. *Mathematical Theory of Evidence*. Princeton: University Press 1976, 292 p.
- [55] DEMPSTER, A. P. Upper and Lower Probabilities Induced by a Multivalued Mapping. *The Annals of Mathematical Statistics*, 38 (1967), 5, pp 325-339.
- [56] BORGES, HICKEY, C. Balancing Safety and Performance through QRA and RAM Analyses. In: *Safety and Reliability: Methodology and Applications*. ISBN 978-1-138-02681-0. London: Taylor & Francis Group 2015, pp 445-452.
- [57] LEVESON, N., DULAC, N., MARAIS, K., CARROLL, J. *Moving Beyond Normal Accidents and High Reliability Organizations: A Systems Approach to Safety in Complex Systems*. <https://doi.org/10.1177/0170840608101478>
- [58] COASE, R. H. The Problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics*, 3 (1960), pp. 1-44.
- [59] MAYERS, R.A. *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*. ISBN 978-0-387-75888-6. Berlin: Springer 2009.
- [60] ČR. ČSN EN 61508-X, 61511-X
- [61] PROCHÁZKOVÁ, D. *Study of Disasters and Disaster Management*. ISBN 978-80-01-05246-4. Praha: ČVUT 2013, 202 p.
- [62] PROCHÁZKOVÁ, D. Nástroj pro sestavení podkladů pro řízení bezpečnosti. In: *Bezpečnost a ochrana zdraví při práci 2011*. ISBN 978-80-248-2424-6. Ostrava: VŠB 2011, pp. 157-169.
- [63] SPERSTAD, I. B., KIEL, E. S. Development of a Qualitative Framework for Analysing High-Impact Low Probability Events in Power Systems. In: *Safety and Reliability – Safe Societies in a Changing World*. ISBN 978-0-8153-8682-7. London: Taylor & Francis Group 2018, pp. 1599-1608.
- [64] RAUSAND, M. *Reliability of Safety-Critical Systems: Theory and Applications*. John Wiley & Sons 2014, 421 p.
- [65] SCHUMANN, B. H., SPANGENBERG, H. Concurrent Safety Analysis: A Method for Information Exchange between Systems and Safety Engineers. In: *Safety and Reliability of Complex Systems*. ISBN:978-1-138-02879-1. London: Taylor & Francis Group 2015. www.crcpress.com – www.taylorandfrancis.com, pp. 1455-1462.
- [66] <http://www.csni.cz>
- [67] PROCHÁZKOVÁ, D. Šetření podstaty stížností a konfliktů týkajících se technických řešení. *Kontrola MSK ČR 1992*. MSK ČR Praha, 95p.
- [68] PROCHÁZKOVÁ, D., ŘÍHA, J. Scénáře vybraných pohrom. In: *Ochrana obyvatelstva – nebezpečné látky 2012*. ISBN 978-80-7385-109-5, ISSN 1803-7372, Ostrava: SPBI 2012, pp. 153-157.

- [69] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J. Problems Connected with Determination of Size of Maximum Expected Disaster in Selected Site. In: *Risk, Reliability and Safety: Innovating Theory and Practices*. ISBN 978-1-315-37498-7. London: Taylor & Francis Group 2017, pp. 1443-1450.
- [70] PROCHÁZKOVÁ, D., DEMJANCUKOVÁ, K. Probabilistic Seismic Hazard Assessment in Countries with Low Seismicity. In: *Proceedings of the ASME Pressure Vessels and Piping Conference*. ASME 2014, v 8.
- [71] EPSTEIN, W. Not Losing to the Rain: What I Learned when I Learned about Onagawa. In: *Safety and Reliability of Complex Systems*. ISBN 978-1-138-02879-1. London: Taylor & Francis Group 2015, pp. 365-371.
- [72] PROCHÁZKOVÁ, D., DEMJANCUKOVÁ, K. *Earthquakes, Hazards and Principles for Trade-off with Risks*. ISBN 978-80-261-0170-3. Plzeň: University of West Bohemia 2012, 212 p.
- [73] US EPA. PHA Techniques in Chemical Emergency Prevention & Planning. *Newsletter* 2008, No. 8, pp. 3-6.
- [74] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J. Alternatives of Work with Risks Used at Technological Facilities Safety Management. *Universal Journal of Management*. ISSN: 2331-6(2018), 8, pp. 287-294. ISSN: 2331-9577, <http://www.hrpub.org> DOI: 10.13189/ujm.2018.060804
- [75] REASON, J. *Human Error*. Cambridge: University Press 1990.
- [76] WIEGMANN, D. A., SHAPPELL, S. A. *A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis: The Human Factors Analysis and Classification System*. ISBN 0754618730. Ashgate Publishing, Ltd.. pp. 48–49.
- [77] PROCHÁZKOVÁ, D. *Archiv pohrom, havárií, selhání a jejich analýz*. Praha – dokumenty a výsledky sebrané od r. 1972.
- [78] TEICHOLZ, E. *Facility Design and Management Handbook*. ISBN 978 007 135 3946. London: McGRAW-HILL; <https://www.accessengineeringlibrary.com>
- [79] IAEA. *Safety Guides and Technical Documents*. Vienna: IAEA 1954–2019. www.ns.iaea.org/standards
- [80] COMAH. *Safety Report Assessment Manual: COMAH*. London: UK – HID CD2 London 2002, 570 p.
- [81] OECD. *Guidance on Safety Performance Indicators. Guidance for Industry, Public Authorities and Communities for developing SPI Programmes related to Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response*. Paris: OECD 2002, 191p.
- [82] KLETZ, T. *Process Plants: A Handbook for Inherently Safer Design* CRC. ISBN 1-56032-619-0. London 1998.
- [83] HEIKKILÄ, A.-M. *Inherent Safety in Process Plant Design. An Index-Based Approach*. ISBN 951-38-5371-3. Helsinki: VIT 1999, 132 p.
- [84] KLETZ, T. A., *Plant Design for Safety – A User-Friendly Approach*. New York: Hemisphere 1991.
- [85] PAPADAKIS, G. A., AMENDOLA, A., eds. *Guidance on the Preparation of a Safety Report to Meet the Requirements of Council Directive 96/82/EC (Seveso)*

- II. ISBN 92-828-1451-3. Archived from the Original on 2008-05-11. Technical Research Centre of Finland 1997, VTT Publications 384. ISBN 951-38-5371-3.
- [86] HENDERSHOT, D. C. *Inherently Safer Design: An Overview of Key Elements*. 2011. <http://www.allbusiness.com/safety-accidents-disasters/accidents-chemical/15519792-1.html#ixzz1Y7Tswa3b>
- [87] MANSFELD, D., POULTER, L., KLETZ, T. *Improving Inherent Safety* OTH 96 521. London: HSE 1996. ISBN 0-7176-1307-0, 85 p.
- [88] <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>
- [89] OECD. *Best Available Techniques for Preventing and Controlling Industrial Pollution, Activity 2: Approaches to Establishing Best Available Techniques (BAT) Around the World, Environment*. Paris: OECD 2018, 151 p.
- [90] THOMSEN, P. *10 Schritte zur optimalen, auf Dauer technisch Dichten Dichtverbindung*. ISBN 3-934736-27-0. Bremen: GmbH, 2015, No 2.
- [91] IAEA. *Assessment of Defence in Depth for Nuclear Power Plants*. ISBN:92-0-114004-5. Safety report series No. 46. Vienna: IAEA 2005, 119 p.
- [92] IAEA. *Safety of Critical Power Plants: Design. Safety Standards Series No. NS-R-1*. Vienna: IAEA 2000.
- [93] INSAG. *Defence in Depth in Nuclear Safety. INSAG-10*. ISBN 92-0-103295-1. Vienna: IAEA 1996.
- [94] SEVCIK, A., GUDMESTADO, T. *Solutions and Safety Barriers: The Holistic Approach to Risk-Reducing Measures*. In: *Safety and Reliability: Methodology and Application*. ISBN 978-1-138-02681-0. London: Taylor & Francis Group 2014.
- [95] VATN, J. *Structuring Contributors to Successful Operation*. In: *Safety and Reliability: Methodology and Application*. ISBN 978-1-138-02681-0. London: Taylor & Francis Group, 2014.
- [96] PROCHÁZKOVÁ, D. *Real Problems of Critical Infrastructure Threatening the Region Safety*. In: *Reliability, Risk and Safety*. ISBN 978-0-415-60427-7. London: Taylor & Francis Group 2010, pp 2387-2394.
- [97] PROCHÁZKOVÁ, D. *Kritická infrastruktura a zásady pro její bezpečnost*. In: *Technologies and Prosperity*, Praha 2009, CD ROM, ISBN 978-80-87205-09-9, p. 84.
- [98] HOLLNAGEL, E., WOODS, D., LEVESON, N. *Resilience Engineering*. Ashgate 2006.
- [99] HOLLNAGEL, E., NEMETH, C., DEKKER, S. *Remaining Sensitive to the Possibility of Failure. Resilience Engineering*, 2008 v. 1. Aldershot, Ashgate.
- [100] <https://phys.org/news/2017-05-world-cyber-specialists.html>
- [101] IEC. *IEC 61511:2016 Functional Safety—Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector*.
- [102] ISO. *ISO 12100. Safety of Machinery—General Principles for Design—Risk Assessment and Risk Reduction*. Berlin: Beuth Verlag GmbH 2010.
- [103] ISO. *ISO 13849-1, 2015. Safety of Machinery—Safety-Related Parts of Control Systems—Part 1: General Principles for Design*. Berlin 2015.

