



Řízení rizik procesů spojených s technickými díly

Praha 2019

Recenzenti:

Doc. Ing. Václav Beran, CSc., DrSc.

Ing. Jan Zdebor, CSc.

Ing. Pavel Zácha, Ph.D.

RNDr. Jan Procházka, Ph.D.

Editor:

Doc. RNDr. Dana Procházková, CSc., DrSc.

© ČVUT v Praze

ISBN 978-80-01-06656-0

OBSAH

ÚVODNÍ SLOVO EDITORA	5
SUMMARY	6
RIZIKA NAVRHOVÁNÍ A ROZHODOVÁNÍ <i>Václav Beran, Petr Dlask, Ivana Faltová Leitmanová</i>	7
VNITŘNÍ A VNĚJŠÍ RIZIKA V PROJEKTECH JADERNÝCH ELEKTRÁREN <i>Václav Dostál</i>	20
ANALÝZA PRACOVNÍCH ÚRAZŮ PŘI PROVOZOVÁNÍ TECHNICKÉHO DÍLA <i>Hana Holíková, Jan Procházka, Dana Procházková</i>	28
RIZIKA PLYNOUCÍ Z ROZDĚLENÍ ODPOVĚDNOSTI MEZI PROVOZOVATELE DRÁHY A DOPRAVCE <i>Peter Hrmel</i>	40
MOŽNOSTI PRODLOUŽENÍ PROVOZU PAROGENERÁTORU ODLUHOVÁNÍM ZA NOUZOVÉHO DOPLŇOVÁNÍ NEUPRAVENOU VODOU PŘI DLOUHODOBÉM SBO NA VVER-1000 <i>Jan Jiroušek</i>	52
PROBLÉMY BEZPEČNOSTI AUTOMATIZACE ŘÍZENÍ AUTOMOBILŮ <i>Tomáš Kertis, Dana Procházková</i>	65
ČIŠTĚNÍ VNITŘNÍCH POVRCHŮ ENERGETICKÝCH SOUSTAV A RIZIKA ZANEDBANÉ ÚDRŽBY <i>Jiří Kuchař, Viktor Kreibich</i>	76
LIMITY VYUŽITÍ ÚZEMÍ A JEJICH VYUŽITÍ PRO PŘEDCHÁZENÍ ŠKODÁM A POHROMÁM <i>Karel Maier</i>	82
DOPADY TRITIA UVOLŇOVANÉHO Z ETE NA OBYVATELSTVO A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ <i>Karolína Osičková, Pavel Zácha</i>	118
REALIZACE PLATFORMY NĚKOLIKA NEZÁVISLÝCH ÚROVNÍ ZABEZPEČENÍ V KYBERPROSTORU <i>Jan Procházka</i>	132
IDENTIFIKACE, ANALÝZA A HODNOCENÍ RIZIK TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ <i>Dana Procházková, Jan Procházka</i>	142

KOEXISTENCE TECHNICKÉHO, SOCIÁLNÍHO A ENVIRONMENTÁLNÍHO SYSTÉMU <i>Dana Procházková, Jan Procházka</i>	154
ŘÍZENÍ RIZIK VE VZTAHU K BEZPEČNOSTI TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ A JEJICH OKOLÍ <i>Dana Procházková, Jan Procházka</i>	182
ZDROJE RIZIK TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ <i>Dana Procházková, Jan Procházka</i>	203
PREDIKCE, PREVENCE A ZMÍRNĚNÍ RIZIK TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ <i>Dana Procházková, Jan Procházka</i>	227
ROZLOŽENÍ KRITičNOSTI V OBCHODNÍM CENTRU <i>Petr Ščuglík, Dana Procházková</i>	269
SPOLEHLIVOST TLAKOVÝCH ZAŘÍZENÍ NELZE ZAMĚŇOVAT S BEZPEČNOSTÍ TLAKOVÝCH ZAŘÍZENÍ <i>Jan Tomáš</i>	278
IDENTIFIKACE BODOVÉ KOROZE POMOCÍ RT METODY <i>Karel Vidlák</i>	284
PŘÍČINY POŽÁRŮ FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN V ČESKÉ REPUBLICE <i>Kateřina Vrbková, Dana Procházková</i>	293

ÚVODNÍ SLOVO EDITORA

Publikace „**Řízení rizik procesů spojených s technickými díly**“ obsahuje 19 sdělení ze semináře „Řízení rizik procesů spojených se technickými díly a inovacemi“ uspořádaného ČVUT v Praze, Fakulta strojní v budově Praha 6, Technická 4 dne 14. listopadu 2019. Témata semináře:

- práce s riziky (identifikace, analýza, hodnocení, posouzení, řízení, vypořádání),
- zvládání rizik spojených s přípravou technických děl,
- zvládání rizik spojených s umístěním, navrhováním, projektováním a výstavbou technických děl,
- zvládání rizik spojených s provozem technických děl,
- zvládání rizik spojených s ukončením provozu technických děl,
- moderní technologie a jejich rizika,
- bezpečnost technických zařízení a technických děl.

Cíle semináře: shrnutí současného poznání, výměna praktických zkušeností a navázání spolupráce při řízení a vypořádání rizik s cílem zvyšovat bezpečnost a konkurenceschopnost technických děl v České republice.

Články v předložené publikaci byly recenzovány. Sdělení ve sborníku jsou uspořádána alfabetycky dle příjmení prvního autora s přihlédnutím k počtu autorů. Řada článků obsahuje výsledky projektu ČVUT v Praze - Řízení rizik a bezpečnost složitých technologických objektů (RIRIZIBE) - CZ.02.2.69/0.0/0.0/16-018/0002649.

Výsledky ukazují, že i navzdory velkému množství poznatků o technických dílech, jejich zařízeních, strukturách, vzájemných propojení, rizicích a bezpečnosti, se havárie a selhání technických zařízení a technických děl stále vyskytují. Příčin je několik: dynamická proměnlivost světa; nedostatečné lidské znalosti a schopnosti; pomalé používání poznatků a zkušeností získaných v praxi; a neuspokojivé povědomí o rizicích a jejich důsledcích pro technická díla a veřejný zájem. Studie havárií a selhání ukazují, že důležitým faktorem je správná realizace odpovědnosti na různých úrovních řízení.

Kvalita práce s riziky zacílená na bezpečnost jakékoliv entity vyžaduje znalosti, prostředky, finance a vykonávání odpovědností, a proto vláda a legislativa musí striktně zavést pravidla pro její správné provádění. Současné poznatky ukazují, že při prevenci havárií a selhání je třeba se vyvarovat: velkých chyb v prevenci rizik; a také výskytu drobných chyb, jejichž realizace v krátkém časovém intervalu je nebezpečná.

Velký dík patří recenzentům publikace panu *Doc. Ing. Václavu Beranovi, DrSc.*, panu *Ing. Janu Zdeborovi, CSc.*, panu *Ing. Pavlu Záchovi, Ph.D.* a panu *RNDr. Janu Procházkovi, Ph.D.*, kteří uvedli konkrétní připomínky k článkům z publikace a u článků, které vyžadovaly vážné úpravy, provedli ještě kontrolu článků po zapracování připomínek autory. Dík patří autorům za zapracování připomínek editora a recenzentů.

Speciální poděkování editora patří vedení ČVUT, fakulty strojní za vytvoření podmínek pro konání semináře včetně finanční podpory a paní Dušaně Táborské za pomoc při přípravě semináře.

SUMMARY

The publication "**Management of risks of processes associated with the technical facilities**" contains 19 papers of a seminar, organised by the Czech Technical University in Prague, Faculty of Mechanical Engineering in Praha 6, Technická 4, on November 14, 2019. The topics of the seminar:

- work with risks (identification, analysis, assessment, judgement, management, settlement),
- control of risks relating to the preparation of the technical facilities,
- control of risks associated with sitting, design, planning and construction of technical facilities,
- control of risks associated with the operation of the technical facilities,
- control of risks associated with the termination of the technical facilities,
- later-day technologies and their risks,
- safety of technical fittings and technical facilities.

The objectives of the seminar: a summary of current knowledge, exchange of practical experience and cooperation in the management and settlement of risks with aim to enhance the safety and the competitiveness of the technical facilities in the Czech Republic.

The articles in the publication have been reviewed. The papers are arranged in alphabetical order according to family name of the first author with regard to the number of authors. A group of articles contains the results of project solved by the Czech Technical University in Prague - Management of Risks and Safety of Complex Technical Facilities (RIRIZIBE) - CZ. 02.2.69/0.0/0.0/16-018/0002649.

The results show that in spite of large amount of knowledge on technical facilities' structures, interdependences, risks and safety, the accidents and failures of technical facilities have been forever occurred. The causes of this reality are several: dynamic variability of the world; lack of human knowledge and capabilities; slow application of knowledge and lessons learned in practice; and unsatisfactory awareness of the risks and their consequences for technical facilities and the public interest. Accidents' and failures' studies show that the important factor is correct performance of responsibilities on different management levels.

The quality of work with risks aimed to any entity safety requires knowledge, resources, finances and responsibilities' performance, and therefore, government and legislation must strictly establish rules for its proper implementation. Current knowledge shows that for prevention of accidents and failures, it is necessary to avoid: large errors in risk prevention; and also, the occurrence of minor mistakes, the realization of which in a short time period is dangerous.

RIZIKA NAVRHOVÁNÍ A ROZHODOVÁNÍ

RISK OF DESIGN AND DECISIONS

Václav Beran¹⁾, Petr Dlask¹⁾, Ivana Faltová Leitmanová²⁾

¹⁾ ČVUT v Praze

²⁾ JČU České Budějovice

Abstrakt: Stávající stav navrhování nových projektů je v ČR primárně ovlivněn dlouhodobě poddimenzovaným objemem investic ve veřejném i privátním sektoru. Následkem je permissivní selekce návrhů projektů s nízkou přidanou hodnotou. Zpochybnitelné profesní přínosy a invence u investic vytváří dlouhodobě rizikové externality. Projevují se navýšením nákladů, odloženými termíny (plné) funkčnosti investic a degradací očekávaných výnosů. Čistý výnos investic se pohybuje dlouhodobě na úrovni 4-6%. Návrhy, které indikují nízkou úroveň efektivnosti a nejsou zamítány, zakládají degradační cyklus rizik: nákladů – termínů – výnosů – degradace věcné podstaty a návratnosti vložených zdrojů. Důsledkem jsou investiční celky s extrémně dlouhými termíny dokončení a překročení nákladů. Dohledání počátků zavlečeného investičního pochybení je zpravidla stejně tak obtížné, jako majoritou legislativních opatření nevyžadované. Nízká tempa regionálního rozvoje, degradace konkurenceschopnosti, jsou jen dílčím výčtem důsledků a technickoekonomických a sociálních (TES) rizik.

Klíčová slova: riziko; navrhování; rozhodování; tvorba kapitálu; HDP; rizika překročení nákladů; rizika překročení termínů dokončení.

Abstract: The current state of designing new projects in the Czech Republic is primarily influenced by the long-term under-dimensioned volume of investments in the public and private sectors. The result is a permissive selection of low value-added project proposals. The questionable occupational benefits and inventiveness of investments create *long-term risk externalities*. This is reflected in increased costs, deferred (full) functionality of investments and degradation of expected returns. Net investment returns have been around 4-6% in the long term. Proposals that indicate a low level of efficiency and are not rejected constitute a degradation cycle of risks: *costs - deadlines - returns – ponderable substance degradation and risk of return on invested resources* is main critical point. The result is: investment complexes with extremely long completion and cost overruns. Finding the origins of the investment mistake introduced is usually as difficult as the majority of legislative measures not required. The low rates of regional development, the degradation of competitiveness, are only a partial account of the consequences and the technical-economic and social (TES) risks.

Key words: risk; design; decision making; capital formation; GDP; cost overrun; completion date overrun.

1. Úvod

Očekávání, které je spojováno s novými technickými návrhy, je úzce spojeno s požadavky kladenými na nové investice. Ve svém věcném základu je tvorba nových hodnot procesem, který je vytvářen deskripcí (návrhem, projektem, ...), konkrétní vize *ex-ante*. Nicméně vychází z analýzy dat a věcných skutečností zachycených *ex-post*. Jsou jimi znalosti o výrobě, distribuci a spotřebě ekonomických statků (zejména surovin, materiálů, polotovarů, profesních dovedností, energií, informací, ...), obecně zboží, služeb a peněz [1]; vesměs ke stavům vzniklým v minulosti. Zjednodušeně řečeno se úspěšnost budoucí realizace odvíjí od zkušeností získaných v uplynulém období (minulost krátkodobá nebo historická).

Zprostředkujícím článkem mezi minulostí a budoucností je původce návrhu – projektant řešení. Jeho funkce nespočívá pouze ve zprostředkování, vyžaduje vytvořit přidanou hodnotu odvozenou právě z progresu navrhovaných řešení. Projekt je vize, ověřuje a rozvíjí, jak mají být omezené zdroje ekonomicky a alokovány mezi jednotlivá funkční využití [2]. Jeho tvůrce systematicky:

- hodnotí a navrhuje variantní řešení,
- zvažuje míru přidané hodnoty,
- rozhoduje o přijatelnosti i o přijetí relevantních řešení [3].

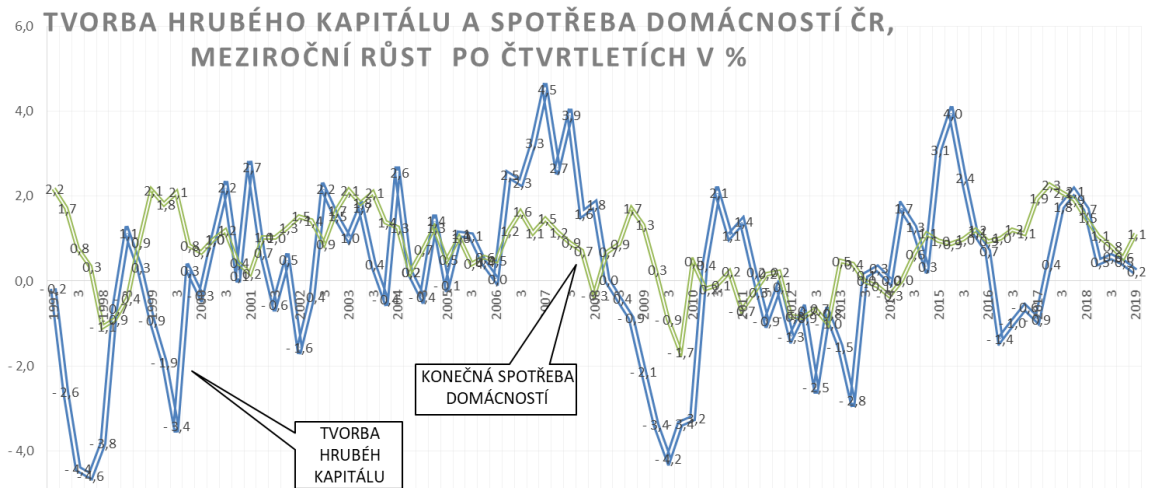
Realistický pohled přijetí návrhu – projektu jako racionální možnosti vyžaduje také akceptování neurčitostí, nejistot, rizik [4] a neúplných informací jako součástí navrhování a řízení procesu vytváření návrhu. Výsledkem mají být inovační přístupy. Vytvářejí, mají vytvářet, perspektivu očekávání v budoucnosti na základě retrospektivních dat, zkušeností, znalostí, rizik, nejistot a dalších vlivů. Vymezení rozsahu investic (vloženého hrubého kapitálu) je základem, na kterém se rizika a ohrožení věcně vytvářejí a následně i vyhodnocují. Dodatečné náklady hradí ta strana, která nese odpovědnost za rizika, na jejichž základě dodatečné náklady vznikly (Mezinárodní praxe přiřazuje zhotoviteli obecně ta rizika, která je schopen ovládat nebo rozumně pojistit [5]. Ostatní rizika projektu nese objednatel jako iniciátor a vlastník projektu a jako subjekt, který bude z díla po jeho dokončení čerpat benefity); podrobněji [5].

2. Motivace – poznatky

Každý projekt, návrh, řešení, se opírá o formulovanou *potřebu* navázanou na ekonomiku spotřebitele, nebo výrobce. Současně je každá investice odloženou současnou spotřebou ve prospěch budoucí navýšené spotřeby. Vize přidané hodnoty budoucí spotřeby je převážně motivem realizace investičního projektu. Nástrojem naplnění požadované potřeby je zpracování projektové dokumentace a provedení inženýrské činnosti projektantem. Smluvním vztahem je zpravidla smlouva o dílo, (uzavřená podle § 2586 a násl. zákona č. 89/2012 Sb., občanského zákoníku).

Tvorbu hrubého kapitálu ČR za období 22 roků (1997/1.Q až 2019/1.Q), uvádí obrázek 1 (v % z HDP; data ČSU [6]). Diference změny (rok/rok) po jednotlivých čtvrtletích jsou značně volatelní, indikují průměrnou výši dlouhodobé tvorby hrubého kapitálu ČR z HDP na úrovni 0,16 %/ čtvrtletí. V desetiletém průměru je nicméně výsledek -0,07 %.

Zlepšení poskytuje relativně krátké investiční období posledních pěti let 0,88 %. Porovnání s trendem výdajů na konečnou spotřebu domácností (stejně časové pořadí jako tvorba kapitálu) je: 0,75%/0,47%/1,10%. Data navozují otázky po *věcných příčinách* nízké úrovně tvorby kapitálu. Požadovat vyšší produktivitu u nových investic je potřebné i aktuální. Řešení poskytují, v podmínkách ČR a většiny EU regionálních ekonomik, nové a inovativní, dlouhodobě produktivní investiční projekty. Jejich absence vyvolává rizika vzniku dlouhodobých negativních dominových efektů v ekonomice národních celků.



Obr. 1. Meziroční růst tvorby hrubého kapitálu a konečné spotřeby domácností ČR (trasováno mezi čtvrtletně, uvedeno v %, data sezonně očištěna); zpracováno dle dat ČSÚ [6].

Dohledání příčin nedostatku zdrojů je zhusta nesprávně spojováno s nedostatkem porozumění finanční sféry poskytnout zdroje na nové inovační projekty. Inverzní pohled je vesměs založen na zpochybnění předložené deterministické nákladové argumentace, chybějící analýzy rizik, absenci vypořádání nejistot, neurčitostí. Narůstající nedorozumění spočívá u řady investic (čtíme návrhů TES projektů) v přehlížení skutečnosti, že každý investiční projekt primárně vychází z dat o očekávaných *výnosech v budoucnosti*; podrobněji v [4]. Návaznosti na správu majetku uvádí Kuda a kol. v [1]. V makroekonomické oblasti se otázkou kapitálu v 21. století zabývá Piketty, kapitola 6 v [7]. Makroekonomické dlouhodobě působící vlivy Piketty prezentuje v *kauzálních* souvislostech, důraz klade na míru výnosů z kapitálu.

Z hlediska hodnocení investičních projektů TES poskytuje práce [7] významnou oporu pro stanovení limitů

- pro racionální výnosy z vložených kapitálových zdrojů,
- překračování nákladů a termínů (N/T),
- rizik, neurčitostí, nejistot, vágnosti.

V oblasti hodnocení projektů, nároků na projektovou dokumentaci, novosti a uplatnění nových poznatků, existuje nezajištěný prostor známých důsledků a ohrožení. Prostor včas rozpoznávaných příčin a protipatření je v řadě projektů vytvářen opožděně, nebo

zcela chybí. Požadavek kapitálových výnosů, v životním cyklu TES projektů na úrovni 4-6 % z vložených aktiv, je stejně tak často označována za nemístný, jako je účelově potlačován.

3. Indikátor překročení nákladů a termínů

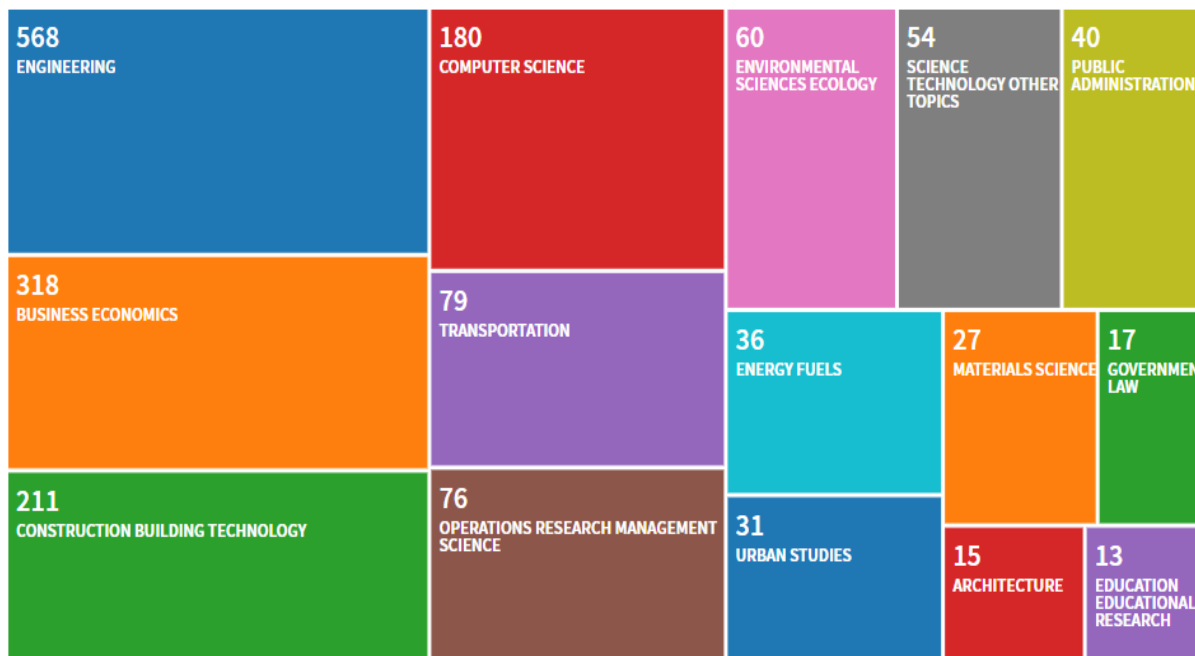
Motivací a výchozím poznatkem je skutečnost, že *výnosy, náklady a termíny* mají při *rozhodování* sekundární charakter. Otázka není dosud uspokojivě vyřešena, zejména v přístupu k porušování výchozích parametrů. Zůstává výzvou pro legislativu, manažery, ve veřejném i soukromém sektoru. Nicméně existuje logika příčin a důsledků rizik překračování N/T. Vytváří citlivé rizikové situace. Důsledky nemohou a nejsou monotónně negativní, existují rovněž pozitivní důsledky překročení nákladů a termínů. Analýzy národních kontrolních institucí v EU i ČR však detekují nesouměrné četnosti v téměř všech šetřených případech. Navíc se předpoklady překročení nákladů liší. Ve vysvětleních a zdůvodněních dominuje logika managementu soukromých společností oproti logice veřejného a politického sektoru.

Překročení předpokládaných investičních nákladů při realizaci mělo v každém jednotlivém případě individuální příčiny. Vytvoření rizika, nedodržení dohod, souviselo převážně v podcenění projektové přípravy a managementu přípravy realizace. Autor Segelot v publikaci [8] prezentuje data cca 2500 vyhodnocovaných rozsáhlých projektů ve studii k překročení původních investičních předpokladů. Jako typické uvádí projekty:

1. Olympijské hry v letech 1968-2012. Překročení proponovaných nákladů byla v průměru na úrovni 300 % s mediánem na úrovni 150 %. Podrobnější údaje byly publikovány v [9].
2. *Channel Tunnel* se vypořádal s riziky realizace nárůstem původních předpokládaných nákladů o 80 %.
3. *Trans-Alaska oil pipeline* byly předpokládané náklady překročeny 13 krát.
4. *Sydney Opera House* 14 krát (přes to, že vrchní stavba je sepjatou prefabrikovanou konstrukcí (podrobněji v *House History*, https://www.sydneyoperahouse.com/content/dam/soh/our-story/DUPAIN_HERO_1600x900.jpg.image.1600.900.high.jpg).

Rozsah poznatků a zájmu o otázky překračování nákladů při pořizování investic lze dedukovat z pozornosti, která je věnována problematice analýzy a výzkumu. Databáze *Web of Science* poskytuje k vazbě *project cost overrun* (srpen 2019) pouze 1160 publikačních odkazů (Rozsah poznatků a zájmu o otázky překračování nákladů při pořizování investic lze dedukovat z pozornosti, která je věnována problematice analýzy a výzkumu. Databáze *Web of Science* poskytuje k vazbě *project cost overrun* (srpen 2019) pouze 1160 publikačních odkazů (z celkového rozsahu databáze: *1,165 records matched your query of the 71,212,776 in the data limits you selected*; Počet záznamů je součtem článků publikovaných ve vybraném roce (zde 1945-2019)). Pro vazbu *project cost management*/19 270 odkazů a *project management*/124 512 odkazů. Struktura odkazů podle vědních oborů je uvedena na obrázku 2. Těžiště publikačních aktivit v prvním sledu je vázáno k oborům Engineering/Business Economics, rozsahem 76,4% z celkového počtu publikačních odkazů.

Pro vazbu *project cost management*/19 270 odkazů a *project management*/124 512 odkazů. Struktura odkazů podle vědních oborů je uvedena na Obr. 2. Těžiště publikačních aktivit v prvním sledu je vázáno k oborům Engineering/Business Economics, rozsahem 76,4% z celkového počtu publikačních odkazů.



Obr. 2. Struktura publikovaných odborných článků k zadání: project cost overrun.

Z uvedeného rozsahu 1160 publikačních odkazů je spojováno 214 odkazů s managementem rizik.

4. Data

V předcházejícím odstavci – motivace, byla uvedena data formující potřebu komentování dvou oblastí:

- zlepšení investičního financování
- potřebu vytváření vyššího standardu poskytovaných projektových služeb.

K otázce rozsahu investičního financování infrastruktury s dlouhodobým efektem hospodářského cyklu je podnětná práce Farhadi [10]. Z dat ročního růstu infrastrukturních investic 18 zemí OECD, za posledních 140 let, odvozuje průměrnou míru růstu infrastrukturních investic v %. Pro období 1870-2009 je na úrovni (Geometrického průměru. Hodnoty představují průměrný roční geometrický růst - podíl z HDP, pro 18 zemí OECD) 0,924% HDP. Věcně jsou zajímavé časové segmenty meziročních temp růstu pro období

- průmyslové revoluce (1870-1913) ... na úrovni 1,253 %,
- světových válek (1913-1950) ... na úrovni 0,864,
- tzv. zlatého údobí (1950-1973) ... na úrovni 2,242,

- tzv. nových příležitostí (1973–2009) ... na úrovni -0,247.

Samostatnou otázkou stability investičního prostředí ČR je ekonomika malého rozsahu (Malý hospodářský celek zvyšuje u strukturálních i individuálních investičních projektů průběžně jejich rizika. Důsledky se projevují ve ztrátě kontroly nad termíny uvedení do provozu a dodržení původních nákladových parametrů realizace). Vytvářený HDP je zatížen volatilitou, která je výrazně vyšší, než jsou patrné u ekonomik většího rozsahu, respektive u EU jako celku. Porovnání uvádí obrázek 3. Otázka *rizik* je ve vývoji a přípravě investičních projektů v ČR výraznější. Dopady rizikových situací v malých hospodářských celcích mají výrazně vyšší důsledky a výrazně nižší schopnost absorbovat a tlumit důsledky externích a interních vlivů. Záměry investorů jsou poškozovány zejména riziky z kongescí požadavků kladených na projektanta. V širších souvislostech se jedná se o:

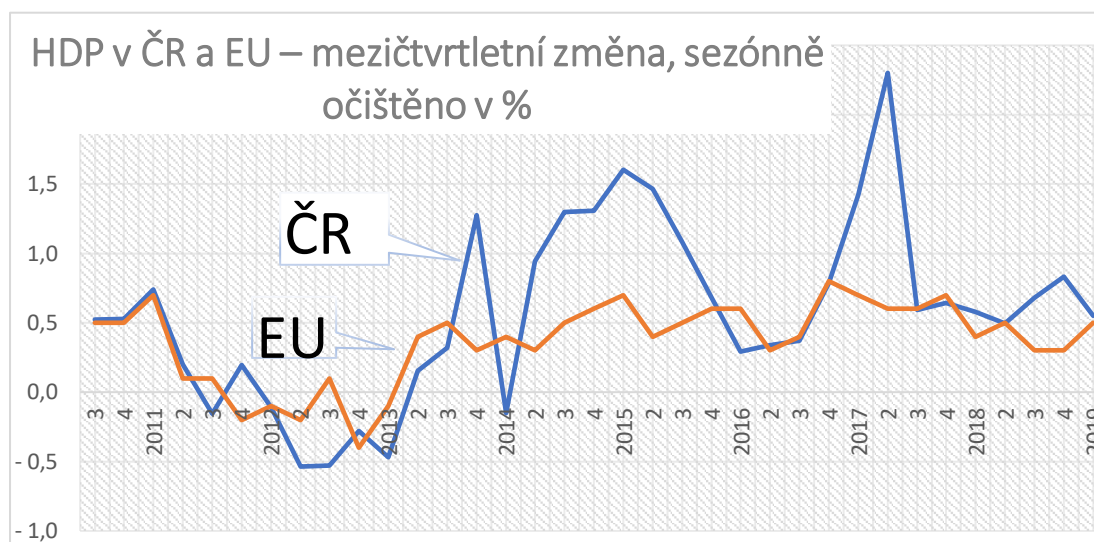
- degradaci předpokladů investičních rozhodnutí jako celku (externality: legislativa, životní prostředí, ekonomické klima v oboru, národním celku, apod.),
- nákladová a cenová rizika (výběrová řízení, předpoklady o vývoji cen a další),
- rizika dodržení termínů (projekt, realizace, přejímky, změny zadání, ...),
- rizika kvalitativního charakteru (projekt, výrobní proces, uvedení do provozu, ...).

Klíčovým prvkem realizace investice je projektové řešení, projektová dokumentace [2]. Indikátorem ekonomické úspěšnosti projektu je návratnost vložených zdrojů. Analýza praktikovaných nástrojů v ČR a EU je uvedena v [11]. Důsledkem nezvládnutých rizik projektu jsou prodlužované doby dokončení a navyšování celkové potřeby zdrojů (finanční, přírodní, kvalita, ...).

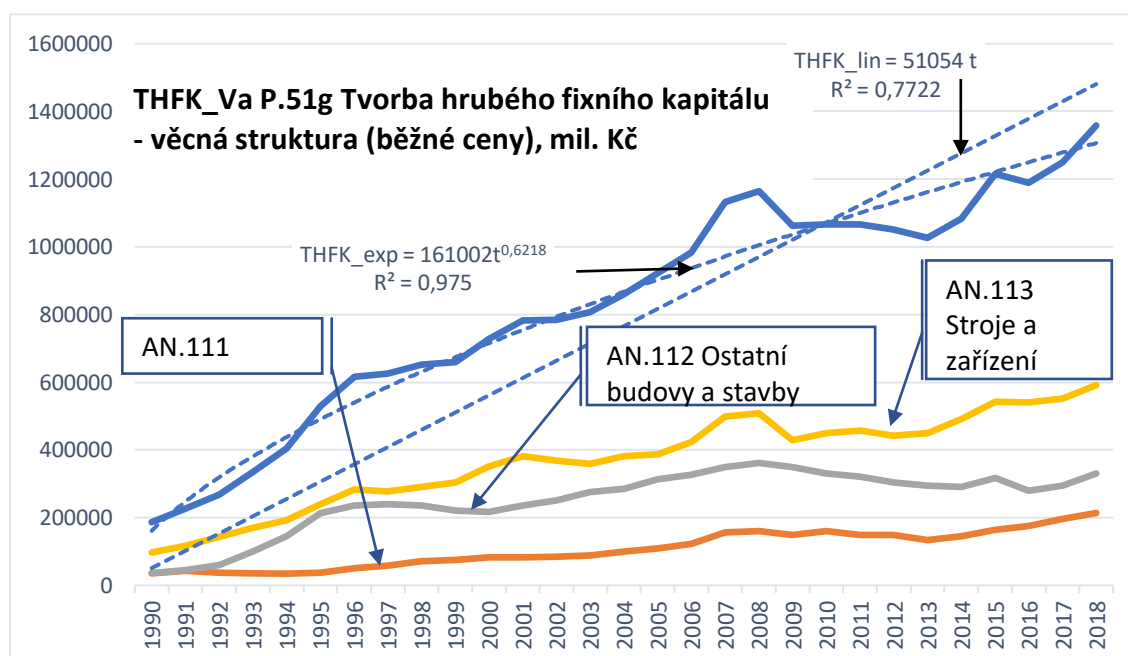
S důsledky nerentabilních investičních řešení se setkáváme často. Patří mezi ně zejména podcenění rizik v prvotních fázích projektu. Důsledky jsou nedokončené realizace, neuvedení do provozu ve smluvním termínu a další. Na vznik rizikových situací a jejich negativních důsledků mají svůj podíl také metody a předpoklady pro rozhodování. Patří mezi ně omezení analýz projektů na hypotetické propočty s nepodloženými daty. Jedná se zejména o pragmatické zúžení analýzy projektu na nákladovou ekonomiku, restrikcí propočtů návratnosti vložených zdrojů na splacení úvěrů apod. Obdobná situace nastává částečně i při použití metod hodnocení na základě životního cyklu investice. Zahrnuje obecně investiční údržbu, obnovu, modernizaci, rekonstrukci a odstranění zbytkové materiálové substance [12]. Uvedený přístup je kriticky označován za lineární ekonomiku [12]. Alternativou je ekonomika uzavřených cyklů, uváděná pod názvem *cirkulární ekonomika* (k srpnu 2019 uváděno k heslu *circular economics* v odborné databázi publikačních výstupů Web of Knowledge 255 odborných recenzovaných článků. Jedná se o dosud nepropracovanou, marginální oblast hlavního proudu současného výzkumu v oblasti ekonomiky; k 8/2019 uvádí Web of Knowledge pro termín *economics* 142 829 odkazů) [13].

Formulace vize změny se úzce dotýká reálné ekonomiky, tvorby HDP v ČR a investiční aktivity. V roce 2018 činil hrubý domácí produkt ČR 5 328 738 mil. Kč v běžných cenách (HDP představuje souhrn hodnot přidaných zpracováním ve všech odvětvích produktivních činností v kupních cenách (včetně daní z produktu a bez dotací na produkty). Zahrnuje i netržní služby, náhrady zaměstnancům a potřebu fixního kapitálu), přepočteno na 1 obyvatele 501 461 Kč. Pro tvorbu HDP je významná složka disponibilního hrubého fixního kapitálu (Tvorba hrubého fixního kapitálu (THFK, dle ČSÚ) obsahuje hodnotu pořízení hmotného i nehmotného investičního majetku koupeného, bezúplatně převzatého nebo vyrobeného ve vlastní režii, sníženou o

hodnotu jeho prodeje a bezúplatného předání. Patří sem i pořízení formou finančního leasingu. Cílem pořízení je vždy využívat tento investiční majetek při produktivní činnosti, včetně bydlení v obydlí jeho vlastníka; nespádají sem předměty dlouhodobé spotřeby pořízené domácnostmi pro uspokojování konečné spotřeby ani čisté pořízení cenností.). Činil, v roce 2018 reálně r/r nárůst o 5,3 %, z toho fixní kapitál o 7,2 %. Podrobněji časové řady na obrázku 4.



Obr. 3. Mezičtvrtletní změny HDP v ČR a EU v %; zpracováno dle dat ČSÚ [6].



Obr. 4. THFK_Va P.51g Tvorba hrubého fixního kapitálu – věcná struktura pro AN.111, 112, 113 (běžné ceny), mil. Kč%; zpracováno dle dat ČSÚ [6].

5. Model

Ekonomika hledá řešení v situacích, kde jsou omezeny disponibilní zdroje. Nástroji jsou substituce zdrojů, jejich recyklace, nová alternativní řešení a další postupy. Úspěšné jsou zejména takové, které mají střednědobý, nebo dlouhodobý životní cyklus. Promítají se pak dlouhodobě i do HDP národních ekonomik. Mluvíme zde vesměs o investicích a jejich ekonomické odezvě. Každý investiční projekt závisí na intenzitě inovačního potenciálu, který realizuje. Vstupy pro tvorbu dynamických modelů produkčních funkcí uvedl Harrod roku 1939 v [14]. Produkční funkci F chápe jako zákonitost, která řídí vztah mezi národním HDP v diskrétním čase $t \in \mathbb{N}$ a užitým kapitálem K_t , množstvím práce L_t a rozvojem výrobních procesů A . Vztah pro vytváření HDP definoval Harrod [14] jako

$$Y_t := A * F(K_t, L_t) \quad (1)$$

umožňuje porovnávání výkonnosti jak národních ekonomik tak hodnotit výkonnost navrhovaných regionálních investičních projektů. Cenná je možnost hodnocení variantních řešení Y_t^{var1} , Y_t^{var2} , ..., která vznikají z invence autorů projektu, ze simulace alternativních úprav, alternováním materiálových vstupů, pragmatických omezení a dalších příčin [9]. Intuitivní vyhodnocení trpí časovou náročností a problémy objektivnosti.