- [104] ISO. *ISO 16090-1: Machine Tools Safety—Machining Centres, Milling Machines, Transfer Machines—Part 1: Safety Requirements*. Berlin 2016.
- [105] EU. *Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the Framework of the SEVESO II Directive*. EVG1-CT-2001-00036 (ARAMIS). <http://aramis.jrc.it>
- [106] ZIO, E. Some Challenges and Opportunities in Reliability Engineering. *IEEE Transactions on Reliability*. 65 (2016), 4, pp.1769–1782.
- [107] SKLET, S. Safety Barriers: Definition, Classification, and Performance. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 19 (2006), 5, pp. 494–506.
- [108] RIVER, CH. (ed.). *The Space Shuttle Challenger Disaster: The History and Legacy of NASA's Most Notorious Tragedy*. ISBN-10: 1523385065. ISBN-13: 978-1523385065. CreateSpace Independent Publishing Platform 2016, 56 p.
- [109] LEES, F. P. *Loss Prevention in the Process Industry*, 3 volumes. ISBN 978-0080489-339. Oxford: Butterworth-Heinemann 2005, 3680 p.
- [110] KUMAR, M., WIELENBERG, A., RAIMOND, E. Post Fukushima Lesson Learned for Probabilistic Safety Assessment. In: *Safety and Reliability of Complex Systems*. ISBN:978-1-138-02879-1. London: Taylor & Francis Group 2015, pp. 489-496.
- [111] LUKAVSKÝ, J. Analýza rizik při utěšňování tlakových zařízení. In: *Řízení rizik procesů spojených s technickými díly*. ISBN: 978-80-01-06515-0. Praha: ČVUT 2018, pp. 321-341. <http://hdl.handle.net/10467/79042>
- [112] JIROTA, F. Pojistné ventily tlakových nádob – možný zdroj nehodových událostí – praktické zkušenosti. *TLAK 2016 + Zpráva pro OIP Ústí n/L*. 2018, 30 p.
- [113] LUKAVSKÝ, J., TOMÁŠ, J. Analýza rizik pro utěšňování tlakových zařízení. In: *Řízení rizik procesů spojených s technickými díly*. ISBN: 978-80-01-06351-4. Praha: ČVUT 2017.
- [114] THE ASSOCIATION OF GERMAN ENGINEERS. *VDI 2230–1977-10: Systematic Calculation of High Duty Bolted Joints / VDI 2230 Blatt 2: Systematic Calculation of Highly Stressed Bolted Joints – Multi Bolted Joints – 2014-12 – VDI 2230 Blatt 1-2015-11: Systematic Calculation of Highly Stressed Bolted Joints – Joints with One Cylindrical Bolt*
- [115] THE ASSOCIATION OF GERMAN ENGINEERS. *TRBS 2141 Teil 1: Versagen der drucktragenden Wandung durch Abweichen von zulässigen Betriebsparametern, BAuA 2008/3*
- [116] THE ASSOCIATION OF GERMAN ENGINEERS. *TRBS 2141 Teil 2: Gefährdung durch Dampf und Druck – Schädigung der drucktragenden Wandung, BauA 2009/8*
- [117] THE ASSOCIATION OF GERMAN ENGINEERS. *TRBS 2141 Teil 3: Gefährdungen durch Dampf und Druck bei Freisetzung von Medien, BauA 2009/9*
- [118] THE ASSOCIATION OF GERMAN ENGINEERS. *TRBS 2152 Teil 2 / TRGS 722: Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, BAuA 2012/3*
- [119] THE ASSOCIATION OF GERMAN ENGINEERS. *VDI 2200 / 2007-06: Tight Flange Connections – Selection, Calculation, Design and Assembly of Bolted Flange Connections – Beuth Publishing*.

- [120] THE ASSOCIATION OF GERMAN ENGINEERS. *VDI 2990/2010-08: Emission-sminderung / Kennwerte für dichte Flanschverbindungen – Beuth publishing*
- [121] THOMSON, P. *10 Schritte zur optimalen, auf Dauer technisch Dichten Dichtverbindung*. ISBN 3-934736-27-0. PP-PUBLICO Publicatios 2014
- [122] LUKAVSKÝ J. TD 1: Montáž přírubových spojů tlakových zařízení. *Sborník ATZ 2012*. ISBN 978-80-87140-24-6. Líbeznice: MEDIM 2012.
- [123] THE ASSOCIATION OF GERMAN ENGINEERS. *VDI 2440 / 2000-11: Emission Control: Mineral Oil Refineries, BAuA*
- [124] BRD. *TA Luft 2017-08: Die wichtigsten geplanten emissionsseitigen Änderungen für Betreiber und Behörden*. Dessau: Umwelt Bundesamt 2017.
- [125] HRIVŇÁK, I. *Zváranie a zvariteľnosť materiálov*. ISBN 978-802-2731-676. Bratislava: STU 2009.
- [126] AMBROŽ, O., KANDUS, B., KUBÍČEK, J. *Technologie svařování a zařízení*. ISBN 80-85771-81-0. Ostrava: Česká svářečská společnost ANB, ZEROSS 2001. 395p.
- [127] OLSON, D. L. *ASM Handbook Volume 6: Welding, Brazing, and Soldering*. ISBN 978-0-87170-382-8. ASM International 1993.
- [128] MAREŠOVÁ, Š. Nástroj ke snížení rizik při výrobě specifických dílů pro motor letadla. *Diplomová práce*. Praha: ČVUT, fakulta dopravní 2017, 66p.
- [129] PROCHÁZKOVÁ, D., ŠESTÁK, B. *Kontrolní seznamy. Nástroj rizikového inženýrství*. ISBN 80-7251-225-0. Praha: PA ČR 2006, 319p.
- [130] KUDĚLKA, V. A KOLEKTIV. *Technické požadavky na konstrukce, výroby, technická a technologická zařízení a stavby*. ISBN 978-80-87102-19-0. Brno: TESYDO, s.r.o. 2018, 720p.
- [131] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J. *Data a metodika jejich zpracování pro potřeby inženýrských disciplín*. ISBN 978-80-01-05792-6. Praha: ČVUT 2015, 186p.
- [132] RAMUHALLI, P., HENAGER C. H., GRIFFIN, J. W., MEYER, R. M., COBLE, J. B., PITMAN, S.G., BOND, L. J. *Material Aging and Degradation Detection and Remaining Life Assessment for Plant Life Management. IAEA-CN-194-1P28*. www.inis.iaea.org
- [133] BOND, L. J., ET AL. *Damage Assessment Technologies for Prognostics and Proactive Management of Materials Degradation (PMMD)*. *Nuclear Technology*, 173 (2011) 46, pp 99-152.
- [134] KREINDL, M., ŠMÍD, R. *Technická diagnostika*. ISBN 80-7300-158-6. Praha: BEN 20006, 466p.
- [135] GAJDOŠ, L. ET AL. *Spolehlivost plynovodních potrubí*. ISBN 80-01-02143-2. Praha: ČVUT 2000, 217p.
- [136] CHEVILEND, R.: *Inzhenernaya nadezhnost i rasthet na dolgovecznost*. Moskva: Energia 1966, 232 p.
- [137] MBA, D. U., RAO, R. B. K. N. *Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management*. ISBN 1-871315-91-3. Granfield: University Press 2006, 649p.