Aplikace (1) jsou označovány za Cobb-Douglasovu produkční funkci. Obecně platí zápis

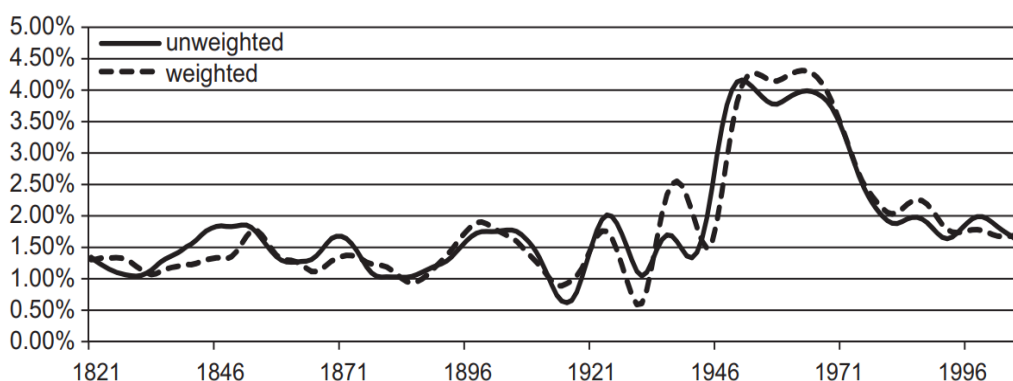
$$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = A x_1^{a_1} x_2^{a_2} \dots x_n^{a_n} \quad (2)$$

kde A, a_1, a_2, \dots, a_n jsou konstanty, $A > 0$ pro $x_1 > 0, x_2 > 0, \dots, x_n > 0$. (Funkce (2) je interpretačně náročná. Předpoklad pro $A > 0, x_i > 0$ umožňuje úpravu Cobb-Douglasovy funkce na „log-lineární“ vztah $\ln F = \ln A + a_1 \ln x_1 + a_2 \ln x_2 + \dots + a_n \ln x_n$. Funkce C-D je log-lineární, prvky $\ln x_1, \ln x_2, \dots, \ln x_n$ jsou lineárně závislé).

Vztah $F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ umožňuje řadu aplikací. Vedle klasických aplikací ve smyslu (1), jsou uváděny interpretace zahrnující zdroje jako je energetika, zvládnání znalostí, informační problematika a další. Dlouhodobý vývoj rozvoje zemí OECD analyzuje Madsen (2010) v [15]. Rozšiřuje představu produkčních funkcí o endogenní závislosti kapitálových zdrojů: míru zaměstnanosti, věk, demografické změny. Celkovou produktivitu národních celků (TFP) rozšiřuje Madsen o působení výzkumu a vývoje (R&D), přelévání znalostí kanálem dovozů, nabytého vzdělání, disparitu mezi získaným vzděláním a progresivními technologickými možnostmi. Za nejsilnější vlivy hospodářského růstu jednotlivé analýzy označují výzkum vývoj (R&D) a lidské zdroje (human capital). Uvedené zdroje rozvoje patří prvoplánově do kategorie osvojení znalostí. Jejich transformace do materializované formy vyžaduje realizaci investic a jejich relativně dlouhodobou výnosnost. Zajištění trvalého růstu je citlivou otázkou s neurčitým zadáním, nicméně nezpochybnitelným adresátem: *technickou veřejností* → *projektová řešení*. Data pro graf na obrázku 3 detekují situaci poklesu tempa tvorby

HDP v posledních uváděných dekádách hospodářského vývoje zemí EU. Projektová řešení jsou vesměs investičního charakteru. Zakládají předpoklady pro růst HDP a) perspektivou výnosů, b) návrhem vyšší produktivity výstupů, než je stávající stav v investiční oblasti (oboru), c) dobou dlouhodobé návratnosti vložených prostředků nižší, než komerční limit (úvěrový limit návratnosti se zahrnutou kalkulací rizik investičního projektu). Detekovaný očištěný meziroční růst tvorby hrubého fixního kapitálu ČR (pro 1990-2018) je uveden daty časových řad na obrázku 4. Příspěvek fixního kapitálu vytvářeného AN.112 *Ostatní budovy a stavby* a AN.111 *Obydlí* leží pod příspěvkem strojírenství a dlouhodobě stagnuje.

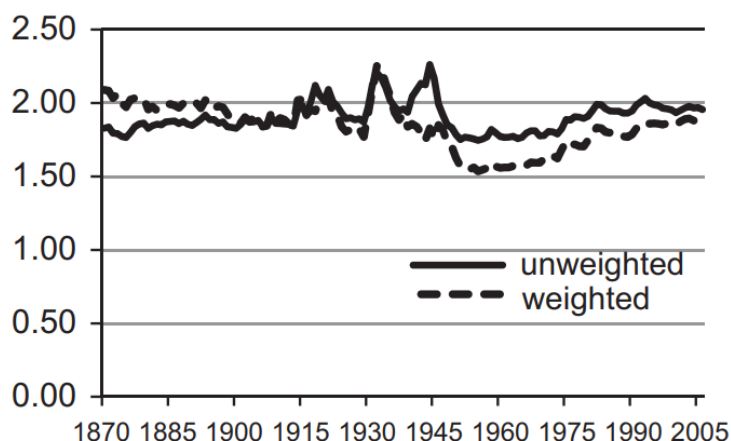
Situace národního celku ČR je součástí vývoje v zemích G17 charakterizovaného na obrázku 5. Nevykazuje v posledních desetiletích zásadní obrát ve vývoji. Jakkoliv je znázorněný vývoj ovlivněn růstem populace (přepočten na hlavu) trend dlouhodobě směřuje k tempům růstu před rozkolísáním v 19. století. Požadavky na přínosy inovačního charakteru se stávají nepominutelnou potřebou nových projektových řešení. Uplatňují se pod platformami jako je udržitelnost, cirkulární ekonomie, Cradle to Cradle navrhování, průmyslová ekologie a další. Trend v rozsahu HDP potvrzuje Madsen [15] propočtem výstupů HDP k použitému kapitálu (čtěme zdrojům pro investice) je uveden znázorněnými daty na obrázku 6. Za povšimnutí stojí a) schopnost vytvářet vyšší fHDP ve válečných a poválečných obdobích, b) relativní stabilita poměru kapitálu a ekonomických výstupů v průběhu uplynulých století. Pokud interpretujeme výsledky práce Pikettyho, uvedené v Příloze A (hospodářský růst a návratnosti vloženého kapitálu) v průběhu uplynulých dvou tisíciletích, získáme ucelený obraz o potřebě inovací, výzkumu jako nezbytné podmínce pro hospodářský rozvoj. Investice jsou za současných podmínek podstatnou součástí podpory rozvoje. Dlouhodobě požadovaná míra návratnosti kapitálu je v práci [7] je pro současný hospodářský vývoj oceňována na úroveň 3 až 4% s tím, že čistý kapitálový výnos následujících desetiletích stoupne na vyšší úroveň. Konkurence mezi jednotlivými národními státy roste.



Obr. 5. Růst HDP (průměry) na hlavu v zemích G17 v letech 1820-2006. Váhy (data označená weighted) aplikují přepočten k rozsahu národních populací; zpracováno dle [15].

Konkurenční schopnost jednotlivých národních ekonomik je posilována různými formami dotačních programů. Důležitým faktorem mechanismu působícího na výši

požadovaných výnosů jsou finanční instituce. Vytváří dlouhodobě úrokové míry v kapitálových investičních portfoliích.



Obr. 6. Poměr kapitálu a výstupů (HDP). Agregace pro vybrané země G17 jako vážený průměr populací (weighted) a průměr bez vah (unweighted); ; zpracováno dle [15].

Pro problematiku navrhování nových projektových řešení je východiskem zlepšování úrovně projektů. Přiznané, nebo jinak proklamované obtíže s financováním jakéhokoliv projektu, jsou přiznáním jeho nevyhovující komerční plauzibility (jako důvěryhodnosti, spolehlivosti, vhodnosti). Pokud projektové řešení nesplňuje požadavek 3 až 4% výnosů z vložených zdrojů po očištění od inflačního vývoje (Zvažujeme reálný inflační trend a rizika dlouhodobého vývoje. Aktuální stav v EU, OECD, G17 vede k odhadu korekce 2%-4%.) je projekt nevhodný pro financování. Samostatnou otázkou jsou sektorová rizika, technická rizika, technologická rizika a další. Podrobněji uvedeno v [4].

6. Závěr - interpretace

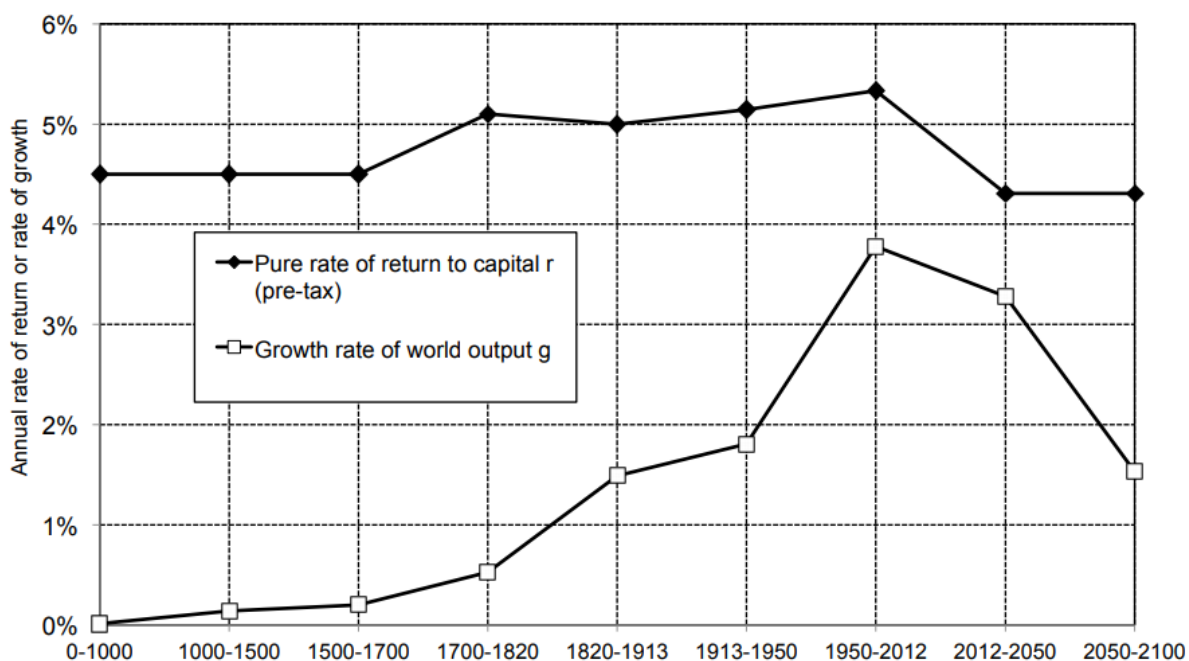
Navrhování TES projektů je v současném vývoji ekonomiky zatíženo projektovými riziky. Jejich eliminace nebo zmírnění mohou přinést nové postupy a progres v projektování technických řešení. Ve strojírenské a stavební praxi jsou jimi například podpory projektování v 3D, [16]. Téma rizik není zcela novým aspektem inženýrské praxe. V příloze B je uveden výňatek z časopisu *Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen* z roku 1920. Publikovaný text [17] rozvádí pojem bodového ohodnocení projektového návrhu, jeho proporcionalitu k očekávaným nákladům stavby včetně, vyžaduje na základě očekávaných nákladů propočítat zadavateli investice kapitalizované náklady na údržbu a odpisy v době užívání investice. Pracuje s prioritami kritérií hodnocení projektového návrhu:

- ekonomikou/hospodárností jako prvním východiskem,
- vzhledem,
- požární bezpečností,
- zvukovou izolací/útlumem hluku.

Retrospektivu citovaného a současnost odděluje období 100 roků. Svým způsobem jsou retro-témata pro hodnocení aktiv současnosti stále aktuální.

Nežádoucí skutečností je, že při podrobnějších rozbořech vykazují pořizovaná aktiva investičního charakteru (zejména stavební, strojírenské) silně volatilní výsledky. Oscilují v rozmezí +20% až -20% průměrné výnosnosti z podnikatelských aktivit [19]. Navazující problematikou na pořízení je správa majetku a Facility Management. Podporu poskytuje i ISO 27001 [13]. Zvýšená pozornost je však stále věnována otázkám rizik cen a objemů zejména v nabídkových rozpočtech [19]. Projekty velkého rozsahu a projekty s dlouhodobou životností mají zvláštní postavení v dopadech na uživatele, zadavatele, provozovatele. Publikace autorů Flyvbjerg, Bruzelius, Rothengatter [20] uvádí šetření 258 mega-projektů realizovaných v časovém rozpětí 1927–1998. Pouze nepatrná část projektů podkročila nebo dodržela původní (nabídkový) rozpočet (předpoklad); méně než 20%. Rizika projektů se různí, zakládají řadu důvodů, pro které by měly mít rozsáhlé projekty výrazně důslednější metodiku sledování rizik, než mají doposud.

7. Dodatky



Obr. 7. Celosvětový kapitálový výnos a míra růstu od starověku do roku 2010; čistá míra návratnosti kapitálu r (před zdaněním); míra růstu světové výroby g ; zpracováno dle [7].

Poděkování: Autoři děkují za podporu EU a MŠMT, grant na projekt RIRIZIBE, CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_018/0002649.

Literatura

- [1] KUDA, F., BERAN, V., DLASK, P. a WERNEROVÁ, E., Management ekonomiky správy majetku, Praha: Professional Publishing 2018, 280p.
- [2] ČR. *Zákon č.183/2006 Sb.*
- [3] DLASK, P., BERAN, V. Long-Term Infrastructure Investment: A New Approach to the Economics of Location. *E & M Ekonomie a Management*, 19 (2016), 3, pp. 40-56.
- [4] PROCHÁZKOVÁ, D. *Analýza, řízení a vypořádání rizik spojených s technickými díly*. ISBN 978-80-01-06480-1. Praha: ČVUT 2018, 222p. <http://hdl.handle.net/10467/78442>
- [5] KLEE, L. *Proč se velké výstavbové projekty komplikují*. <https://www.Casopisstavbnictvi.cz/>.
- [6] ČSU. *Statistická ročenka*. Praha: ČSU 2019.
- [7] PIKETTY, T. *Capital in the Twenty-First Century*. ISBN 978-0-674-43000-6. Cambridge: Harvard University Press 2017, 685p.
- [8] SEGELOD, E. *Project Cost Overrun: Causes, Consequences, and Investment Decisions*. ISBN 9781107173040. Cambridge: Cambridge University Press, 2018, 272p.
- [9] FLYVBJERG, B., STEWARD, A. A. Olympic proportions: Cost and cost overrun at the Olympics 1960-2012. *Saïd Business School working paper*, June 2012.
- [10] MINOO, F. Transport Infrastructure and Long-Run Economic Growth. *Transportation Research*, 74 (2015) 6, pp. 73-90.
- [11] ŠVECOVÁ, L., SCHOLLEOVÁ, H., FOTR J. Vybrané aspekty investičního rozhodování (poznatky z empirických výzkumů). *E + M Ekonomie a Management*, 3 (2012) 3, pp. 125-140.
- [12] ISO. *Environmental Management Systems*. Geneve: ISO 2019.
- [13] EU. *News European Parliament*. <http://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>.
- [14] HARROD, R. An Essay in Dynamic Theory. *Econom Journal*, 49 (1939), pp. 14-33.
- [15] MADSEN, B. J. The Anatomy of Growth in the OECD since 1870. *Journal of Monetary Economics*, 57 (2010) 6, pp. 753-767.
- [16] WERNEROVÁ, E., KUDA, F., FALTEJSEK, M. *Zavádění BIM u existujících staveb*. ISBN 978-80-248-4238-7. Ostrava: VŠB 2018, 66p.
- [17] RÜMPLER, C. Ankündigung und beurtheilung technischer werke. *Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen*, 1 (1920) 266-67, p. 38.
- [18] GRIMSCHEID, G., BUSCH, T. *Projektrisiko-management in der Bauwirtschaft*. ISBN 978-3-89932-183-8. Berlin: Bauwerk Verlag, GmbH. 2008, p. 261.

- [19] FLEMING, C., NETZKER, M., ANNETT, A. S. Probabilistische Berücksichtigung von Kosten- und Mengenrisiken in der Angebotskalkulation. *Bautechnik*, 88 (2011), 2, pp. 94-101.
- [20] FLYVBJERG, B., BRUZELIUS, N., ROTHENGATTER, W. Megaprojects and Risk – an Anatomy of Ambition. ISBN 978-0521009461. Cambridge: Cambridge University Press 2003, 214p.
- [21] MUTH, J. F. Rational Expectations and the Theory of Price. *Econometrica*, 29 (1961), 3, pp. 315–335.
- [22] BERAN, V., DLASK, P. *Dynamický harmonogram*. ISBN 80-200-1007-6. Praha: Academia 2002, 172p.
- [23] ISO. *ISO 27001:2013. Information technology — Security techniques — Information security management systems — Requirements*. Geneve: ISO 2013.

VNITŘNÍ A VNĚJŠÍ RIZIKA V PROJEKTECH JADERNÝCH ELEKTRÁREN

INTERNAL AND EXTERNAL HAZARDS IN THE DESIGN OF NUCLEAR POWER PLANTS

Václav Dostál

ČVUT v Praze, Fakulta strojí

Abstrakt: Již Rasmussenova studie v 70. letech minulého století poukázala na důležitost vnějších událostí pro bezpečnost jaderných elektráren. Množství analyzovaných situací se od té doby podstatně zvýšilo a svou roli sehrála též havárie na jaderné elektrárně Fuku-shima. Analýza rizik jaderných elektráren provádí screening rizik a deterministickou nebo semi-pravděpodobnostní analýzu. Analýza rizik v nejaderném průmyslu využívá i některé další metody, které jsou však nepoužitelné při deterministickém dozoru nad jadernou bezpečností. Do budoucna by zcela jistě bylo vhodné celosvětově rozšířit dozor nad jadernou bezpečností i o rizikově informovaný rozměr, který je v současnosti využíván minimálně.

Klíčová slova: jaderná bezpečnost; vnitřní a vnější rizika.

Abstract: The Rasmussen study in the 1970s revealed the importance of external events for the safety of nuclear power plants. The number of the analysed hazards significantly increased since then, owing also to the accident of the Fuku-shima nuclear power plant. Risk analysis of nuclear power plants is generally performed by risk screening and deterministic or semi-probabilistic analysis. Risk analysis in the non-nuclear industry uses other methods as well, which are not possible to use in the deterministically driven nuclear safety oversight. In the future, risk-informed regulation should be widely used,

Key words: nuclear safety; internal and external hazards.

1. Úvod

Již Rasmussenova [1] studie v 70. letech minulého století poukázala na důležitost vnějších událostí pro bezpečnost jaderných elektráren. Množství analyzovaných situací se od té doby podstatně zvýšilo a svou roli sehrála též havárie na jaderné elektrárně Fuku-shima. Mezi vnějšími riziky byly v Rasmussenově studii zahrnuty zemětřesení, tornáda, záplavy, pád letadla a letící úlomky z turbíny. Nicméně již v předmětné studii se mezi ostatními objevují přílivové vlny, hurikány, ale také sabotáž.

Mezinárodní agentura pro atomovou energii ve Vídni se touto problematikou aktivně zabývá. Ve svém technickém dokumentu [2] píše, že na základě provozních zkušeností z jaderných elektráren z celého světa extrémní a málo časté vnější události patří mezi nejzávažnější iniciátory degradace ochrany do hloubky. Mezi nejzávažnější

patří vliv nízkých teplot, silných větrů, povodní, záplav, blesků, biologického poškození, elektromagnetické interference a zemětřesení. Ty buď přímo ovlivní jadernou elektrárnu, nebo zapříčiní zhoršení podmínek pro jadernou bezpečnost ztrátou vnějšího napájení, odvodu tepla do okolí nebo zablokováním evakuačních tras.

Ukazuje se, že v různých zemích existují k uvedeným zdrojům rizik různé přístupy. Je to hlavně vzhledem k jejich velmi nízké pravděpodobnosti výskytu, kdy je velmi komplikované stanovit pro tyto události a případně pro jejich kombinace vhodné návrhové parametry.

Jedno z hlavních témat pro diskusi se týkalo obecně uznávaného kontextu „rizika“, kde je analyzována pravděpodobnost výskytu události spolu s pravděpodobností radiologických dopadů. Předmětný kontext je obecně přijímán inženýrskou komunitou, ale jeho skutečné použití se stále ukazuje jako nespolehlivé a obtížné. Ve skutečnosti vyhodnocení rizika obvykle přidává velké nejistoty a neurčitosti do celého procesu umisťování a návrhu jaderných zařízení, protože je v rámci kvalitního přístupu založeného na rizicích velmi obtížné prokázat konečnou úroveň bezpečnosti zařízení pro určitou událost.

Předložený příspěvek shrnuje některé dnešní přístupy k analýze vnějších a vnitřních rizik a poukazuje na některé jejich nedostatky.

2. Souhrn poznatků k řešenému problému

Pro analýzu rizika je zapotřebí nejprve riziko identifikovat a popsat, provést jeho hrubé ohodnocení a rozhodnout, zda je třeba mu věnovat detailnější pozornost (screening rizika). Pokud riziko nelze zanedbat, je třeba provést jeho podrobnou analýzu a hodnocení. Rozsah analýzy se liší podle jednotlivých rizik a jejich přesnost obvykle odpovídá důležitosti rizika. Například rizikem požárů se lidstvo zabývá celou svou existencí, takže jeho analýza je podložena mnohem lepšími znalostmi než například ztráta odvodu tepla vlivem ucpání sání mořské chladící vody vlivem přemnožení medúz.

2.1. Přehled vnějších a vnitřních rizik

Rizika obecně dělíme na vnější a vnitřní. Existuje několik způsobů dělení rizik. Autorův názor je, že nejvhodnější je za vnitřní rizika považovat ta, která vznikají poruchou technologií elektrárny. Někdy se vnější a vnitřní rizika dělí podle toho, zda mají svůj původ mimo areál elektrárny nebo na elektrárně. Ani tato část hodnocení rizik není ve všech státech stejná, a to včetně seznamu rizik, kterým je třeba věnovat pozornost. Seznam rizik může být velice dlouhý. Zde uvádíme často používaná rizika.

2.1.1. Vnitřní rizika

Vnitřní rizika jsou závislá na vlastním designu jaderné elektrárny. Zařízení důležitá pro bezpečnost je třeba kvalifikovat pro podmínky provozu za podmínek vnitřních rizik. Nicméně všechna vnitřní rizika mohou vést k odchylce od normálního provozu nebo alespoň k nutnosti odstavení zařízení. Příklady vnitřních rizik [3,4,5,6,7] jsou:

1. Požáry.

2. Exploze.
3. Létající úlomky způsobené vnitřními výbuchy, selháním součástí pod tlakem nebo rotujících strojů a jiných zařízení.
4. Důsledky prasknutí potrubí, kterými jsou: šleh potrubí; záplavy; únik nebezpečných plynů a kapalin.
5. Sekundární efekty poškození komponent, potrubí, prasknutí nádrží, apod.
6. Elektrické a elektromagnetické jevy.
7. Elektrický oblouk.
8. Přepětí.
9. Ztráta chlazení, topení a větrání místností a jejich zbytečný provoz.
10. Pád břemene nebo zhroucení konstrukce.
11. Chybné spuštění hasicích systémů.

2.1.2. Vnější rizika

Vnější rizika zahrnují přírodní rizika, nebezpečí vyvolaná člověkem a protiprávní jednání s cílem poškodit jadernou elektrárnu. Jaderná elektrárna musí být chráněna před účinky vnějších nebezpečí a jejich kombinací, které lze očekávat v konkrétní lokalitě [8,9,10]. Vnější přírodní rizika jsou:

1. Zemětřesení.
2. Povodně.
3. Vítr (tornáda, hurikány, vichřice, písečné -abrazivní- bouře apod.).
4. Srážky.
5. Námraza.
6. Mrznoucí déšť, mlhy.
7. Krupobití.
8. Zatížení od sněhu.
9. Sněhová bouře.
10. Tání sněhu.
11. Atmosférická vlhkost, mlha.
12. Teplota mořské vody: vysoká; nízká.
13. Hladina mořské vody: nízká; vysoká.
14. Teplota vzduchu: vysoká; nízká.
15. Sucho.
16. Blesk.
17. Elektromagnetické rušení ze slunečních erupcí.
18. Hlodavci a jiná zvířata.
19. Změna hladiny podzemní vody.

20. Posun půdy.
21. Půdní mráz.
22. Zanesení přívodu vzduchu a větrání.
23. Zanesení přívodu chladící vody.
24. Ostatní rizika, která mohou vést ke ztrátě odvodu tepla do okolí.

2.1.3. Vnější rizika způsobená člověkem

Mezi rizika patří:

1. Požáry.
2. Výbuchy.
3. Výbušné, vysoce hořlavé plyny, páry a aerosolové emise.
4. Emise toxických par, plynů a aerosolů do atmosféry.
5. Elektromagnetické rušení.
6. Havárie letadla.
7. Ztráta fáze.
8. Ztráta systému distribuce energie v důsledku elektrického rušení.
9. Rizika, která mohou vést ke ztrátě odvodu tepla do okolí.
10. Protiprávní jednání s cílem poškodit elektrárnu.

3. Analýza rizik jaderné elektrárny

Cílem analýzy rizik u jaderné elektrárny je prokázat, že i při výskytu daného rizika bude jaderná elektrárna schopna plnit kritické bezpečnostní funkce, tj. jaderná bezpečnost bude zachována. Základní metody analýzy rizik pro jaderné elektrárny jsou popsány v práci [11].

Základní kroky analýzy rizik jsou identifikace rizik a jejich ocenění pomocí jednoduchých metod – screening. Účelem screeningu je vyloučit z dalšího hodnocení rizika nebo kombinace rizik, která nemohou mít v dané lokalitě bezpečnostní důsledky. Podle obecné praxe může být screening proveden ve dvou krocích:

1. Předběžný screening založený na kvalitativních kritériích, který vylučuje z hodnocení rizika, která zjevně nebudou mít bezpečnostní důsledky nebo jejichž důsledky jsou podmnožinou jiných rizik.
2. Hraniční (bounding) analýzy, které používají jednoduché konzervativní výpočty, aby ukázaly, že nejhorší možnost konkrétního rizika nebo kombinace nebude mít bezpečnostní důsledky.

Pro provedení screeningu rizik se doporučuje stanovit sadu screeningových kritérií, která minimalizují možnost vynechání významných rizik a současně umožní snížit množství požadovaných analýz. Lze použít následující kritéria:

1. Kritérium 1: Riziko má stejný nebo menší potenciál poškození než události, pro které zařízení bylo navrženo. Toto kritérium je čistě deterministické a vyžaduje vyhodnocení projektových kritérií, aby bylo možné odhadnout odolnost systémů jaderné elektrárny pro příslušné riziko.
2. Kritérium 2: Riziko nemůže mít horší následky než jiné riziko, které nebylo vyloučeno.
3. Kritérium 3: Události spojené s rizikem se nemohou odehrát dostatečně blízko jaderné elektrárny, aby ji ovlivnily. Buď jsou události na místě fyzicky nemožné, nebo dopad nemůže být dostatečně silný, aby ovlivnil jadernou elektrárnu.
4. Kritérium 4: Riziko je zahrnuto do definice jiného rizika, které nebylo vyloučeno v rámci screeningu.
5. Kritérium 5: Riziko koresponduje s událostmi, které se vyvíjejí pomalu, a lze prokázat, že je dostatek času na odstranění zdroje rizika nebo provést korekční činnosti.

Rizika, která nebyla v rámci screeningu vyloučena, se pak analyzují buď pomocí deterministické analýzy, nebo semi-pravděpodobnostní analýzy. Deterministická analýza má následující kroky:

1. Určit referenční intenzitu rizika.
2. Analyzovat odezvu elektrárny na dané riziko.
3. Analyzovat stav jednotlivých komponent.
4. Analyzovat stav celé elektrárny.
5. Zhodnotit, zda je elektrárna v bezpečném stavu.

Deterministický přístup má tu výhodu, že jakmile jsou stanoveny postupy a kritéria pro výpočet (velice komplikovaný problém), lze je provádět relativně jednoduše. Na druhé straně se obvykle dělají konzervativnější předpoklady (protože se bere v úvahu nejméně příznivý případ), čímž se získá méně informací o projektových rezervách. Semi-pravděpodobnostní analýza má následující kroky:

1. Určit referenční velikost ohrožení a k němu odpovídající riziko.
2. Analyzovat odezvu elektrárny na dané riziko.
3. Screening robustních struktur a systémů.
4. Určení křivky zranitelnosti.
5. Analyzovat stav celé elektrárny.

Souvislost mezi ohrožením (anglicky „hazard“) a rizikem je daná vztahem

$$R = H \cdot Z$$

kde **R** je riziko, **H** je ohrožení a **Z** je zranitelnost sledovaného aktiva.

Semi-pravděpodobnostní přístup uvažuje všechny dostupné systémy (nejen ty na success path), a přináší tak další informace, které nejsou získány deterministickým přístupem, jako je vliv akcí operátora nebo potenciální poruchy, které nejsou spojeny s daným rizikem. Na rozdíl od deterministického přístupu, který lze rozvíjet téměř

„ručně“, vyžaduje semi-pravděpodobnostní přístup specializovaný software a inženýry vyškolené v pravděpodobnostních metodách.

5. Analýzy rizik v nejaderném průmyslu

Postupy analýzy rizik v nejaderném průmyslu v České republice jsou z důvodu ochrany lidí a životního prostředí poněkud odlišné; celá řada analýz rizik se dělá v rámci programu předcházení havárií, zatímco u jaderné elektrárny se tyto analýzy provádějí primárně jako součást povolení k umístění jaderného zdroje.

Na jaderné elektrárně je cílem prokázání zajištění jaderné bezpečnosti. V nejaderném průmyslu je požadována i ochrana okolí [12,13]. Postup analýzy rizika z pohledu ochrany lidí a životního prostředí aplikovaný v České republice je popsán v práci [12] a shrnut níže.

Podobně jako na jaderné elektrárně i zde je prvním krokem identifikace zdrojů rizik a vytvoření množiny zdrojů rizik na základě vlastností a množství nebezpečných látek, umístěných v objektu nebo zařízení, způsobu provozování a možných konkrétních situací uvnitř i vně objektu nebo zařízení, které mohou způsobit závažnou havárii.

Je třeba také využít údaje z minulosti o předešlých výskytech nežádoucích událostí a skoronehod, havárií a závažných havárií. Hlavním rozdílem oproti jaderné elektrárně je, že rizika v této oblasti mají vyšší řád a zařízení, pro které je riziko relevantní je mnohem více než jaderných elektráren.

Analýza rizik musí prokázat, že byly identifikovány všechny rizika, vnější i vnitřní a ve všech stavech technologie.

Pro identifikaci zdrojů rizik existuje řada postupů. Volba určité techniky pro identifikaci zdrojů rizik závisí na druhu objektu nebo zařízení a na charakteru rizika.

Identifikace zdrojů rizik se nejlépe provádí v pracovní skupině, jejíž členové mají rozsáhlé dovednosti, technické a odborné znalosti získané z provozů objektů nebo zařízení daného či podobného typu, z provádění analýzy, z inspekční činnosti atd.

Tyto činnosti se samozřejmě pro jadernou elektrárnu provádějí také, ale před jaderným dozorem by velmi obtížně obstály.

Obvykle se používají tyto techniky:

1. Bezpečnostní prohlídka (Safety Review – SR).
2. Analýza pomocí kontrolního seznamu (Checklist Analysis – CA).
3. Metody relativní klasifikace (Relative Ranking – RR).
4. Předběžná analýza nebezpečí / zdrojů rizika (Preliminary Hazard Analysis – PHA).
5. Analýza „Co se stane, když...“ (What-If Analysis – W-I).
6. Studie nebezpečí a provozuschopnosti (Hazard and Operability Analysis / Study-HAZOP).
7. Analýza způsobů a důsledků poruch (Failure Mode and Effects Analysis – FMEA).
8. Analýza stromem poruch (Fault Tree Analysis – FTA).
9. Analýza stromem událostí (Event Tree Analysis – ETA).

10. Analýza příčin a následků (Cause – Consequence Analysis – CCA).

11. Analýza spolehlivosti lidského činitele (Human Reliability Analysis – HRA).

Požadavky direktivy SEVESO [13] jsou širší než požadavky uplatňované v České republice zákony č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu a zákonem č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi.

6. Shrnutí výsledků

Z výše uvedeného textu je patrné, že analýzy vnitřních a vnějších rizik v projektech jaderných elektráren jsou velice komplexními úlohami. Vzhledem k nedostatku deterministických modelů, je pak velmi často nutné aplikovat modely pravděpodobností a to v různých úrovních analýzy.

Dozor nad jadernými zařízeními ve spojení s riziky je v mnoha zemích stále ve svých počátcích a použití pravděpodobnostních modelů a zohlednění neurčitostí způsobených dynamickým vývojem světa nevyžaduje.

Porovnáním metod aplikovaných v běžném průmyslu a v jaderné energetice je vidět určité rozdíly, které jsou dané hlavně přísným dohledem nad jadernou bezpečností. Konzervativnost tohoto přístupu tak brzdí rychlejší zavedení moderních analýz rizik. Na druhou stranu, je to právě konzervativnost dozoru nad jadernou bezpečností, která garantuje vysokou bezpečnost těchto zařízení.

7. Závěr

Problematice vnějších a vnitřních rizik v projektech jaderných elektráren je věnováno stále více pozornosti. Počet rizik, jejichž dopady se analyzují, vzrůstá. Vzhledem k tomu, že se jedná o velmi nepravděpodobné události je komplikované nalézt dostatečně kvalitní analýzy, které by umožňovaly prokázat zajištění bezpečnosti vzhledem k těmto rizikům. Aplikace pravděpodobnostních modelů vnáší příliš velké nejistoty, aby výsledky těchto analýz bylo možné zcela obhájit. Analýzy rizik se tak v jaderné energetice odehrávají primárně v úrovni deterministických analýz, které státní dozory akceptují. To neznamená, že by se pravděpodobnostní analýzy neprováděly a vnější a vnitřní rizika v jaderných elektrárnách nebyla analyzovaná. Uplatnit je v plném rozsahu v deterministickém rámci dozoru nad jadernou bezpečností je však velice komplikované. Dozor nad jadernou bezpečností vyžadující práci s riziky, který se v některých zemích světa již objevuje, by umožnil pracovat s vnějšími a vnitřními riziky detailněji a dále tak zvýšil jadernou bezpečnost.

Poděkování: Autor děkuje za podporu EU a MŠMT, grant na projekt RIRIZIBE, CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_018/0002649.

Literatura

- [1] Rasmussen N. *The Reactor Safety Study, WASH-1400*. Washington: Nuclear Regulatory Commission, 1975.
- [2] IAEA. *Extreme External Events in the Design and Assessment of Nuclear Power Plants. TECDOC 1341*. Vienna: IAEA 2003.
- [3] IAEA. *Protection against Internal Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants. Safety Guide, NS-G-1.7*. Vienna: IAEA 2004.
- [4] IAEA. *Fire Safety in the Operation of Nuclear Power Plants. Safety Guide, NS-G-2.1*. Vienna: IAEA 2000.
- [5] IAEA. *Protection against Internal Hazards other than Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants. Safety Guide, NS.G.1.11*. Vienna: IAEA 2004.
- [6] IAEA. *Safety of Nuclear Power Plants: Design. International Atomic Energy Agency (IAEA). Specific Safety Requirement No. SSR-2/1*. Vienna: IAEA 2016.
- [7] IAEA. *Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation. Specific Safety Requirement No. SSR-2/2*. Vienna: IAEA 2016.
- [8] IAEA. *External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants, Specific Safety Guides, NS-G-1.5*. Vienna: IAEA 2003.
- [9] IAEA. *Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides, NS-G-1.6*. Vienna: IAEA 2003.
- [10] IAEA. *External Human Induced Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides, NS-G-3.1*. Vienna: IAEA 2002.
- [11] IAEA. *Assessment of Vulnerabilities of Operating Nuclear Power Plants to Extreme External Events, TECDOC-1834*. Vienna: IAEA 2015.
- [12] SŘEHOT, P., BUMBA, J. *Prevence nehod a havárií, Díl 2, Mimořádné události a prevence nežádoucích následků*. ISBN 978-80-86973-73-9. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce 2009 595p.
- [13] EU. *Council Directive 96/82/EC on the Control of Major-Accident Hazards Involving Dangerous Substances*. Brussels: EU 1982.

ANALÝZA PRACOVNÍCH ÚRAZŮ PŘI PROVOZOVÁNÍ TECHNICKÉHO DÍLA

ANALYSIS OF INJURIES IN OPERATION OF THE TECHNICAL WORK

Hana Holíková¹⁾, Jan Procházka²⁾, Dana Procházková¹⁾

¹⁾ ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Technická 4, Praha 6

²⁾ ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Konviktská 20, Praha 1

Abstrakt: Součástí moderní lidské společnosti jsou i mnohé technologie. Soužití člověka a technologií je spojeno s řadou rizik. Aby se předešlo výskytu rizik, je vytvářena řada pokynů a pravidel pro práci s každou používanou technologií v praxi. Pro zdokonalení předmětných postupů je potřeba analyzovat přítomné příčiny škod a zranění. Článek obsahuje analýzu úrazů v továrně na výrobu plastových dílů pro automobilový průmysl. Na jejím základě jsou navržena opatření vedoucí ke zlepšení BOZP. Konkrétně je provedena analýza vlivu lidského faktoru na úrazy a úrazovost v rámci výrobního procesu. Následně jsou specifikovány v praxi aplikovatelné procesy pro identifikaci jednotlivých příčin rizik a opatření na jejich vypořádání.

Klíčová slova: technické dílo; riziko; bezpečnost; lidský faktor; analýza kořenové příčiny.

Abstract: Many technologies are part of modern human society. The coexistence of human and technology is associated with a number of risks. In order to avoid risk realisation, a number of guidelines and rules are being created to work with each technology in practice. To improve the procedures, it is necessary to analyse the present causes of damage and injuries. The article contains an analysis of accidents at the factory for manufacturing the plastic parts for the automotive industry. On this basis, the measures to improve human safety are proposed. In particular, an analysis of the impact of the human factor on accidents and injuries in the production process is carried out. Subsequently, applicable processes are specified in practice to identify individual causes of risks and measures to settle them.

Key words: technical facility; risk; safety; human factor; root cause analysis.

1. Úvod

Základní funkcí státu je zajistit rozvoj lidské společnosti, což není možné bez zajištění bezpečného prostoru, ve kterém se denně pohybujeme. Vedle soužití člověka s životním prostředím, ve smyslu přírodních zdrojů i přírodních pohrom je lidská společnost závislá i na provozu technických děl objektových i síťových. Pozornost je nutno věnovat zvláště novým technologiím, protože jejich dopady na člověka a životní prostředí se zpravidla projevuje až během provozu. Při projektování, výstavbě a provozu technického díla je nutno brát v potaz, jaké vlivy bude předmětné technické dílo mít na člověka, pracovní prostředí i okolní životní prostředí, a také jaký vliv má

okolní prostředí i člověk na technické dílo [1]. To vede k souboru pravidel a postupů nejenom na výstavbu, ale i na provoz technických děl.

Součástí technického díla nejsou jenom technická zařízení, technologie, výrobní postupy a ekonomický kapitál, ale i lidé, kteří svým chováním ovlivňují jak produkty, tak zdroje rizik, které jsou v pracovním prostředí. Praxe ukazuje, že návyky a chování člověka mohou vést ke zlepšení celkové bezpečnosti, anebo ji naopak snižovat.

Možnými zdroji poškození pracovníků a aktiv technického díla jsou vnější škodlivé jevy, poruchy technických zařízení, nebezpečné prostředí, člověk jako takový v podobě nebezpečného chování, a samozřejmě nehody i havárie [2]. Dle citované práce jsou základní oblasti zdrojů rizik technických děl uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1. Oblasti zdrojů rizik technických děl.

Kategorie pohrom	Příklady vnitřních zdrojů rizik technických děl
Technické	Specifické u zařízení – turbíny: mechanické, vibrace, stárnutí, zatížení atd.
Procesní	Vztahují se k výrobnímu procesu – úniky, výbušný nebo hořlavý materiál, prach, emise atd.
Pracovní činnost	Nebezpečné činnosti – práce ve výškách, řízení vozidel či bagrů, práce pod vodou, práce v osamocení atd.
Pracovní prostředí	Úprava podlahy – uklouznutí, zakopnutí a upadnutí; drsný povrch, horký / mrazivý povrch, stísněný prostor atd.
Vnější	Živelní pohromy, vnější havárie, pád letadla, teroristický útok.
Chování zaměstnanců	Nedodržování předpisů.
Organizační	Špatná organizace práce, velká pracovní zátěž, neadekvátní výcvik, špatné řízení změn.
Kontaminace v pracovním prostředí	Hluk, nebezpečné emise, kaluže, louže apod.
Finance	Výplaty, platby kontraktů, daně, dostupnost materiálu, řízení zásob apod.
Řízení projektů	Dostupnost lidských zdrojů, realizace projektu, řízení životnosti, řízení kontraktorů apod.

Při prevenci nehod a havárií je nutné věnovat pozornost tzv. skoro nehodám. Jedná se o jevy, které mohly mít velké dopady na lidi i technické dílo, ale šťastnou náhodou, tj. zásahem obsluhy se nic špatného nestalo. Důvod je zřejmý z obrázku 1; hromadění a neřešení skoro nehod vede časem k nehodám se škodami atd.



Obr. 1. Četnost vs. závažnost průmyslových havárií; zpracováno dle [3].

Z důvodu ochrany zdraví a bezpečnosti lidí při práci je nutné věnovat pozornost pracovním úrazům. Základem je databáze pracovních úrazů, a sledování specifických indikátorů o pracovním prostředí. Např. na základě systematických a dlouhodobých studií [4,5] jsou tři prioritní směry, jejichž faktory musí být sledovány při ochraně zaměstnanců technických děl:

1. Aby pracoviště bylo bezpečné místo pro zaměstnance, je třeba sledovat:

- nouzovou připravenost přítomných,
- kvalitu přítomných zařízení,
- přítomnost nebezpečných látek,
- úroveň hluku,
- kvalitu elektrických zařízení,
- skutečnost, zda je provedeno základní hodnocení rizika,
- skutečnost, zda se provádí inspekce a monitoring místa s ohledem na rizika,
- skutečnost, zda se sleduje bezpečí lidí,
- kvalitu nakládání s odpadem,
- kvalitu strojů,
- kvalitu úklidu,
- kvalitu systému řízení změn,
- kvalitu preventivní údržby a oprav,
- kvalitu a rozmístění vchodů a východů,
- kvalitu ergonomických hodnocení,
- úroveň radiace,
- přítomnost a úroveň biologických ohrožení,
- kvalitu přejímání a odebírání materiál, zboží atd.
- kvalitu věcí pro životní pohodlí a pro životní prostředí.

2. Aby osoba na pracovišti byla bezpečná, je třeba sledovat:

- úroveň jejího výcviku,
- kvalitu popisu práce a struktury úkolů,
- schopnost poskytnutí první pomoci,
- existenci a kvalitu osobních ochranných zařízení,
- způsoby řešení konfliktů a způsoby rozhodování,
- kvalitu a úroveň odhadu výkonu osoby,
- existence a kvalitu možnosti zotavení pracovníka při a po namáhavé práci,
- kvalitu asistenčních programů pro zaměstnance (nebo v území pro občany ze strany veřejné správy),
- kvalitu organizace práce a způsoby vypořádání s únavou fyzickou i psychickou,
- kvalitu a úroveň rovných příležitostí – zda existují či neexistují opatření proti diskriminaci,
- úroveň a kvalitu ubytování,
- úroveň a kvalitu zdravotního dohledu,
- úroveň a kvalitu zdravotních postupů,
- úroveň a kvalitu dohledu nad návštěvníky a kontraktory (v území pak nad nežádoucími elementy),
- úroveň a kvalitu kritérií výběru osob pro řízení a konkrétní úkony,
- úroveň a kvalitu sledování vnímavosti ke stresu,
- úroveň a kvalitu revize fluktuace osob,
- úroveň a kvalitu programů odezvy a jejich zpětné vazby,
- úroveň a kvalitu budování sociální sítě,
- úroveň a kvalitu modifikace chování.

3. Aby pracoviště bylo bezpečným systémem, je třeba sledovat:

- úroveň a kvalitu řízení nehod (obecně nouzových situací všeho druhu) ze strany řídicích pracovníků,
- úroveň a kvalitu spolupráce řídicích pracovníků s orgány pro bezpečnost práce při zvažování zdravotních aspektů,
- úroveň a kvalitu politiky a postupů orgánů pro bezpečnost práce.
- úroveň možnosti konzultací a postupů pro bezpečnou práci,
- úroveň a kvalitu kompetentnosti řízení,
- úroveň a kvalitu vytyčování úkolů,
- úroveň a kvalitu služeb zákazníkům,
- úroveň a kvalitu řízení kontraktorům
- úroveň a kvalitu alokace zdrojů,

- úroveň a kvalitu odpovědnosti,
- úroveň a kvalitu péče o záznamy a archivace,
- úroveň a kvalitu modernizace legislativy,
- úroveň a kvalitu komunikace,
- úroveň a kvalitu souladu s kritérii orgánů pro bezpečnost práce,
- úroveň a kvalitu revize pracovních postupů, včetně analýzy mezer, nedostatků a revize systému,
- úroveň a kvalitu auditů,
- úroveň a kvalitu sebehodnocení,
- úroveň a kvalitu modernizace postupů.

Předmětem sdělení jsou výsledky analýzy pracovních úrazů při provozování technického díla zabývající se výrobou plastových dílů pro automobilový průmysl.

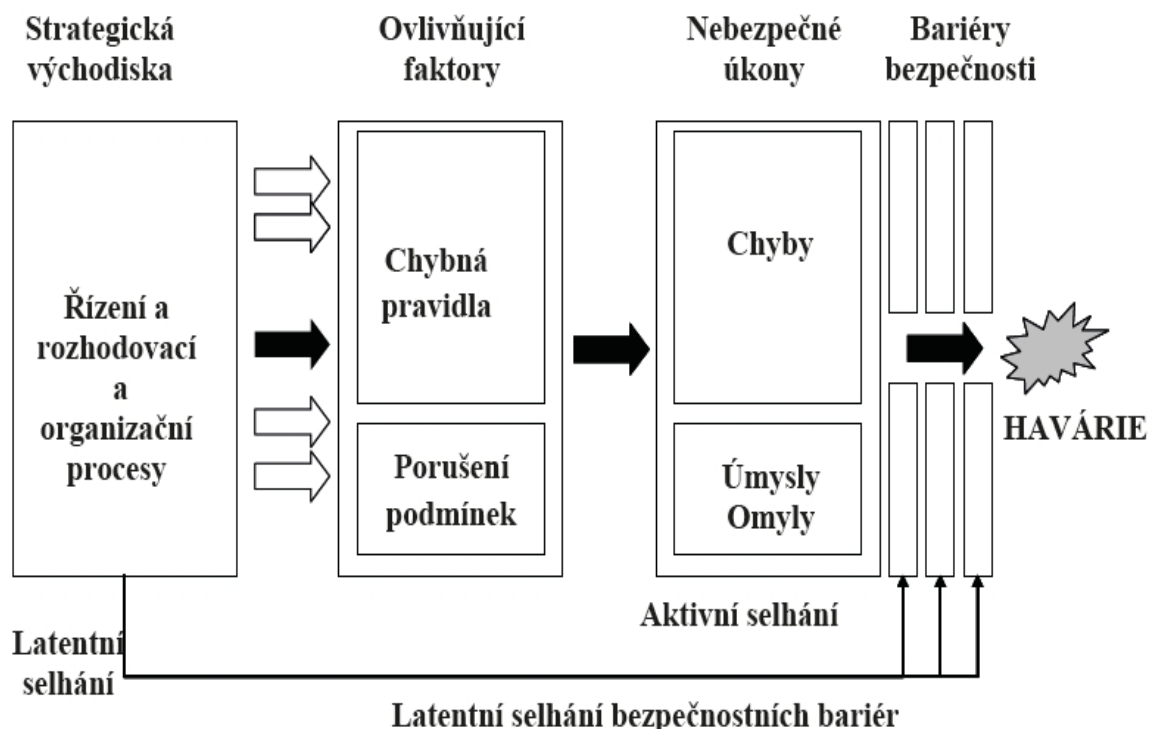
2. Lidský faktor

Lidským faktorem se rozumí soubor vlastností a schopností člověka, posuzovaných především z hledisek psychologických, fyziologických a fyzických, které vždy nějakým způsobem v dané situaci ovlivňují výkonnost, efektivnost a spolehlivost pracovního systému. Lidská chyba je odchylka lidského výkonu od plánovaného nežádoucího nebo ideálního standardu.

Po většinu 20. století byl převažující pohled na lidskou chybu většiny podniků takový, že vina za vznik nehody byla přisuzována zaměstnanci, jehož akce byly nejbližší spjaté s danou nehodou – např. člověk, který obsluhoval systém v době nehody. V dnešní době lze vysledovat zcela opačný trend; člověk je považován za myslící bytost, která je „ponechána na milost“ řadě designovaným, organizačním a momentálním faktorům, které mohou vést k jednání, na které může být vnějším pozorovatelem nahlíženo (i když často neoprávněně) jako na lidskou chybu. Není vůbec jednoduché stanovit, kdy se přiklonit k variantě, že chyba byla způsobena opravdu člověkem, a kdy k ní byl donucen okolnostmi. Vyžaduje to mnoho zkušeností v daném oboru, aby byl posuzovatel schopen vyhodnotit, co se stalo, jak se to stalo a hlavně co bylo skutečnou příčinou nehody [6].

Z hlediska řízení je selhání/porucha výsledkem procesu skládajícího se z iniciace (chybné úkony a omyly, porušení pravidel, neznalost), přispívajících vlivů (nesprávná organizace, nesprávné rozhodování) a šíření poruchy vedoucí až k havárii (organizační nefunkčnost). A protože vliv stylu řízení a rozhodování je významný, hovoří se z toho důvodu o tzv. organizační havárii (Organisational Accident) v podobě Reasonova modelu; obrázek 1 [7].

V rámci řady výzkumů a šetření v praxi, vyhodnocených v práci [8] je právě lidský faktor nejčastější příčinou technologických havárií. Vypořádání se s lidskou chybou jak v řízení, tak při rutinních činnostech je klíčovým přístupem při zajištění bezpečného provozu technického díla.



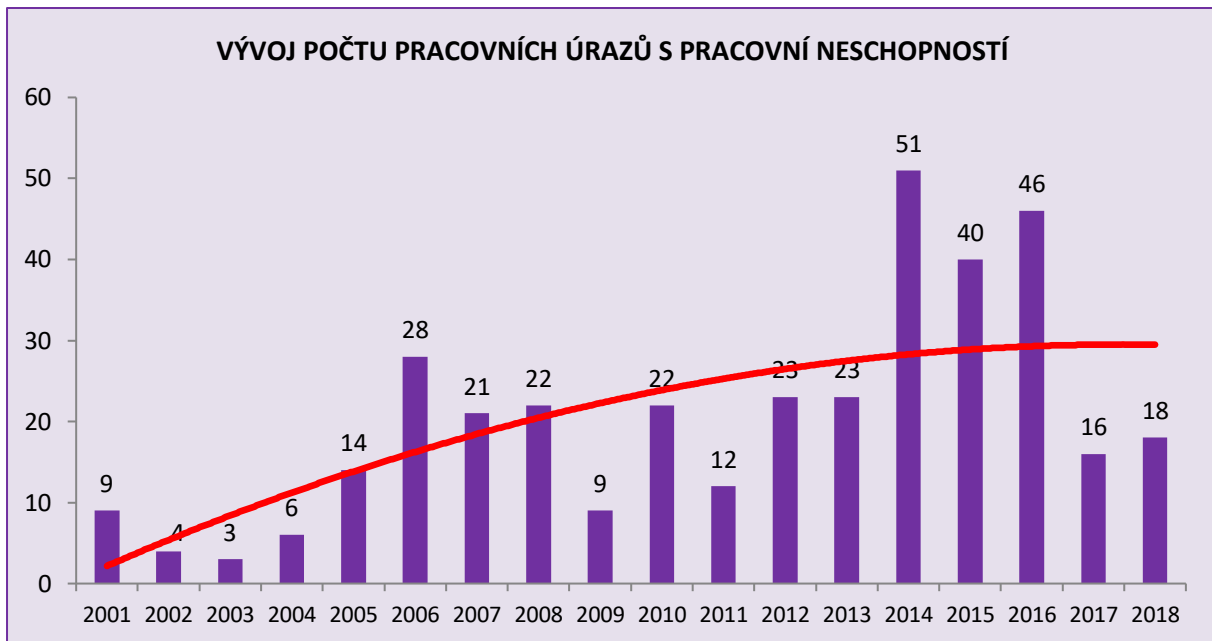
Obr. 2. Reasonův model vzniku havárií; zpracováno dle [7].

3. Charakteristika provozu

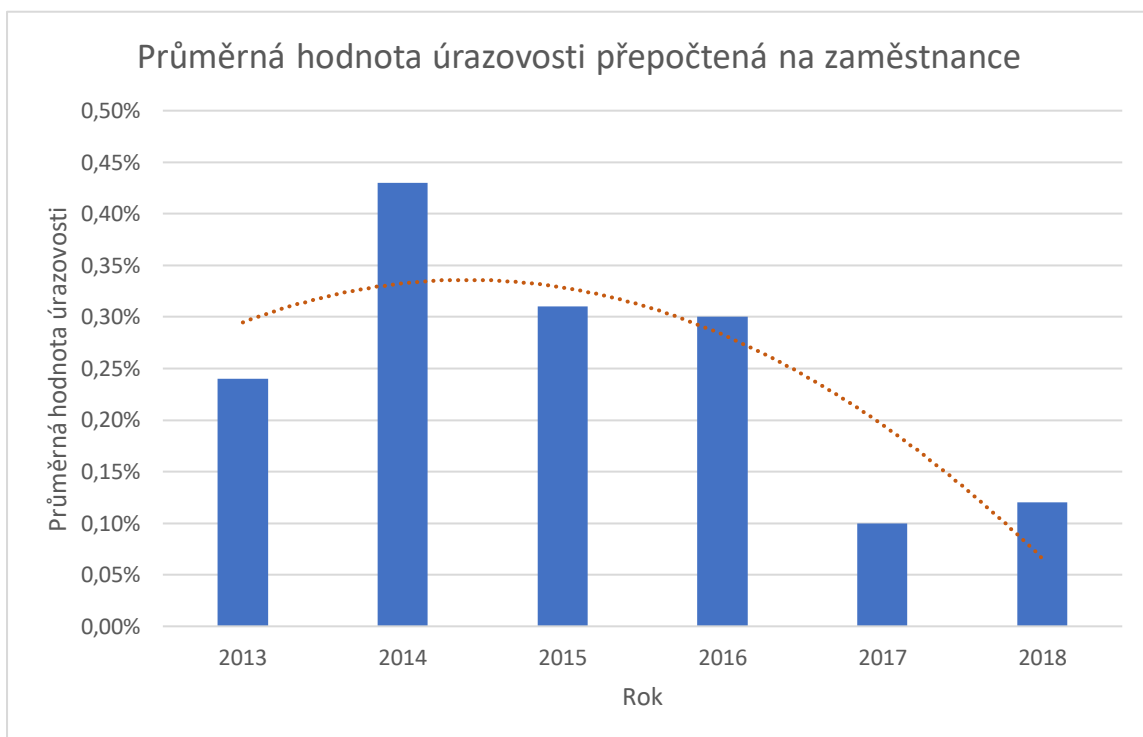
Posuzovaným objektem z pohledu vyhodnocení pracovních úrazů je výrobní společnost zabývající se automobilovým průmyslem o celkovém počtu cca 1400 pracovníků, jak technických tak výrobních (nástrojař, seřizovač, operátor, skladník atd.). Podstata technologie spočívá zejména na vstříkovaní plastů, při kterém je dávka zpracovávaného materiálu z pomocné tlakové komory vstříknuta velkou rychlostí do uzavřené dutiny kovové formy, kde ztuhne ve finální výrobek [9]. Jedná se především o polotovary, které jsou pak dále smontovány na poloautomatických montážích, kde vzniknou finální výrobky. Následným procesem je balení hotových výrobků do nadefinovaných obalů a odvoz kompletní zakázky přímo k zákazníkovi. Celý proces je řízen člověkem, který je významný pro zajištění bezpečného lidského systému.

3.1 Rozsah datového souboru

Dle interní statistiky společnosti je předmětem sledování vývoj pracovních úrazů, které si vyžádaly pracovní neschopnost. Pracovní úrazy s pracovní neschopností jsou sledovány od roku 2001 a jejich trend se odvíjí od nárůstu počtu zaměstnanců ve společnosti; obrázek 3 ukazuje výsledek sledování – závislost počtu pracovních úrazů v jednotlivých letech od r. 2001 do roku 2018. Absolutní číslo pracovních úrazů je pouze orientační údaj, a proto od roku 2013 je úrazovost přepočítána na jednoho pracovníka; obrázek 4 ukazuje závislost počtu úrazů na jednoho pracovníka v jednotlivých letech v období let 2013 až 2018. Předmětný trend je důkazem zlepšování situace.



Obr. 3. Vývoj počtu pracovních úrazů s pracovní neschopností.



Obr. 4. Průměrná hodnota úrazovosti přepočtená na jednoho pracovníka.

Ve sledovaném období můžeme vidět, že v letech 2014 – 2016 bylo pracovních úrazů s pracovní neschopností nejvíce. Trend vývoje počtu pracovních úrazů se odvíjí od nárůstu počtu zaměstnanců ve společnosti v důsledku nárůstu výroby. Od roku 2013

byly kladeny větší požadavky na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci všech zaměstnanců a postupně docházelo k optimalizaci výroby a ustálenému počtu zaměstnanců ve společnosti. O každém úrazu je v rámci databáze zanesen podrobný protokol.

3.2 Systém dokumentace pracovních úrazů

Pro analýzu úrazů s pracovní neschopností vycházíme z interní statistiky společnosti. Nesledují se pouze počty pracovních úrazů, ale celá databáze má hlubší kontext. V případě, že dojde k pracovnímu úrazu, musí zaměstnanec bezprostředně po vzniku úrazu nahlásit. Tato povinnost vychází ze zákoníku práce (zákon č. 262/2006 Sb.) [10]. Následně se provede zápis do knihy úrazů a zahajuje se vyšetřování příčin a okolností jejich vzniku. Každý zaměstnanec má povinnost objasnit příčiny a okolnosti vzniku úrazu a spolupracovat při vyšetřování.

Z výše uvedených informací se tvoří interní databáze, ve které se evidují následující informace: čas, datum a místo, kde k úrazu došlo; zraněná část těla a zdroj úrazu. Tyto údaje slouží pro určení kořenové příčiny úrazu, kterou provádíme metodou analýzy kořenových příčin RCA (Root Cause Analyses) a metodou pětkrát proč 5W (Five Whys) [11].

4. Způsob hodnocení databáze úrazů a přijímání nápravných opatření

Abychom mohli zabránit opakování vzniku úrazu, je nutné stanovit nápravné opatření, které bude efektivní. Důležité je analyzovat kořenovou příčinu úrazu, k čemuž použijeme metodu RCA. Pro určení příčiny vzniku daného problému použijeme Ishikawův diagram rybí kosti [11] a pro určení důsledku problému použijeme metodu 5W.

4.1. Analýza kořenové příčiny

RCA je metoda zjištění příčin pochybení nebo problémů v daném systému. V praxi se analýza RCA provádí v případě, kdy již došlo k mimořádné události (pracovní úraz, nehoda bez úrazu, skoro nehoda) popř. metodu RCA použijeme pokud víme o potenciálním nebezpečí a chceme zabránit, aby nedošlo k vážnější nehodě, při které by mohl být ohrožen lidský život. Metoda se logicky snaží dopracovat ke skutečnému kořenu problémů. Zahrnuje pět základních kroků, do kterých patří: sběr dat; vyhodnocení dat; zvolení nápravného opatření; implementace opatření; a zpětná vazba.

Se sběrem dat se začíná okamžitě po výskytu mimořádné události nebo vážného problému. Shromažďují se informace o stavu před výskytem mimořádné události, o situaci v průběhu a stav po výskytu. Následuje krok vyhodnocení. Tento krok je stěžejním v metodologii RCA. Cílem kroku je zjistit skutečné příčiny nebo důsledky celého problému. Následně je zvoleno nápravné opatření a dochází k redukci pravděpodobnosti výskytu podobné mimořádné události v budoucnu. Implementace nápravných opatření není snadný krok, protože náprava opatření často vyžaduje změny myšlení, chování a postojů zaměstnanců. Posledním krokem je zpětná vazba.

Smyslem zpětné vazby je praktické vyhodnocení efektivity zavedených opatření, zda se opravdu podařilo zabránit podobným pochybením [12].

4.2. Ishikawův diagram

Ishikawův diagram (graf rybí kosti, graf rybí páteře) je nástroj, který podporuje v dané problematice analýzy příčin a důsledků určitého výsledku procesu / jevu / stavu a hledání východisek řešení vyvolaných problémů. Organizátor řešení problémů nakreslí „rybí kostru“. Ve skupinové diskuzi jsou definované důsledky situované na příslušná místa „kostry“ podle příbuznosti a poté jsou na základě diskuze (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 směrem nebo měřením dat jsou zjištěitelné se značným úsilím. Úskalím metody jsou však znalosti a zkušenosti (tj. kvalifikace) diskutujících [11]. Ishikawův diagram v kombinaci s metodou 5W je na obrázku 5.

4.3. Pětkrát proč

Metoda 5W je velice jednoduchá, avšak jako u diagramu příčin a následků, musíme velice dbát na pečlivost. Zmíněný nástroj pomáhá při hledání kořenové příčiny a pomáhá určit vztah mezi jednotlivými příčinami.

Nejprve je potřeba přesně definovat problém, který se chystáme řešit. Jelikož metoda je určena pro tým, je dobré, aby se na definování problému všichni podíleli. Postup začíná otázkou „proč“ problém nastal a odpovědi si zaznamenáme. Pokud odpověď dostatečně nepomůže identifikovat příčinu problému, zeptáme se znovu a odpověď si opět napíšeme. Tak postupujeme dál, než se tým shodne na tom, že kořenová příčina byla nalezena nebo, že již není smysluplné pokračovat dále [13].

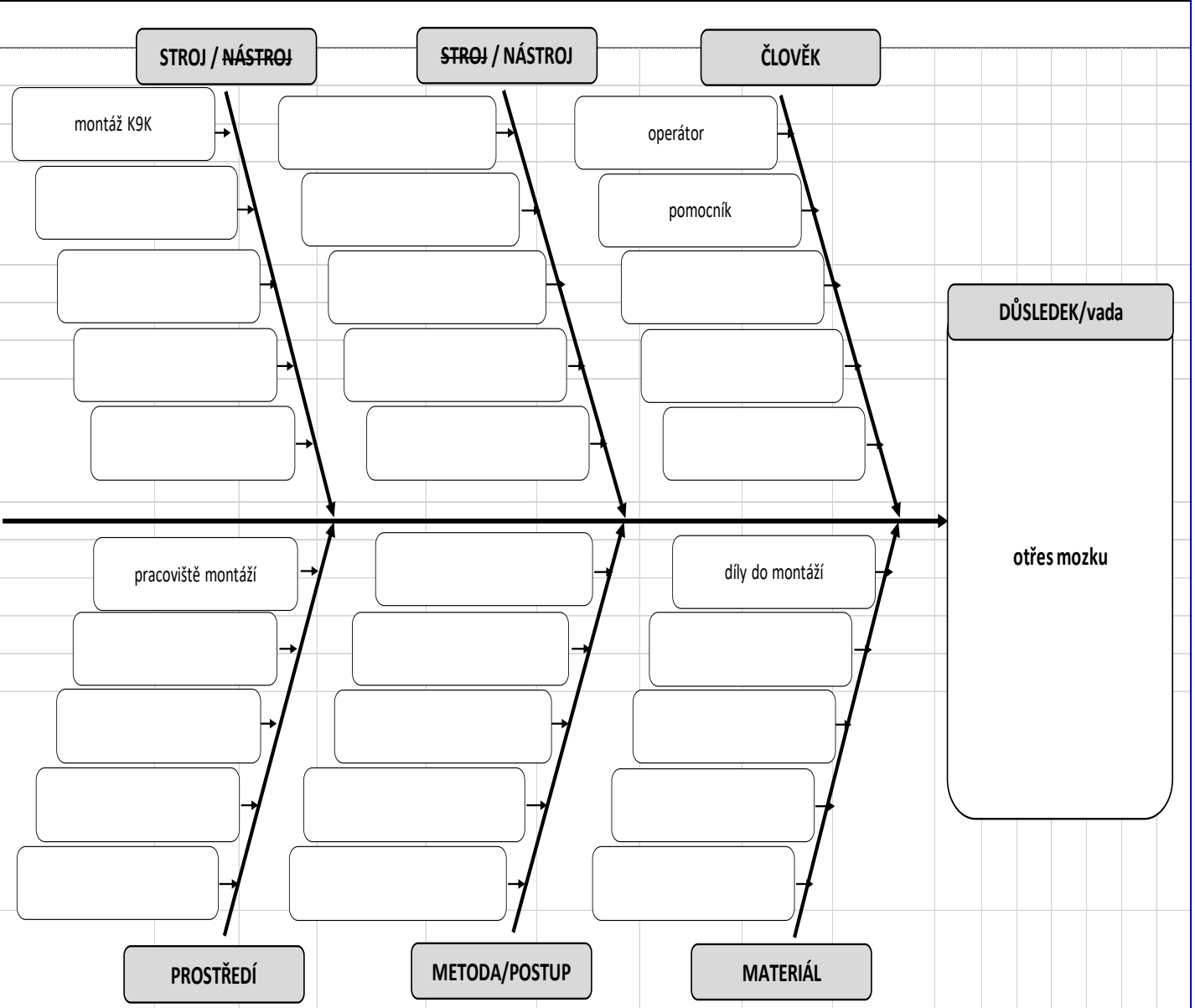
4.4. Nápravná opatření

Podle příčiny úrazu jsou ve sledovaném podniku navržena specifická nápravná opatření, např.:

- stroj je vybaven ochrannými či jinými zařízeními, která chrání život a zdraví zaměstnanců,
- vylepšení osobních ochranných pomůcek,
- jsou upraveny místní provozní bezpečnostní předpisy,
- výcvik a další zacílené vzdělání obsluhy strojů,
- úprava pracovního režimu
- apod.

Specialista pro BOZP (bezpečnost a ochrana zdraví při práci) pravidelně vyhodnocuje rizika, jejichž realizace je příčinou závažných úrazů a s vyšší četností provádí kontroly předmětného pracoviště. Při zjištění nedostatků provádí preventivní opatření technická či organizační.

ISHIKAWA - PŘÍČINA VZNIKU (popis):



5x PROČ?						
Důsledek	1.PROČ?	2.PROČ	3.PROČ	4.PROČ?	5.PROČ?	
otřes mozku	operátorka zakopla o nohu nástěnky	protože obcházela paletu s polotovarama	paleta byla umístěna mimo layout	nedodržení disciplíny		
				nadproukce ze stroje 53 a 11	Stroj má rychlejší čas cyklu než montáž	
N° 6M	CORRECTIVE and PREVENTIVE ACTIONS			Pilote	Timing	Validation
1	zpomalení cyklu stroje 53, u stroje 11 odklonění kavity mimo inline dopravník			Kučera	30.03.2019	
2	disciplína a školení vedoucích zaměstnanců			Skoumal	28.02.2019	

Obr. 5. Metoda použitá pro zjištění kořenové příčiny úrazu – kombinací Ishikawova diagramu a metody 5krát proč.

5. Závěr

Zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci je nedílnou součástí pracovních povinností každého zaměstnavatele [10]. Ve sledovaném období můžeme vidět výrazný pokles pracovních úrazů. Základním krokem ke snížení úrazovosti je osvěta a komunikace se zaměstnanci na pravidelných školeních a setkáních. Zde jsou detailně rozebírány všechny vážné incidenty včetně přijatých nápravných opatření.

Důležitá je také spolupráce a informovanost mezi jednotlivými odděleními. To znamená, že když se stane úraz ve výrobě, jsou o něm informováni nejen zaměstnanci výroby, ale i logistika, techničtí pracovníci v kancelářích apod. Nedílnou součástí pro zajištění bezpečnosti je průběžné zavádění nových pravidel a bezpečnostních postupů dle platné legislativy ČR a pravidelná kontrola nad jejich dodržováním. Všechna nápravná opatření vychází z analýzy reálných dat pomocí výše zmíněných metod. Pokud se zjistí, že přijaté nápravné opatření nebylo efektivní, vracíme se v procesu zpět na začátek a provedeme novou analýzu s cílem zajistit zlepšení.

Literatura

- [1] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost složitých technologických systémů*. ISBN 978-80-01-05771-1. Praha: ČVUT 2015, 208p.
- [2] PROCHÁZKOVÁ, D. *Zásady řízení rizik složitých technologických zařízení*. ISBN 978-80-01-06182-4. Praha: ČVUT 2017, 364p.
<http://hdl.handle.net/10467/72582>
- [3] BIRD, F. E., GERMAIN, G. L. *Damage Control*. New York: American Management Associations, Inc. 1966.
- [4] MALKIN, A. M., WINDER, C. Applying the Safe Place, Safe Person, Safe Systems Framework: Case Study Findings across Multiple Industry Sectors. In: *Reliability, Risk and Safety. Theory and Applications*. ISBN 978-0-415-55509-8, CRC Press / Balkema, Leiden 2009, 697-704.
- [5] PAPAZOGLU, I. A., ET AL. *Occupational Risk Management for Contact with Moving Parts of Machines*. In: *Reliability, Risk and Safety. Theory and Applications*. ISBN 978-0-415-228 5509-8. Leiden: CRC Press / Balkema, 2009, pp. 713-720.
- [6] PROCHÁZKOVÁ, D. Řízení lidského faktoru. In: *Bezpečnost a ochrana zdraví při práci 2013*. ISBN 978-80-7385-125-5. Ostrava: SPBI 2013, pp. 102-106. ISSN 1801-0334, www.vubp.cz
- [7] REASON, J. *Human Error*. Cambridge: University Press 1990.
- [8] HIRSCHBERG, S., SPIEKERMAN, G., DONES, R. Severe Accidents in the Energy Sector, Project GaBE: Comprehensive Assessment of Energy Systems. PSI. ISSN 1019-0643. Bericht Nr. 98 (1998).
- [9] LENFELD, P. *Technologie II*. Liberec: Technická Univerzita Liberec, Fakulta strojní. http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/uvod.htm

- [10] ČR. Zákon č. 262/2006 Sb., Zákoník práce.
- [11] PROCHÁZKOVÁ, D. *Metody, nástroje a techniky pro rizikové inženýrství*. ISBN 978-80-01-04842-9. Praha: ČVUT 2011, 369 p.
- [12] VALACHOVÁ, P. Kompletní identifikace rizik při výkonu praxe pediatra. : *Diplomová práce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně 2013.
- [13] SMRŽ, M. Využití manažerských nástrojů řízení kvality v organizaci. *Bakalářská práce*. Mladá Boleslav: Škoda auto a.s., Vysoká škola 2010.

RIZIKA PLYNOUCÍ Z ROZDĚLENÍ ODPOVĚDNOSTI MEZI PROVOZOVATELE DRÁHY A DOPRAVCE

RISKS ARISING FROM THE DISTRIBUTION OF LIABILITY BETWEEN RUNWAY AND CARRIER OPERATORS

Peter Hrmel

VŠB TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství

Abstrakt: Při hodnocení rizik železniční dopravy je potřeba zohlednit veškerá vyskytující se relevantní rizika, která z procesu mapování rizik vyplynou. Vlivy lidského činitele představují významný podíl na vzniku nehod a incidentů, připisovaných na vrub odpovědných subjektů, podílejících se na drážní dopravě. Transformace českých železnic s sebou přinesla značné změny rolí na dopravním trhu a současně umožnila příchod nových subjektů do této oblasti. Jedním z výsledků tohoto procesu byl i nový model rozdělení odpovědnosti za dodržování všech předpisových ustanovení k zajištění bezpečného provozu dráhy a drážní dopravy. V příspěvku jsou vybrány některé typy závad, které mohou za určitých okolností způsobit vznik nehody nebo incidentu s nezanedbatelnými dopady.

Klíčová slova: drážní doprava; riziko; drážní vozidlo; železnice; nehoda.

Abstract: In the assessment of risk rail transport, it is required to identify the risks arising from the risk mapping process. Effects of the human factor involved in the occurrence of accidents and incidents attributable to responsible persons involved in rail transport. The transformation of Czech railways brought with it the possibility of change in the transport market and the beneficiary allowed new entities to enter this area. One of the results of this process was a new model of allocating responsibility for the provision of all instruments. In the contributions are selected various types of defects, which can be using a system where accidents or incidents with significant impact arise.

Key words: railway transport; risk; railway vehicle; railway; accident.

1. Úvod

Drážní doprava je považována za relativně bezpečné dopravní odvětví, specifické svými konstrukčními dispozicemi, které jsou příčinou horší konkurenceschopnosti se silniční dopravou. Dlouhodobě se potýká s hledáním optimálního modelu existence na dopravním trhu a je vedena pře o konečnou podobu rozdělení jednotlivých funkcí tohoto odvětví. Rozdělení monopolního podniku České dráhy na jednotlivé segmenty pomocí zákona z roku 2002 a navazujících vyhlášek přispělo k transformaci celého odvětví železniční dopravy do stávající podoby, splňující předem definované

požadavky Evropské unie (EU) pro začlenění českých železnic do transevropských dopravních struktur. Přes veškerá dělení rolí dopravního trhu připadá značná část existujících rizik na lidského činitele a jeho spolehlivost.

2. Drážní doprava v ČR

Drážní doprava představuje klíčové dopravní odvětví. Zejména v souvislosti se schopností převážet velké objemy nejrůznějších substrátů a zboží a zabezpečit relativně plynulé zásobování řady průmyslových podniků, má železnice v České republice nezastupitelnou roli. Přes veškeré proklamace o solidní úrovni bezpečnosti drážní dopravy zůstává vývoj trendů v oblasti nehodovosti značně nepříznivý a hodnocením rizik drážní dopravy je potřeba se stále intenzivně zabývat.

2.1. Legislativní východiska

K zabezpečení chodu drážní dopravy se v historickém kontextu vyvíjela oblast legislativních a normativních parametrů, upravujících podmínky zabezpečení provozování dráhy, provozování drážní dopravy, zabezpečení provozuschopnosti dráhy, obslužných funkcí a služeb. Mezi základní legislativní východiska lze zařadit zejména:

- zákon č. 266/1994 Sb., o drahách ve znění pozdějších předpisů,
- přípojek C vyhlášky č. 8/1985 Sb., o Úmluvě o mezinárodní železniční přepravě (COTIF) ve znění pozdějších předpisů - Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID),
- nařízení vlády č. 1/2000 Sb., o přepravním řádu pro veřejnou drážní nákladní dopravu, ve znění pozdějších předpisů,
- vyhláška č. 376/2006 Sb., o systému bezpečnosti provozování dráhy a drážní dopravy a postupech při vzniku mimořádných událostí na drahách.
- vyhláška Ministerstva dopravy č. 100/1995 Sb., kterou se stanoví podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu určených technických zařízení a jejich konkretizace (Řád určených technických zařízení),
- vyhláška Ministerstva dopravy č. 101/1995 Sb., kterou se vydává Řád pro zdravotní způsobilost osob při provozování dráhy a drážní dopravy, ve znění pozdějších předpisů,
- vyhláška MD ČR č. 173/1995 Sb. kterou se vydává dopravní řád drah,
- vyhláška MD ČR č. 177/1995 Sb. kterou se vydává stavební a technický řád drah,
- nařízení vlády č. 208/2011 Sb., o technických požadavcích na přepravitelná tlaková zařízení,
- zákon 77/2002 Sb., o akciové společnosti České dráhy, státní organizaci Správa železniční dopravní cesty a o změně zákona 266/1994 Sb. o drahách, ve znění pozdějších předpisů,
- vyhláška č. 76/2017 Sb., o obsahu a rozsahu služeb poskytovaných dopravci provozovatelem dráhy a provozovatelem zařízení služeb.