- [138] KOPEC, B. ET AL.: Nedestruktivní zkoušení materiálů a konstrukcí. ISBN 978-80-7204-591-4. Brno: CERM, s.r.o. 2008, 571p.
- [139] SVOBODA, V. Vznik a rozvoj defektů a jejich příspěvek k riziku. In: *Archiv*. Praha: Preditest s.r.o.
- [140] PROCHÁZKOVÁ, D., SVOBODA, V. Míra rizika technických zařízení určená pomocí nedestruktivních metod. In: *TLAK 2019*. ISBN 978-80-87140-56-7. Líbeznice: MEDIM, spol. s r.o. 2019, pp. 139-148.
- [141] IAEA. Commissioning for Nuclear Power Plants. No. NP-T-2.10. ISBN 978-92-0-102816-7 ISSN 1995-7807. Vienna: IAEA 2018, 148p.
- [142] US NRC. *RG 1.70. Standard Format and Content of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants*. www.nrc.com
- [143] US NRC. *NUREG-0800 Standard Review Plan*. www.nrc.com
- [144] <https://www.theiet.com>
- [145] www.iacipp.net
- [146] PROCHÁZKOVÁ, D. *Případová studie a metodika pro její sestavení*. In: *Manažerstvo životného prostredia 2006*. ISBN 80-89281-02-08. Žilina: Strix et VeV 2006, pp. 507-534. <http://mazp2006.emap.sk>
- [147] KEENEY, R. L., RAIFFA, H. *Decision with Multiple Objectives*. Cambridge: Cambridge University Press 1976, 1993, 569p.
- [148] ZAIRI, M. *Total Quality Management for Engineers*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd, 1991.
- [149] ISO. *Risk Management – Principles and Guidelines*, ISO 31000:2009.
- [150] https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_bridge_failures
- [151] PERROW, C. *Fukushima and the Inevitability of Accidents*. *Bulletin of the Atomic Scientists*. 67 (2011), 6. pp. 44–52.
- [152] https://usti.idnes.cz/demolice-rozestaveny-most-dalnice-d7-postoloprty-chyba-v-konstrukci-1jj-/usti-zpravy.aspx?c=A180413_133940_usti-zpravy_vac2
- [153] ...https://idnes.cz/...propada.A161012_142742_usti-zpravy_hrk
- [154] https://www.lidovky.cz/byznys/doprava/nemci-maji-svoji-blanku-letiste-duchu-v-berline-zada-dalsi-miliardy.A160517_123752_In-doprava_pave
- [155] https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Berliner_Flughäfen
- [156] POLÁK, P. Stavební skandál v Německu. Berlínské letiště je třikrát dražší a zpožděné o čtyři roky. *iROZHLAS.CZ*. https://www.irozhlas.cz/zpravy-ze-sveta/stavebni-skandal-v-nemecku-berlinske-letiste-je-trikrat-drazsi-a-zpozdene-o_1610200600_ppo.
- [157] BERAN, V., DLASK, P. *Dynamický harmonogram*. ISBN 980-200-1007-6. Praha: Academia 2002, 172p.
- [158] <https://commons.wikimedia.org/wiki/>
- [159] MÜHLENFELD, K. Ex- manažer Letiště Brandenburg GmbH - *osobní sdělení*
- [160] PIKETTY, T. *Capital in the Twenty-First Century*. Cambridge Harvard University Press, 2017, 685p.

- [161] https://www.gesetze-im-internet.de/bbaug/inhalts_bersicht.html, (§ 39-44)
- [162] EWALD, B. *Großflughafen Sperenberg unbezahlbar*. Berlin: Berliner Zeitung, 1995 (17.11.1995).
- [163] DELIUS, M. *Bericht des 1. Untersuchungsausschusses des Abgeordnetenhaus von Berlin*. Abgeordnetenhaus Berlin, Drucksache 2016,
- [164] WERNEROVÁ, E., KUDA, F., FALTEJSEK, M. *Zavádění BIM u existujících staveb*. ISBN 978-80-248-4238-7. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2018, 66p.
- [165] KUDA, F., BERAN, V., DLASK, P., WERNEROVÁ, E. *Management ekonomiky správy majetku*. ISBN: 978-80-88260-03-5. Praha: Professional Publishing 2018, 269p.
- [166] SACHSTANDBERICHT. *Sachstandsbericht BER Flughafen 3/2017*. <http://www.berlin-airport.de/de/ber/index.php>, http://roadmap.berlin-airport.de/category/de/40_sachstandsbericht-de.
- [167] https://www.rbb24.de/politik/Flughafen-BER/BER-Aktuelles/akteure_aktuell/2018/11/ex-ber-chefs-mehdorn-und-amann-im-u-ausschuss-berlin.html
- [168] https://www.rbb24.de/politik/Flughafen-BER/BER-Aktuelles/akteure_aktuell/2018/11
- [169] https://www.rbb24.de/politik/Flughafen-BER/BER-Aktuelles/akteure_aktuell/2019/04
- [170] <https://www.alamy.com/stock-photo-schonefeld-germany-19th-may-2017>
- [171] <https://www.berliner-zeitung.de/berlin/verkehr/flughafen-ber-39-gebäude-fertig--eines-nicht-32387644>
- [172] <https://ct24.ceskatelevize.cz/...letiste-nejde-ani-letos>
- [173] https://de.wikipedia.org/wiki/Flughafen_Berlin-Tegel.
- [174] INTERNET. Ortofotomapa 30. 4. 2017. www.mapy.cz
- [175] ČR. *Usnesení vlády ČR ze dne 9. února 2015 č. 97 k návrhu zabezpečení investiční přípravy akce Rozšíření strategické průmyslové zóny Solnice – Kvasiny a zlepšení veřejné infrastruktury v Královéhradeckém regionu*
- [176] ČESKÁ TELEVIZE. *Události ČT: Rychlý rozvoj průmyslové zóny Kvasiny*. www.ceskatelevize.cz. 26. 7. 2017.
- [177] ČR. cs.wikipedia.org, 28. 4. 2019, volné dílo.
- [178] ČR. *Usnesení Vlády ČR č. 1100/2005 ze dne 31. 8. 2005 k zabezpečení investiční přípravy území pro umístění strategických průmyslových zón a k pokrytí nezajištěných prostředků státního rozpočtu na výstavbu průmyslových zón pro období od roku 2005 na území České republiky*.
- [179] ČR. *Zásady územního rozvoje Královéhradeckého kraje*, vydané dne 8. 9. 2011.
- [180] ČR. *Územní plán Rychnov nad Kněžnou*, vydaný 24. 6. 2015.
- [181] ČR. *Územní plán Solnice*, vydaný 14. 12. 2009.
- [182] ČR. *Územní plán Kvasiny*, vydaný 16. 12. 2011. [181] ČR. *Usnesení vlády ČR ze dne 21. června 2017 č. 469 k zabezpečení investiční přípravy akce Rozšíření*

strategické průmyslové zóny Solnice – Kvasiny a zlepšení veřejné infrastruktury v Královéhradeckém regionu.