V oblasti prevence závažných havárií je v ČR základním právním předpisem zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích ve znění pozdějších předpisů (zákon o prevenci závažných havárií). Předmětný zákon však již v úvodním ustanovení §1 odst. 3, bod c) vylučuje ze své působnosti silniční, drážní, leteckou a vodní přepravu nebezpečných látek mimo objekty, včetně dočasného skladování, nakládky a vykládky během přepravy, čímž nabývá na důležitosti seznam legislativních východisek uvedených výše. Klíčovou roli zde sehrává směrnice RID z výše uvedeného seznamu.

2.2. Organizace drážní dopravy

Zabezpečení liberalizace českého dopravního trhu s sebou přineslo poměrně zásadní rozdělení monopolního podniku České dráhy na menší útvary, které se více specializují na oblasti zabezpečení jednotlivých komponentů oboru železniční dopravy. K provozování dráhy ve vlastnictví státu, organizování drážní dopravy na provozované dráze, zabezpečení provozuschopnosti drah a souvisejících služeb, byla pověřena nově vzniklá státní organizace Správa železniční dopravní cesty (SŽDC). Provozování drážní dopravy se stalo otevřeným trhem a původní České dráhy na tento trh vstoupily do sektoru nákladní dopravy nově vytvořenou akciovou společností ČD Cargo a oblast osobní přepravy připadla nástupnické organizaci České dráhy a. s. (ČD). V rámci platných zákonů zároveň na dopravní trh vstoupila celá řada nově vzniklých soukromých subjektů provozujících osobní a nákladní drážní dopravu na území ČR.

3. Zdroje rizik v drážní dopravě

Při hodnocení rizik drážní dopravy se setkáváme s celou řadou náhledů na třídění zdrojů rizik. Jednotlivá hlediska třídění zdrojů rizik zpravidla vyplývají z pohledu na původ posuzovaných rizik. Tato jsou následně členěna do několika množin a podmnožin rizik, v závislosti na úhlu pohledu autora na danou problematiku. Pohlédneme-li na rizika drážní dopravy v kontextu oblastí odpovědností subjektů (vlastníků rizik), můžeme se dopracovat členění, uvedené v tabulce 1. Rovněž i následné podmnožiny zdrojů rizik do určité míry zohledňují uspořádání vnitřní struktury subjektů dráhy (vlastníků rizik). V uvedeném členění není nutné příliš podrobně třídit vlivy vnějšího prostředí, přestože to pro detailní posouzení rizik je třeba s nimi počítat.

Tabulka 1. Rozdělení zdrojů rizik podle oblastí odpovědností subjektů (vlastníků rizik).

Vlastník rizik	Jednotlivé zdroje rizik
Provozovatel dráhy	<p>Poruchy nebo poškození trakčního vedení.</p> <p>Závady napájení trakční proudové soustavy.</p> <p>Závady celistvosti a geometrické polohy kolejí železničního svršku.</p>

	<p>Mechanické závady výhybek, kolejových křižovatek a výkolejek.</p> <p>Poruchy staničních zabezpečovacího zařízení.</p> <p>Poruchy traťových zabezpečovacích zařízení.</p> <p>Poruchy přejezdových zabezpečovacích zařízení.</p> <p>Poruchy sdělovacích systémů.</p> <p>Chyby lidského činitele provozovatele dráhy.</p> <p>Mimořádné události v důsledku závad zařízení nebo pracovníků provozovatele dráhy.</p>
Provozovatel drážní dopravy	<p>Závady hnacích a tažených drážních vozidel.</p> <p>Ložné závady nákladních vlaků.</p> <p>Závady způsobené zákazníky.</p> <p>Kompenzace předchozího zpoždění vlaků.</p> <p>Nedodržení podmínek přístupu na dopravní cestu.</p> <p>Mimořádné události vlivem provozovatele drážní dopravy.</p> <p>Chyby lidského činitele provozovatele drážní dopravy.</p>
Externí osoby a prostředí	<p>Překážky v dopravní cestě dráhy.</p> <p>Požadavky na součinnost se složkami IZS.</p> <p>Mimořádné události a provozní mimořádnosti vlivem třetích stran a vnějšího prostředí.</p>

3.1. Příčiny rizik drážní infrastruktury

Rizika nefunkčnosti dopravní s následky spočívající v omezení nebo zastavení provozu, mající vliv na obyvatelstvo případně vznik materiálních škod lze dělit i z hlediska příčin vzniku [1]. Mimořádné události v drážní dopravě nebo omezení funkčnosti dráhy může zapříčinit:

- technický stav železničního svršku,
- selhání a poruchy zabezpečovacích systémů,
- technický stav kolejových vozidel,
- povětrnostní vlivy (srážky, vítr, teplotní jevy),
- chyby lidského činitele,
- překážky v dopravní cestě dráhy,
- vlivy vnějšího prostředí (událost mimo dráhu, zásah IZS, teroristický čin),
- kombinované působení uvedených příčin.

Uvedené příčiny se v největší míře podílejí na vzniku mimořádných událostí v železniční dopravě. Kolize drážních vozidel, střetnutí s překážkami v dopravní cestě

dráhy a podobné následky MU mají devastující účinky na konstrukci dráhy i železniční vozidla. Pokud jsou navíc přepravovány zásilky s nebezpečnou věcí dle RID, mohou tyto vlivem působení nebezpečných vlastností vyvolat mnohonásobné dopady takovýchto MU na osoby, majetek a životní prostředí. Uvedené členění ovšem nerozděluje příčiny rizik podle příslušnosti k účastníkům dopravního procesu a třetím stranám.

3.2. Mimořádné události v drážní dopravě

Legislativa, vztažená k provozování dráhy a drážní dopravy, definuje mimořádné události v drážní dopravě (MU) jako „nehodu nebo incident, ke kterým došlo v souvislosti s provozováním drážní dopravy na dráze nebo pohybem drážního vozidla na dráze nebo v obvodu dráhy a které ohrozily nebo narušily:

- bezpečnost drážní dopravy,
- bezpečnost osob,
- bezpečnou funkci staveb nebo zařízení, nebo
- životní prostředí.

Další členění mimořádných událostí se odvíjí dle výše dopadů na chráněné zájmy a je uvedené v tabulce 2.

Tabulka 2. Členění nehod dle výše dopadů na chráněné zájmy [2].

Druh MU	Výše dopadů na chráněné zájmy
Vážná nehoda Kategorie A	Nehoda, způsobená srážkou nebo vykolejením*) drážních vozidel, jejímž následkem je smrt, újma na zdraví alespoň 5 osob nebo škoda velkého rozsahu podle trestního zákoníku na drážním vozidle, dráze nebo životním prostředí nebo jiná nehoda s obdobnými následky
Nehoda Kategorie B	Událost, jejímž následkem je smrt, újma na zdraví nebo jiná újma, značná škoda podle trestního zákoníku na drážním vozidle, dráze nebo životním prostředí nebo jiná nehoda s obdobnými následky
Incident Kategorie C	Jiná událost, jejímž následkem je menší újma než u vážné nehody a nehody

*) Vyhláška č. 376/2006 Sb., o systému bezpečnosti provozování dráhy a drážní dopravy a postupech při vzniku mimořádných událostí na dráhách, v platném znění, příloha 4. V podmínkách SŽDC je vykolejení drážního vozidla případ nedovoleného opuštění styčné plochy kola vozidla temene kolejnice.

3.3. Vývoj nehodovosti v drážní dopravě

Při hodnocení vývoje nehodovosti v drážní dopravě dochází ke konfrontaci prostředí relativně bezpečné drážní dopravy, která je zejména v posledních letech významně modernizována a vybavována novými technologiemi k zabezpečení jízd drážních vozidel a neklesajícího počtu mimořádných událostí s fatálními dopady.

Z tabulky 3 je patrný neklesající počet a spíše kolísající počet usmrčených osob celkem při nehodách v drážní dopravě, přestože v absolutních počtech nehod lze spatřit určitý pokles oproti počátečním letům sledování. Určitý vliv na tento pokles má zejména úbytek drobných incidentů, v jejichž oboru došlo na popud Evropské železniční agentury k harmonizaci podmínek pro ohlašování a šetření některých typů MU. Rovněž počty nehod na úrovňovém křížení dráhy s pozemní komunikací zaznamenaly v období let 2007 – 2017 sestupnou tendenci na rozdíl od počtů úmrtí při těchto nehodách.

Tabulka 3. Vývoj počtu MU, usmrčených a zraněných osob v letech 2005 – 2017 [3]; PPZ = křížení dráhy s pozemní komunikací.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Celkem MU	1813	1510	1466	1656	1300	1323	1116	1149	1052	1111	1161
Usmrceno celkem	209	230	215	242	263	226	223	281	234	243	238
Zraněno celkem	260	362	277	269	250	213	157	184	248	186	220
Nehody na PZZ	257	247	227	275	190	188	180	180	165	176	171
Usmrcení na PZZ	31	45	38	49	34	27	23	43	32	46	34
Ranění na PZZ	117	124	85	126	107	110	83	77	130	68	83

3.4. Rozdělení odpovědnosti zúčastněných stran

Drážní doprava v ČR je podmíněna spoluprací provozovatele dráhy s provozovateli drážní dopravy a vymezením odpovědnosti všech zúčastněných stran. Dle platných předpisů provádí provozovatel dráhy zajištění provozuschopnosti dráhy a organizování drážní dopravy. Provozovatelé drážní dopravy zejména odpovídá za:

- dodržování podmínek přístupu na dopravní cestu,
- technickou způsobilost provozovaných drážních vozidel,
- zajištění sestavy vlaků dle platných předpisů a prováděcích nařízení,
- vybavení vlakového personálu příslušnou dokumentací,
- vložení odpovídajících informací do informačních systémů dráhy,

- splnění všech náležitostí a úkonů před odjezdem a za jízdy vlaku,
- školení a výcvik pracovníků se zaměřením na aktualizaci stavu jejich poznání,
- plnění povinností dle RID a další legislativy pro přepravu nebezpečných věcí,
- další povinnosti stanovené resortními předpisy.

Odpovědnost jednotlivých zúčastněných subjektů se odvíjí od stávající legislativy a její rozsah je měnitelný pouze v případě změny zákona a navazujících provozních vyhlášek.

4. Mimořádné události jako zdroj poznání příčin rizik

Z výsledků šetření jednotlivých mimořádných událostí lze vystopovat příčiny vzniku jednotlivých MU. V současné době v ČR provádí státní dozor nad šetřením mimořádných událostí v drážní dopravě Drážní inspekce ČR (DI). Tento orgán státního dozoru vykonává svou činnost od 1. 1. 2003, na základě zákona č. 77/2002 Sb., o akciové společnosti České dráhy, kdy nahradil do té doby působící Generální inspekci Českých drah. Na základě unijních požadavků bylo přistoupeno k ustanovení nezávislého orgánu, dozorující oblast bezpečnosti drážní dopravy.

4.1. Rizika ze zanedbání odpovědnosti

Organizování drážní dopravy se pohybuje v daných legislativních mantinelech, které současně rozdělují odpovědnost za dodržení patřičných ustanovení příslušných resortních předpisů mezi zúčastněné subjekty. Množina rizik, spočívajících v možné chybě lidského činitele a zanedbání povinnosti při výkonu služby je takřka neomezená. Postupným výčtem jednotlivých článků předpisu SŽDC D1 nebo jiných resortních předpisů lze definovat možná rizika v případech zanedbání povinnosti. Je zjevné, že tato cesta může být použita v procesu posouzení rizik pouze jako ilustrativní. Mnohem efektivněji působí možnost definovat možná rizika na již uskutečněných případech MU, ve kterých již existují hmatatelné výsledky šetření příčin vzniku MU. Dalo by se oponovat, že tento proces v současné době v praxi již probíhá, ovšem pohled na trendy vývoje počtů nehod a incidentů v drážní dopravě nepotvrzují efektivní účinek přijímaných nápravných opatření. Pro ilustraci těchto rizik lze popsat některé vybrané oblasti nebo skupiny závad:

- nedovolená jízda drážního vozidla,
- nedodržení předepsané rychlosti vlaku,
- odpovědnost za omezující opatření při dopravě mimořádných zásilek,
- odpovědnost při železniční přepravě nebezpečných věcí.

Výčet možných oblastí a skupin závad je volen jako ilustrační soubor k dokreslení problematiky odpovědnosti zúčastněných stran.

4.1.1. Nedovolená jízda drážního vozidla za návěstidlo zakazující jízdu

Počet incidentů a nehod, které příčinně pramení z nedovolené jízdy vlaku za návěstidlo zakazující jízdu, rok od roku stoupá. V první fázi lze toto pochybení rozčlenit do několika základních typů:

1. Drážní vozidlo jede za úroveň návěstidla se zákazem jízdy pro ztrátu pozornosti.
2. Drážní vozidlo projede úroveň návěstidla vlivem chybného brzdění.
3. Po odjezdu vlaku s přepravou cestujících od nástupiště a opomenutí zakazující návěsti.
4. Při poruše zabezpečovacích systémů a předčasné změně návěstního znaku (bez případných dalších dopadů není hodnoceno jako MU).

Při nehodě nebo incidentu, zapříčiněném nedovolenou jízdou drážního vozidla za návěstidlo zakazující jízdu mohou být různě vysoké dopady, v závislosti na okolnostech a prostředí, kde k události došlo. Nezřídka se stává, že drážní vozidlo neohrozí žádnou jinou jízdní cestu, nepoškodí prvky v kolejišti a nevznikne újma na zdraví a životech osob. Většinou to bývá v případech, že pokračování následné jízdní cesty je aktuálně zamýšleno obsluhou a její realizaci brání vykonání několika posledních úkonů, bez kterých ovšem realizace jízdní cesty není možná a jsou pro bezpečnost provozu zásadní

Uvedený moment se stává častým předmětem dohadů při šetření mimořádných událostí, respektive otázka, „proč nebyla postavena jízdní cesta před tím, než drážní vozidlo minulo předmětné návěstidlo“, je nedílnou součástí šetření.

Ve skutečnosti fakt, že návěstidlo zakazuje jízdu přikazuje strojvedoucímu drážního vozidla zastavit před úrovní takového návěstidla a zakládá tím jeho sto procentní odpovědnost za včasné zastavení. Diskuse o případné „morální vině“ za případně „pozdní přestavení na návěst dovolující jízdu“ nijak plnou odpovědnost strojvedoucího nesnižuje a tento fakt je vztažný více k posouzení plynulosti dopravy a plnění jízdního řádu.

4.1.2. Nedodržení předepsané rychlosti vlaku

Ukázkovým příkladem, kdy dojde k nehodě, vlivem nedodržení některých technických podmínek dopravy drážních vozidel, je nehoda ze dne 28. 7. 2019, kdy v čase 16.33 hodin mezi Chodovou Planou a Mariánskými Lázněmi vykolejil nákladní vlak. Při mimořádné události vykolejila lokomotiva a třináct vozů. Stav vykolejených vozů je patrný z obrázku 1. Na kolejích zůstaly pouze lokomotiva v čele vlaku a čtyři vozy na jeho konci. Ke zranění osob nedošlo. Celkově byla škoda odhadnuta na 29 000 000 Kč (20 mil. vlak, 9 mil. trať). Provoz na trati byl zastaven do doby celkového odstranění poškozených vozů a železničního svršku [4]. Drážní inspekce šetří příčiny a okolnosti vzniku mimořádné události v místě jejího vzniku a ve sdělovacích prostředcích se objevují zprávy o téměř trojnásobně překročené nejvyšší dovolené rychlosti vlaku.

Z pohledu odpovědnosti jednotlivých aktérů se případ jeví jednoznačně. Strojvedoucí hnacího vozidla vlaku je odpovědný za dodržení předepsané nejvyšší dovolené rychlosti vlaku s tím, že musí být zpraven před jízdou vlaku o všech mimořádnostech na pojížděné trati, jako například o existujícím přechodném omezení traťové rychlosti a podobně. V popisovaném případě nehody je v daném traťovém úseku traťová rychlost 30 km/hod, vzhledem ke konstrukci trati a je dána na vědomí návěstím pro

trvalé omezení rychlosti, která se umísťuje na zábrzdnu vzdálenost před začátek tohoto omezení. V průběhu vyšetřování se objevily zprávy, zpochybňující dostatečnou viditelnost zmíněné návěsti a jejich relevance bude zřejmá po ukončení šetření, které se odhaduje v řádu několika měsíců.



Obr. 1. Nehoda nákladního vlaku u Mariánských lázní z července 2019 [4].

4.1.3. Odpovědnost za omezující opatření při dopravě mimořádných zásilek

Doprava mimořádných zásilek představuje v odvětví železniční dopravy specifickou problematiku. Schopnost drážní dopravy přepravit celou řadu nadrozměrných či jinak atypických zásilek, vyžadující zvláštní přepravní podmínky, je přidanou hodnotou tohoto dopravního oboru. Provozovatelé drah a dopravci všude ve světě mají vypracovány podmínky, za kterých lze mimořádnou zásilku k přepravě přijmout a přepravu uskutečnit. Nejinak tomu je v České republice, kde funguje systém přeprav mimořádných zásilek na dobré úrovni. I v tomto případě mají provozovatelé dráhy a dopravci svůj díl odpovědnosti, která s přítomností mimořádných zásilek na dopravní cestě dráhy souvisí.

Provozovatel dráhy dle [5] odpovídá za:

- dodržení předepsané přepravní trasy,
- splnění všech omezujících opatření, vydaných v příkazu k přepravě mimořádné zásilky, např. jízdy po předepsaných kolejích, opatření na dvou a více kolejných tratích apod.

Provozovatel drážní dopravy dle [5] též odpovídá za:

- dodržení nařízených přepravních podmínek, maximální rychlost, řazení vlaku,
- předepsané technické prohlídky za jízdy vlaku,
- splnění dalších opatření při jízdě vlaku (např. Při jízdě kolem nástupišť, návěstidel, ramp apod.).

Obrázek 2 ukazuje nehodu při přepravě specifického jeřábu.



Obr. 2. Nehoda jeřábu u Vnorov 2016 [6].

4.2. Odpovědnost při železniční přepravě nebezpečných věcí

Přeprava nebezpečných věcí je legislativně ošetřena mezinárodní Směrnicí o železniční přepravě nebezpečných věcí RID, která řeší zejména použití obalů a obalových materiálů při výskytu na dopravní cestě dráhy, označování nebezpečných věcí, přístup provozovatele dráhy na úseku bezpečnosti dopravy a další související záležitosti, neřešené ostatními zákony a platnými drážními předpisy.

Stávající stav problematiky železniční přepravy nebezpečných věcí má ovšem značné rezervy v oblasti prevence závažných havárií ve srovnání s objekty, které se řídí Zákonem 224/2015 Sb. o prevenci závažných havárií. V této oblasti jsou rozděleny povinnosti a odpovědnost mezi provozovatele dráhy a dopravce v duchu provozní logiky, zakotvené v resortních předpisech, ale samotné nastavení úrovně povinností, prováděných opatření a kontrolní činnosti neumožňují účinnou prevenci závažných havárií, srovnatelnou s objekty dle zákona o prevenci závažných havárií [7].

Pro účinnou prevenci závažných havárií je potřeba zpřísnit podmínky přístupu na dopravní cestu ve vztahu k uvádění druhu, množství a použité přepravní trasy do informačních systémů [8]. Tyto informace jsou potřebné pro zavedení účinného

systemu posuzování rizik z přepravy nebezpečných věcí po železnici, které se dosud neprovádí. V současné době je systém nastaven tak, že informační systémy tyto údaje neobsahují a množství přepravovaných nebezpečných věcí po většině tratí není ničím omezeno ani kontrolováno.

4.3. Možná opatření nápravy

Z výběrového výčtu vyplývá, že rizika se vyskytují ve všech oblastech, kde je lidský činitel nositelem odpovědnosti vyplývající z legislativního rámce. Selhání lidského faktoru přitom může mít nejrůznější příčiny a jejich eliminace není jednoduchá. Na pracovníky v drážní dopravě působí celá řada stresorů, které se mohou rovněž podílet na vzniku lidských chyb [9].

V současné době je zaváděna do prostředí drážní dopravy celá řada moderních technologií, které na jedné straně zefektivňují lidský výkon a na straně druhé kladou na pracovníky provozovatele dráhy i dopravců vyšší nároky. Dožívající technologie, jako například ručně psané písemné rozkazy jsou používány souběžně s nejmodernějšími technologiemi a informačními systémy. Za stávajícího stavu, kdy rozdělení rolí na dopravním trhu došlo ke značnému nárůstu komunikační zátěže, je nanejvýš potřeba jít cestou zjednodušení všech pracovních procesů a za pomoci technologií snížit možnost chybování lidského činitele. Zejména je potřeba se zaměřit na:

- kontrolní činnost dodržování podmínek pro přístup na dopravní cestu dopravci,
- školení personálu všech úrovní, zacílené na problémové oblasti,
- vybavení zaváděné technologie prvky pro zabránění lidských omylů,
- provázání komunikace mezi subjekty pomocí informačních systémů,
- zpřísnění pravidel pro přístup na dopravní cestu při přepravě nebezpečných věcí.

V popsaném případě nedodržení předepsané rychlosti vlaku se objevily některé dohady o viditelnosti návěstidel trvalého omezení rychlosti. Tyto údaje jsou uvedeny v dokumentu, mapujícím technické parametry traťového úseku, který vydává SŽDC s názvem "tabulka traťových poměrů". Zde může strojvedoucí všechny parametry trati dohledat. V současné době by bylo vhodnější podobné dohady o viditelnosti návěstidel oznamujících rychlost nahradit nově vyvíjeným systémem satelitní navigace železniční dopravy [8], která by mohla veškeré rychlostní parametry, včetně přechodného omezení rychlosti a dalších traťových parametrů, obsahovat.

5. Závěr

Z uvedených faktů vyplývá, že rozdělení odpovědnosti za provozování dráhy a drážní dopravy jsou úzce spolu související oblasti a optimalizace tohoto rozhraní není uzavřený proces. Rovněž uvnitř jednotlivých subjektů musí být kladen důraz na zabezpečení plnění všech úkolů, pro daný subjekt vyplývajících. Chceme-li hovořit o morální odpovědnosti jedné strany, při pochybení druhé strany, je potřeba si uvědomit, že faktická odpovědnost je v současné době přesně definována a změn v této oblasti lze docílit pouze systémovými opatřeními, které budou legislativně zastřešeny a budou

vycházet z optimalizace procesů uvnitř jednotlivých subjektů, případně z nasazení nových technologií, systémů vylučujících lidské chyby apod.

Literatura

- [1] ŠENOVSKÝ, M., ADAMEC, V., ŠENOVSKÝ, P. *Ochrana kritické infrastruktury*. ISBN: 978-80-7385-025-8. Ostrava: SPBI 2007, 141p.
- [2] SŽDC. *D17 Předpis pro hlášení a šetření mimořádných událostí*. <https://old.www.szdc.cz/documentpublisher/download?documentId=1%3B%23cd1496a8-6232-4e2e-90ea-bb1d838f2972&contentId=0>
- [3] DRÁŽNÍ INSPEKCE ČR. *Výroční zpráva 2017*. http://www.dicr.cz/uploads/Zpravy/VZ_2017_DI_fin.pdf:
- [4] DRÁŽNÍ INSPEKCE ČR. *Vykolejení nákladního vlaku u Mariánských Lázní*. <http://www.dicr.cz/vykolejeni-nakladniho-vlak-u-marianskych-lazni>
- [5] SŽDC. *D1 Dopravní a návěstní předpis*. <http://provoz.szdc.cz/portal/ViewArticle.aspx?oid=869998>
- [6] BLESK. *Při odtahu vykolejeného vlaku u Vnorov vykolejil i odtahový jeřáb*. <https://www.blesk.cz/galerie/zpravy-krimi/566480/pri-odtahu-vykolejeného-vlak-u-vnorov-vykolejil-i-odtahovy-jeřab?foto=3>
- [7] MŽP ČR. *Právní rámec prevence závažných havárií*. http://www.mzp.cz/cz/pravni_ramec_havarii
- [8] EU. News from ERA. *Newsletter March 2019*. https://www.era.europa.eu/sites/default/files/library/docs/era_newsletter_21032019_en.pdf
- [9] VYKOPALOVÁ, H. *Psychologie v dopravě*. ISBN 978-80-214-4564-2. Brno: VUT Ústav soudního inženýrství v Brně 2012. 65p.

MOŽNOSTI PRODLOUŽENÍ PROVOZU PAROGENERÁTORU ODLUHOVÁNÍM ZA NOUZOVÉHO DOPLŇOVÁNÍ NEUPRAVENOU VODOU PŘI DLOUHODOBÉM SBO NA VVER-1000

THE POSSIBILITY OF PROLONGATING THE OPERATION OF WWER-1000 STEAM GENERATOR FILLED WITH FRESH WATER USING THE BLOW DOWN DEMINERALIZED DURING LONG-TERM SBO EMERGENCY POWER SUPPLY

Jan Jiroušek

SÚJB Praha

Abstrakt: Článek rozebírá proveditelnost a přínosy odluhování za provozu parogenerátoru doplňovaného neupravenou vodou při dlouhodobém výpadku elektrického napájení. Výchozí podmínky představuje blok s tlakovodním reaktorem odstavený ze 100% výkonu. Následuje porucha všech bezpečnostních diesel-generátorů, dodatečné SBO diesel-generátory nelze použít, ani elektrické napájení ze sousedního bloku není dostupné. Prostředky DAM jsou použity pro chlazení aktivní zóny přes sekundární stranu parogenerátorů metodou „Feed & Bleed“. Situace vyžaduje užití postupů označovaných jako „Návody pro rozsáhlé poškození“ neboli EDMG-Extensive Damage Mitigation Guidelines.

Klíčová slova: jaderná elektrárna; SBO; ocel 08Ch18N10T; odluh; bezpečnostní systémy; PWR; VVER; Feed & Bleed; EDMG.

Abstract: The paper examines the feasibility and benefits of using blow down demineralizers during the operation of steam generator refilled with fresh water in case of long-term station blackout. The initial conditions present a PWR unit put out of 100% operation. The failure of all emergency diesel generators follows, it is impossible to use additional SBO diesel generators, the power from the adjacent unit is not available either. The DAM devices are used for cooling the core through the secondary side of steam generators by the Feed & Bleed method. The situation requires using the procedures marked as EDMG-Extensive Damage Mitigation Guidelines.

Key words: nuclear power plant; Station Black-Out; steel 08Ch18N10T; safety systems; PWR; WWER; Feed & Bleed; EDMG-Extensive Damage Mitigation Guidelines.

1. Úvod

Bezpečí a rozvoj lidí závisí na bezpečném provozu technických děl, a to objektových i síťových [1-3]. Dle práce [2] komplexní systém řízení bezpečnosti komunity či technického díla představuje všeobecný systém řízení komunity či technického díla, který zahrnuje organizační strukturu, odpovědnosti, praktiky, předpisy, postupy a

zdroje pro určování a uplatňování prevence pohrom či alespoň zmírnění jejich nepříjemných dopadů v komunitě či technickém díle a jejich okolí. Zpravidla se tento systém týká řady otázek, kromě jiného i organizační struktury komunity či technického díla, pracovníků komunity či technického díla, identifikace a hodnocení ohrožení a z nich plynoucích rizik, řízení chodu komunity či technického díla, řízení změn v komunitě či technickém díle, nouzového plánování, monitorování bezpečnosti, auditů a přezkoumávání. Opírá se o koncepci prevence pohrom či alespoň jejich závažných dopadů, která zahrnuje povinnost zavedení a udržování systému řízení, ve kterém jsou zohledněny dále uvedené aspekty:

- role a odpovědnosti osob podílejících se na řízení závažných ohrožení spojených s pohromami na všech organizačních úrovních komunity či technického díla a opatření na zajištění výcviku, která jsou sladěna s identifikovanými potřebami výcviku,
- plány pro systematické identifikování závažných ohrožení spojených s pohromami a z nich plynoucích rizik, která jsou spojena s normálními, abnormálními a kritickými podmínkami a pro hodnocení jejich pravděpodobnosti a vážnosti (velikosti),
- plány a postupy pro řízení bezpečnosti všech komponent a funkcí v komunitě či v technickém díle, a to včetně údržby objektů, zařízení,
- plány na implementaci změn v komunitě (území, objektech i zařízeních) či v technickém díle,
- plány na identifikaci předvídatelných nouzových situací systematickou analýzou, včetně přípravy, testů a posuzování nouzových plánů pro odezvu komunity či technického díla na takové nouzové situace,
- plány pro pravidelné hodnocení souladu s cíli vyjasněnými v koncepci bezpečnosti a v SMS, plán pro pravidelné hodnocení mechanismů pro vyšetřování a provádění korekčních činností v případě selhání dílčích opatření a činností s cílem dosáhnout stanovené cíle bezpečnosti,
- plány na periodické systematické hodnocení koncepce bezpečnosti, účinnosti a vhodnosti SMS, a periodické systematické hodnocení kritérií pro posuzování úrovně bezpečnosti vrcholovým týmem pracovníků.

Základem systému je technické vybavení, motivace a schopnosti lidí, které umožňují včasnou a správnou aplikaci uvedených nástrojů, detailně popsanych v Procházkové práci [2]. Předložená práce se zabývá zvýšením robustnosti souboru opatření uvažovaných podle [4]. Robustnost každého technického díla je zvětšena aplikací dvou ze „zlatých pravidel“ [2]. Jmenovitě se jedná o princip, „*Být si vědom rizik v organizaci a vědět co činit v případě jejich realizace*“ a „*Být připraven na zvládnutí všech pohrom, které mohou nastat*“.

Zároveň tato opatření zvyšují robustnost provozovaného zařízení a přispívají pružné odolnosti (resilienci) složitého technologického celku [3]. Uvedená opatření u jaderného bloku s VVER reaktorem vylepšují zajištění kritických bezpečnostních funkcí. Především se jedná bezpečnostní funkce zajišťující dostatek chladiva, integritu pokrytí paliva a celistvost primárního okruhu, včetně nádoby reaktoru a konečně i těsnost tlakové obálky. Tyto funkce společně tvoří základ jaderné bezpečnosti.

2. Bezpečnost jaderných zařízení

Zajištění bezpečnosti jaderných elektráren se realizuje v celém řetězci činností, tj. umístění, projektování, výstavba, ověřovací zkoušky, provoz a vyřazení z provozu. Pro všechny fáze života jaderného zařízení jsou vydávány a inovovány bezpečnostní návody Mezinárodní agentury pro atomovou energii. Tyto dokumenty se v souladu s dosaženou úrovní poznání stále vyvíjejí [4-9].

Havárie na jaderné elektrárně Fuku-shima (rok 2011) ukázala nové aspekty, kterými se musíme z hlediska řízení bezpečnosti technických děl i bezpečnosti území zabývat. V souladu s výstupy z [10], již byla realizována množina opatření výrazně zvyšující robustnost stávajících bloků. V jejich rámci již byly zpracovány a posouzeny i řetězce vícenásobných poruch, jejichž řešení vyžaduje užití „**návodů pro rozsáhlé poškození**“.

V pořadí druhá, po udržování „podkritičnosti“, je z bezpečnostních funkcí v jaderné elektrárně funkce zajišťující trvalý odvod tepla z aktivní zóny [4-6].

Havarijní systémy se skládají z pasivních a aktivních systémů. Obecně, na primárním okruhu (I.O.) zajišťují, havarijní doplňování chladiva I.O., dále přenos tepla cirkulací chladiva v I.O. a potlačení přetlaku, v hermetické obálce jako důsledku havarijního úniku chladiva z I.O.

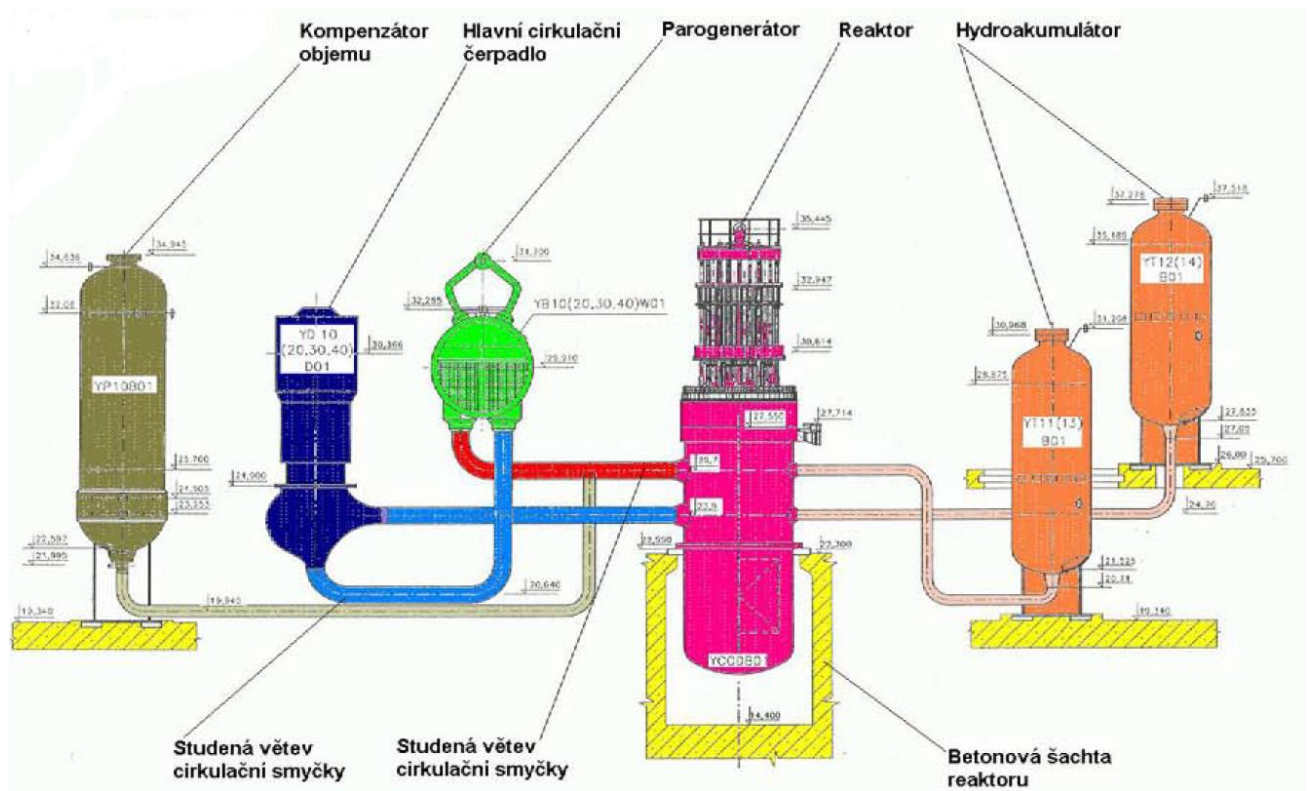
Pasivní systém představují 4 hydro-akumulátory, což jsou stabilní tlakové nádoby, jež přímo doplňují chladivo do I.O. přetlakem dusíkového polštáře (obr.1).

Aktivními systémy jsou vysokotlaký pístový, vysokotlaký doplňovací, nízkotlaký cirkulační a sprchový [11]. Na I.O. má každá ze 3 identických divizí 4 aktivní podsystémy. Aktivní systémy čerpají chladivo pro I.O. z nádrže havarijní zásoby kyseliny borité (H_3BO_3) a nevyužívají přitom provozní zásobu chladiva. Pro různé iniciační události, různých režimech v I.O., se obecně užívá různá kombinace aktivních systémů:

- vysokotlaký pístový systém je určen k řízení reaktivity za plného tlaku 16.6 MPa (pro řízení reaktivity v přechodových režimech),
- vysokotlaký doplňovací systém, kde závěrný bod čerpadla je 11.0 MPa,
- nízkotlaký cirkulační systém se závěrným bodem čerpadla 2.0 MPa,
- sprchový systém, který slouží k potlačení tlaku vzdušiny v kontejnmentu, včetně vymývání radioaktivního jódu.

Aktivními havarijní systémy sekundárního okruhu (II.O.) tvoří čerpadla havarijní dodávky napájecí vody do parogenerátorů (PG). Projektové havarijní systémy jsou 3, jsou zapojené paralelně, každý má 100% projektované kapacity [11].

Aktivní havarijní systémy jsou, v rámci divize, elektricky napájené ze systémů zajištěného napájení diesel-generátorů. Navíc je 2 ze 3 aktivních systémů jsou napájené i ze Station Black-Out (dále jen SBO) diesel-generátorů. V rámci každé z divizí je odvod tepla z aktivního systému do koncového jímače (atmosféry) je realizován prostřednictvím divizního okruhu *technické vody důležité* [11].



Obr.1. Schéma primárního okruhu [11].

3. Metoda „Feed & Bleed“

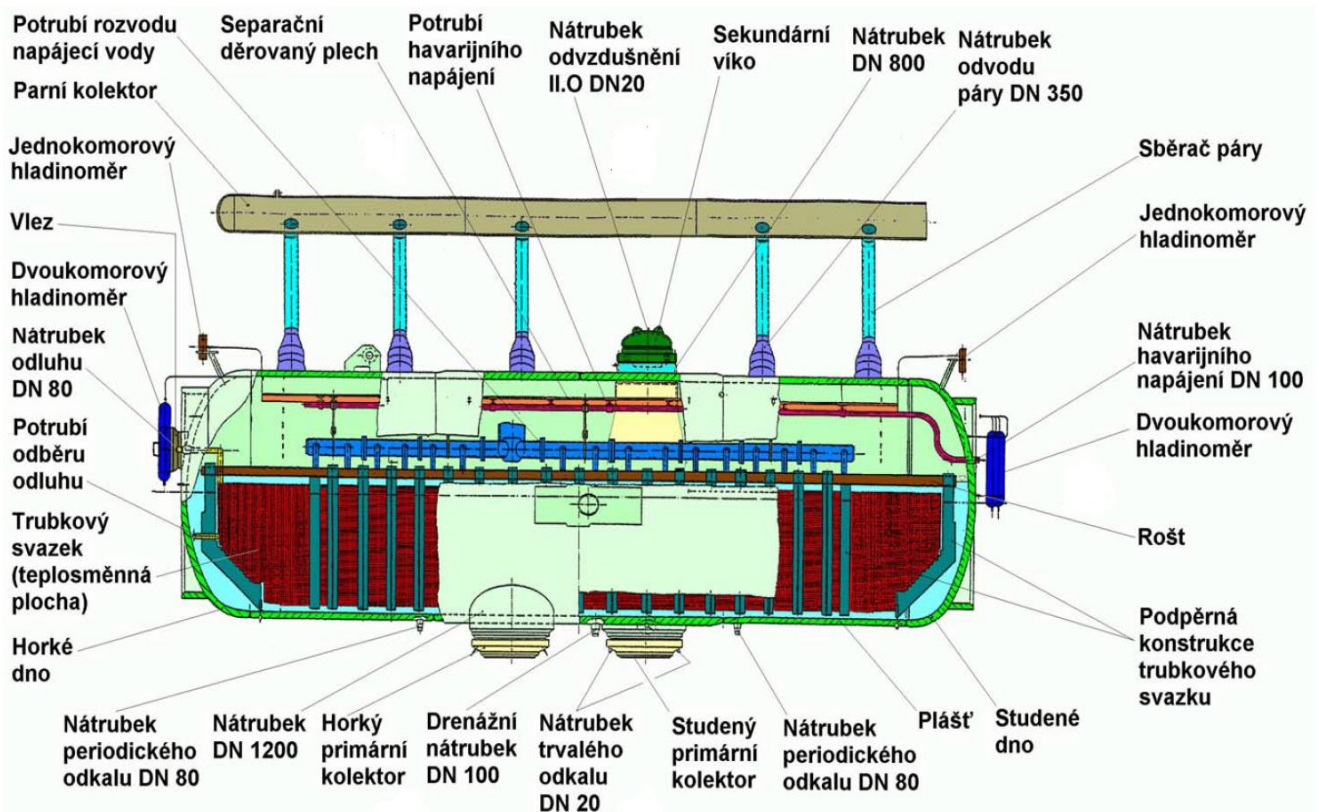
Pro případ, že nejsou k dispozici aktivní systémy dochlazování, se obecně předpokládá využití přímé metody chlazení reaktoru pomocí metody Feed & Bleed [10].

Princip uvedené metody „Feed & Bleed“ spočívá v chlazení aktivní zóny otevřeným sekundárním okruhem. V I.O. je přenos zajištěn přirozenou konvekcí chladiva mezi aktivní zónou a výše položenými teplosměnnými plochami v PG (obr.1). Teplo je z PG (obr. 2) odváděné varem napájecí vody a pára je přes regulační ventil přepouštěcí stanice do atmosféry (PSA) vypouštěna na střechu mezi-strojovny [10]:

„Pokud jsou provozní způsoby odvodu tepla do koncového jímače nedostupné, potom lze použít alternativní způsoby odvodu tepla:

1. *Přímý odvod tepla odpouštěním páry z PG do atmosféry za jejich současného doplňování napájecí vodou – při abnormálním nebo havarijním provozu; tato varianta umožňuje dlouhodobý odvod zbytkového tepla z AZ, ale neumožňuje převést reaktor do studeného stavu (dochlazení na cca 110 °C).*
2. *Alternativní metodu „feed & bleed“ (řízené odpouštění chladiva z I.O do kontejnmentu, odvod tepla přes výměníky HSCHZ do systému TVD a opětovné doplňování ochlazeného chladiva čerpadly havarijního doplňování do I.O) – pouze při havarijních podmínkách při nemožnosti využít sekundární odvod tepla.“*

V dalším rozboru se zabýváme pouze přímým odvodem tepla odpouštěním z PG do atmosféry.



Obr. 2. Podélný řez parogenerátorem [11].

4. Návrh instalace zařízení pro aplikaci metody Feed and Bleed

Navržené opatření řeší událost, při které jsou po odstavení bloku, nefunkční všechny aktivní systémy, a kdy napětí havarijním systémům nelze podat ani ze sousedního bloku, ani z SBO diesel-generátorů. V této fázi má nejrychlejší dopad na bezpečnost a funkčnost jaderného reaktoru porucha aktivních systémů odvodu zbytkového tepla z aktivní zóny. Odvod zbytkového tepla z reaktoru v horkém stavu musí souladu s mezinárodní praxí probíhat v režimu sekundárního Feed & Bleed [10,11].

V souladu s **Návodem pro rozsáhlé poškození** [12] se parogenerátory vodou doplňují diverzními a mobilními prostředky (dále jen DAM). Pro doplňování parogenerátorů je použita hasičská automobilní stříkačka. Podle parametrů jaderného bloku [12], k havarijnímu odvodu tepla plně postačuje jeden ze čtyř parogenerátorů [10,12]. Voda je doplňována v množství 25 m³/hod [12]. Vzniklá pára se odvádí z parogenerátoru, parovodem a přes PSA. Podle nastavených pravidel v technické dokumentaci [12], se přednostně k odvodu tepla musí užít PG, na kterém nebyl detekován únik chladiva z I.O. na sekundární stranu. Otevřeným I.O. by se chladivo uniklo z I.O. dostalo přes PSA do okolí.

Podle technické dokumentace [13,14] na každém z bloků existuje rezerva 2460 m³ demineralizované vody (2x480 m³ – TB40B01,02 a 3x500 m³ TX10-30B01) a k tomu

společná zásoba demineralizované vody 2 x 770 m³ v budově v budově chemické úpravy vody [15].

Podle zmíněných dokumentů [13-15] po 98, resp. 129 hodinách dochlazování metodou Feed & Bleed bude vyčerpána zásoba demineralizované vody, která obsahuje méně než 0.1 mg/L chloridů. Užitím celé zásoby jakostní vody přibude v parogenerátoru pouze 0.275 kg chloridů a koncentrace chloridů dosáhne nejvýše 3.525 mg/L (78 m³ vodního objemu, a 127 m³ celkový objem [11,16]). Další odvod zbytkového tepla dále už musí pokračovat s jiným dostupným chladivem [17]. Nejbližší dosažitelnou zásobu tvoří 2 x 15 000 m³ surové vody ve vodojemu mezi výrobními bloky [17].

Podle provedených analýz [18] surová voda čerpaná z vodního toku Vltavy běžně obsahuje do 20 mg/L nerozpustných látek, do 10 mg/L vápenatých sloučenin a přibližně stejně chloridů [18]. Po zahájení doplňování parogenerátoru surovou vodou vzroste již za jeden den celková koncentrace chloridů na 77 mg/L a obsah kalu o cca 12 kg. Vyčerpáním první poloviny vodojemu (15 000 m³) se tak do parogenerátoru dostane cca 150 kg chloridů a jejich koncentrace v kotelní vodě dosáhne 2000 mg/L. Navíc se v PG usadí přibližně 300 kg kalu a vysráží 150 kg vápenatých sloučenin [18]. Z uvedené bilance je patrné, že tak vysoká koncentrace chloridů představuje časné riziko mezi-krytalického porušení pro austenitickou ocel 08Ch18N10T teplosměnných trubiček Ø 16x1.5 mm [15], v jehož konečném důsledku může dojít ke ztrátě chlazení aktivní zóny. S uniklým chladivem se v časných fázích dostane do atmosféry i radioaktivní jód 131 (poločas rozpadu 8 dní). Další cestu možného průniku chladiva z I.O. do II.O., resp. do atmosféry, představuje štěrbinová koroze zaválcovaných a zavařených spojů teplosměnných trubiček do kolektoru parogenerátoru [11,16].

Obecně jsou teplosměnné trubky havarijních systémů i PG vyrobeny z materiálů 08CH18N10T, 08CH18N10T-S, resp. 17248.4 [16]. I kolektory v PG jsou zhotoveny z austenitické oceli třídy 08CH18N10T [11]. Původní projektové podklady pro armatury předpokládaly mezní hodnotu, pro chladivo havarijních systémů, s obsahem chloridů 300 mg/L [19]. Ze shora uvedených podkladů lze stanovit, že doplňováním parogenerátoru surovou vodou bude uvedené limitní koncentrace dosaženo již po 94 hodinách.

Přes všechna výchozí omezení popsaná v dokumentu [10] lze koncentraci chloridů udržet v mezích projektových požadavků [19] i v podmínkách vícenásobné poruchy. Cestou její regulace je odluhování kotelní vody z parogenerátoru. Jednoduchým výpočtem podle vzorce v práci [20] lze pak stanovit hodinové množství odluhu PG dle vztahu:

$$Q_o = Q_n \cdot [c_n / (c_o - c_n)] = 25 \cdot [10 / (300 - 10)] = 0,862 \text{ m}^3/\text{h},$$

ve kterém Q_o je hodinové množství odluhu (m³/h), Q_n je průtok doplňované vody (m³/h), c_o je koncentrace chloridů v odluhu (mg/L), a c_n je koncentrace chloridů v doplňované vodě (mg/L).

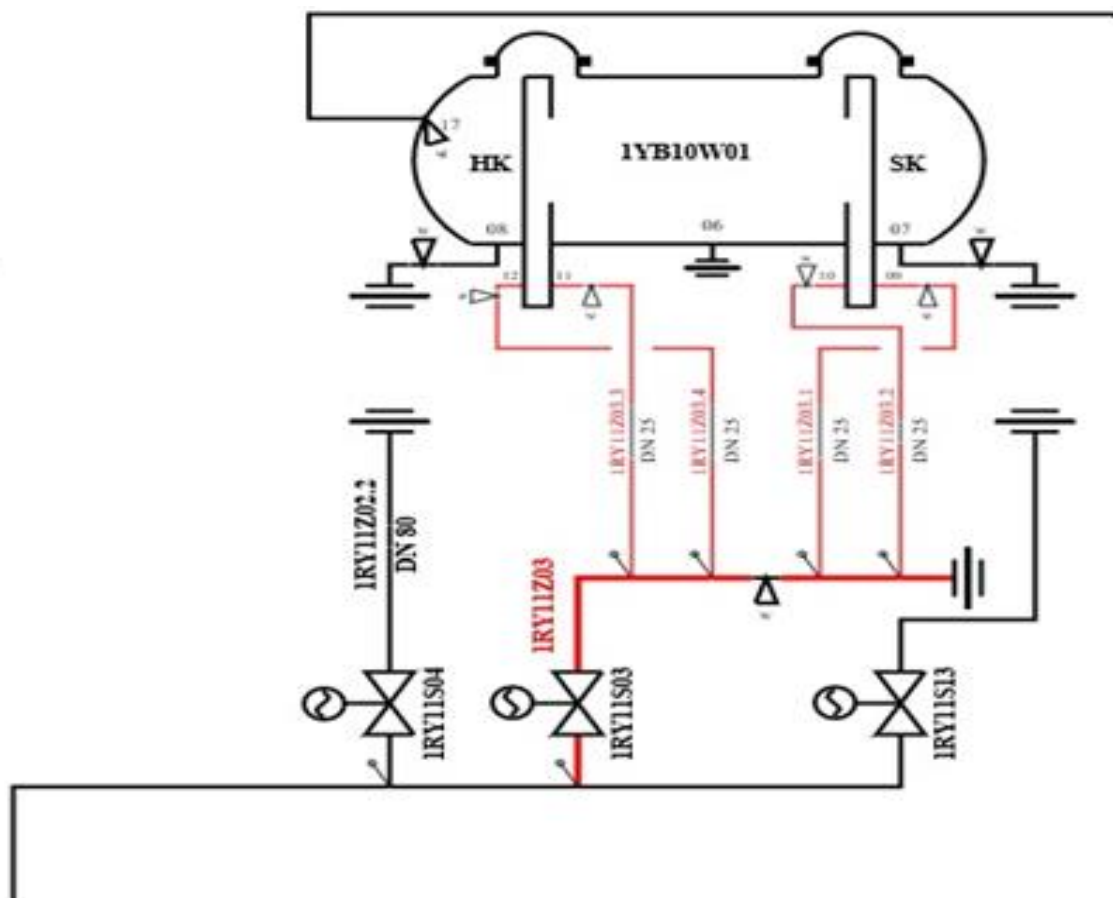
Výpočet provedený na základě uvedeného vzorce [20] ukazuje, že trvalým odpouštěním pouhých 0.862 m³/h kotelní vody, lze předepsanou koncentraci dlouhodobě udržet. Přitom ztráta odluhem představuje jen 3.5% doplňované surové

vody. Tuto ztrátu si můžeme prakticky představit jako zkrácení doby čerpání obsahu $\frac{1}{2}$ vodojemu z 25 na 24 dní.

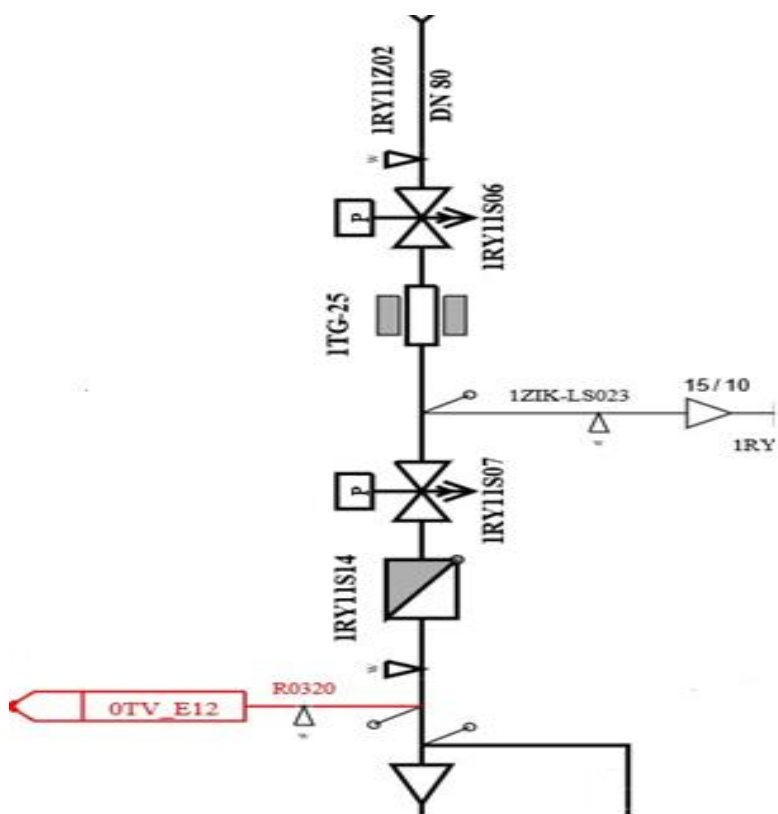
Další dostupnou zásobou chladiva přímo v areálu elektrárny je chladicí voda ve velkém cirkulačním okruhu. V tomto případě se jedná o přibližně 90 000 m³. Její vlastnosti jsou srovnatelné se surovou vodou s výjimkou jediného parametru, tím je 3 - 5x zvýšený obsah síranů [18]. Sírany mají podle dokumentu [19] povolené koncentrace do 600 mg/L a představují další, z hlediska použitých materiálů, nebezpečnou složku chladiva. Akumulace síranů v PG představuje po chloridech další složku chladiva ohrožující použité austenitické materiály [16,17]. Při doplňování vodou z cirkulačního okruhu bude zvýšený obsah síranů dalším důvodem k odluhování PG.

5. Dispoziční řešení

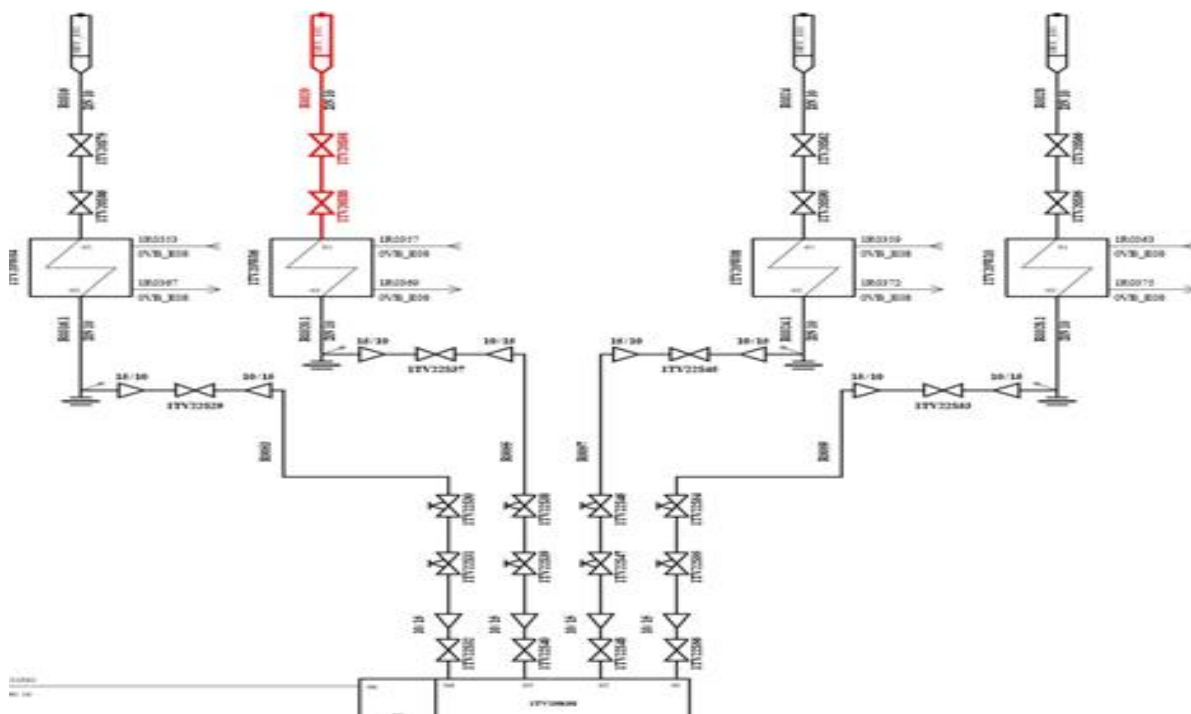
Podle technické dokumentace [17,21] lze i v SBO podmínkách odluhovat. O regulaci solnosti v PG lze uvažovat s ohledem k přetlaku na sekundární straně 2.0 MPa i výškové dispozici parogenerátoru na podlaží +25.70 m [11,16] je . K odpouštění kotelní vody ze dna parogenerátoru z odkalu kapes PG se uvažovalo užít 4 provozní potrubí parogenerátoru RY11-14Z03.1 až 4, DN25 a DN80 [22]. Schéma zapojení je na obrázcích 3-5.



Obr. 3. Připojení odkalovacích tras na parogenerátoru [22].

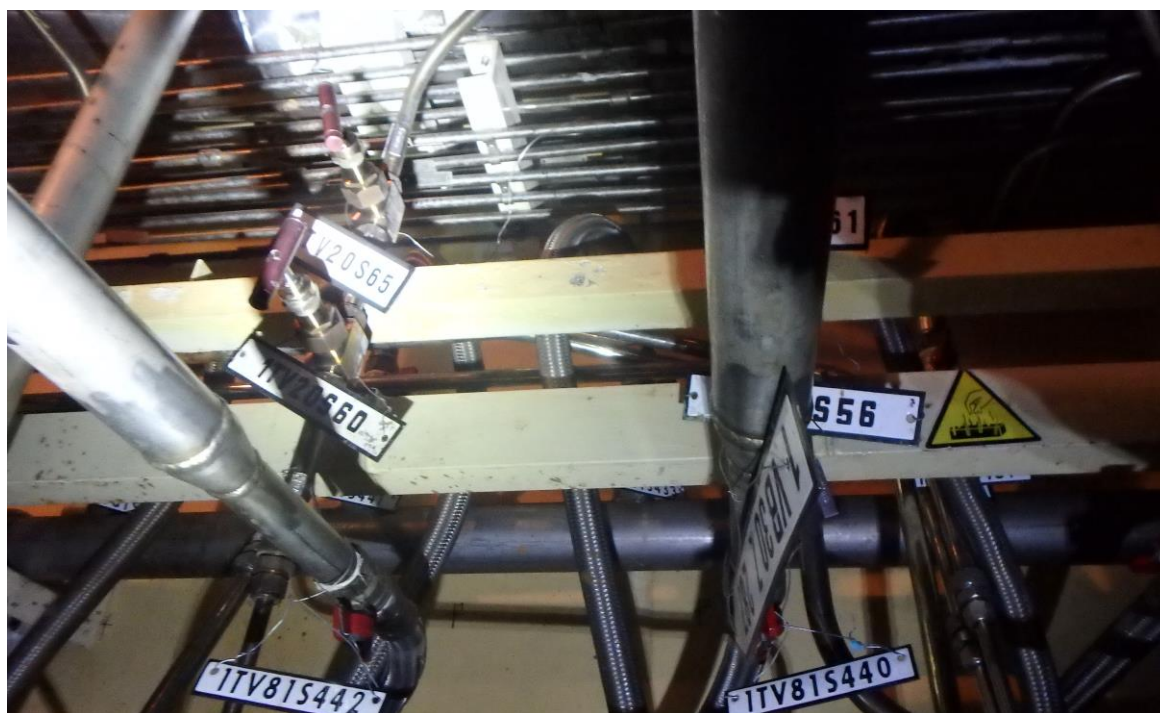


Obr. 4. Pokračování společnou trasou odvodu přes tlakovou obálku, hraniční armatury RY11-14S06,07 [22].



Obr. 5. Vyústění potrubí RY odluhu v místnosti A037 do žlabu odběru vzorku TV20 [22].

Dlouhodobé odpouštění odluhu PG přímo na podlahu, resp. přes gulu umístěnou na podlaží -4.20 m není možné, protože v SBO podmínkách dojde k zaplavení spodního podlaží reaktorovny. Proto je nezbytné hledat trasu vedoucího z budovy reaktoru. Takové potrubí se nachází v blízkosti místnosti A 037 a jedná se potrubí *technické vody důležité* VF60Z03, DN600 [22], které ústí do bazénů rozstříku. V tomto případě se nabízí napojit trasu odkalu RY11-14Z03.1 až 03.4 do přívodních potrubí (DN10) vzorků do odběrového žlabu TV20 v místnosti A037; situace je ukázána na obrázku 6. Odtud tlakovou hadicí, jako *prostředek DAM* podle předpisu [21], na chodbu a do rozvodu *technické vody důležité*. Na potrubí *technické vody důležité* lze hadici odluhu připojit k odběrové trase VF60Z90 (DN25) přes ruční ventil VF60S275, na chodbě A017/2; situace je ukázána na obrázku 7. S ohledem k parametrům i dimenzi lze vytvořit propojení s *prostředky DAM*. Přičemž se s podobnými propojeními pro dodávku chladicí vody standardně uvažuje v [21]. Jmenovitě se v tomto případě jedná o svěrné spojky, motorovou úhlovou brusku a 40m odolné pryžové hadice DN25, PN40.



Obr. 6. Situace v A 037, připojovací místa na hadice na potrubí vedoucí do odběrového žlabu TV20.

Na základě pochůzky a údajů z dokumentace [22] byl proveden výpočet hydraulického odporu navržené trasy. Celá odluhovací trasa sestává ze tří přibližně 50 metrových úseků nerezových potrubí se světlostí DN25, DN80, DN10mm a dále 40 m gumové hadice DN25. Výpočet byl proveden s velkou mírou konzervatismu podle technické dokumentace [23,24]. Celková tlaková ztráta uvažované trasy při průtoku 0.862 m³/h nedosáhne ani 0.54 MPa. Průtok pro udržení mezní koncentrace solí bude při celkovém tlakovém spádu 2.30 MPa. Přičemž 2.0 MPa je tlak v PG a dalšími 0.3 MPa,

přispěje 30 m výškového rozdílu mezi PG a hladinou v bazénech *technické vody důležité*.



Obr. 7. Předpokládané připojovací místo hadice odluhu do trasy VF60Z90.

6. Úkoly, které je třeba ověřit před implementací navrhovaného řešení

Na základě předběžných posouzení návrhu kolektivem expertů se ukázalo, že před zavedením do praxe je třeba si ujasnit a také otestovat:

1. Ověřit trendy rozvoje interkrystalických poruch použitých austenitických ocelí v kotelní vodě s 300 mg/L a vyšším obsahem chloridů.
2. Ověřit trendy rozvoje interkrystalických poruch oceli 08Ch18N10T v horkém roztoku s obsahem 300mg/L chloridů za spolupůsobení síranů o koncentraci 600 mg/L.
3. Ověřit rychlosti štěrbinové koroze u zaválcovaných a zavařených spojů trubek z oceli 08Ch18N10T v horkém roztoku s obsahem 300 mg/L a chloridů za spolupůsobení síranů o koncentraci 600 mg/L.
4. Zajistit vypracování příslušných rozhodovacích postupů a propozic k nastavení systémů pro obsluhující personál. S uvažováním počet těsných parogenerátorů a velikost rezervy surové vody.
5. Připravit *prostředky DAM* pro dálkové otevírání armatur RY11-14S03,06,07, které jsou uvnitř kontejnmentu. Dále připravit propojení potrubí odkalu do systému technické vody důležité.
6. Navrhnout jednoduchý postup a *prostředky DAM* pro nastavení a kontrolu odpovídající velikosti odluhu.

7. Závěr

Předložený návrh představuje doplnění již zpracovaných ***návodů pro rozsáhlé poškození*** [14]. Popsané řešení dále zvyšuje bezpečnost jaderného zařízení. Konečným výsledkem jeho aplikace je snížení rizika časně ztráty těsnosti primárního okruhu v důsledku intenzivní mezi krystalické koroze trub, resp. štěrbinové koroze zaválcovaných spojů v parogenerátoru. Jeho implementací se sníží akutní riziko úniku primárního chladiva přes parogenerátor a PSA do atmosféry. Provozní schopnost parogenerátoru chrání před korozním poškozením, udržováním obsahu chloridů i síranů v kotelní vodě na nejnižší rozumně dosažitelné úrovni v souladu s principem ALARP [1-3].

Zároveň uvedeným způsobem nedochází k úplné ztrátě chladiva. Logicky, užití méně jakostního chladiva odsouváme na dobu, kdy se sníží zbytkový výkon, a tím se sníží i tepelné namáhání teplosměnných ploch. Mezitím se radioaktivním rozpadem redukuje i inventář radionuklidů v plynné fázi (jód 131), který by mohl předčasným roztěsněním primárního okruhu, v důsledku ztráty chlazení uniknout. Udržováním těsného I.O. redukuje zdrojový člen, vzniklý jako důsledek havárie. Odluhování PG tak obecně přispěje k udržení radioizotopů uvnitř jaderného zařízení.

Ze shora uvedených rezerv chladiva a jeho spotřeby je patrné, že na rozhodnutí a přípravu trasy pro odluhování zbude od začátku události dostatek času, 192, resp. 223 hodin. Navíc bude-li zvoleno odluhování parogenerátoru do bazénů rozstříku, chladivo bude zachováno pro další použití, i když jeho jakost zahuštěním solí poklesne. Nezanedbatelný přínos popsaného řešení představuje i možnost ručního ovládnutí, resp. regulace armatur odluhování každého jednotlivého parogenerátoru z místnosti, která se nachází v dostatečné vzdálenosti od kontejnmentu. Odluhovaná voda z PG, s potencionálním obsahem suspendovaných radioaktivních částic, zůstává uvnitř jaderného zařízení - v bazénech *technické vody důležité*.

Literatura

- [1] PROCHÁZKOVÁ, D. *Strategické řízení bezpečnosti území a organizace*. ISBN 978-80-01-04844-3. Praha: ČVUT 2011, 483 p.
- [2] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost kritické infrastruktury*. ISBN: 978-80-01-05103-0. Praha: ČVUT 2012, 318p.
- [3] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost složitých technologických systémů*. ISBN 978-80-01-05771-1. Praha: ČVUT 2015, 208 p.
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Design of the Reactor Coolant System and Associated Systems in Nuclear Power Plants*. IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.9, IAEA. Vienna: IAEA 2004. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1187_web.pdf

- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Safety of Nuclear Power Plants: Design, IAEA Safety Standards Series No. SSR-2/1. Vienna: IAEA 2012. [https:// www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1534_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1534_web.pdf)
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Design of the Reactor Coolant System and Associated Systems in Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.9*. Vienna: IAEA 2004. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1187_web.pdf
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GS-R-2*. Vienna: IAEA 2002. [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/ Pub1133_scr.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1133_scr.pdf)
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Design of Emergency Power Systems for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.8*. Vienna: IAEA 2004. [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub 1188web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1188web.pdf)
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Site Survey and Site Selection for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. SSG-35*. Vienna: IAEA 2015. <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1690Web-41934783.pdf>
- [10] SUJB. *Národní Akční Plán na posílení jaderné bezpečnosti jaderných zařízení v České republice*. Praha: SÚJB 2018. [https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs /dokumenty/Cesky_NAcP_Rev3_final.pdf](https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/Cesky_NAcP_Rev3_final.pdf)
- [11] ČEZ. *Primární část je VVER 1000, díl I, základní zařízení primárního okruhu*. BRNO: ČEZ 2008, 599 p., Archiv ČEZ, a. s.
- [12] ČEZ, a. s., Jaderná elektrárna Temelín.- *Celoblokový předpis pro doplňování vody do PG z TX10B01 mobilním čerpadlem 0TC033R1/DZ01, příloha 17*. Praha: ČEZ 2018, 9p., Archiv ČEZ, a. s.
- [13] ČEZ, a. s., útvar Příprava JE. *Primární část JE VVER 1000, díl III., pomocné systémy*. BRNO: ČEZ 2008, 601 p., Archiv ČEZ, a. s.
- [14] ČEZ, a. s., útvar Příprava JE. *Sekundární část JE VVER 1000, díl II*. Brno: ČEZ 2011, 442 p., Archiv ČEZ, a. s.
- [15] ČEZ, a. s., útvar Příprava JE. *Sekundární část JE VVER 1000, díl III*. Brno, 2010, 281 p., Archiv ČEZ, a. s.
- [16] ČEZ, a. s., Jaderná elektrárna Temelín. *Předprovozní bezpečnostní zpráva ETE, část 5.4.2, aktualizace 2010,*. Archiv ČEZ a. s.
- [17] ČEZ, a. s., Jaderná elektrárna Temelín. *Celoblokový předpis pro doplňování vody do PG z TX10B01 mobilním čerpadlem 0TC033R1/DZ01, příloha 27*. Praha: ČEZ 2018, 16p., Archiv ČEZ, a. s.
- [18] ČEZ, a. s., Jaderná elektrárna Temelín. *Informační systém CHEMIS*. Praha: ČEZ 2019. www.cez.cz
- [19] MINISTERSTVO RUSKOY FEDERECII PO ATOMONNOY ENERGII. *Armatura dlya oborudovania i truboprovodov atomnykh stanciy, obschcchiye techniceskiye trebovaniya, OTT-87/91*. Moskva: Rosatom 2004, 140p.

- [20] HÜBNER, P. *Úprava vody v energetice*. ISBN 978-80-7080-746-0. Praha: VŠCHT, 2010, 296 p.
- [21] ČEZ, a. s., Jaderná elektrárna Temelín. Celoblokový provozní předpis, místní manipulační listy pro použití prostředků DAM0TC033R1/DZ01, příloha 6. Praha: ČEZ 2018, 28 p., Archiv ČEZ, a. s.
- [22] ČEZ, a. s., Jaderná elektrárna Temelín. *Informační systém GADUS*. Praha: ČEZ 2019. www.cez.cz
- [23] ČERNÝ, V., JANEBA, B., TEYSSLER, J. *Parní kotle*. Technický průvodce. Praha: SNTL 1983. 858p.
- [24] TZBINFO. <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/87-vypocet-tlakove-ztraty-trenim-v-potrubi>

PROBLÉMY BEZPEČNOSTI AUTOMATIZACE ŘÍZENÍ AUTOMOBILŮ

ISSUES OF VEHICLES AUTONOMOUS DRIVING SAFETY

Tomáš Kertis¹⁾, Dana Procházková²⁾

¹⁾ ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Konviktská 20, Praha 1

²⁾ ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Technická 4, Praha 6

Abstrakt: Automobilový průmysl se kromě snahy o snižování emisí soustřeďuje na funkce aktivní a pasivní bezpečnosti i služeb pro zvyšování komfortu řidiče při řízení. Především funkce aktivní bezpečnosti, které mohou zasahovat do řízení, se stávají pro řidiče systémy kritickými, a při zvyšování automatizace řízení vozidla, roste jejich kritičnost.

Předložená práce se soustřeďuje na analýzu legislativy, její porovnání s dobrou inženýrskou praxí v dané oblasti, a na posouzení její shody s řešením automatizace v dalších průmyslových sektorech. Cílem je nalezení slabých míst v legislativě a v systému vývoje, a navržení opatření pro autonomní řízení do provozu systémů důležitých pro aktivní bezpečnost vozidel. Pro budoucnost automobilizmu a dosažení jisté úrovně autonomního řízení je nutné pro řešení očekávaných konfliktů zpracovat plán řízení rizik, a to jak pro vozidlo, tak pro řízení dopravní infrastruktury.

Klíčová slova: autonomní řízení; automatizace; automobilový průmysl; bezpečnost; aktivní bezpečnost; funkční bezpečnost; SOTIF.

Abstract: In addition to reducing the emissions, the automotive industry focuses on the functions of active and passive safety as well as services to increase driver comfort while driving. In particular, the functions of active safety, which can interfere with the driving, become critical systems to the driver, and in increasing the automation of vehicle control, their criticality grows.

The work submitted focuses on the analysis of legislation, its comparison with good engineering practice in the field and on the assessment of its compliance with automation solutions in other industrial sectors. The aim is to find weaknesses in the legislation and in the system of development, and to propose measures for the autonomous management of operating systems relevant to active vehicle safety. For the future of the automobile and the achievement of a certain level of autonomous management, it is necessary to process a risk management plan for the resolution of expected conflicts, both for the vehicle and for the management of transport infrastructure.

Key words: autonomous control; automation; automotive industry; safety; active safety; functional safety; SOTIF.

1. Úvod

Trendy rozvoje automobilového průmyslu vedou jak ke snižování emisí pomocí elektromobility, tak k zavádění elektronických technologií do vozidel pro zvyšování komfortu a zajištění aktivní i pasivní bezpečnosti vozidla. Nedílnou součástí rozvoje automobilismu je zvyšování úrovně autonomního řízení. Autonomní řízení pomocí elektronických prvků zasahuje do řízení vozidel a v některých případech, ve kterých dochází ke konfliktu zájmů z pohledu zabezpečení vozidla a bezpečnosti okolí, může při nesprávném nastavení priorit přímo ohrozit řidiče, jedná se např. o funkce stabilizačních systémů, brzdových asistentů, protiblokovacích či anti-skluzových systémů, hlídání jízdního pruhu, pro automatické nouzové brzdění, airbagy, (adaptivní) tempomaty, automatické ovládání světlometů aj. Každý z uvedených systémů svojí funkcí má při nesprávném zprovoznění potenciál ohrozit řidiče i bezpečnost provozu na pozemní komunikaci.

Dosavadní praxe ukazuje, že při zvyšování úrovně automatizace řízení, řidič více spoléhá na elektroniku a je nesprávným zprovozněním uvedených systémů a svou nepozorností ohrožen. Předložená práce se ovšem zabývá druhým typem hrozby, kterou je selhání technologií, při kterém jsou reakce řidiče značně omezené, či je zcela vyloučeno, aby řidič při takovém selhání předešel nehodě. Navíc v rámci trendu k autonomnímu řízení, elektronika může mít roli, ve které zcela přebírá zodpovědnost za rozhodování, i v případě kritických podmínek.

Autoři předmětné práce se zabývají analýzou legislativy a jejím porovnáním s dobrou inženýrskou praxí aplikovanou při aplikaci moderních přístupů k řízení bezpečnosti v jiných průmyslových oblastech. Na základě dané analýzy a porovnání práce uvádí seznam slabých míst, ve kterých lze očekávat selhání zaváděných technologií. Z hlediska trendu autonomního řízení je nutné předmětná místa patřičně ošetřit, a pro snížení nehodovosti ve spojení se zaváděním nových technologií v automobilismu použít účinné nástroje pro práci s riziky zacílené na integrální bezpečnost, tj. bezpečnost technického díla i jeho okolí.

2. Principy řízení bezpečnosti v automobilovém průmyslu

Podrobnější popis problematiky bezpečnosti v dopravě a v různých dopravních módech je popsán v pracích [1-3], kde je bezpečnost definována jako soubor opatření a činností prováděných lidmi k zajištění bezpečí. Systémy řízení bezpečnosti zavádí proaktivní přístupy k řízení bezpečnosti v oblastech plánování, provozování, kontroly a korektivního řízení uvedených prostředků. Technické prostředky jsou vedle organizačních, politických i finančních zajištění pouze jednou z mnoha skupin prostředků pro zajištění bezpečnosti. Celková bezpečnost systému, v našem případě automobilu a silničního provozu závisí na mnoha aspektech a oblastech kvality, jde o bezpečnost konstrukcí, požární bezpečnost, funkční bezpečnost, zabezpečení, ergonomii aj.

Systémy řízení bezpečnosti v dopravě jsou dle [1] částečně definovány Evropskými směnicemi a příslušnou legislativou členských zemí. Legislativa je rozdělená pro každou oblast dopravy zvlášť a je velmi stručná nebo v mnoha případech příliš obecná.

V automobilové resp. silniční dopravě nejsou dosud definované žádné legislativní ani normativní požadavky na zavádění uceleného systému řízení bezpečnosti.

Automobilový průmysl je zaměřen na masovou výrobu. Přitom z hlediska zisku se požaduje vysoká míra modularity (tj. použitelnosti jednotlivých komponent vozidla pro více různých modelů v jiných konfiguracích). Z důvodů úspory místa, požadavků na uspořádání komponent a jejich návaznost, není ve všech případech možné pro jednotlivé bezpečnostní funkce vytvářet samostatné zabezpečovací jednotky. Z uvedených důvodů se bezpečnostně relevantní funkce integrují do technických zařízení, která vykonávají více různorodých funkcí, což není v jiných odvětvích funkční bezpečnosti technických děl, protože se musí prokazovat funkční nezávislost různých úrovní integrity bezpečnosti [3].