- [183] PROCHÁZKOVÁ, D. Land-use Planning Facing Natural Hazards. In: *Proc. 250th Anniversary of the 1755 Lisbon Earthquake*. Lisbon: Lisbon University 2005, pp. 296-301
- [184] PROCHÁZKOVÁ, D. Analýza havárie jaderné elektrárny Fukushima a první poučení. In: *Požární ochrana 2011*. ISBN: 978-80-7385-102-6. Ostrava: SPBI 2011, pp. 288-291
- [185] PROCHÁZKA, Z., PROCHÁZKOVÁ, D. Výsledky studia chemických havárií zaměřené na dioxin. In: *Ochrana obyvatelstva 2014*. ISBN: 978-80-7385-142-2, ISSN: 1803-7372. Ostrava: SPBI 2014, pp. 177-181.
- [186] PROCHÁZKOVÁ, D. Příčiny nehod a havárií a způsoby řízení bezpečnosti technologických systémů s ohledem na dopady havárií. In: *Manažerstvo životného prostredia 2013*. ISBN 978-80-89281-90-9. Žilina: Strix, pp. 151-157
- [187] PROCHÁZKA, Z., PROCHÁZKOVÁ, D. Výsledky analýzy havárií s kyselinou dusičnou v České republice. In: *Požární ochrana 2014*. ISBN:978-80-7385-148-4. Ostrava: SPBI, pp. 277-281
- [188] DAVID, J., PROCHÁZKOVÁ, D. 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 2016, pp. 21-33
- [189] KRÁKORA, J., PROCHÁZKOVÁ, D. Dopady výpadku elektrické energie na metro. In: *Rizika podnikových a územních procesů a poznatky pro krizové řízení*. ISBN: 978-80-01-06033-9. Praha: ČVUT 2016, pp. 83-90.
- [190] PRAŽAN, M., PROCHÁZKOVÁ, D. Vybrané letecké nehody a jejich dopady. In: *Rizika podnikových a územních procesů a poznatky pro krizové řízení*. ISBN: 978-80-01-06033-9. Praha: ČVUT 2016, pp. 110-121
- [191] PROCHÁZKA, Z., PROCHÁZKOVÁ, D., BOROVIČKA, D. Dopady vybraných jaderných havárií a testů. In: *Rizika podnikových a územních procesů a poznatky pro krizové řízení*. ISBN: 978-80-01-06033-9. Praha: ČVUT 2016, pp. 122-163
- [192] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J., PROCHÁZKA, Z. Výsledky hodnocení technologických havárií s přítomností nebezpečných látek. In: *Rizika podnikových a územních procesů a poznatky pro krizové řízení*. ISBN: 978-80-01-06033-9. Praha: ČVUT 2016, pp. 457-473
- [193] KERTIS, T., PROCHÁZKOVÁ, D. Assets of Model Metro Station and Their Criticality. IRICoN 2016. ISBN: 978-80-01-06022-3. *Acta Polytechnica CTU Proceedings*. ISSN 2336-5382. 5 (2016), pp. 29-37.
- [194] PROCHÁZKA, Z., PROCHÁZKOVÁ, D. Příčiny pohrom s přítomností radioaktivních látek. In: *Řízení rizik procesů spojených s technickými díly*. ISBN: 978-80-01-06351-4. Praha: ČVUT 2017, pp. 94-119, <http://hdl.handle.net/10467/73522>
- [195] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J., PROCHÁZKA, Z. Kritičnost a rizika mostů z pohledu zajištění bezpečnosti kritické infrastruktury. In: *Řízení rizik procesů spojených s technickými díly*. ISBN: 978-80-01-06351-4. Praha: ČVUT 2017, pp. 120-143, <http://hdl.handle.net/10467/73522>

- [196] PROCHÁZKOVÁ, D., KERTIS, T., PROCHÁZKA, J., PROCHÁZKA, Z. Železnice - jejich rizika a nástroje pro řízení bezpečnosti. In: *Řízení rizik procesů spojených s technickými díly*. ISBN: 978-80-01-06515-0. Praha: ČVUT 2018, pp. 128-169. <http://hdl.handle.net/10467/79042>
- [197] PROCHÁZKA, J., PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, Z. Zdroje rizik a opatření pro zvýšení bezpečnosti mostů. In: *Řízení rizik procesů spojených s technickými díly*. ISBN: 978-80-01-06515-0. Praha: ČVUT 2018, pp. 208-225. <http://hdl.handle.net/10467/79042>
- [198] PROCHÁZKOVÁ, D., BUMBA, J., SLUKA, V., ŠESTÁK, B. *Nebezpečné chemické látky a chemické přípravky a průmyslové nehody*. ISBN 978-80-7251-275-1. Praha: PA ČR 2008, 420p.
- [199] DELONGU, B. *Risk Analysis and Governance in EU Policy Making and Regulation*. ISBN 978-3-319-30822-1. Springer 2016, 288p.
- [200] ISO/IEC. GUIDE 51:2014E. *Safety Aspects – Guidelines for Their Inclusion in Standards*. Geneva: ISO 2014, 15p.
- [201] BOWLES, D. S. *L.1- How Safe Is Safe Enough? Acceptable and Tolerable Risk*. Utah: IDSRM 2008.
- [202] ALE, B. Tolerable or Acceptable. A Comparison of Risk Regulation in the United Kingdom and in the Netherlands. *Risk Analysis*, 25 (2005),2, pp. 231-242.
- [203] BOULDER, F., SLAVIN, D., RAGNAR, E. *The Tolerability of Risk: A New Framework for Risk Management*. ISBN 978-1-84407-398-6. London: Taylor & Francis 2007, 160p.
- [204] EU. *Land Use Planning Guidelines in the Context of Article 12 of the SEVESO II DIRECTIVE 96/82/EC as Amended by DIRECTIVE 105/2003/EC*. Brussels: Joint Research Centre 2006.
- [205] GAYLORD, E., GAYLORD, C. *Structural Engineering Handbook*. New York: McGraw-Hill Book Co 1979.
- [206] TATUM, C., B. Innovation on Construction Project.: A Process View. *Project management Journal*, 18 (1987), 5, pp. 57-67.
- [207] BERMAN, O., KRASS, D., MENEZES, M. B. C. Locating Facilities in the Presence of Disruption and Incomplete Information. *Decision Sciences*. 40 (2009), 4, pp. 845-868.
- [208] BEN-GAL I., KATZ R. AND BUKCHIN J. Robust Eco-Design: A New Application for Quality Engineering. *IIE Transactions*, 40 (2015), 10, pp. 907-918.
- [209] CHAPMAN, J. Design for Durability. *Design Issues*, 25 (2009), 4, pp. 29-35.
- [210] FEMA. Risk Management Series: Design Guide For Improving Critical Facility. New York: FEMA 2007, 152p.
- [211] PORTNY, S.. R. Project Management for Dummies. ISBN 978-0-470-24789-1 Indianapolis: Wiley Publishing 2007, 366p..
- [212] PRICE, B. Active Directory: optimální postupy a řešení problémů. ISBN 80-251-0602-0. Brno: CP Books 2005. 381p.
- [213] BRUCE, J. F. *Investment Performance Measurement*. ISBN 0-471-26849-9. New York: Wiley 2003, 748p.

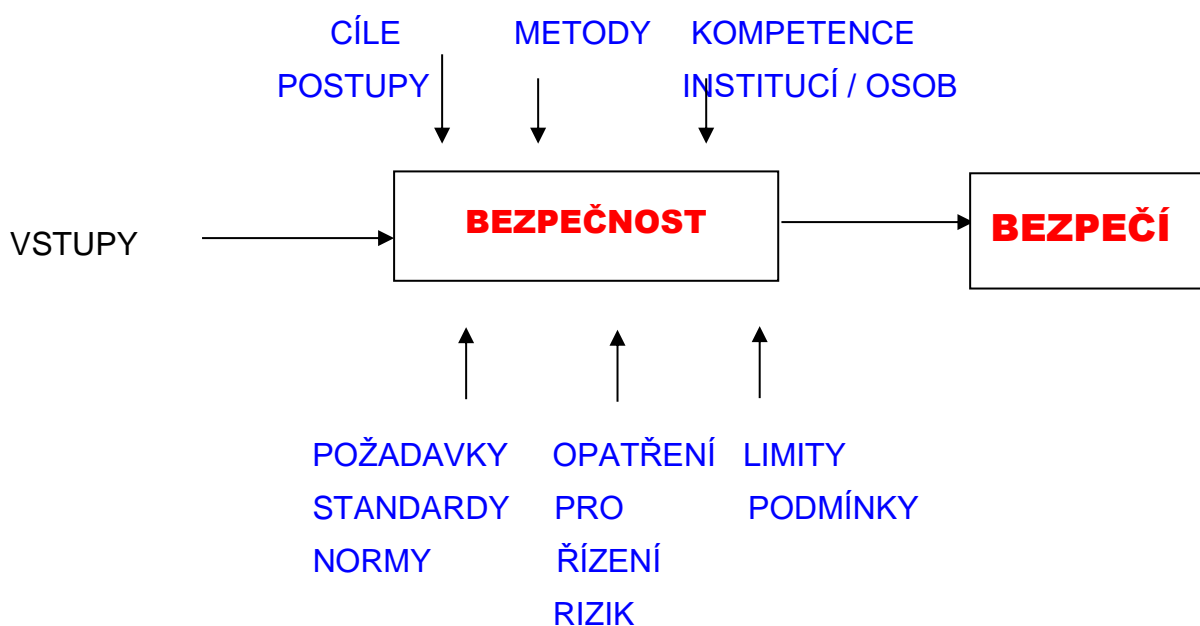
[214] PROCHÁZKOVÁ, D. *Metodika pro odhad nákladů na obnovu majetku v územích postižených živelní nebo jinou pohromou*. ISBN 978-80-86634-98-2. Ostrava: SPBI - SPEKTRUM XI 2007, 251p.