Ve sledovaném případě jde o systémy postavené dle konceptu integrované bezpečnosti na rozdíl od mnoha průmyslových oblastech, ve kterých se upřednostňují externí ochranné (zabezpečovací) systémy. Koncept integrované bezpečnosti je uplatněn i v případě, kdy nelze externím zařízením zaručit bezpečný stav při poruše (tzv. inherentní bezpečnost), proto je zde nutné zajistit především bezpečný řídicí systém [1,4]. Někteří výrobci automobilů se zaměřují na implementaci integrální bezpečnosti vztažené na zabezpečení lidí ve vozidle, jde ve skutečnosti o volbu z více nástrojů zabezpečení. Proto má integrovaná a integrální bezpečnost v automobilovém průmyslu jiný význam než terminologie v jiných technických oblastech [1]. Oproti jiným průmyslovým oblastem, automobilový průmysl zavádí specifické pojetí rizika, které kromě výše ohrožení (závažnost) a pravděpodobnosti výskytu (možnost výskytu) [5] zvažuje ještě další faktor, kterým je ovladatelnost či zvladatelnost, čímž vyjadřuje existenci konfliktů, které nelze vyloučit. Je definované vztahem:

$R = \text{závažnost} \times \text{možnost výskytu} \times \text{zvladatelnost}$.

Složka zvladatelnost je pro automobilový průmysl specifická a vyjadřuje existenci role řidiče, jako člověka zodpovědného za řízení vozidla, a to i v případě selhání technologií.

2. Aktivní/pasivní bezpečnost a autonomní řízení

Prvky aktivní bezpečnosti v silniční dopravě označují systémy, technická zařízení a vlastnosti vozu, které **pomáhají zabránit nebo předejít dopravním nehodám [6]**. V souladu s koncepty v jiných průmyslových oblastech [7] mají předmětné prvky aktivní bezpečnosti schopnost zasahovat do řízení, tj. plnit vybrané funkce řídicího systému na základě zpětné vazby ze systému řízeného. Z výše uvedeného je patrné, že prvky aktivní bezpečnosti jsou kritickými systémy, které ovlivňují bezpečnost, a protože mohou způsobit selhání vozidla, tak v praxi je třeba regulovat jejich kritičnost na přijatelnou míru.

Prvky pasivní bezpečnosti na rozdíl od aktivních prvků plní svojí roli až v okamžiku havárie; jejich cílem je snížit následky nehody [6]. Ačkoliv prvky pasivní bezpečnosti v normálních provozních podmínkách přímo nezasahují do řídicího systému, při svém

selhání mohou řídicí i řízený systém ohrozit (např. samovolné spuštění airbagu za jízdy).

Mezinárodní návrh terminologie a definic pro automatizaci řízení silničních motorových vozidel [8] zmiňuje, že prvky aktivní bezpečnosti nepřebírají odpovědnost řidiče, pouze pomáhají předejít nehodě, a proto je nelze považovat za systémy automatického řízení (ADS). Standard [8] definuje úroveň automatizace řízení, které s automatizací řízení **nepřímo** souvisí. Dle zmíněného standardu plně automatizované vozidlo ještě neznamená plně autonomní vozidlo, které je nezávislé například na dispečinku. Standard [8] definuje následující úrovně:

1. Kategorie / úroveň 0 – bez automatizace: řidič má plnou kontrolu nad řízením, ačkoliv může být podpořen prvky aktivní bezpečnosti.
2. Kategorie / úroveň 1 – asistence řidiči: ADS plně a za specifických podmínek zasahuje do řízení buď v postranním (z angličtiny lateral) nebo podélném (z angličtiny longitudinal) směru řízení (tj. řízení nebo akcelerace), s předpokladem, že má řidič plnou odpovědnost za řízení, a aktivně do řízení zasahuje (zatáčení, akcelerace); příkladem jsou adaptivní tempomaty nebo asistent pro hlídání jízdního pruhu.
3. Kategorie / úroveň 2 – částečná automatizace řízení: ADS plně a za specifických podmínek zasahuje do řízení jak v postranním, tak i v podélném směru (z angličtiny lateral and longitudinal motion control), s předpokladem, že řidič při plné bdělosti zodpovídá za sledování jízdy, jízdních podmínek a může kdykoliv (především v případě nežádaných situací) řízení převzít; tj. například automatický parkovací asistent.
4. Kategorie / úroveň 3 – podmíněná automatizace řízení: ADS plně a za specifických podmínek zasahuje do řízení jak v postranním, tak i podélném směru (z angličtiny lateral and longitudinal motion control), s předpokladem, že ADS monitoruje okolí a jízdní podmínky, přičemž řidič je stále zodpovědný za hlídání správné funkce ADS a může kdykoliv (především v případě snížení výkonu ADS či v případě poruchy) řízení převzít; tj. například autopiloti pro jízdu na dálnici či v kolonách.
5. Kategorie / úroveň 4 – vysoká automatizace řízení ADS: ADS za specifických podmínek plně řídí vozidlo, řidič přebírá řízení pouze tehdy, je-li systémem vyzván.
6. Kategorie / úroveň 5 – plná automatizace řízení: ADS plně a nepodmíněně ovládá vozidlo, není zde zapotřebí žádné interakce řidiče.

Ve výše uvedených definicích si lze povšimnout, že standard [8] neudává stupeň autonomního řízení, tj. míry, se kterou si s danou automatickou funkcí poradí systém vozidla sám bez interakce s řidičem, dispečerem či infrastrukturními systémy nebo okolními vozidly. Zároveň standard pro jednotlivé stupně automatizace neudává limity a podmínky pro jejich provoz.

Může se zdát, že kategorie 5 pro nepodmíněný automatický provoz je provozuschopná za jakýchkoliv podmínek, ovšem každý systém má stanovené své limity a podmínky [3,7], za kterých může vykonávat své funkce bezpečně. V případě selhání i na úrovni 5 je zapotřebí uvažovat nouzové plány pro řešení nouzových situací, tj. požadovat zásah provozovatele služby automatizovaného řízení, provozovatele infrastruktury a v případě nutnosti dokonce i složek integrovaného záchranného systému.

3. Legislativa pro řízení bezpečnosti v automobilovém průmyslu

Jak již bylo zmíněno v předešlé kapitole, v automobilové, resp. silniční dopravě nejsou definované žádné legislativní ani normativní požadavky na zavádění uceleného systému řízení bezpečnosti, kromě zákona č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích [9].

Pro zvyšování bezpečnosti se v současné praxi uplatňují velmi konkrétní technické a organizační požadavky. Automobilový průmysl zavádí systémy řízení kvality ISO/TS 16949 [10] založený na standardu ISO 9001 [11] nebo uplatňuje německou normu kvality pro automobilový průmysl VDA [12]. Pro elektronické systémy pak požadavky na řízení rozšiřuje o standard funkční bezpečnosti ISO 26262 [13] založený na průmyslovém standardu pro elektrické / elektronické / programovatelné systémy E/E/PE, tj. EN 61508 [14].

Vzhledem ke zvyšování automatizace a zavádění pravděpodobností a heuristik, např. pro detekci objektů, i v oblasti prvků aktivní bezpečnosti, standard pro funkční bezpečnost (z angličtiny Functional Safety - FuSa) dle ISO 26262 [13] přestává v současnosti pokrývat potřebnou oblast, a proto byla v roce 2018 vydaná nová norma a to s názvem „Bezpečnost určené funkce“ (z angličtiny Safety of Intended Functionality - SOTIF), ISO/PAS 21448 [15].

Rozdíl mezi funkční bezpečností ve smyslu (FuSa) a bezpečností určené funkce (SOTIF) je zásadní. FuSa se zabývá především formalizováním a zaváděním kvality s použitím co nejvíce deterministických bezpečnostních mechanismů pro eliminování náhodné či systémové poruchy systému (elektroniky), která vede k selhání sledované bezpečné funkce. To znamená, že se zabývá pouze poruchami elektrických a elektronických zařízení a jejich SW. SOTIF zavádí podobné metody a životní cyklus jako FuSa, ovšem se zaměřením na pravděpodobnostní modely a ověření funkce v pravděpodobných provozních podmínkách s cílem eliminovat řadu očekávaných nebezpečných stavů systému. Dle [15] je FuSa limitována v následujících oblastech:

- neschopnost funkce správně porozumět situaci a pracovat bezpečně; to také zahrnuje funkce, které používají algoritmy strojového učení,
- nedostatečná robustnost funkce s ohledem na změny vstupu senzoru nebo různé podmínky prostředí.

Odstranění nepřijatelného rizika spojeného s očekávanými nebezpečnými stavy systému je dle [15] definováno jako bezpečnost zamýšlené funkce,.

Zdroj [15] zároveň uvádí přehled ISO norem, která zavádí opatření, kterými lze předejít řadě příčin očekávaných nebezpečných událostí; tabulka 1.

Tabulka 1. Přehled bezpečnostně relevantních témat adresovaných různými standardy ISO. E/E označuje elektrické a elektronické zařízení.

Místo původu nebezpečí	Příčiny nebezpečí	Řešeno normou
Vnitřní faktory	E/E systémová selhání	ISO 26262

	rozumně předvídatelné zneužití (špatné použití), chyby na rozhraní člověk-stroj (HMI) (např. zmatení uživatele, přetížení uživatele)	ISO/PAS 21448 ISO 26262 Evropské prohlášení s principy na návrh HMI
	Selhání technologie systému	Specifické standardy
Externí faktory	Úspěšné útoky, které zneužijí zranitelností zabezpečení vozidla	ISO 21434 (pouze návrh ISO/SAE CD 21434) nebo SAE J3061
	Problémy dopravní infrastruktury, komunikace mezi vozidly, externích zařízení a cloudových systémů používaných k řízení dopravy.	ISO 2007, ISO 26262
	Změny podmínek v okolí vozidla (jiní uživatelé, pasivní infrastruktura, okolní podmínky: počasí, elektromagnetické vlivy...)	ISO/PAS 21448 ISO 26262

4. Porovnání shody legislativy s praxí

Pro zjištění nedostatků v řízení bezpečnosti vozidel s autonomním řízením je použita výše zmíněná legislativa a metoda kritického porovnání jejich principů s principy používanými v průmyslu a v dalších oblastech dopravy [1].

Srovnání identifikovalo následující slabá místa:

1. Chybí systém řízení bezpečnosti na vyšší úrovni řízení, tj. chybí efektivní dohled nad technickým stavem vozidel a infrastruktury automatizovaného / autonomního řízení. Stanice technické kontroly (STK) nemají prostředky na kontrolu komplexních systémů. Zároveň není kladen důraz a není řádně řízena nezávislost hodnocení bezpečnosti systémů nezávislými hodnotiteli a následná akceptace systému (tj. systému automatizovaného / autonomního řízení, komponent automobilu).
2. Chybí rozdělení odpovědností za bezpečnost a spolehlivost systémů automatizace řízení a autonomního řízení, tj. odpovědnost za technický stav, nežádoucí chování systému, který je komplexní a interaguje s okolními systémy. Odpovědnost za řízení rizik, monitoring, zavádění nápravných opatření.
3. Definice autonomního řízení v návrhu standardu [8] zohledňuje úroveň automatizace, které za jistých podmínek závisí na: silné vazbě a interakcích s infrastrukturou; kvalitě monitoringu a řešení nouzových situací dispečinkem. V uvedeném případě nejsou jednoznačně stanovené hranice mezi systémy a vzniká nebezpečí výskytu selhání kvůli možným problémům na rozhraní systémů (jiných kritičností, funkční logické či fyzikální povahy, rozhraní rozdělení odpovědností provoz a servis).
4. Problém rozhraní mezi funkční bezpečností (FuSa) a bezpečnosti určené funkce (SOTIF) – FuSa je zaměřen pouze na elektroniku a pro SW pouze pro eliminaci systematických chyb SW. Pro FuSa není jednoznačně stanovené, co je míněno

systematickou chybou SW v porovnání se SOTIF, tj. hranice mezi bezpečností funkce (FuSa) a jejím jmenovitým výkonem.

5. Problém aplikace heuristik a umělé inteligence při automatizaci řízení ve spojení s odpovědností za průkaz bezpečnosti a jeho obsah a odpovědností za špatné rozhodnutí systému. V návaznosti na předcházející bod 4, konflikt nastává při stanovení vyšší integrity bezpečnosti na algoritmy založené na pravděpodobnosti a heuristice. Chyba v předmětných algoritmech (SW) může být interpretovaná jako chyba systematická, tj. relevantní k funkční bezpečnosti (FuSa) nebo jako chyba ve vztahu k jmenovitému výkonu funkce (SOTIF), tj. u kterého rozhodují limity a podmínky systému, či stanovené odpovědnosti, které jsou řízené podle zájmů výrobce a dodavatele systému, tj. ne na základě celkové bezpečnosti systému, která odráží veřejný zájem.
6. Chybí ucelená legislativa pro ostatní oblasti bezpečnosti (ergonomie, nesprávné použití systému, zabezpečení, kybernetické bezpečnosti) a řešení konfliktů mezi jednotlivými oblastmi.
7. Hodnocení bezpečnosti je řízeno průmyslem – tj. výrobcem, dodavatelem. Není povinnost dodat hodnocení od nezávislých posuzovatelů ve veřejném zájmu. Výrobce automobilu také nemusí posuzovat bezpečnost úrovně automatizace v případě infrastrukturních návazností a funkcí.
8. Chybí ucelená metodika, prostředky a organizace pro vyšetřování havárií s přítomností automatizovaných systémů podobná např. směrnici pro vyšetřování leteckých nebo železničních nehod, kterou má Drážní úřad, nebo směrnice, které používají v USA NTBS – angl. National Transportation Safety Board) [16-18].
9. Přístup k riziku z pohledu funkční bezpečnost obsahuje složku zvládnutelnosti, která umožňuje snížit riziko převedením odpovědnosti na řidiče, aniž by předmětné riziko bylo řidičem akceptováno (řidič ji akceptuje nákupem automobilu, aniž by si byl vědom technických závad a možných dopadů). V případě vyšší úrovně automatizace bude riziko převedeno na neznámou třetí stranu (dispečink služby, pasažér, ostatní elektronické systémy s nulovou složkou zvládnutelnosti).

Slabá místa současné legislativy uvedená v předchozích bodech se již v praxi projevují. Příkladem jsou následující havárie automobilů vyšší úrovně automatizace v USA se smrtelnými následky [16-19]; obrázky 1-3.

Podobné problémy s technologií se projevují již delší dobu i u automatizace nižšího stupně a pasivní bezpečnosti, např. nežádané spuštění airbagů [20] nebo zablokovaný tempomat [21].

5. Závěr

Předložená práce se zabývá principy řízení bezpečnosti v automobilovém průmyslu a příslušnou legislativou. Předmětnou legislativu analyzuje a porovnává s praxí a oblastmi jiných průmyslových odvětví. Výsledkem je seznam slabých míst v legislativě, které dovolují v praxi nedostatky, které významně ovlivňují řízení bezpečnosti provozu automobilů s elektronickými systémy a vyšší úrovní automatizace a autonomie.

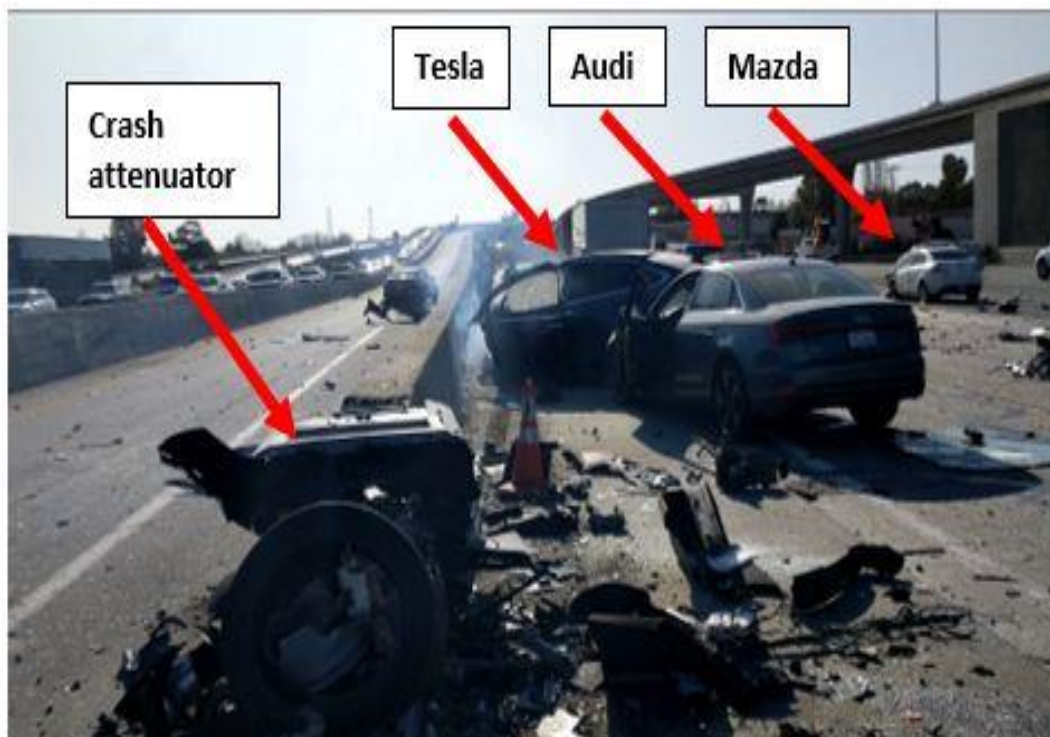
Slabá místa současné legislativy uvedená výše se již v praxi projevují, jak ukazují příklady na obrázcích. Je nutné zavést patřičná opatření pro zvýšení bezpečnosti



Obr. 1. Střet automobilu značky Tesla s návěsem při automatizaci úrovně 2; důsledek - úmrtí řidiče [16].



Obr. 2. Střet automobilu značky Volvo ze systémem úrovně 3 provozovaným firmou Uber s chodcem, úmrtí chodce [17].



Obr. 3. Náraz automobilu Tesla s úrovní automatizace 2 do betonové zátarasy s tlumičem nárazu (angl. Crash attenuator) na dálnici s následnou srážkou ostatních vozidel, úmrtí řidiče vozu Tesla a zranění řidičů vozů Audi a Mazda [18].

vozidel, a tím i automobilové dopravy jako celku. Pro automatizaci či autonomizaci vozidel bude řešení analyzovaných bodů nezbytné. Nástrojem pro snížení rizik vyplývajících, jejichž příčinami jsou zjištěná slabá místa, je vypracování plánu pro řízení rizik, který musí být též řízen z nejvyšší úrovně státu, resp. větších územních celků. V České republice je dle zákona ve věcech bezpečnosti a plynulosti provozu na pozemních komunikacích zodpovědné Ministerstvo vnitra a Policie České republiky. Ovšem na úseku celkové bezpečnosti hrají roli další orgány a také kultura bezpečnosti, kterou dodržují všichni zúčastnění [3].

Poděkování: Autoři děkují za podporu EU a MŠMT, grant na projekt RIRIZIBE, CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_018/0002649.

Literatura

- [1] KERTIS, T. Porovnání přístupů pro řízení bezpečnosti v dopravě. In: *Rizika podnikových procesů 2016*. ISBN 978-80-01-06033-9. Praha: ČVUT 2016, pp. 34-59.
- [2] PROCHÁZKOVÁ, D. *Strategické řízení bezpečnosti území a organizace*. ISBN:978-80-01-04844-3. Praha: ČVUT, 2011, 483p.
- [3] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost složitých technologických systémů*. ISBN: 978-80-01-05771-1. Praha: ČVUT 2015, 208p.

- [4] BAUFRETON, P. et al. *Multi-domain Comparison of Safety Standards*. <http://web1.see.asso.fr/erts2010/Site/0ANDGY78/Fichier/PAPIERS%20ERTS%202010/Corrected-Blanquart.PDF>
- [5] PROCHÁZKOVÁ, D. *Analýza a řízení rizik*. ISBN: 978-80-01-04841-2. Praha: ČVUT 2011, 405p
- [6] BESIP. <https://www.ibesip.cz>
- [7] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J., LUKAVSKÝ, J., BERAN, V., ŠINDLEROVÁ, V. *Řízení rizik procesů spojených se zhotovením technického díla a jeho uvedením do provozu*. ISBN 978-80-01-06609. Praha: ČVUT 2019, 207p. <http://hdl.handle.net/10467/84466>
- [8] SAE. *J3026. Surface Vehicle Recommended Practice. Taxonomy and Definition for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Board Motor Vehicle – Revised Jun2018*. Society of Automotive Engineers (SAE) International 2018.
- [9] ČR. *Zákon o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb.*
- [10] ČR. *ČSN ISO/TS 16949 (01 0329) Systémy managementu jakosti - Zvláštní požadavky na používání ISO 9001:2000 v organizacích zajišťujících sériovou výrobu a výrobu náhradních dílů v automobilovém průmyslu*. Praha: ČNI 2001.
- [11] ČR. *ČSN EN ISO 9001:2009 (01 0321). Systémy managementu kvality – Požadavky*. Praha: ÚNMZ 2009.
- [12] VDA. *Qualitäts Management Center im Verband der Automobilindustrie e.V. Berlín*, <http://vda-qmc.de>
- [13] ISO. *ISO 26262-1:2018 Road Vehicles -- Functional Safety -- Part 1: Vocabulary*. Geneva: ISO 2018
- [14] ČR. *ČSN EN 61508-1 ed. 2 (180301). Funkční bezpečnost elektrických/elektronických/ programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností – Část 1: Všeobecné požadavky*. Praha: ÚNMZ 2005.
- [15] ISO. *ISO/PAS 21448 Road Vehicles — Safety of the Intended Functionality (SOTIF)*. Geneva: ISO 2018.
- [16] NTSB. *Highway Preliminary Report: HWY19FH008*. <https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Pages/HWY19FH008-preliminary-report.aspx>
- [17] NTSB. *Highway Preliminary Report: HWY18MH010*. <https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Pages/HWY18MH010-prelim.aspx>
- [18] NTSB. *Preliminary Report: Crash and Post-crash Fire of Electric-powered Passenger Vehicle*. <https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Pages/HWY18FH011-preliminary.aspx>
- [19] WIKIPEDIA. *List of Self Driving Car Fatalities*. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_self-driving_car_fatalities

- [20] CATO, J. *The Fatal, Unintended Consequences of Airbags*. <https://www.the-globeandmail.com/globe-drive/news/trans-canada-highway/the-fatal-unintended-consequences-of-airbags/article21237185/>
- [21] MOTORCOM. *Škoda řeší neobvyklý průšvih, zaseklý tempomat Octavie měl zabít řidiče*. <https://www.autoforum.cz/zajimavosti/skoda-resi-neobvykly-prusvih-zasekly-tempomat-octavie-mel-zabit-ridice/>

ČIŠTĚNÍ VNITŘNÍCH POVRCHŮ ENERGETICKÝCH SOUSTAV A RIZIKA ZANEDBANÉ ÚDRŽBY

CLEANING THE INTERNAL SURFACES OF ENERGY SYSTEMS AND RISKS OF NEGLECTED MAINTENANCE

Jiří Kuchař, Viktor Kreibich

ČVUT v Praze, Fakulta strojní. Technická 4, 166 07, Praha 6.

Abstrakt: Článek pojednává o problematice čištění vnitřních povrchů a rizicích zanedbané údržby. Další kapitola je věnována chemickému čištění chladicího zařízení a jeho následnému vyhodnocení kvality čistoty vyčištěného chladicího zařízení. V poslední řadě článek pojednává o přínosech pro praxi a následuje shrnutí problematiky (závěr).

Klíčová slova: čištění vnitřních povrchů; rizika; zanedbaná údržba.

Abstract: The article deals with the issue of cleaning internal surfaces and the risks of neglected maintenance. The next chapter is devoted to chemical cleaning of cooling equipment and its subsequent evaluation of the quality of cleaned cooling equipment. Finally, the article discusses the benefits for practice and a summary of the issue follows (conclusion).

Key words: cleaning of internal surfaces; risks; neglected maintenance.

1. Úvod

Na kvalitě vyčištění vnitřních povrchů závisí především bezpečnost, životnost a udržitelnost pracovních parametrů průmyslových a energetických zařízení celých náročných systémů v průmyslu i energetice.

Důležitost vyřešení této problematiky stoupá s mírou technické náročnosti zařízení a bezpečnostních rizik provozovaných systémů. To platí jak v problematice dopravy i průmyslových výrobních zařízení, tak především v energetice u otopných a převážně u chladících systémů.

Vzniklé nečistoty a úsady na vnitřním povrchu zařízení jsou obecně tepelným izolantem a brání přestupu tepla. To má za následek omezení účinnosti systémů, zvýšení energetických a tlakových ztrát, ale i omezení možnosti regulace a celkově snížení účinnosti těchto systémů.

Údržba a čištění vnitřních povrchů těchto systémů je obecně obtížná, ale lze ji s potřebnými informacemi a vhodnými způsoby realizovat. Konstrukční řešení průmyslových a energetických zařízení je vždy realizováno z řady rozdílných materiálů

(ocel, litina, mosaz, měď, plasty), a proto je nutné určit takové metody čištění a čisticí prostředky, který žádný z jednotlivých materiálů daného systému nepoškodí [1,2].

Energetická zařízení jsou samostatné funkční celky, které jsou prvkem elektrizační soustavy, plynárenské soustavy nebo rozvodného tepelného zařízení. Podílí se na přeměně, transformaci, či distribuci nebo přenosu energie (např. tepelné výměníky, chladiče, kotle...) [3].

Na energetická zařízení a energetické soustavy jsou kladeny stále větší požadavky z hlediska jejich účinnosti a spolehlivosti, proto je důležitá i pravidelná údržba a čištění. Bezpečné a kvalitní odstranění nečistot i z vnitřního povrchu materiálů je obecně nezbytnou nutností. Vždy se jedná o náročné technologické operace, zejména u vnitřních povrchů s vysokým stupněm bezpečnostních rizik.

2. Rizika zanedbané údržby

V kapitole budou shrnuta hlavní rizika, která mohou nastat při zanedbané údržbě vnitřních povrchů energetických soustav. Hlavní rizika jsou:

- tepelné izolanty v podobě usazenin, korozních produktů, nánosů, kalů, sedimentů, biologických usazenin, které brání přestupu tepla či chladu, a tím zvýšení tepelných ztrát,
- špatná funkčnost nečištěného zařízení, kdy se při nesprávné údržbě zkracuje životnost a zvyšuje riziko poruch,
- ucpání ventilů a dalších regulačních prvků zařízení či soustavy,
- zhoršení účinnosti a výkonnosti energetické soustavy,
- zvýšení nákladů na provoz zařízení i nákladů na opravy.

Posledním důležitým rizikem, které sice nesouvisí se zanedbanou údržbou, ale přímo s čištěním, je velké množství materiálu v dané čištěné soustavě, kde se doposud i dle typu materiálu čištěného zařízení volil způsob čištění. Neznalost a špatná kvalifikace osob může nenávratně způsobit poškození čištěné soustavy [4].

3. Problematika čištění vnitřních povrchů

Pokud se zaměříme na volbu způsobu čištění, je vždy potřeba zvážit všechna kritéria, především v ekologicky šetrných a bezpečných způsobech čištění povrchů. I když se zdá princip mechanického způsobu čištění ekologicky jednodušší a ekologicky šetrnější, vznikají i po čištění těmito metodami odpady, které jsou usazeny na vnitřním povrchu čištěných zařízení a které je též nutno ekologicky zlikvidovat. Omezená délka pracovního nástroje, nepřístupnost pracovního nástroje pro malé průměry teplosměnných ploch trubkových výměníků. Téměř úplná nepřístupnost pro deskové výměníky, či obecné tvary délka čištěného povrchu, a především nutnost demontáže jsou hlavní negativa mechanického čištění vnitřních povrchů.

Povrch i po mechanickém vyčištění, který je v aktivním stavu (vyčištěný, ale s nebezpečím rychlé obnovy tvorby usazenin), by měl být řádně pasivován. A děje se to vůbec či se jen povrch některou z těchto „mechanických“ metod vyčistí a je následně

ponechán v aktivním stavu? Tedy ve stavu rychlé „obnovy“ opětovného korozního zarůstání a poškozování vnitřních povrchů.

A co volba chemických prostředků? Těch je na trhu celá řada. Pro který se rozhodnout? Nezáleží na ceně, ale především na bezpečnosti a rychlosti čištění. Pro většinu čištěných zařízení nelze požadovat dlouho odstávku a některá není vhodné ani demontovat. U systémů náročných průmyslových celků až po systémy v jaderné energetice je i minimální odstávka velmi nákladnou záležitostí. Proto je nutno používat čisticí média, která splňují veškeré zmiňované otázky, a především nepoškodí žádný z čištěných materiálů používaných v systému.

Chemické způsoby čištění mají oproti mechanickým způsobům čištění nevýhodu v tom, že se musí likvidovat nejen odpad usazenin, ale i použitý čisticí prostředek. K tomu musí být přihlédnuto při neutralizaci a ekologické likvidovatelnosti. Naopak tento způsob si obecně (při vhodném čisticím prostředku) poradí téměř s veškerými typy usazenin a znečištění, od znečištění korozí až po biologické znečištění a různé kombinace typů usazenin a nánosů. Výhoda chemického čištění spočívá v tom, že lze použít čisticí prostředky, které obsahují inhibitory koroze, které povrch následně pasivují a brání tak dalšímu koroznímu poškození povrchu a tvorbě usazenin. Starší způsob užívání inhibitorů spočíval v dodatečné pasivaci a další operaci (proplachu systému). Současné trendy vyžadují, aby pasivace byla součástí čištění [5,6].

4. Chemické čištění chladiče

Jak již z předchozí kapitoly vyplývá, chemické čištění je vhodnou volbou k renovaci a údržbě vnitřních povrchů energetických soustav. Dále uvedeme výsledky čištění, které jsme provedli v energetickém podniku.

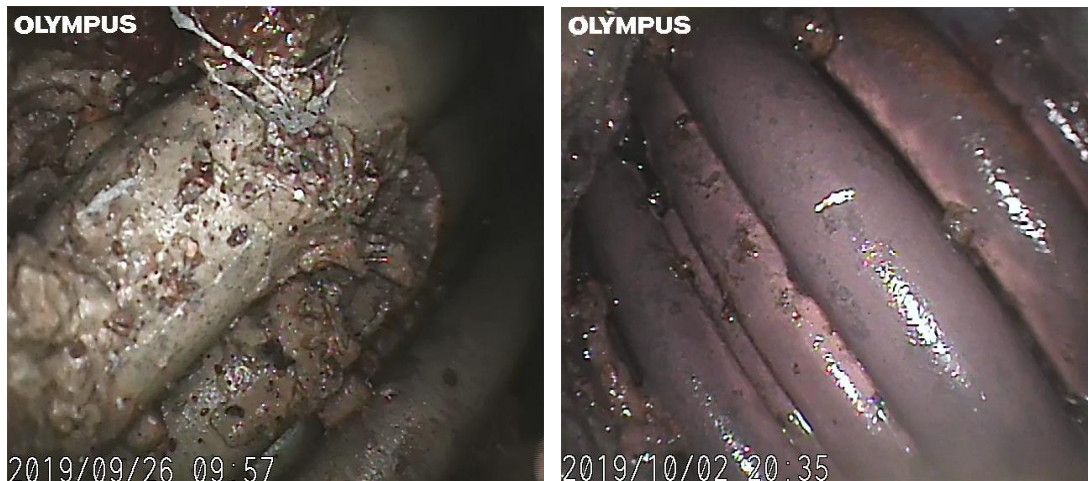
Čištěné chladicí zařízení využívá chladicí systém voda-voda; obrázek 1. V tomto případě byl s výhodou použit čisticí prostředek s názvem Z-fáze, který na rozdíl od doposud používaných prostředků vyčistí povrch, respektive danou soustavu v řádu několika hodin, a ne v řádu dní či týdnů, jak tomu bylo doposud při silně zanesených soustavách vnitřních povrchů energetických soustav.



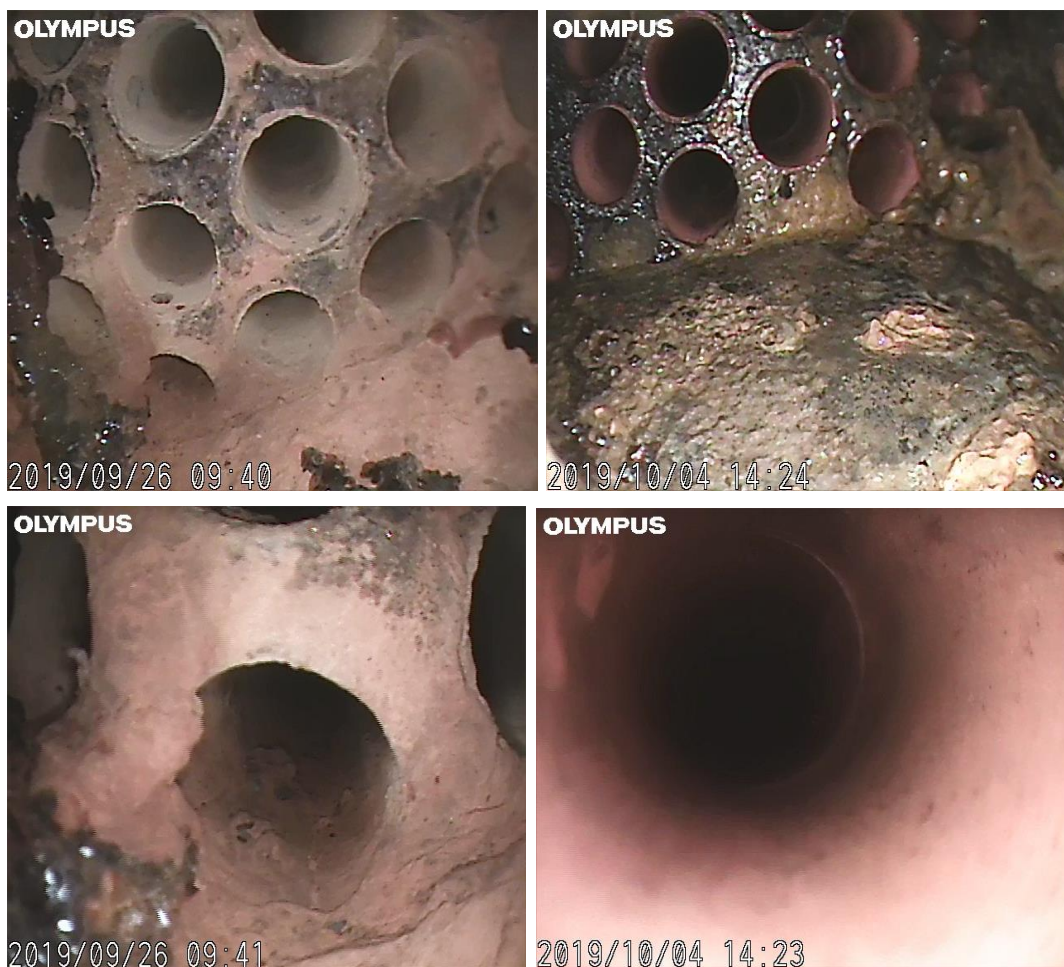
Obr. 1. Čištěné chladicí zařízení.

5. Vyhodnocení stavu čištěného chladiče před a po čištění

Chladič byl endoskopicky zkontrolován před samotným čištěním a následně po něm. Z níže uvedených obrázků 2 a 3 je patrná kvalita vyčištění vnitřních povrchů a obnovení přestupu tepla.



Obr. 2. Ukázka zanesení a vyčištění primárního okruhu chladicího zařízení.



Obr. 3. Ukázka zanesení a vyčištění sekundárního okruhu chladicího zařízení.

6. Přínosy pro praxi

Získaných poznatků při zkoumání způsobu čištění v laboratorních i průmyslových podmínkách bylo využito k navržení a sestavení čistícího zařízení s parametry čištění pro proplachovací metody. Předmětné metody jsou bezpečné, což bylo již úspěšně odzkoušeno v provozních podmínkách čištění průmyslových i energetických zařízení.

Článek upozorňuje na nezbytnou součinnost a využívání nejnovějších poznatků vědy při zajištění bezpečnosti zařízení s vysokými parametry a riziky jejich provozování, ale i údržby.

7. Závěr

Z experimentálních prací a poloprovozního ověřování vyplynulo, že zatím nejvhodnější metoda čištění vnitřních povrchů pro průmyslové, a především energetické soustavy, systémy nebo zařízení, je způsob cirkulační metodou s měnitelnou koncentrací čistících kapalin, se změnou směru toku vhodného čistícího prostředku nepoškozující žádný z materiálů v soustavě.

V experimentech byl podrobně odzkoušen nejvhodnější (nejbezpečnější prostředek) na bázi koncentrátu obsahující katalyzátor (inhibitor), který při vhodných parametrech (koncentrace, teplota, pH, tlak a doba působení) je bezpečný pro čištění a údržbu současných náročných zařízení a soustav vyžadujících přesnou regulaci systémů.

Zmíněnou navrženou a odzkoušenou metodiku čištění vnitřních povrchů lze využít nejen na nejnáročnější technická zařízení a soustavy, ale také k čištění chladících a otopných zařízení administrativních budov jako jsou školy, úřady, nemocnice, ale i rodinných domů při údržbě a čištění vnitřních povrchů kotlů, radiátorů, podlahového a ústředního topení.

Poděkování: Článek byl podpořen projektem SGS19/OHK2-013/19 (Výzkum, optimalizace a inovace výrobních procesů).

Literatura

- [1] GHOLIVAND, K., KHOSRAVI, M., HOSSEINI, S. G., FATHOLLAHI M. A Novel Surface Cleaning Method for Chemical Removal of Fouling Lead Layer from Chromium Surfaces. *Applied Surface Science*, 256 (2010), 24, pp. 7457–7461.
- [2] KUCHAR, J., KREIBICH, V., AGARTANOV V. Čištění energetických zařízení. *MM Průmyslové spektrum* 2016. <https://www.mmspektrum.com/clanek/cisten-energetickyh-zarizeni.html>
- [3] HRANOŠ, P. *Stroje a zařízení v chemickém průmyslu: studijní text pro SPŠCH*. ISBN 80-902155-7-2. Praha Pavel Klouda., 2001.