PŘÍLOHA 1 – INTEGRÁLNÍ BEZPEČNOST

Globalizace na straně jedné a regionalizace či decentralizace (např. představa “Evropa regionů”) znamená, že se jedná o vzájemně se doplňující procesy, které se často vyjadřují sloganem „mysli globálně, konej lokálně“. Jeho realizace však vyžaduje, aby se postoj k bezpečí a k bezpečnosti přehodnotil jednak v souvislosti s rostoucí složitostí a zranitelností současné společnosti (kritické procesy, kritické prvky, kritické objekty, kritická infrastruktura a její funkce) a jednak v souvislosti s nepopiratelnými změnami, které v lidském systému pozorujeme, např. v oblasti životního prostředí jde o klimatické změny, změny krajiny apod., v lidské společnosti pozorujeme odlidštění, velkou závislost jednotlivců na majetku, ztrátu takových hodnot jako je přátelství apod.

Jestliže vezmeme v úvahu uvedené souvislosti, tak je zřejmé, že bezpečí i bezpečnost musí mít širší společenský rozměr, tj. musí postihovat sociální, ekonomické, kulturní a etno-politické faktory, a musí se jí zabývat nejen ústřední orgány veřejné správy, nýbrž i místní orgány veřejné správy a vlastně všichni zúčastnění [1]. Postoj veřejné správy k bezpečí a bezpečnosti pro občana legitimizuje její činnost. Veřejná správa za bezpečí a bezpečnost odpovídá ve svěřeném území / objektu, tj. bezpečnost je a měla by být i nadále veřejnou službou, která se nedereguluje ani neprivatizuje. Východiska konceptu bezpečnosti tak mají podstatně širší základ než dříve formulovaná bezpečnost z úrovně státu.

V současnosti již nestačí dělení bezpečnosti na vnější a vnitřní, ale je nutné bezpečnost chápat ze systémového hlediska [1]. Ze systémového hlediska je zajištění bezpečnosti základním požadavkem na systém jako celek, nikoli jen požadavkem na jeho komponenty, a poměrně snadno se dá odvodit systémové schéma řízení bezpečnosti v určité situaci uvedené na obrázku 1. Z obrázku je zřejmé, že tím, jaká opatření používáme k zajištění bezpečnosti, tím určujeme výsledek, tj. bezpečí jako stav systému.



Obr. 1. Procesní model vytváření aktuální bezpečnosti, jeho vstupy a výstupy.

Požadavku na systémové pojetí bezpečnosti vyhovuje koncept integrální bezpečnosti, který zavedla Organizace spojených národů v r. 1994 [2]. Wever [3] podpořil zavedení pojmu v roce 1995 z dále uvedených důvodů:

1. Způsob vnímání bezpečnosti občanem. Na rozdíl od ústředních institucí veřejné správy občan vnímá bezpečnost především jako místní problém a očekává proto místní řešení, která se mohou případ od případu lišit. *Jinými slovy občana zajímá především jeho bezpečí, tj. bezpečí v místě, kde žije.*
2. Bezpečnostní politika by měla pokrýt kauzální řetězec, který řeší problémy bezpečnosti. Integrální bezpečnost se neomezuje jen na jednostranná řešení v případě problémů jako je represe, ale zabývá se situacemi ovlivňujícími určitou úroveň bezpečnosti prostřednictvím tzv. řetězce bezpečnosti, jenž se skládá z dále uvedených částí: proaktivita (odstranění strukturálních příčin nejistoty, které narušují bezpečnost, tj. ohrožují bezpečí a udržitelný rozvoj); prevence (odstranění přímých příčin, je-li to možné, nejisté situace porušující stávající bezpečnosti) připravenost (řešit situaci, v níž je bezpečnost narušena); represe (odezva) (zvládnout narušení bezpečnosti a situaci stabilizovat) a obnova (zajistit podmínky pro obnovu a růst bezpečnosti).
3. Míra nebezpečnosti je územně rozptýlena a toto rozptýlení není rovnoměrné. Některé problémy bezpečnosti se soustřeďují do určitých oblastí, přičemž typy bezpečnostních problémů (tj. ve smyslu práce [1] pohromy) nemusí být a v praxi také obvykle nejsou stejné.
4. Veřejná správa se často potýká s neúčinným a neúčelným řešením problémů bezpečnosti. Uvedená skutečnost je důsledkem tzv. bezpečnostní byrokracie, která se vůbec nezabývá kauzálním řetězcem bezpečnosti. Je důsledkem nedostatečného chápání pojetí bezpečnosti v realitě / konkrétním případě, tj. nepochopení souvislostí spojených s tvorbou bezpečnosti a bezpečí tak, jak je to zobrazeno na obrázku 1, který ukazuje, že úroveň bezpečnosti předurčuje úroveň bezpečí lidského systému (tj. i území, které sledujeme).

Koncept integrální bezpečnosti se však v praxi rozšiřuje pomalu, a to z důvodů uváděných v [1]:

1. Integrálnost / integrita se chápe spíše jako organizační hledisko s horizontálním a vertikálním propojením složek / orgánů, tj. ne v pojetí systému se složkami, vazbami a toky, a její chápání je spojováno především s policejními složkami nebo armádou.
2. V legislativě dosud neexistuje uspokojivá a obecně přijímaná definice integrální bezpečnosti.
3. Implementace konceptu integrální bezpečnosti je v praxi časově náročná (shromažďování údajů a analýzy).
4. Místní orgány veřejné správy neumí s problémy bezpečnosti „nakládat“, protože se příliš soustřeďují na místní problémy.

Bezpečnost jako veličina / míra vyjadřující určité chování systému však není a nemůže být izolována od prostředí. Systém (tj. i v pojetí lidský systém) a prostředí (tj. i v pojetí okolí lidského systému) jsou ve vzájemně závislém vztahu, který je dán tím, že lidský systém je systém otevřený. Předmětný vztah se dá charakterizovat nějakým atributem systému jako je například přizpůsobivost, odolnost, pružnost, spolehlivost.

Do pojetí integrální bezpečnosti patří i život podporující funkce, jejichž rizika s ohledem na zdraví člověka, ekosystémy a bezpečnost systému se minimalizují. Jedná se především o možné nežádoucí a nepřijatelné dopady: průmyslového zemědělství s ohledem na potravinovou bezpečnost; kontaminace prostředí; klimatických změn; nedostatku přírodních zdrojů, energie a vody; chudoby a migrace lidí; společenské diskriminace; industrializace a zneužívání technologií; a genové manipulace. Je tedy patrné, že bezpečí (jinými slovy stav systému a jeho chráněných aktiv) ve vztahu k prostředí se musí specifikovat v kontextu udržitelného rozvoje, tj. pro jeho zajištění je třeba sledovat pohromy v pojetí vymezeném v práci [1].

Světový summit o udržitelném rozvoji v Johannesburgu poukázal na to, že předmětný rozvoj se musí realizovat především na místní úrovni a měl by se soustředit na tyto cíle: ochrana kvality prostředí; kvalita žití (zdraví a lidské **bezpečí**, sociální spravedlnost); odolnost proti pohromám, a ekonomická vitalita. Udržitelný rozvoj není statickým stavem harmonie společnosti a prostředí, nýbrž je procesem změn ve využívání zdrojů, zaměření technologií a institucionálních proměn s cílem zabránit možným nevratným potížím. Je jen jedním z možných dynamických modelů rozvoje lidského systému. Nicméně v praxi, a to zejména v rozhodování veřejné správy, se koncept udržitelného rozvoje výrazněji neprojevuje. Intuitivně však lze předpokládat, že rozvoj vyžaduje určitou míru jistoty a stability, což jsou výrazné atributy bezpečnosti a bezpečí.