- [4] KUCHAR J., KREIBICH V. Čištění průmyslových a energetických zařízení. TLAK. ISBN 978-80-87140-56-7. Líbeznice: MEDIM, spol. s r.o. 2019, pp. 95-102.
- [5] SENTINEL. *Jak na výběr vhodné topné čisticí chemikálie*. <https://www.sentinelprotects.com/cz/support/guides/jak-na-vyber-vhodne-topne-cistici-chemikalie>
- [6] KUCHAR J., AGARTANOV V. Nové poznatky v čištění vnitřních povrchů topných a chladících systémů. In: *Předúpravy povrchu ve strojírenství*. Brno: Mezinárodní strojírenský veletrh 2016.

LIMITY VYUŽITÍ ÚZEMÍ A JEJICH VYUŽITÍ PRO PŘEDCHÁZENÍ ŠKODÁM A POHROMÁM

LIMITS ON LAND USE AND THEIR USE FOR THE PREVENTION OF DAMAGE AND DISASTERS

Karel Maier

ČVUT v Praze, Fakulta architektury

Abstrakt: Limity využití území slouží k prostorové separaci činností v území, které by mohly navzájem způsobovat nejrůznější rizika. České předpisy vytvářejí celý systém limitů v podobě ochranných a bezpečnostních pásem, jimž se příspěvek zejména věnuje. Dále se text věnuje problematice bezpečnostního plánování a krizového řízení ve vztahu k využívání území.

Klíčová slova: řízení rizika; územní plánování.

Abstract: The limits of land use are used for spatial separation of activities in the territory which could cause various risks to each other. The text deals with the Czech regulations that create a whole system of limits in the form of protection and safety zones. In addition, the text addresses the issues of security planning and crisis management in relation to land use.

Key words: risk management; spatial / town and regional planning.

1. Úvod

Limity využití území jsou specifickým druhem preventivních opatření v územním plánování a při rozhodování v území užívaných k snížení dopadů při realizaci rizik. Jejich platnost je vždy prostorově omezena na geograficky vymezenou část zemského povrchu nebo třírozměrného prostoru. Omezují volnost využití vymezeného území tak, (a) aby v něm nedocházelo k ohrožení, poškození nebo znemožnění jeho prioritního využití, jež je ve veřejném zájmu – pro takové limity využití území používáme název ochranná pásma – nebo (b) aby prioritní využití vymezeného území v případě nestandardního chování tohoto prioritního využití (například technologické havárie, přírodní pohromy, selhání lidského faktoru) neohrozilo bezpečnost či životy třetích osob anebo nepoškodilo či nezničilo jejich majetek – pak se jedná o bezpečnostní pásma.

Limity využití území v nejširším smyslu tohoto pojmu tedy slouží k ochraně veřejných zájmů a hodnot v území. Podle ÚÚR 2019 [1] potřeba limitů:

- „vyplývá z Listiny základních práv a svobod – má chránit základní práva člověka v území, tedy právo na přiměřený prostor a v něm obsažené životní podmínky a zdraví obyvatel,

- je vyvolána potřebou ochrany přírody a krajiny,
- je spojena s vymezením obecných podmínek výstavby,
- je dána potřebou zajištění údajů pro zpracování územně plánovací dokumentace apod.“

Definice a právní účinky limitů využití území vyplývají z jednotlivých zákonů, popřípadě je postup jejich vymezení a uplatňování upraven prováděcími předpisy. Jsou relativně nepřekročitelnou hranicí pro využití území, působí jako omezení činnosti a ovlivňují tedy rozvoj území [1].

Limity využití území se v území uplatňují v podobě: (1) ochranných a bezpečnostních pásem pevně stanovených obecně závaznými právními předpisy; (2) ochranných respektive bezpečnostních pásem a chráněných území vyhlášených na základě obecně závazných předpisů orgány státní správy, včetně stanovených záplavových území; (3) dalších limitů využití území, které vycházejí z charakteru řešeného území, přírodního potenciálu a historického vývoje území; (4) limitů, které navrhuje zpracovatel územně plánovací dokumentace, které vycházejí z konkrétních podmínek řešeného území a vydáním územně plánovací dokumentace se stávají závazným regulativem.

Tato stať se bude zabývat pouze prvními třemi skupinami limitů, ponechá tedy stranou regulativy územně plánovací dokumentace. Jednotlivé předměty ochrany v limitech využití území pak lze členit do následujících okruhů:

- ochrana vod – vyplývá ze zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
- ochrana půdního fondu – vyplývá ze zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu (zemědělský půdní fond), ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon), ve znění pozdějších předpisů (lesy), ve znění pozdějších předpisů
- ochrana lesa – vyplývá ze zákona č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon), ve znění pozdějších předpisů
- ochrana přírody a krajiny – vyplývá ze zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů
- geologie a ochrana nerostných zdrojů – vyplývá ze zákona č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), ve znění pozdějších předpisů
- ochrana přírodních léčivých zdrojů – vyplývá ze zákona č. 164/2001 Sb., o přírodních léčivých zdrojích, zdrojích přírodních minerálních vod, přírodních léčebných lázních a lázeňských místech a o změně některých souvisejících zákonů (lázeňský zákon)
- protipovodňová ochrana – vyplývá ze zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
- hospodaření s odpady - vyplývá ze zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- ochrana památek – vyplývá ze zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů

- ochrana technických infrastruktur – vyplývá ze zákona č. 458/2000 Sb. (energetického zákona) a zákona č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích), ve znění pozdějších předpisů
- ochrana dopravních infrastruktur – vyplývá ze zákona č. 266/1994 Sb., o dráhách, ve znění pozdějších předpisů, zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů, zákona č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů)
- ochrana zvláštních zájmů státu – vyplývá ze zákona č. 222/1999 Sb., o zajišťování obrany České republiky

2. Ochranná a bezpečnostní pásma

Ochranným či bezpečnostním pásmem se zpravidla rozumí souvislý prostor vymezený svislými rovinami v bezprostřední blízkosti zařízení technické infrastruktury, určený k zajištění jeho spolehlivého provozu a ochraně života, zdraví, bezpečnosti a majetku osob. Ochranná a bezpečnostní pásma staveb, zařízení a vedení technické infrastruktury vznikají dnem nabytí právní moci územního rozhodnutí o umístění stavby nebo společného povolení, kterým se stavba umísťuje a povoluje, nebo dnem, kdy nabude právních účinků územní souhlas s umístěním stavby, pokud není podle stavebního zákona vyžadován ani jeden z těchto dokladů, potom dnem uvedení zařízení do provozu. Ochranné či bezpečnostní pásmo zaniká trvalým odstraněním nebo odpojením zařízení / stavby nebo trvalým ukončením provozu.

Ochranná pásma slouží k zajištění bezpečného a spolehlivého užívání předmětu ochrany a pro zamezení rizik negativních dopadů využívání území na něj. V ochranném pásmu i mimo něj je každý povinen zdržet se jednání, kterým by mohl poškodit zařízení technické infrastruktury nebo omezit nebo ohrozit jeho bezpečný a spolehlivý provoz. Veškeré činnosti musí být prováděny tak, aby nedošlo k poškození zařízení technické infrastruktury.

(Blíže viz pro elektrizační soustavu § 46, pro plynárenství § 68, pro teplárenství § 87 zákona číslo 458/2000 Sb. (energetického zákona); pro komunikační vedení § 102 a pro rádiová zařízení a rádiový směrový spoj § 103 zákona č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích; pro ochranu vodních zdrojů § 30 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon); pro ochranu přírodních léčivých zdrojů §§ 21–24 zákona č. 164/2001 Sb. (lázeňský zákon); pro zabezpečování objektů důležitých pro obranu státu § 44 odst. 1 a 3 zákona č. 222/1999 Sb., o zajišťování obrany České republiky.)

Bezpečnostní pásma slouží k zamezení nebo zmírnění účinků případných havárií zařízení technické infrastruktury a k ochraně života, zdraví, bezpečnosti a majetku osob. V bezpečnostním pásmu lze realizovat stavbu jen se souhlasem a na základě podmínek stanovených fyzickou nebo právnickou osobou, která odpovídá za provoz příslušného zařízení.

(Blíže viz pro plynárenství § 69 zákona číslo 458/2000 Sb. (energetického zákona), pro zabezpečování objektů důležitých pro obranu státu § 44 odst. 1 a 2 zákona č.

222/1999 Sb., o zajišťování obrany České republiky, pro likvidaci starých důlních děl vyhlášku číslo 52/1997 Sb.)

2.1. Ochrana vod

Limity využití území pro ochranu vod a vodních zdrojů upravuje zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).

Ochrana vodních zdrojů

Povrchové a podzemní vody nejsou předmětem vlastnictví a nejsou součástí ani příslušenstvím pozemku, na němž nebo pod nímž se vyskytují.

Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (§ 28)

V chráněných oblastech přirozené akumulace vod (CHOPAV) se v rozsahu stanoveném nařízením vlády zakazuje zmenšovat rozsah lesních pozemků, odvodňovat lesní a zemědělské pozemky, těžit rašelinu, těžit nerosty povrchovým způsobem nebo provádět jiné zemní práce, které by vedly k odkrytí souvislé hladiny podzemních vod, těžit a zpracovávat radioaktivní suroviny, ukládat radioaktivní odpady, ukládat oxid uhličitý do hydrogeologických struktur s využitelnými nebo využívanými zásobami podzemních vod.

Území chráněná pro akumulaci povrchových vod (§ 28a)

Plochy morfologicky, geologicky a hydrologicky vhodné pro akumulaci povrchových vod pro snížení nepříznivých účinků povodní a sucha lze k jejich územní ochraně před jinými aktivitami vymezit v Politice územního rozvoje a v územně plánovací dokumentaci jako území chráněná pro akumulaci povrchových vod. V těchto územích lze měnit dosavadní využití, umísťovat stavby a provádět další činnosti pouze v případě, že neznemožní nebo podstatně neztíží jejich budoucí využití pro akumulaci povrchových vod.

Ochranná pásma vodních zdrojů (§ 30)

Vodoprávní úřad stanoví ochranná pásma opatřením obecné povahy k ochraně vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti zdrojů podzemních nebo povrchových vod. Stanovení ochranných pásem je vždy veřejným zájmem.

Ochranné pásmo I. stupně stanoví vodoprávní úřad jako souvislé území sloužící k ochraně vodního zdroje v bezprostředním okolí jímacího nebo odběrného zařízení. Vymezí se

- pro vodárenské nádrže a další nádrže určených výhradně pro zásobování pitnou vodou minimálně pro celou plochu hladiny nádrže při maximálním vzduť, u ostatních nádrží s minimální vzdáleností hranice jeho vymezení na hladině nádrže 100 m od odběrného zařízení
- pro vodní toky s jezovým vzduťm na břehu odběru minimálně v délce 200 m nad místem odběru proti proudu, po proudu do vzdálenosti 100 m nebo k hraně vzdouvacího objektu a šířce ochranného pásma 15 m, ve vodním toku zahrnuje minimálně jednu polovinu jeho šířky v místě odběru; bez jezového vzduťm na břehu odběru minimálně v délce 200 m nad místem odběru proti proudu, po proudu do vzdálenosti 50 m od místa odběru a šířce ochranného pásma 15 m, ve vodním toku zahrnuje minimálně jednu třetinu jeho šířky v místě odběru

- pro zdroje podzemní vody v minimální vzdálenosti hranice vymezení 10 m od odběrného zařízení.

Do ochranného pásma I. stupně je zakázán vstup a vjezd; to neplatí pro osoby, které mají právo vodu z vodního zdroje odebírat, a u vodárenských nádrží pro osoby, které tato vodní díla vlastní.

Ochranné pásmo II. stupně slouží k ochraně vodního zdroje v územích stanovených vodoprávním úřadem tak, aby nedocházelo k ohrožení jeho vydatnosti, jakosti nebo zdravotní nezávadnosti. Stanoví se vně ochranného pásma I. stupně; může být tvořeno jedním souvislým nebo více od sebe oddělenými územími v rámci hydrologického povodí nebo hydrogeologického rajonu. Vodoprávní úřad může ochranné pásmo II. stupně, je-li to účelné, stanovovat postupně po jednotlivých územích.

V ochranném pásmu I. a II. stupně je zakázáno provádět činnosti poškozující nebo ohrožující vydatnost, jakost nebo zdravotní nezávadnost vodního zdroje, jejichž rozsah je vymezen v opatření obecné povahy o stanovení nebo změně ochranného pásma.

Ochrana individuálních vodních zdrojů

Dále jsou stanoveny normativy pro nejmenší vzdálenosti individuálních zdrojů vody (studní) od zdroje možného znečištění (například jímek odpadních vod, hnojišť apod.); tabulka 1.

Tabulka 1. Normativy pro nejmenší vzdálenosti individuálních zdrojů vody (studní) od zdroje možného znečištění.

Zdroj znečištění	Málo prostupné prostředí	Prostupné prostředí
	vzdálenost v [m]	
žumpa, malá čistírna, kanalizační přípojka	12	30
nádrž tekutých paliv pro vytápění umístěná v obytné budově nebo samostatné pomocné budově	7	20
chlév, močůvková jímka, hnojiště při drobném ustájení jednotlivých kusů hospodářských zvířat	10	25
veřejná pozemní komunikace	12	30
individuální umývání motorových vozidel a od nich vedoucí odtok	15	40

Citlivé oblasti (§ 32)

Citlivé oblasti jsou vodní útvary povrchových vod, v nichž dochází nebo v blízké budoucnosti může dojít v důsledku vysoké koncentrace živin k nežádoucímu stavu jakosti vod, které jsou využívány nebo se předpokládá jejich využití jako zdroje pitné

vody, v níž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg/l, nebo u nichž je z hlediska zájmů chráněných tímto zákonem nutný vyšší stupeň čištění odpadních vod.

Pro citlivé oblasti a pro vypouštění odpadních vod do povrchových vod ovlivňujících jakost vody v citlivých oblastech stanoví vláda nařízením ukazatele přípustného znečištění odpadních vod a jejich hodnoty.

Zranitelné oblasti (§ 33)

Zranitelné oblasti jsou území, kde se vyskytují povrchové nebo podzemní vody, zejména využívané nebo určené jako zdroje pitné vody, v nichž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg/l nebo mohou této hodnoty dosáhnout, nebo povrchové vody, u nichž v důsledku vysoké koncentrace dusičnanů ze zemědělských zdrojů dochází nebo může dojít k nežádoucímu zhoršení jakosti vody.

Vláda nařízením stanoví zranitelné oblasti a v nich upraví používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření (dále jen "akční program"). Akční program a vymezení zranitelných oblastí podléhají přezkoumání a případným úpravám v intervalech nepřesahujících 4 roky. Přezkoumání se provádí na základě vyhodnocení účinnosti opatření vyplývajících z přijatého akčního programu.

Závadné látky (§ 39)

Závadné látky jsou látky, které nejsou odpadními ani důlními vodami a které mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Každý, kdo zachází se závadnými látkami, je povinen učinit přiměřená opatření, aby neunikly do povrchových nebo podzemních vod a neohrozily jejich prostředí. V případech, kdy uživatel závadných látek zachází s těmito látkami ve větším rozsahu nebo kdy zacházení s nimi je spojeno se zvýšeným nebezpečím pro povrchové nebo podzemní vody, má uživatel závadných látek povinnost činit tato opatření:

- vypracovat plán opatření pro případy havárie (dále jen „havarijní plán“) a předložit jej ke schválení příslušnému vodoprávnímu úřadu; může-li havárie ovlivnit vodní tok, projedná jej uživatel závadných látek před předložením ke schválení s příslušným správcem vodního toku, kterému také předá jedno jeho vyhotovení,
- provádět záznamy o provedených opatřeních a tyto záznamy uchovávat po dobu 5 let.

Vypouštění odpadních vod s obsahem zvlášť nebezpečné závadné látky nebo prioritní nebezpečné látky do kanalizace (§ 16)

K vypouštění odpadních vod, u nichž lze mít důvodně za to, že mohou obsahovat jednu nebo více zvlášť nebezpečných závadných látek nebo prioritních nebezpečných látek do kanalizace, je třeba povolení vodoprávního úřadu. Toto povolení je třeba opatřit pro každou z jednotlivých technologicky vymezených výrobních jednotek. Jsou-li průmyslové odpadní vody s obsahem zvlášť nebezpečných závadných látek nebo prioritních nebezpečných látek vypouštěny do kanalizace, která je součástí výrobního areálu, a jsou-li čištěny v zařízení určeném k čištění nebo zneškodňování těchto odpadních vod, může vodoprávní úřad vydat povolení až k místu vypouštění odpadních vod z tohoto zařízení.

2.2. Ochrana půdního fondu a ochrana lesa

Ochrana vyplývá ze zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu (zemědělský půdní fond), ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Zemědělský půdní fond

Územní **ochrana zemědělského půdního fondu** podle zákona č. 334/1992 Sb. vyžaduje použití pro nezemědělské účely především nezemědělskou půdu, nezastavěné a nedostatečně využitě pozemky v zastavěném území nebo na nezastavěných plochách stavebních pozemků staveb mimo tato území, stavební proluky a plochy získané zbořením přežilých budov a zařízení. Odnímat přednostně zemědělskou půdu méně kvalitní; kritériem kvality půdy jsou třídy ochrany. Zemědělskou půdu I. a II. třídy ochrany podle bonitace půd lze odejmout pouze v případech, kdy jiný veřejný zájem výrazně převažuje nad veřejným zájmem ochrany zemědělského půdního fondu. Za odnětí půdy ze zemědělského půdního fondu platí osoba, které svědčí odnětí, odvod. Odvod se neplatí za odnětí zemědělské půdy pro stavby veřejné dopravní a technické infrastruktury, veřejně prospěšná opatření a stavby ve veřejném zájmu, jejichž hlavním účelem je ochrana před povodněmi, vodní nádrže, stavby k vodohospodářským melioracím, zavlažování a odvodňování pozemků a další (podrobně viz §§ 11, 11a zákona).

Pozemky určené k plnění funkcí lesa

Podle zákona č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon) jsou pozemky určené k plnění funkcí lesa

- pozemky s lesními porosty a plochy, na nichž byly lesní porosty odstraněny za účelem obnovy, lesní průseky a nezpevněné lesní cesty, nejsou-li širší než 4 m, a pozemky, na nichž byly lesní porosty dočasně odstraněny na základě rozhodnutí orgánu státní správy lesů ("lesní pozemky"),
- zpevněné lesní cesty, drobné vodní plochy, ostatní plochy, pozemky nad horní hranicí dřevinné vegetace (hole), s výjimkou pozemků zastavěných a jejich příjezdních komunikací, a lesní pastviny a políčka pro zvěř, pokud nejsou součástí zemědělského půdního fondu a jestliže s lesem souvisejí nebo slouží lesnímu hospodářství (dále jen "jiné pozemky").

K dotčení pozemků do vzdálenosti 50 m od okraje lesa je třeba souhlas příslušného orgánu správy lesů.

Kategorizace lesů (§§ 6-10)

Lesy se člení podle převažujících funkcí do tří kategorií:

- lesy ochranné – lesy na mimořádně nepříznivých stanovištích (sutě, kamenná moře, prudké svahy, strže, nestabilizované náplavy a písky, rašeliniště, odvaly a výsypky apod.), vysokohorské lesy pod hranicí stromové vegetace chránící níže položené lesy a lesy na exponovaných hřebenech, lesy v klečovém lesním vegetačním stupni,
- lesy zvláštního určení – lesy, které nejsou lesy ochrannými a nacházejí se v pásmech hygienické ochrany vodních zdrojů I. stupně, v ochranných pásmech zdrojů přírodních léčivých a stolních minerálních vod, na území národních parků a

národních přírodních rezervací; do kategorie lesů zvláštního určení lze dále zařadit lesy, u kterých veřejný zájem na zlepšení a ochraně životního prostředí nebo jiný oprávněný zájem na plnění mimoprodukčních funkcí lesa je nadřazen funkcím produkčním: v prvních zónách chráněných krajinných oblastí a v přírodních rezervacích, národních přírodních památkách a přírodních památkách, lesy lázeňské, příměstské a další lesy se zvýšenou rekreační funkcí, sloužící lesnickému výzkumu a lesnické výuce, se zvýšenou funkcí Půdo ochrannou, Vodo ochrannou, klimatickou nebo krajnotvornou, potřebné pro zachování biologické různorodosti, v uznaných oborách a v samostatných bažantnicích a další lesy, v nichž jiný důležitý veřejný zájem vyžaduje odlišný způsob hospodaření,

- lesy hospodářské jsou lesy, které nejsou zařazeny v kategorii lesů ochranných nebo lesů zvláštního určení.

Mimoto zákon zřizuje kategorii lesů pod vlivem imisí, zařazovaných do čtyř pásem ohrožení.

2.3. Ochrana přírody a krajiny

Územní ochrana přírody a krajiny je založena na limitech využití území. Limity pro ochranu přírody a krajiny vyplývají ze zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon rozlišuje ochranu obecnou a zvláštní.

Obecná ochrana přírody a krajiny (část druhá zákona)

- územní systém ekologické stability (ÚSES) – vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu; rozlišuje se místní, regionální a nadregionální systém ekologické stability,
- přechodně chráněné plochy,
- významné krajinné prvky - ekologicky, geomorfologicky nebo esteticky hodnotná část krajiny utvářející její typický vzhled nebo přispívající k udržení její stability; významnými krajinnými prvky jsou lesy, rašeliniště, vodní toky, rybníky, jezera, údolní nivy, a dále jiné části krajiny, které zaregistruje orgán ochrany přírody jako významný krajinný prvek, zejména mokřady, stepní trávníky, remízy, meze, trvalé travní plochy, naleziště nerostů a zkamenělin, umělé i přirozené skalní útvary, výchozy a odkryvy,
- přírodní parky.

Zvláště chráněná území (část třetí zákona)

Velkoplošná chráněná území

- národní parky - §§ 16-16d zákona stanoví obecné a pro jednotlivé národní parky specifické ochranné podmínky; území národních parků se člení podle cílů ochrany a stavu ekosystémů na 4 zóny ochrany přírody, a to: (a) zóna přírodní, kde převažují přirozené ekosystémy, s cílem je zachovat a umožnit v nich nerušený průběh přírodních procesů; (b) zóna přírodě blízká, kde převažují člověkem částečně pozměněné ekosystémy, s cílem dosažení stavu odpovídajícího přirozeným ekosystémům; (c) zóna soustředěné péče o přírodu, kde převažují člověkem významně pozměněné ekosystémy, s cílem zachování nebo postupného

zlepšování stavu ekosystémů, významných z hlediska biologické rozmanitosti, jejichž existence je podmíněna trvalou činností člověka nebo obnovy přírodě blízkých ekosystémů; (d) zóna kulturní krajiny na zastavěných plochách a zastavitelných územích obcí určených k jejich udržitelnému rozvoji a na plochách, kde převažují člověkem pozměněné ekosystémy určené k trvalému využívání člověkem,

- chráněné krajinné oblasti (CHKO) - §§ 25-27 zákona stanoví základní ochranné podmínky chráněných krajinných oblastí a jejich členění na zpravidla 4, nejméně však 3 zóny odstupňované ochrany přírody; první zóna má nejprísrnější režim ochrany.

Maloplošná chráněná území

- národní přírodní rezervace (§§ 28-32) – menší území mimořádných přírodních hodnot, kde jsou na přirozený reliéf s typickou geologickou stavbou vázány ekosystémy významné a jedinečné v národním či mezinárodním měřítku; využívání národní přírodní rezervace je možné jen v případě, že se jím uchová čilepší dosavadní stav přírodního prostředí,
- přírodní rezervace (§§ 33-34) – menší území soustředěných přírodních hodnot se zastoupením ekosystémů typických a významných pro příslušnou geografickou oblast,
- národní přírodní památka (§35), přírodní památka (36) – přírodní útvar menší rozlohy s národním nebo mezinárodním / respektive regionálním / ekologickým, vědeckým či estetickým významem, a to i takový, který vedle přírody formoval svou činností člověk; změny či poškozování národních přírodních památek a přírodních památek či jejich hospodářské využívání, pokud by tím hrozilo jejich poškození, je zakázáno.

Ochranná pásma zvláště chráněných území (§ 37)

Je-li třeba zabezpečit zvláště chráněná území, s výjimkou chráněné krajinné oblasti, před rušivými vlivy z okolí, může být pro ně vyhlášeno ochranné pásmo, ve kterém lze vymezit činnosti a zásahy, které jsou vázány na předchozí souhlas orgánu ochrany přírody.

NATURA 2000 (část čtvrtá zákona)

Evropsky významné lokality – lokality, které v biogeografické oblasti nebo oblastech, k nimž náleží, významně přispívají k udržení nebo obnově příznivého stavu alespoň jednoho typu evropských stanovišť nebo alespoň jednoho evropsky významného druhu z hlediska jejich ochrany, nebo k udržení biologické rozmanitosti biogeografické oblasti.

Ptačí oblasti – území nejvhodnější pro ochranu z hlediska výskytu, stavu a početnosti populací těch druhů ptáků vyskytujících se na území České republiky a stanovených právními předpisy Evropských společenství, které stanoví vláda nařízením.

2.4. Geologie a ochrana nerostných zdrojů

Limity pro ochranu nerostných zdrojů vyplývají ze zákona č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Chráněné ložiskové území (§§ 16–18)

Chráněné ložiskové území se stanovuje, s cílem umožnit respektive ulehčit dobývání výhradního ložiska. Zahrnuje území, na kterém stavby a zařízení, které nesouvisí s dobýváním ložiska, by mohly znemožnit nebo ztížit dobývání. Umístění staveb a zařízení v chráněném ložiskovém území, které nesouvisí s dobýváním, je podmíněno projednáním s obvodním báňským úřadem, který navrhne podmínky pro umístění, popřípadě provedení stavby nebo zařízení.

Dobývací prostor (§§ 25-27)

Dobývací prostor a jeho změny stanoví obvodní báňský úřad v součinnosti s dotčenými orgány pro dobývání výhradního ložiska určitého nerostu nebo skupiny nerostů; může zahrnovat jedno nebo více výhradních ložisek nebo, je-li to vzhledem k rozsahu ložiska účelné, jen část výhradního ložiska. Při stanovení dobývacího prostoru se vychází ze stanoveného chráněného ložiskového území a musí se přihlídnout i k dobývání sousedních ložisek a k vlivu dobývání.

Hranice dobývacího prostoru na povrchu se stanoví uzavřeným geometrickým obrazcem s příkými stranami, jehož vrcholy se určují souřadnicemi, udanými v platném souřadnicovém systému. Jeho prostorové hranice pod povrchem se zpravidla stanoví sviskými rovinami, které procházejí povrchovými hranicemi. Výjimečně se tyto prostorové hranice mohou stanovit podle přirozených hranic. Dobývací prostor může být vymezen i hloubkově. Obvodní báňský úřad může nařídít, aby hranice dobývacího prostoru byly vyznačeny pomezními značkami na povrchu, popřípadě i v důlních dílech,

Zvláštní zásahy do zemské kůry (§ 34)

Zvláštními zásahy do zemské kůry se rozumí zřizování, provoz, zajištění a likvidace zařízení pro uskladňování plynů nebo kapalin v přírodních horninových strukturách a v podzemních prostorech (podzemní zásobníky plynů a kapalin), ukládání radioaktivních a jiných odpadů v podzemních prostorech, průmyslové využívání tepelné energie zemské kůry s výjimkou tepelné energie vody vyvedené na povrch, ukládání oxidu uhličitého do přírodních horninových struktur

Stará důlní díla (§ 35)

Starým důlním dílem se rozumí opuštěné důlní dílo v podzemí nebo také opuštěný lom po těžbě vyhrazených nerostů, jehož původní provozovatel ani jeho právní nástupce neexistuje nebo není znám nebo jehož vlastník nebo provozovatel je znám, avšak toto důlní dílo trvale nebo dlouhodobě nevyužívá.

Ministerstvo životního prostředí České republiky zabezpečuje zjišťování starých důlních děl a vede jejich registr. Ministerstvo též zabezpečí v nezbytně nutném rozsahu zajišťování nebo likvidaci starých důlních děl a jejich následků, která ohrožují zákonem chráněný obecný zájem anebo brání dalšímu rozvoji území.

Poddolovaná území, sesuvná území a území jiných geologických rizik

Pro poddolovaná území, sesuvná území a území jiných geologických rizik platí ustanovení zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, ve znění pozdějších předpisů.

Poddolované území (§§ 13; 17)

Plochy s evidovaným ověřeným nebo předpokládaným výskytem hlubinných důlních děl. Důlní díla jsou v rámci vymezení rozmístěna nepravidelně a v různých hloubkách.

Příslušné evidované údaje zpřístupňuje Česká geologická služba v rámci výkonu státní geologické služby bez záruky správnosti, úplnosti a aktuálnosti.

Sesuvné území a území jiných geologických rizik (§§ 13; 17)

Informace o svahových nestabilitách a jejich prostorové vymezení jsou získávány vlastními geologickými pracemi a z dostupných archivních materiálů (registrační záznamy o sesuvných územích a evidovaných projevech svahových pohybů, například ploužení, sesouvání, stékání, řícení, sufoze). Databáze rozlišuje sesuvy aktivní a potenciální.

Staré zátěže v území a kontaminované plochy

Evidence starých ekologických zátěží a kontaminovaných míst a nakládání s nimi vyplývá z ustanovení zákona č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů a zákona číslo 257/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů (vodní zákon).

Za starou ekologickou zátěž se považuje závažná kontaminace horninového prostředí, podzemních neb povrchových vod, ke které došlo nevhodným nakládáním s nebezpečnými látkami v minulosti – zejména se jedná o kontaminaci ropnými látkami, pesticidy, PCB, chlorovanými nebo aromatickými uhlovodíky, těžkými kovy – a původce kontaminace neexistuje nebo není znám.

Kontaminovanými místy mohou být skládky odpadů, průmyslové nebo zemědělské areály, drobné provozovny, nezabezpečené sklady nebezpečných látek, bývalé vojenské základny, území postižená těžbou nerostných surovin nebo opuštěná a uzavřená úložiště těžebních odpadů představující závažná rizika.

3. Bezpečnost při hornické činnosti a při likvidaci důlních děl

Při hornické činnosti jsou organizace a orgány povinny zajišťovat bezpečnost provozu včetně havarijní prevence a plnění úkolů báňské záchranné služby, bezodkladně odstraňovat nebezpečné stavy ohrožující zákonem chráněný obecný zájem, zejména bezpečnost a ochranu zdraví při práci a učinit včas potřebná preventivní a zajišťovací opatření.

Bezpečnostní pásma a prostory při likvidaci důlních děl (vyhláška číslo 52/1997 Sb.).

Bezpečnostní pásmo se stanoví v bezprostředním okolí likvidovaného hlavního důlního díla na povrchu ohroženém pohybem půdy a hornin při případné samovolné destrukci likvidovaného díla. Rozměr bezpečnostního pásma se stanoví zvláště s přihlédnutím ke stavu a způsobu likvidace hlavního důlního díla a k báňské, geologické, hydrogeologické a geotechnické situaci v jeho bezprostředním okolí. Bezpečnostní pásmo se vyznačuje v důlně měřické a geologické dokumentaci.

Pokud není jáma zasypána zpevněným zásypovým materiálem, je využívání území v bezpečnostním pásmu přípustné, pouze byla-li stanovena další bezpečností a zajišťovací opatření.

Organizace podá u obecného stavebního úřadu návrh k vydání rozhodnutí o ochranném pásmu. Stanovení bezpečnostního pásma a podání návrhu u stavebního úřadu oznámí organizace orgánu územního plánování. Obvodní báňský úřad zašle

stavebnímu úřadu a obecnímu úřadu obce s rozšířenou působností kopii rozhodnutí o povolení likvidace hlavního důlního díla.

Bezpečnostní prostor se stanoví při likvidaci hlavního důlního díla kolem jeho ústí, na povrchu v bezprostředním okolí ústí hlavního důlního díla, ve kterém vystupující důlní ovzduší může ohrozit život nebo zdraví osob. Plošně a výškově se vymezí v dokumentaci, která je součástí plánu likvidace, nejméně v rozsahu bezpečnostního pásma. Jeho výšku určí organizace tak, aby se vyloučily možné nepříznivé účinky důlních plynů.

Po dobu likvidačních prací musí být bezpečnostní prostor ohrazen a opatřen výstražnými nápisy o zákazu přístupu nepovolaným osobám, o zákazu kouření a zákazu používání otevřeného ohně. Elektrická zařízení musí v bezpečnostním prostoru svým provedením odpovídat prostředí a prostoru, ve kterém bylo hlavní důlní dílo provozováno.

4. Ochrana přírodních léčivých zdrojů

Zákon č. 164/2001 Sb., o přírodních léčivých zdrojích, zdrojích přírodních minerálních vod, přírodních léčebných lázních a lázeňských místech a o změně některých souvisejících zákonů (lázeňský zákon)

Ochranná pásma přírodních léčivých zdrojů (§§ 21–24)

Ochranná pásma chrání přírodní léčivý zdroj před činnostmi, které mohou nepříznivě ovlivnit jeho chemické, fyzikální a mikrobiologické vlastnosti, jeho zdravotní nezávadnost, jakož i zásoby a vydatnost zdroje. Ochranná pásma stanoví na základě odborných posudků Ministerstvo zdravotnictví vyhláškou. Vyhláškou ministerstva lze rovněž ochranná pásma měnit nebo rušit, pokud se důvody pro jejich stanovení podle tohoto zákona změnilly nebo zanikly.

Ochranné pásmo I. stupně se stanoví pro území zahrnující zpravidla okolí výstupu zdroje

- u přírodního léčivého zdroje minerální vody a plynu a u zdroje přírodní minerální vody zpravidla pro území vymezené kruhem o poloměru 50 m od zdroje, není-li na základě hydrogeologického šetření nutno stanovit jinak; k zabezpečení bezprostřední ochrany jímání zdroje se vymezí zpravidla v rozsahu 10 x 10 m okolo zdroje pásmo fyzické ochrany zdroje, v němž se mohou provádět jen činnosti spojené s ochranou a využitím zdroje
- u přírodního léčivého zdroje peloidu zpravidla pro území vymezené hranicemi ložiska peloidu.

Z území ochranného pásma se odstraní všechny zdroje možného znečištění zdroje a provedou se další potřebné úpravy území. Zahrnuje-li ochranné pásmo historicky urbanizované území, zdroje možného znečištění se v něm odstraní v rozumně možné míře s ohledem na tyto skutečnosti.

V ochranném pásmu stanoveném pro území vymezené kruhem o poloměru do 50 m od zdroje, v pásmu fyzické ochrany zdroje a v ochranném pásmu přírodního léčivého zdroje peloidu jsou zakázány všechny činnosti s výjimkou těch, které jsou nutné v zájmu ochrany a využívání zdroje. V ochranném pásmu stanoveném pro území větší než vymezené kruhem o poloměru 50 m od zdroje je zakázáno provádět činnosti, které

mohou negativně ovlivnit chemické, fyzikální a mikrobiologické vlastnosti zdroje a jeho zdravotní nezávadnost, jakož i zásoby a vydatnost zdroje.

Ochranné pásmo II. stupně se stanoví k ochraně zřídelní struktury zdroje, popřípadě infiltračního území zřídelní struktury zdroje nebo jeho části nebo infiltračního území zdroje nebo jeho části. Ochranné pásmo přírodního léčivého zdroje peloidu se stanoví zejména k ochraně hydraulických poměrů zdroje. V rámci ochranného pásma II. stupně lze vymezit dílčí pásma s rozdílným stupněm ochrany.

V ochranném pásmu II. stupně je zakázáno provádět činnosti, které mohou negativně ovlivnit chemické, fyzikální a mikrobiologické vlastnosti zdroje a jeho zdravotní nezávadnost, jakož i zásoby a vydatnost zdroje. Tyto činnosti a termín jejich ukončení v návaznosti na místní geologické podmínky stanoví vyhláška ministerstva, kterou se stanoví ochranné pásmo.

Při stanovení hranic ochranného pásma se přihlíží k hranicím jednotlivých parcel podle katastru nemovitostí, případně k přirozeným a umělým hranicím v terénu.

Hranice ochranného pásma I. stupně se na přístupových komunikacích vedoucích ke zdroji nebo na jiných vhodných místech označí tabulkami se státním znakem a s nápisem "Ochranné pásmo I. stupně přírodních léčivých zdrojů" nebo "Ochranné pásmo I. stupně zdroje přírodní minerální vody", je-li ministerstvem stanoven zákaz vstupu, pak tabulka bude obsahovat též nápis "nepovolaným vstup zakázán". Pásmo fyzické ochrany zdroje se označí tabulkami s nápisem "Pásmo fyzické ochrany přírodního léčivého zdroje" nebo "Pásmo fyzické ochrany zdroje přírodní minerální vody", je-li ministerstvem stanoven zákaz vstupu, pak tabulka bude obsahovat též nápis "nepovolaným vstup zakázán". Vyhláška ministerstva o stanovení ochranného pásma může stanovit, že ochranné pásmo I. stupně a pásmo fyzické ochrany zdroje se oplotí.

5. Protipovodňová ochrana

Protipovodňovou ochranu upravuje zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, Hlava IX.

Povodňová opatření (§ 65)

1. Přípravná opatření zahrnují stanovení záplavových území, vymezení směrodatných limitů stupňů povodňové aktivity, povodňové plány, povodňové prohlídky, příprava předpovědní a hlásné povodňové služby, organizační a technická příprava, vytváření hmotných povodňových rezerv, příprava účastníků povodňové ochrany.
2. Opatření při nebezpečí povodně a za povodně jsou činnost předpovědní povodňové služby, činnost hlásné povodňové služby, varování při nebezpečí povodně, zřízení a činnost hlídkové služby, vyklizení záplavových území, řízené ovlivňování odtokových poměrů, povodňové zabezpečovací práce, povodňové záchranné práce a zabezpečení náhradních funkcí a služeb v území zasaženém povodní.
3. Opatření po povodni jsou evidenční a dokumentační práce, vyhodnocení povodňové situace včetně vzniklých povodňových škod, odstranění povodňových škod a obnova území po povodni.