Integrální bezpečnost souvisí přímo s konceptem udržitelného rozvoje, protože ji lze charakterizovat jako soubor podmínek, za nichž jsou lidé chráněni, je posílena jejich schopnost zvládat závažné a nenadálé hrozby pro jejich přežití (biologické i sociální) a existenci (zdraví a bydlení) včetně přístupu ke zdrojům společnosti a ohledům na lidskou důstojnost [1]. Pilíře udržitelného rozvoje jsou: ochrana prostředí se vztahuje k environmentální, technologické a zdravotní bezpečnosti; ekonomický rozvoj je ve vztahu k sociální, ekonomické a technologické bezpečnosti; a sociální rozvoj souvisí s bezpečností sociální, kulturní, legislativní a politickou.

Integrální bezpečnost se měří pomocí indikátorů, kterých již existuje velké množství [1]. Indikátory významné u technických děl zavedla OECD v r. 1992 [4]. V praxi je vždy třeba zvolit indikátory, které jsou relevantní k cíli řešené úlohy; právě volba je kritickou činností a na ni závisí úspěšnost řešení. Je třeba poznamenat, že v praxi se používají dále uvedené typy indikátorů: kontextové (vztah vstupu a výstupu); příčinné; trendové; a stavové. Podle prací [1,4] pro posuzování indikátorů používají kritéria pro posouzení:

- validity, kdy se hodnotí aspekty jako: relevance a důležitost; vhodná měřicí stupnice; správnost (vztah ke zkoumanému systému); citlivost (jak reaguje na změny); a rozlišitelnost (rozlišení přirozené proměnlivosti od člověkem vyvolaných změn),
- srozumitelnosti, kdy se hodnotí aspekty jako: porozumění (vhodnost ukazatelů pro rozhodování); jednoduchost; soulad se zájmy veřejnosti; a možnost prezentace a dokumentace,
- výkladu, kdy se hodnotí aspekty jako: robustnost (výpočet je transparentní a obhajitelný); vysvětlitelnost (vůči aktuálnímu stavu, změnám a trendům); věrohodnost (směr změn odráží určité zkušenosti); a vyhodnocení trendu,
- informační bohatosti,
- datové dostupnosti, kdy se hodnotí aspekty jako: zdroje pro bezprostřední užití; časová řada; možnost aktualizace; časovost; aktuálnost; předjímání a příznaky varování; nákladovost a proveditelnost; porovnání nákladů a přínosů ukazatele; snadnost kvantifikace; náklady na shromažďování dat; a snadnost výpočtů,
- postupu práce s ukazateli.

Uvedený přehled se může ještě doplnit o výběr vhodné měřící a hodnotící škály a o popis typu dat: časová řada, prostorová data z GISu, relativní nebo agregovaná data, průměr, medián, percentil, distribuční funkci apod.

Literatura

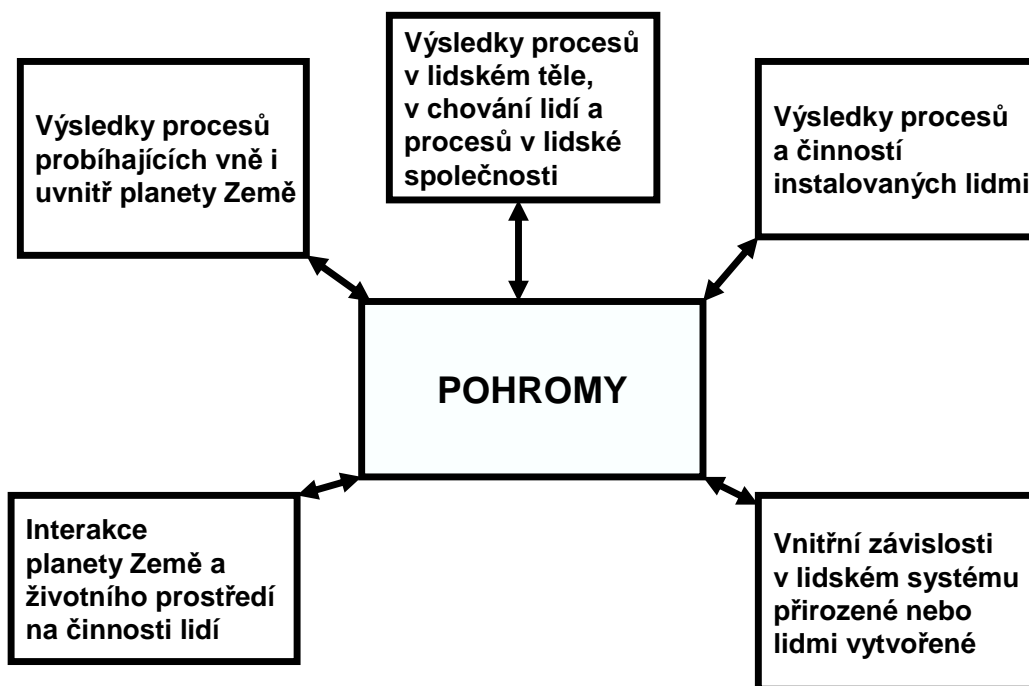
- [1] PROCHÁZKOVÁ, D. *Strategické řízení bezpečnosti území a organizace*. ISBN 978-80-01-04844-3. Praha: ČVUT 2011, 483 p.
- [2] UN. *Human Development Report*. New York: UN, 1994, www.un.org.
- [3] WEVER, J. *Integral Safety in Netherland*. Paper presented at the Australan Institute of Criminology in 2000, www.aic.gov.au/conference.
- [4] OECD. *Guidance on Safety Performance Indicators. Guidance for Industry, Public Authorities and Communities for developing SPI Programmes related to Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response*. Paris: OECD 2002, 191p.

PŘÍLOHA 2 – ALL HAZARD APPROACH PRO TECHNICKÁ DÍLA

Přístup „All-Hazard-Approach“ poprvé definovala FEMA v r. 1996 [1]. Pro Evropu byl předmětný přístup podrobně rozpracován v rámci projektu Evropské unie FOCUS [2] a jeho výsledek je podrobně popsán v pracích [3,4]. Jde o stanovení všech zdrojů rizik, a to jak těch spojených se známými pohromami, tak těch, která jsou spojená s propojeními v reálném světě chápaném jako systém systémů. Zdroje rizik spojených s technickými díly nejsou zmíněny podrobně, a proto jim bude dále věnována pozornost.

1. Zdroje rizik v lidském systému

Na základě současných poznatků pohromy, tj. jevy, které jsou zdroji rizik, závisí na regionálních procesech a velikosti jejich dopadů závisí, jak na regionálních procesech, tak na místních podmínkách [3,4]. Poznatky uvedené v citovaných publikacích ukazují, že příčiny a charakteristiky různých pohrom jsou značně rozmanité, a totéž platí o jejich dopadech. Na základě současného poznání jsou pohromy výsledky pěti dále uvedených procesů (obrázek 1):



Obr. 1. Zdroje pohrom.

1. Jevy, které jsou výsledky procesů, které probíhají vně i uvnitř planety Země a v přírodě, u kterých člověk, který je součástí přírody (životního prostředí), nemá schopnost je řídit dle svých přání. Proto pro bezpečí a ochranu lidských jedinců i

celé lidské společnosti musí lidská společnost i jednotlivci provádět jak prevenci, tak odezvu [5,6]. Do předmětné kategorie patří:

- živelní pohromy, tj.: laviny (sněhové, kamenné); nadměrná horka (teplé vlny); nadměrné mrazy (studené vlny); sucho; protržení hrází; záplavy (povodně); tsunami, zemětřesení; sopečné erupce; sesuvy svahů; řízení skal; lesní požáry; vichřice; tornáda; nadměrné dešťové nebo sněhové srážky, přívalové deště; krupobití; blesk; písečné nebo prachové bouře; výrony plynů ze zemského nitra; eroze krajiny v důsledku geologických a klimatických procesů; variace klimatu; rozšiřování pouští (desertifikace); rychlé poklesy a ztekucení podloží; rozšiřování oceánů; pád meteoritů; a přistání mimozemšťanů, dopady erupcí hmoty nebo záření v kosmu,
- pohromy v životním prostředí: nemoci lidí; nemoci rostlin (epifytie); nemoci zvířat (epizootie); a útoky hmyzu.

Řada z uvedených jevů byla v historické době podle kronik příčinou hladomorů i válek o zdroje vody či potravy.

2. Jevy, které jsou výsledky procesů, které probíhají v lidské společnosti a v chování lidí. Řadu z těchto jevů mohou lidé ovlivnit řízením svého chování, a proto pro bezpečí a ochranu lidských jedinců i celé lidské společnosti musí lidská společnost i jednotlivci provádět jak prevenci, tak odezvu [5,6]. Do předmětné kategorie patří:

- neúmyslné jevy: psychické nemoci, lidské chyby, asociální chování,
- úmyslné jevy: neoprávněné přivlastňování majetku; usmrcení lidského jedince; šikana; náboženská a jiná nesnášenlivost; kriminální činy jako: vandalismus a protizákonné podnikání, loupeže a přepadání, nelegální vstupy, neoprávněné použití majetku či služeb, krádeže a podvody, zastrašování a vydírání, ničení a sabotáže, šíření poplašné zprávy, teror vůči jednotlivci; teroristické útoky (pomocí pošty zasláním výbušnin, časovaných bomb aj.) lokální a další ozbrojené konflikty; zneužití technologií (např. nesprávné aplikace CBRNE látek, dolování informací ze sociálních a jiných kybernetických sítí pro psychologický nátlak na lidského jedince).

3. Jevy, které jsou výsledky procesů a činností prováděných lidmi, a proto člověk korekcí svých činností má jistý potenciál ovlivnit jejich výskyt, velikost, průběh a četnost výskytu. Pro bezpečí a ochranu lidských jedinců i celé lidské společnosti musí lidská společnost i jednotlivci provádět jak prevenci, tak odezvu [5-8]. Do předmětné kategorie patří:

- poruchy technických zařízení či komponent, provozní nehody či havárie,
- selhání technologických procesů,
- selhání infrastruktur,
- technologická selhání dodavatelských řetězců - ztráty obslužnosti apod.

Další údaje o jevech, jejichž příčiny jsou uvnitř technických děl jsou uvedeny v další části.

4. Jevy, které jsou vyvolané odezvou planety a životního prostředí na antropogenní činnosti. Člověk, který je součástí přírody (životního prostředí), má omezené schopnosti předmětné jevy ovládat. Pro bezpečí a ochranu lidských jedinců i celé lidské společnosti musí lidská společnost i jednotlivci provádět jak prevenci, tak odezvu [5,6]. Do předmětné kategorie patří např.:

- indukovaná zemětřesení, která člověk vyvolává jistými činnostmi, např. stavbou velkých přehrad, těžbou nerostů, přemísťováním hmot po zemském povrchu a v jeho blízkosti apod.,
- narušení ozónové vrstvy, ke kterému člověk přispívá emisemi freonů,

- skleníkový efekt, ke kterému člověk přispívá vysokými exhalacemi oxidu uhličitého (CO₂),
 - možná i rychlé variace klimatu pozorované v současné době,
 - kontaminace ovzduší, vody, půdy i horninového prostředí,
 - rozšiřování pouští v důsledku nepromyšlené regulace vodních toků,
 - pokles diverzity živočišných a rostlinných druhů,
 - neřízená populační exploze lidí,
 - migrace velkých skupin lidí,
 - postupné vyčerpávání neobnovitelných zdrojů,
 - eroze půdy a horninových masívů jako reakce na antropogenní činnosti,
 - uniformita krajiny jako reakce na antropogenní činnosti.
5. Jevy, které jsou výsledky procesů spojených jak s vnitřními propojeními v lidském systému (životním prostoru lidí), s jeho propojeními s vyššími systémy (solární systém, galaktický systém atd.), tak s akty řízení lidské společnosti. Zatímco u prvně jmenované skupiny lidská společnost nemá příliš velkou schopnost ovlivnit jejich výskyt, velikost, průběh a četnost výskytu, tak u druhé má, když kvalitně řídí bezpečnost území i technických děl [7,8]. Pro bezpečí a ochranu lidských jedinců i celé lidské společnosti musí lidská společnost i jednotlivci provádět jak prevenci, tak odezvu [5,6]. Do předmětné kategorie patří:
- poruchy stability přírodního prostředí, např.: napjatost a pohyb zemských desek; koloběhy vody v životním prostředí; koloběhy látek v životním prostředí; koloběhy látek v potravním řetězci člověka; planetární procesy; interakce solárních a galaktických procesů,
 - poruchy stability lidské společnosti, např.:
 - selhání řízení lidské společnosti, do kterého patří: korupce, zneužití pravomoci, rozpad lidské společnosti na nesnášející se společenství (selhání řízení společnosti – organizační havárie),
 - selhání řízení technických děl (organizační havárie; nedostatečná kultura bezpečnosti; nekvalitní vzdělání; apod.),
 - selhání řízení toků surovin a výrobků (tj. dodavatelských řetězců – organizační havárie),
 - selhání v tocích energií, peněz, informací, potravin aj. (selhání řízení infrastruktur kritických, vzdělávacích, výzkumu apod.).

Je si třeba uvědomit, že zařazení jednotlivých pohrom do skupin procesů vůbec jednoduché není, protože:

- výsledky solárních procesů, např. jevy sluneční protuberance, výrony záření doprovázející solární bouře ovlivňují celou planetu, tj. mění podmínky na Zemi skokem, a některé změny jsou i trvalé. Důkazy poskytuje analýza dopadů velkých živelních pohrom, např.: výbuch sopky Krakatoa či výbuch sopky Svatá Helena způsobily prokazatelně změnu počasí po celý jeden rok na celé Zemi; zemětřesení 26. 12. 2004 v Indonésii, zemětřesení 11. 3. 2011 u Sendaji posunuly dočasně zemskou osu, změnilo parametry rotace Země atd. Z uvedeného plyne, že velké živelní pohromy mají planetární význam, ovlivňují regionální a další procesy (viz náhlé změny v časovém režimu ohniskových oblastí zemětřesení doložené ve střední Evropě v historické době po výskytu velkých zemětřesení v Alpsko-himalájském pásu [9]),
- mezi některými pohromami existuje příčinná souvislost, např.: tsunami vzniká jen při určitých zemětřeseních s ohniskem pod mořským dnem nebo při velkých podmořských sopečných erupcích nebo při pádu velkých kosmických těles do oceánu;

mračna sopečného prachu v atmosféře vznikají jen při určitých sopečných erupcích; povodeň v hornaté krajině za určitých podmínek vyvolá bahnotoky; každá velká pohroma vyvolá inherentně hladomor, nemoci lidí, zvířat i rostlin (když člověk neprovede ochranná opatření); zemětřesení nebo povodeň vyvolají za určitých fyzikálních podmínek ztekucení podloží, a tím naruší stavby a infrastruktury; silný vítr za určitých podmínek vyvolá písečné, prachové nebo sněžné bouře,

- příčiny některých pohrom jsou vyvolány opačnými výkyvy procesů v přírodě, např. povodeň a sucho,
- některé pohromy jako „útoky hmyzu“ jsou de facto projevem konfliktu v životním prostředí, který doléhá na člověka,
- příčiny některých pohrom jsou jak přirozené, tak antropogenní, např.: eroze krajiny; povodně – přirozené a zvláštní; požár v přírodě a úmyslně založený; migrace velkých skupin lidí – po velké pohromě nebo v důsledku politické vlády,
- selhání a havárie technických děl jsou způsobeny i nedostatečnými znalostmi tvůrců, kteří nerozpoznali všechny možné podmínky v lidském systému a nepřizpůsobili jim design a provoz technického díla.

2. Zdroje specifických rizik spojených s technickými díly

Při návrhu, projektu, výstavbě i provozu technického díla je třeba zvažovat zdroje všech rizik, která mohou způsobit významné ztráty a škody, a to na aktivech veřejných i na aktivech technického díla. Do uvedeného souboru patří tzv. i škodlivé jevy, které jsou důsledkem všech vzájemných reakcí daného technického díla s jeho okolím za podmínek normálních, abnormálních i kritických [5-8]. Předmětné škodlivé jevy jsou místně specifické, a to jak z pohledu technického díla, tak z pohledu okolí technického díla.

Určení vnitřních zdrojů rizik technického díla spojených jednak s jednotlivými technickými zařízeními, jejich uspořádáním do komponent a systémů a jednak s výrobními procesy a jejich řízením je místně specifická činnost, která vyžaduje identifikaci rizik na několika úrovních, a to:

- technická zařízení,
- komponenty,
- systémy,
- technická, organizační, logická, místní a kybernetická vzájemná propojení za normálních podmínek provozu,
- technická, organizační, logická, místní a kybernetická vzájemná propojení za abnormálních podmínek provozu,
- technická, organizační, logická, místní a kybernetická vzájemná propojení za kritických podmínek provozu,
- u vysoce důležitých technických děl, jako jsou jaderné elektrárny, přehrady apod., i technická, organizační, logická, místní a kybernetická provozu vzájemná propojení za extrémních podmínek provozu [6-10].

Při identifikaci zdrojů rizik pro technické dílo je velmi důležité zvážit uvnitř technického díla a v jeho blízkém okolí všechny stabilní i mobilní zdroje:

- požárů (mžikový, proudový, kaluže, zášlehový, tryskový, BLEVE - ohnivá koule),
- explozí (mechanických, elektrických, chemických, exploze mraku plynů, prachu a popř. i jaderných),
- úniku nebezpečných látek,

protože škody způsobí jak jejich dopady, tak i možné domino efekty.

3. Dopady pohrom

Výše uvedený výčet zdrojů rizik ukazuje značnou rozmanitost jejich příčin, a proto i jejich dopady mají velmi různou fyzikální, chemickou, ekonomickou, biologickou, sociální či kybernetickou aj. povahu / podstatu. Právě zmíněný fakt je rozhodující z hlediska bezpečnosti, protože preventivní opatření musí být zaměřena na povahu příčin rizik, aby byla účinná.

Dopady pohrom působí podle své povahy různé změny, a to:

1. Fyzikální změny, které vedou ke změnám v jedné nebo v několika dále uvedených oblastí: mechanické, elektrické, optické, magnetické, elektromagnetické, akustické, tepelné, seismické, materiálové (v důsledku vzniku fázových přechodů); a záření. Jevy tepelné povahy jsou hoření, sálání a proudění tepla. Jevy mechanické povahy jsou výbuch, náraz, lom, stříh, tření, smyk, roztržení, zkroucení, pád, propad, imploze, tlaková vlna. Jevy elektrické povahy jsou zkrat, indukce, přechodový odpor. Jevy magnetické povahy jsou změna magnetizace, vyvolání zmagnetování předmětu. Jevy optické povahy jsou optický lom, falešný odlesk, fata morgana, oslnění, světelný impuls. Jevy akustické povahy jsou hluk, rachot, infra a ultra zvukové kmity. Na základě jevů indukujících fázové přechody či záření vznikají aerosolové směsi, prachovzdušné směsi, mlhy, dýmy, aktivní izotopy a mutace živých tkání.
2. Chemické změny, které vedou ke změnám vlastností jako je pH, koncentrace roztoků, oxidační či redukční vlastnosti, reakční mechanismy na lidský organismus a území. Na základě zmíněných jevů dochází k hoření různého druhu, tlakové vlně, tvorbě chemických mraků, korozi kovových konstrukcí, oxidaci organické hmoty, stárnutí materiálů, změnám struktury pevných látek, kyselým dešťům.
3. Biologické změny, které vedou k proměnám v živých organismech v územích okamžitě nebo s časovým zpožděním (např. mutace, okamžité nebo náhlé nemoci). Na základě zmíněných jevů dochází k proměnám živých organismů různého druhu (vzhled, velikost, změna stavby, mutace, ztráta schopností např. reprodukčních, stres, ztráta odolnosti, snížení rozmanitosti aj.).
4. Strukturální změny, které působí proměny v lidském systému. Na základě nich dochází k změnám klimatu, výkyvům počasí, výskytu indukovaných zemětřesení, ozónových děr, oteplování planety, polarizaci lidské společnosti až vznik vzájemně nesnášenlivých skupin.
5. Psychologické změny, které působí u lidí narušení psychické rovnováhy, zvýšený stres, frustraci či psychické nemoci. Na základě uvedených změn dochází k jevům, jako je šikana, psychické zkraty, pocity odcizení, násilí, nevraživost, netolerance, xenofobie, zločinnost, vraždy, násilí, terorismus, migrace apod.
6. Sociologické změny, které působí proměny v oblastech společenské, ekonomické či politické. Na základě nich dochází k bídě, nezaměstnanosti, zadluženosti, daňovým únikům a podvodům, kartelovým dohodám; osobní nesvobodě, omezování svobody projevu, náboženské nesnášenlivosti, destabilizaci systému řízení státu; násilnému záboru území, okupaci, válkám.

4. Závěr

Při velkých pohromách všeho druhu obvykle dochází ke sledu více dopadů pohrom externího i interního charakteru, primárních i sekundárních, které lze jen málo ovlivnit. Předmětné dopady pak působí v různé intenzitě a v různém časovém období; další údaje jsou v pracích [3,4,7,8,11] a v publikacích, na něž se práce odkazují. Proto v přípravné fázi podkladů pro řízení pohrom je zapotřebí identifikovat spektrum těchto dopadů a určit, v jakých souvislostech působí, zda jsou orientované na politické, ekonomické, technické, personální a jiné prostředí a jaká vhodná opatření lze použít k jejich odstranění, případně ke zmírnění. Proto tyto činnosti jsou součástí řízení bezpečnosti na každé úrovni řízení.

Literatura

- [1] FEMA. *Guide for All-Hazard Emergency Operations Planning*. State and Local Guide (SLG) 101. Washinton: FEMA 1996.
- [2] EU. *FOCUS Project*. Brussels: EU 2012, <http://www.focusproject.eu/documents/14976/-5d763378-1198-4dc9-86ff-c46959712f8a>
- [3] PROCHÁZKOVÁ, D. *Rizika spojená s pohromami a inženýrské postupy pro jejich zvládnutí*. ISBN 978-80-01-05479-6. Praha: ČVUT 2014, 234 p.
- [4] PROCHÁZKOVÁ, D. *Study of Disasters and Disaster Management*. ISBN 978-80-01-05246-4. Praha: ČVUT 2013, 202 p.
- [5] PROCHÁZKOVÁ, D. *Analýza a řízení rizik*. ISBN 978-80-01-04841-2. Praha: ČVUT 2011, 405 p.
- [6] PROCHÁZKOVÁ, D. *Analýza, řízení a vypořádání rizik spojených s technickými díly*. ISBN 978-80-01-06480-1. Praha: ČVUT 2018, 222 p. <http://hdl.handle.net/10467/78442>
- [7] PROCHÁZKOVÁ, D. *Zásady řízení rizik složitých technologických zařízení*. e-ISBN 78-80-01-06182-4. Praha: ČVUT 2017, 364 p. <http://hdl.handle.net/10467/72582>
- [8] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost složitých technologických systémů*. ISBN 978-80-01-05771-1. Praha: ČVUT 2015, 208 p.
- [9] PROCHÁZKOVÁ, D. *Analýza zemětřesení ve Střední Evropě*. Doktorská disertační práce. Praha: GFÚ ČSAV 1984, 486 p.
- [10] RAUSAND, M. *Reliability of Safety-Critical Systems: Theory and Applications*. John Wiley & Sons 2014, 421 p.
- [11] PROCHÁZKOVÁ, D. *Metodika pro odhad nákladů na obnovu majetku v územích postižených živelní nebo jinou pohromou*. ISBN 978-80-86634-98-2. Ostrava: SPBI SPEKTRUM XI 2007, 251p.

Titul:	Řízení rizik procesů spojených se zhotovením technického díla a jeho uvedením do provozu
Autorský kolektiv:	Doc. RNDr. Dana Procházková, DrSc. RNDr. Jan Procházka, Ph.D. Doc. Ing. Jiří Lukavský, CSc. Doc. Ing. Václav Beran, DrSc. Ing. Veronika Šindlerová, Ph.D.
Recenzenti:	Doc. Ing. Pavel Hoffman, CSc. Prof. Ing. Karel Majer, CSc. Doc. RNDr. Miroslav Rusko, PhD.
Vydavatel:	ČVUT v Praze
Počet kopií:	Open Access
Počet stránek:	207
Rok vydání:	2019

ISBN 978-80-01-06609-6