Do povodňových opatření se nezahrnuje výstavba, údržba a opravy staveb a ostatních zařízení sloužících k ochraně před povodněmi ani investice vyvolané povodněmi.

Záplavová území (§§ 66, 67)

Záplavová území jsou administrativně určená území, která mohou být při výskytu přirozené povodně zaplavena vodou. Jejich rozsah je povinen stanovit na návrh správce vodního toku vodoprávní úřad. V zastavěných územích, v zastavitelných plochách podle územně plánovací dokumentace, případně podle potřeby v dalších územích, vymezí vodoprávní úřad na návrh správce vodního toku aktivní zónu záplavového území podle nebezpečnosti povodňových průtoků. Záplavová území a jejich aktivní zóny se stanovují formou opatření obecné povahy.

Pokud záplavová území nejsou určena, mohou vodoprávní a stavební úřady a orgány územního plánování při své činnosti vycházet zejména z dostupných podkladů správců povodí a správců vodních toků o pravděpodobné hranici území ohroženého povodněmi.

V aktivní zóně záplavových území se nesmí umísťovat, povolovat ani provádět stavby s výjimkou vodních děl, jimiž se upravuje vodní tok, převádějí povodňové průtoky, provádějí opatření na ochranu před povodněmi nebo která jinak souvisejí s vodním tokem nebo jimiž se zlepšují odtokové poměry, staveb pro jímání vod, odvádění odpadních vod a odvádění srážkových vod a dále nezbytných staveb dopravní a technické infrastruktury, zřizování konstrukcí chmelnic, jsou-li zřizovány v záplavovém území v katastrálních územích vymezených podle zákona č. 97/1996 Sb., o ochraně chmele, ve znění pozdějších předpisů, za podmínky, že současně budou provedena taková opatření, že bude minimalizován vliv na povodňové průtoky; to neplatí pro údržbu staveb a stavební úpravy, pokud nedojde ke zhoršení odtokových poměrů.

V aktivní zóně je dále zakázáno těžit nerosty a zeminu způsobem zhoršujícím odtok povrchových vod a provádět terénní úpravy zhoršující odtok povrchových vod, skladovat odplavitelný materiál, látky a předměty, zřizovat oplocení, živé ploty a jiná podobné překážky, zřizovat tábory, kempy a jiná dočasná ubytovací zařízení; to neplatí pro zřizování táborů sestávajících pouze ze stanů, které byly před stanovením aktivní zóny záplavového území v tomto místě zřizovány a které lze v případě povodňového nebezpečí neprodleně odstranit.

Mimo aktivní zónu v záplavovém území stanoví vodoprávní úřad podle povodňového nebezpečí nebo povodňového ohrožení opatření obecné povahy omezující podmínky.

Území určená k řízeným rozlivům povodní (§ 68)

Území určená k řízeným rozlivům povodní (tzv. „suché poldry“) slouží pro vzdouvání, popřípadě akumulaci povrchových vod veřejně prospěšnými stavbami na ochranu před povodněmi.

Za škodu vzniklou řízeným rozlivem povodní na půdě, polních plodinách, lesních porostech a stávkách v území určeném k řízeným rozlivům povodní náleží poškozenému náhrada.

Území ohrožená zvláštními povodněmi (§ 69)

Zvláštní povodně jsou způsobeny poruchou či havárií (protržením) vodního díla vzdouvajícího nebo akumulujícího vodu, nebo nouzovým řešením kritické situace na

vodním díle vyvolávající vznik krizové situace na území pod vodním dílem. Podle vzniku situace, vyvolávající zvláštní povodeň se rozeznává

- typ 1 - protržením hráze vodního díla,
- typ 2 - poruchou hradící konstrukce bezpečnostních nebo výpustných zařízení vodního díla (neřízený odtok vody),
- typ 3 - nouzové řešení kritické situace ohrožující bezpečnost vodního díla prostřednictvím nezbytného mimořádného vypouštění vody z vodního díla.

Území ohrožená zvláštními povodněmi jsou území, která mohou být při výskytu zvláštní povodně zaplavena vodou. Pokud pro krizové situace předpokládaný rozsah území ohrožený zvláštními povodněmi výrazně přesahuje záplavová území, vymezí se jejich rozsah v krizovém plánu.

6. Hospodaření s odpady

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů; vyhláška č. 93/2016 Sb., o katalogu odpadů vydělují skupiny katalogu odpadů

- odpady z geologického průzkumu, těžby, úpravy a dalšího fyzikálního a chemického zpracování nerostů a kamene,
- odpady z prvovýroby v zemědělství, zahradnictví, myslivosti, rybářství, lesnictví a z výroby a zpracování potravin,
- odpady ze zpracování dřeva a výroby desek, nábytku, celulózy, papíru a lepenky,
- odpady z kožedělného, kožešnického a textilního průmyslu,
- odpady ze zpracování ropy, čištění zemního plynu a z pyrolytického zpracování uhlí,
- odpady z anorganických chemických procesů,
- odpady z organických chemických procesů,
- odpady z výroby, zpracování, distribuce a používání nátěrových hmot (barev, laků a smaltů), lepidel, těsnicích materiálů a tiskařských barev,
- odpady z fotografického průmyslu,
- odpady z tepelných procesů,
- odpady z chemických povrchových úprav, z povrchových úprav kovů a jiných materiálů a z hydrometalurgie neželezných kovů,
- odpady z tváření a z fyzikální a mechanické úpravy povrchu kovů a plastů,
- odpady olejů a odpady kapalných paliv (kromě jedlých olejů a odpadů),
- odpady organických rozpouštědel, chladiv a hnacích médií,
- odpadní obaly, absorpční činidla, čisticí tkaniny, filtrační materiály a ochranné oděvy jinak neurčené,
- odpady v tomto katalogu jinak neurčené,

- stavební a demoliční odpady (včetně vytěžené zeminy z kontaminovaných míst),
- odpady ze zdravotní nebo veterinární péče a /nebo z výzkumu s nimi souvisejícího (s výjimkou kuchyňských odpadů a odpadů ze stravovacích zařízení, které bezprostředně nesouvisejí se zdravotní péčí),
- odpady ze zařízení na zpracování (využívání a odstraňování) odpadu, z čistíren odpadních vod pro čištění těchto vod mimo místo jejich vzniku a z výroby vody pro spotřebu lidí a vody pro průmyslové účely,
- komunální odpady (odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů) včetně složek z odděleného Sběru.

Zařízení pro likvidaci odpadů

- skládka včetně ochranného pásma,
- spalovna včetně ochranného pásma – technologické zařízení sloužící ke spalování odpadu; odpady lze spalovat pouze jsou-li splněny podmínky stanovené právními předpisy o ochraně ovzduší a o hospodaření energií,
- kafilérie a další zařízení zpracovávající biologicky rozložitelné odpady – kompostárny, bioplynové stanice.

Nebezpečný odpad:

- takový odpad, který vykazuje alespoň jednu z nebezpečných vlastností uvedených v příloze přímo použitelného předpisu Evropské unie o nebezpečných vlastnostech odpadů, je uveden v Katalogu odpadů jako nebezpečný odpad, nebo je smíšen nebo znečištěn některým z odpadů uvedených v Katalogu odpadů jako nebezpečný,
- směsný komunální odpad se nezařazuje do kategorie nebezpečný a původce a oprávněná osoba nejsou povinni s ním nakládat jako s nebezpečným.

Vybrané výrobky, vybrané odpady a vybraná zařízení, pro která zákon stanoví zvláštní požadavky na zacházení s nimi jako s odpady:

- odpady perzistentních organických znečišťujících látek a PCB – polychlorované bifenyly, polychlorované terfenyly, monometyltetrachlordifenylnmetan, monometyldichlordifenylnmetan, monometyldibromdifenylnmetan (§§ 26-27a),
- odpadní oleje – jakékoliv minerální nebo syntetické mazací nebo průmyslové oleje, které se staly nevhodnými pro použití, pro které byly původně zamýšleny, zejména upotřebené oleje ze spalovacích motorů a převodové oleje a rovněž minerální nebo syntetické mazací oleje, oleje pro turbíny a hydraulické oleje (§§ 28-29),
- baterie a akumulátory – zdroje elektrické energie generované přímou přeměnou chemické energie, které se skládají z jednoho nebo více primárních článků neschopných opětovného nabití nebo z jednoho nebo více sekundárních článků schopných opětovného nabití; baterie nebo akumulátory se dále dělí do skupin přenosných baterií nebo akumulátorů, průmyslových baterií nebo akumulátorů a automobilových baterií nebo akumulátorů (§§ 30-31k),
- kaly z čistíren odpadních vod zpracovávajících městské odpadní vody nebo odpadní vody z domácností a z jiných čistíren odpadních vod, které zpracovávají odpadní vody stejného složení jako městské odpadní vody a odpadní vody z domácností a další biologicky rozložitelné odpady (§§ 32-33b),

- odpady z výroby oxidu titaničitého (§ 34),
- odpady azbestu (§ 35),
- autovraky – každé úplné nebo neúplné motorové vozidlo, které bylo určeno k provozu na pozemních komunikacích pro přepravu osob, zvířat nebo věcí a stalo se odpadem (§§ 36-37),
- elektrická a elektronická zařízení – zařízení, jehož funkce závisí na elektrickém proudu nebo na elektromagnetickém poli nebo zařízení k výrobě, přenosu a měření elektrického proudu nebo elektromagnetického pole a které je určeno pro použití při napětí nepřesahujícím 1000 V pro střídavý proud a 1500 V pro stejnosměrný proud (§§ 37f-37g).

Zákon dále upravuje nakládání se sedimenty vytěženými z koryt vodních toků a nádrží a s odpadem rtuti.

7. Bezpečnostní opatření pro zařízení výroby a skladování výbušnin a trhavin

Bezpečnostní opatření při výrobě a sklady výbušnin a trhavin upravuje vyhláška ČBÚ č. 99/1995 Sb., o skladování výbušnin.

Bezpečnostní vzdáleností se rozumí nejmenší dovolená vzdálenost mezi místem nebo objektem, v němž se vyrábějí, zpracovávají nebo skladují výbušniny, nebo hranicí místa manipulace s výbušninami a ohroženým objektem.

Bezpečnostní vzdálenost se určí podle základního vzorce $S = k \cdot (M)^n$, kde S je bezpečnostní vzdálenost (m), k je koeficient volený podle charakteru a stavebního provedení ohroženého objektu a stupně jeho poškození a stavebního provedení ohrožujícího objektu, M je obložení (kg), n je exponent, jehož hodnota závisí na obložení ohrožujícího objektu.

Ochranné valy se zřizují jako uzavřené, jednostranně otevřené nebo jednostranně otevřené s odděleným valem. Ke stavbě ochranného valu lze použít jen nehořlavých a zhutněných hmot. Průchody v ochranném valu se budují obloukovité nebo zalomené tak, aby jakákoliv přímka jimi vedená protínala jejich stěnu chráněnou ochranným valem. Místo ochranného valu lze použít ochrannou stěnu.

8. Ochrana památek

Ochranu památek včetně limitů využití území z ní vyplývajících upravuje zákon č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů. Památky UNESCO vyhláší mezivládní Výbor pro světové dědictví na základě Úmluvy o ochraně světového kulturního a přírodního dědictví.

- území archeologického zájmu, archeologická naleziště, archeologické památky, památková území (městské, vesnické a archeologické památkové rezervace; městské, vesnické a krajinné památkové zóny), památkové objekty (nemovitě národní kulturní památky případně soubory, včetně ochranného pásma; nemovitě kulturní památky případně soubory, včetně ochranného pásma),
- památky UNESCO včetně ochranných pásem.

9. Ochrana technické infrastruktury

Zařízení a vedení technické infrastruktury slouží pro zásobování vodou, odvodnění, zásobování energiemi (elektřina, plyn, centrální dodávka tepla, ropné produkty), hospodaření s odpady a jejich využívání.

Pro stavby, zařízení a vedení technické infrastruktury (elektroenergetiky, energetického plynu, ropných produktů a chemikálií, plynárenství, teplárenství a vodního hospodářství a elektronických komunikací) jsou předpisy (konkrétně: zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon); zákon č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích) vymezena ochranná a bezpečnostní pásma.

9.1. Zásobování vodou

Ochranná pásma vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu dle § 23 zákona 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů; tabulka 2.

Tabulka 2. Ochranná pásma vodovodních řadů a kanalizačních stok

Průměr potrubí	Hloubka uložení	
	< 2,5m	> 2,5m
	vodorovná vzdálenost od vnějšího líce stěny potrubí na každou stranu	
do 500 mm (včetně)	1,5 m	2,5 m
nad 500 mm	2,5 m	3,5 m

U vodovodních řadů nebo kanalizačních stok o průměru nad 200 mm, jejichž dno je uloženo v hloubce větší než 2,5 m pod upraveným povrchem, se vzdálenosti od vnějšího líce zvyšují o 1,0 m.

Pro provádění zemních prací, staveb včetně oplocení, či činností, které omezují přístup k vodovodu nebo které by mohly ohrozit jeho technický stav nebo plynulé provozování, pro vysazování trvalých porostů, zřizování skládky jakéhokoliv odpadu anebo provádění terénních úprav v ochranném pásmu vodovodního řadu je třeba písemný souhlas vodoprávního úřadu.

Vodovodní řad nesmí být oplocen a musí k němu být trvale zajištěn volný příjezd.

9.2. Energetická zařízení

Pro zařízení a vedení elektroenergetiky, energetického plynu, ropných produktů a chemikálií platí zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon).

Zákon stanoví pro provozovatele přenosové a distribuční soustavy mimo jiné vypracovat havarijní plány do 6 měsíců od udělení licence a dále je každoročně upřesňovat; při jejich tvorbě a upřesňování spolupracovat s provozovateli distribučních soustav, jejichž zařízení je připojeno k přenosové soustavě (§ 24 odst. 10), respektive s jejichž zařízením je jeho zařízení propojeno (§ 25 odst. 10)

Elektrizační soustava

Ochranná pásma (§ 46)

Ochrannými pásmy jsou chráněna nadzemní vedení, podzemní vedení, elektrické stanice, výrobní elektřiny a vedení měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky; tabulka 3.

Tabulka 3. Ochranné pásmo nadzemního vedení .

Napětí	Vodiče bez izolace	Vodiče s izolací základní	Závěsná kabelová vedení	Podzemní vedení
		od krajního vodiče vedení na obě jeho strany		
1 kV – 35 kV	7 m	2 m	1 m	1 m
> 35 kV – 110 kV	12 m	5 m	2 m	
> 110 kV – 220 kV	15 m			3 m
> 220 kV – 400 kV	20 m			
> 400 kV	30 m			

V lesních průsecích udržuje provozovatel přenosové soustavy nebo provozovatel příslušné distribuční soustavy na vlastní náklad volný pruh pozemků o šířce 4 m po jedné straně základů podpěrných bodů nadzemního vedení; vlastníci či uživatelé dotčených nemovitostí jsou povinni jim tuto činnost umožnit; tabulka 4.

Tabulka 4. Ochranné pásmo elektrické stanice .

Druh elektrické stanice	Ochranné pásmo
venkovní anebo stanice s napětím větším než 52 kV	oplocená: 20 m vně od oplocení

	neoplocená: 20 m nebo od vnějšího líce obvodového zdiva
stožárová nebo věžová stanic s venkovním přívodem s převodem napětí z úrovně > 1 kV až 52 kV na úroveň nízkého napětí	7 m od vnější hrany půdorysu stanice ve všech směrech
kompaktní anebo zděná s převodem napětí z úrovně > 1 kV až < 52 kV na úroveň nízkého napětí	2 m od vnějšího pláště stanice ve všech směrech
Vestavěná	1 m vně od obestavění

Ochranné pásmo výroby elektřiny

připojené napětí přenosové nebo distribuční soustavy	ochranné pásmo
> 52 kV	oplocená: 20 m vně od oplocení neoplocená: 20 m nebo od vnějšího líce obvodového zdiva
> 1 kV – 52 kV	oplocená: 7 m vně od oplocení neoplocená: 7 m nebo od vnějšího líce obvodového zdiva
do 1 kV, s instalovaným výkonem nad 10 kW	oplocená: 1 m vně od oplocení neoplocená: 1 m nebo od vnějšího líce obvodového zdiva
do 1 kV, s instalovaným výkonem do 10 kW	nestanovuje se

V ochranném pásmu nadzemního a podzemního vedení, výroby elektřiny a elektrické stanice je zakázáno zřizovat bez souhlasu vlastníka těchto zařízení stavby či umisťovat konstrukce a jiná podobná zařízení, jakož i uskladňovat hořlavé a výbušné látky, provádět bez souhlasu jeho vlastníka zemní práce, provádět činnosti, které by mohly ohrozit spolehlivost a bezpečnost provozu těchto zařízení nebo ohrozit život, zdraví či majetek osob, anebo které by znemožňovaly nebo podstatně znesnadňovaly přístup k těmto zařízením.

V ochranném pásmu nadzemního vedení je zakázáno vysazovat chmelnice a nechávat růst porosty nad výšku 3 m.

V ochranném pásmu podzemního vedení je zakázáno vysazovat trvalé porosty a přejíždět vedení mechanismy o celkové hmotnosti nad 6 t.

9.3. Plynárenství

Vymezení ochranných pásem (§ 68) je v tabulce 5.

Tabulka 5. Ochranná pásma v plynárenství.

Zařízení	Do 4 bar včetně	Nad 4 bar do 40 bar včetně	Nad 40 bar
plynovody / plynovodní přípojky	v zastavěném území obce 1 m na obě strany mimo zastavěné území obce 2 m na obě strany	2 m na obě strany	4 m na obě strany
technologické objekty	4 m na každou stranu od objektu		
sondy zásobníku plynu	30 m od osy jejich ústí		
zařízení katodické protikorozní ochrany	1 m na obě strany		

V lesních průsecích udržuje provozovatel přepravní soustavy, provozovatel distribuční soustavy, provozovatel zásobníku plynu na vlastní náklad volný pruh pozemků o šířce 2 m na obě strany od osy plynovodu; vlastníci či uživatelé dotčených nemovitostí jsou povinni jim tuto činnost umožnit; provozovatel zásobníku plynu dále na vlastní náklad udržuje volný prostor pozemku o poloměru 15 m od osy ústí sondy zásobníku plynu.

Vysazování trvalých porostů kořenících do větší hloubky než 20 cm nad povrch plynovodu ve volném pruhu pozemků o šířce 2 m na obě strany od osy plynovodu, vlastní telekomunikační sítě nebo plynovodní přípojky a ve volném prostoru pozemku o poloměru 15 m od osy ústí sondy zásobníku plynu lze pouze na základě souhlasu provozovatele přepravní soustavy, provozovatele distribuční soustavy, provozovatele zásobníku plynu nebo provozovatele přípojky.

Bezpečnostním pásmem plynových zařízení (§ 69) se rozumí souvislý prostor vymezený svislými rovinami vedenými ve vodorovné vzdálenosti od půdorysu plynového zařízení měřeno kolmo na jeho obrys; tabulka 6.

Tabulka 6. Pásma pro plynová zařízení.

Druh zařízení	Velikost pásma
zásobníky (vzdálenost od vnějšího okraje areálu zásobníku mimo samostatně)	250 m

Druh zařízení	Velikost pásma						
umístěných sond)							
sondy zásobníku plynu (vzdálenost od osy jejich ústí)	s tlakem do 100 barů			s tlakem nad 100 barů			
	80 m			150 m			
tlakové zásobníky zkapalněných plynů do vnitřního objemu (vzdálenost od vnějšího obvodu technologických objektů)	nad 5 m ³ do 20 m ³	nad 20 m ³ do 100 m ³	nad 100 m ³ do 250 m ³	nad 250 m ³ do 500 m ³	nad 500 m ³ do 1000 m ³	nad 1000 m ³ do 3000 m ³	nad 3000 m ³
	20 m	40 m	60 m	100 m	150 m	200 m	300 m
plynojemy (vzdálenost od vnějšího obvodu technologických objektů)	<100 m ³			> 100 m ³			
	30 m			50 m			
technologické objekty (vzdálenost od vnějšího obvodu technologických objektů)	plnírny plynů	zkapalňovací stanice stlačených plynů	odpařovací stanice zkapalněných plynů	kompresorové stanice	regulační stanice vtl o tlakové úrovni 4 až 40 barů včetně	regulační stanice s tlakem nad 40 barů	
	100 m	100 m	100 m	200 m	10 m	20 m	
vysokotlaké plynovody a plynovodní přípojky o tlakové úrovni 4 až 40 barů včetně	do DN 100 včetně		nad DN 100 do DN 300 včetně		nad DN 300 do DN 500 včetně		nad DN 500
	8 m		10 m		15 m		20 m
vysokotlaké plynovody a plynovodní přípojky s tlakem nad 40 barů	do DN 100 včetně	nad DN 100 do DN 300 včetně	nad DN 300 do DN 500 včetně	nad DN 500 do DN 700 včetně	nad DN 700		
	8 m	15 m	70 m	110 m	160 m		

9.4. Teplárenství

Ochranná pásma (§ 87)

Tabulka 7 uvádí stanovené rozměry

Tabulka 7. Pásma pro teplotní zařízení.

Druh zařízení	Velikost pásma
zařízení na výrobu či rozvod tepelné energie	2,5 m ve vodorovné vzdálenosti měřené kolmo k zařízení 2,5 m ve svislé vzdálenosti, měřené kolmo pod zařízení
předávací stanice umístěné v samostatných budovách	2,5 m ve vodorovné vzdálenosti měřené kolmo k zařízení 2,5 m ve svislé vzdálenosti, měřené kolmo pod zařízení
průchod zařízení budovami	nevymezuje se; při provádění stavebních činností musí vlastník dotčené stavby dbát na zajištění bezpečnosti tohoto zařízení

9.5. Telekomunikace

Problematiku upravuje zákon č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích), ve znění pozdějších předpisů.

Ochranné pásmo komunikačního vedení (§ 102)

Ochranné pásmo podzemního komunikačního vedení činí 1,0 m po stranách krajního vedení. V ochranném pásmu podzemního komunikačního vedení je zakázáno bez souhlasu jeho vlastníka nebo rozhodnutí stavebního úřadu provádět zemní práce nebo terénní úpravy, zřizovat stavby či umísťovat konstrukce nebo jiná podobná zařízení. Bez souhlasu jeho vlastníka je zakázáno vysazovat trvalé porosty.

Činnosti v ochranném pásmu podzemního komunikačního vedení, které by znemožňovaly nebo podstatně znesnadňovaly přístup k tomuto vedení nebo které by mohly ohrozit bezpečnost a spolehlivost jeho provozu, je možné vykonávat jen po předchozím souhlasu vlastníka vedení.

Ochranné pásmo rádiového zařízení a rádiového směrového spoje (§ 103)

Parametry těchto ochranných pásem, rozsah omezení a podmínky ochrany stanoví na návrh vlastníka těchto zařízení a spojů příslušný stavební úřad v tomto rozhodnutí.

Další preventivní opatření na ochranu technické infrastruktury

Pro některé technické infrastruktury se stanoví pravidla a povinnosti pro:

Stav nouze – tedy stav, který ohrožuje funkci technické infrastruktury v důsledku:

- živelní události,
- opatření státního orgánu za nouzového stavu, stavu ohrožení státu nebo válečného stavu,
- havárie na zařízení soustavy příslušné technické infrastruktury,

- teroristického činu,
 - nevyrovnané bilance v soustavě příslušné technické infrastruktury,
 - ohrožení fyzické bezpečnosti nebo ochrany osob,
 - nebo dalších událostí, které ohrožují funkcionalitu příslušné technické infrastruktury
- a způsobuje významný a náhlý nedostatek funkcionality nebo ohrožení celistvosti soustavy příslušné technické infrastruktury, její bezpečnosti a spolehlivosti provozu na celém území státu, vymezeném území nebo jeho části.

Předcházení stavu nouze je soubor činností prováděných v situaci, kdy existuje reálné riziko vzniku stavu nouze. Skládá se z včasného varování, kdy existují takové informace, že může nastat stav nouze, a z výstrahy, kdy skutečně ke zhoršení zásobování dochází, avšak není ještě nutné přistoupit k plošnému omezení spotřeby. (Blíže viz pro elektrizační soustavu § 54, pro plynárenství § 73 a pro teplárenství § 88 zákona číslo 458/2000 Sb. (energetického zákona).

Povinnost vypracování havarijních plánů – do 6 měsíců od udělení licence, a dále jejich každoroční upřesňování. (Blíže viz pro elektrizační soustavu § 24 odst. 10 a § 25 odst. 10, pro plynárenství § 73 a pro teplárenství § 88 zákona číslo 458/2000 Sb. (energetického zákona).

9.6. Ochrana dopravní infrastruktury

Dopravní infrastrukturou se rozumí zařízení a trasy dopravy – dráhy, pozemní komunikace, přístavy a letiště. Dráhy upravuje zákon č. 266/1994 Sb., o dráhách, ve znění pozdějších předpisů; silniční z dálniční komunikace zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů; pro vnitrozemskou plavbu platí zákon č. 114/1995 Sb., o vnitrozemské plavbě, ve znění pozdějších předpisů; pro letiště platí zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů); ochranná pásma leteckých staveb – letišť a leteckých zabezpečovacích zařízení – jsou stanovena Předpisem L 14 (Ministerstvo dopravy 2009).

Dráhy

(zákon č. 266/1994 Sb., o dráhách, ve znění pozdějších předpisů)

Ochranné pásmo dráhy (§ 8, § 9)

Tabulka 8 uvádí stanovené rozměry.

Tabulka 8. Pásma pro dráhu.

Druh dráhy	Velikost pásma
celostátní a regionální	60 m od osy krajní koleje, nejméně však ve vzdálenosti 30 m od hranic obvodu dráhy
celostátní, vybudovaná pro rychlost větší než 160 km/h, též dráhy zkušební	100 m od osy krajní koleje, nejméně však 30 m od hranic obvodu dráhy
místní a vlečky	30 m od osy krajní koleje

speciální	30 m od hranic obvodu dráhy
tunel speciální dráhy	35 m od osy krajní koleje
lanová	10 m od nosného lana, dopravního lana nebo osy krajní koleje
tramvajová / trolejbusová	30 m od osy krajní koleje nebo krajního trolejového drátu

Pro dráhu vedenou po pozemních komunikacích a vlečku v uzavřeném prostoru provozovny nebo v obvodu přístavu se ochranné pásmo nezřizuje.

V ochranném pásmu dráhy lze provádět hornickou činnost a činnost prováděnou hornickým způsobem, provozovat střelnici, skladovat výbušniny, nebezpečné odpady a zřizovat světelné zdroje a barevné plochy zaměnitelné s návěstními znaky jen se souhlasem drážního správního úřadu a za podmínek jím stanovených.

Provozovatel dráhy a dopravce je oprávněn v ochranném pásmu dráhy vstupovat na cizí pozemky, popřípadě na stavby na nich stojící, za účelem oprav, údržby a provozování dráhy, odstraňování následků nehod nebo poškození dráhy a za účelem odstraňování jiných překážek omezujících provozování drážní dopravy. Ve stavu nouze nebo v naléhavém veřejném zájmu na provozování dráhy nebo na provozování drážní dopravy je provozovatel dráhy a dopravce oprávněn použít nemovitou věc vlastníka v ochranném pásmu dráhy, nelze-li dosáhnout účelu jinak. Přitom je povinen dbát toho, aby užívání pozemků, popřípadě staveb na nich stojících, bylo co nejméně rušeno a aby vstupem a činnostmi nevznikly škody, kterým je možno zabránit. Výkon těchto oprávnění musí být omezen na nezbytnou dobu a nezbytnou míru. Tímto ustanovením není dotčeno právo na náhradu škody podle občanského zákoníku.

Vlastník nemovité věci přilehlé k dráze tramvajové nebo dráze trolejbusové je v nezbytně nutných případech na nezbytnou dobu povinen za jednorázovou úhradu strpět omezení vlastnického práva ke své nemovité věci spočívající v umístění a provozování pevných trakčních, signalizačních nebo zabezpečovacích zařízení. Rozhodnutí o omezení vlastnického práva a o výši úhrady vydává na návrh provozovatele dráhy tramvajové nebo trolejbusové drážní správní úřad. Provozovatel dráhy je povinen při umístění a odstranění tohoto zařízení na cizí nemovité věci uvést nemovitou věc při ukončení prací do původního stavu, a není-li to možné s ohledem na povahu provedených prací, do stavu odpovídajícího původnímu účelu nebo užití dotčené nemovité věci.

Ochrana dráhy (§ 10)

Vlastníci nemovité věci v sousedství dráhy jsou povinni strpět, aby na jejich pozemcích byla provedena nezbytná opatření k zabránění sesuvů půdy, padání kamenů, lavin a stromů nebo jejich částí, vznikne-li toto nebezpečí výstavbou nebo provozem dráhy nebo přírodními vlivy; vznikne-li toto nebezpečí z jednání těchto vlastníků, jsou povinni učinit nezbytná opatření na svůj náklad. O rozsahu a způsobu provedení nezbytných opatření a o tom, kdo je provede, rozhodne drážní správní úřad.

Drážní správní úřad zjišťuje zdroje ohrožení dráhy a zdroje rušení drážního provozu na nich. Zjistí-li zdroj ohrožení jiný, než je uveden výše, nařídí drážní správní úřad jeho provozovateli nebo vlastníku odstranění zdroje tohoto ohrožení. Nevyhoví-li

provozovatel nebo vlastník zdroje ohrožení, drážní správní úřad rozhodne o odstranění zdroje ohrožení na jeho náklady.

Ochrana dráhy vůči hornické činnosti

Pro styk dráhy s hornickou činností stanoví vyhláška číslo 28/1967 Sb. ochranné pásy mezi obvodem dráhy a krajní hranou úvodního (jámy, štoly dolu vycházející na povrch) nebo povrchového hornického díla ležícího v úrovni dráhy nebo níže

- nejméně 30 m od obvodového zdiva drážních budov,
- nejméně 12 m od základového zdiva mostů a viaduktů,
- nejméně 6 m od obvodu dráhy.

Šíři ochranného pásma stanoví orgán státní báňské správy v dohodě s drážním správním orgánem, a to podle povahy dráhy a způsobu těžby. Hornický podnik musí přitom prokázat stabilitu terénu mezi úvodním nebo povrchovým hornickým dílem a obvodem dráhy v konečném stadiu.

Pozemní komunikace

(zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích)

Silniční ochranná pásma (§ 30, § 31)

Tabulka 9 uvádí stanovené rozměry

Tabulka 9. Pásma pro pozemní komunikace.

Druh komunikace	Velikost pásma	
	obecně – do výšky 50 m	pro případ povolování zřizování a provozování reklamních zařízení
dálnice	100 m od osy přilehlého jízdního pásu anebo od osy větve její křižovatky s jinou pozemní komunikací; pokud by takto určené pásmo nezahrnovalo celou plochu odpočívky, tvoří hranici pásma hranice silničního pozemku	250 m
silnice I. třídy nebo místní komunikace I. třídy	50 m od osy vozovky nebo přilehlého jízdního pásu	
silnice II. nebo III. třídy a místní komunikace II. třídy	15 m od osy vozovky nebo od osy přilehlého jízdního pásu	

Silniční ochranná pásma se vymezují pouze mimo souvisle zastavěné území obcí. Souvisle zastavěným územím obce je pro účely určení silničního ochranného pásma území, které splňuje tyto podmínky: (a) na území je postaveno pět a více budov

odlišných vlastníků, kterým bylo přiděleno popisné nebo evidenční číslo a které jsou evidovány v katastru nemovitostí, (b) mezi jednotlivými budovami, jejichž půdorys se pro tyto účely zvětší po celém obvodu o 5 m, nebude spojnice delší než 75 m. Spojnice tvoří rohy zvětšeného půdorysu jednotlivých budov (u oblouků se použijí tečny). Spojnice mezi zvětšenými půdorysy budov, spolu se stranami upravených půdorysů budov, tvoří souvisle zastavěné území obce.

Zřízení a provozování reklamního zařízení v silničním ochranném pásmu podléhá povolení. Lze je povolit pouze, není-li zaměnitelné s dopravními značkami, světelnými signály, zařízeními pro provozní informace nebo s dopravními zařízeními a nemůže-li oslnit uživatele dotčené pozemní komunikace nebo jinak narušit provoz na pozemních komunikacích. Předpis dále stanoví další omezení a požadavky na zřízení a provozování reklamního zařízení v silničním ochranném pásmu.

V silničních ochranných pásmech je pro umístování a provádění staveb, které vyžadují povolení, souhlas nebo ohlášení stavebnímu úřadu, jakož i provádění terénních úprav, jimiž by se úroveň terénu snížila nebo zvýšila ve vztahu k niveletě vozovky, nezbytné povolení silničního správního úřadu (blíže viz § 32).

Rozhled potřebný pro bezpečnost silničního provozu (§ 33)

Tabulka 10 uvádí stanovené rozměry.

Tabulka 10. Pásma pro bezpečnost silničního provozu.

Druh komunikace	Dotčená plocha	Omezení využití
silnice a místní komunikace I. nebo II. třídy	silniční ochranné pásmo na vnitřní straně oblouku o poloměru 500 m a menším	zákaz zřizovat a provozovat jakékoliv objekty, vysazovat stromy nebo vysoké keře a pěstovat takové kultury, které by svým vzrůstem a s přihlédnutím k úrovni terénu rušily rozhled potřebný pro bezpečnost silničního provozu; to neplatí pro lesní porosty s keřovým parkem zajišťující stabilitu okraje lesa
	rozhledové trojúhelníky prostorů úrovnových křižovatek - 100 m u silnice označené jako hlavní a 55 m u silnice označené jako vedlejší	

Letecká doprava

(zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví)

Ochranná pásma (§ 37, §§ 40-42)

Tabulka 11 uvádí stanovené rozměry.

Tabulka 11. Pásma pro bezpečnost leteckého provozu.

Objekt ochranného pásma	Druh ochranného pásma

letišťe	se zákazem staveb
	s výškovým omezením staveb
	k ochraně před nebezpečnými a klamavými světly
	se zákazem laserových zařízení
	s omezením staveb vzdušných vedení vysokého napětí a velmi vysokého napětí
	Hlukové
	ornitologické
letecká zabezpečovací zařízení	radiolokačních zařízení
	navigačních zařízení
	komunikačních zařízení
	zařízení pro leteckou meteorologickou službu
	zařízení pro leteckou informační službu
	světelných a rádiových návěstidel
	podzemních leteckých staveb

Ochranné pásmo zřídí Úřad opatřením obecné povahy podle správního řádu po projednání s úřadem územního plánování. Opatřením obecné povahy podle věty druhé Úřad stanoví parametry ochranného pásma a jednotlivá opatření k ochraně leteckých staveb.

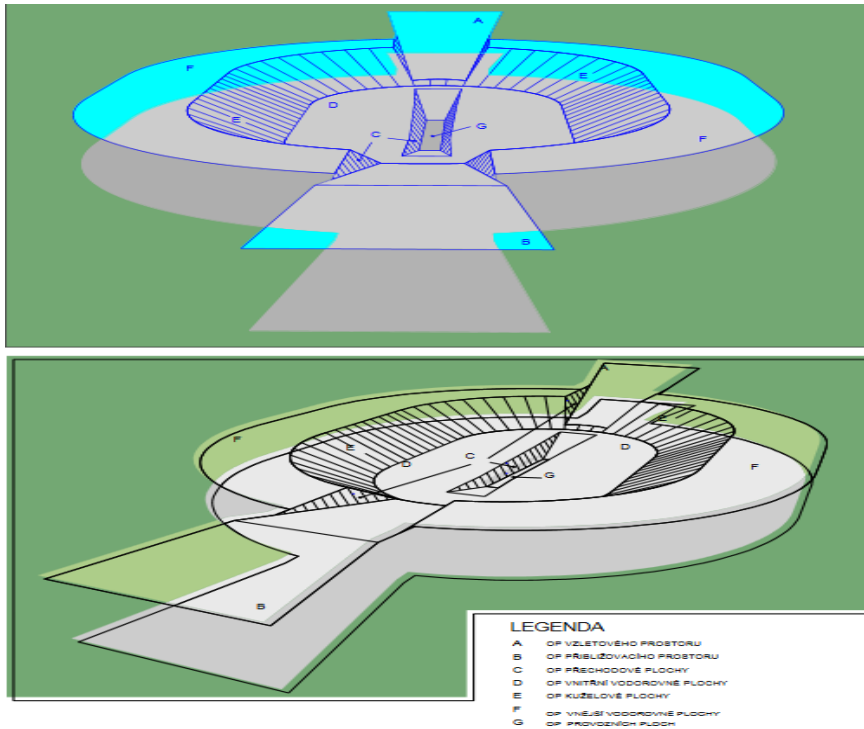
V ochranných pásmech leteckých staveb lze zřizovat zařízení a provádět činnosti jen se souhlasem Úřadu. Úřad souhlas udělí, nebude-li zařízení nebo činnost bránit leteckému provozu ani ohrožovat jeho bezpečnost a nepůjde-li o objekt vyžadující ochranu před hlukem.

Mimo ochranná pásma je nutný souhlas Úřadu a Ministerstva obrany s umístěním staveb a zařízení, jestliže jde o stavby nebo zařízení vysoké 75 m a více nad terénem, stavby nebo zařízení vysoké 30 m a více na přirozených nebo umělých vyvýšeninách, které vyčnívají 75 m a výše nad okolní krajinu, zařízení, která mohou ohrozit bezpečnost letového provozu nebo rušit funkci leteckých palubních přístrojů a leteckých zabezpečovacích zařízení, zejména zařízení průmyslových závodů, vedení vysokého napětí a velmi vysokého napětí, energetická zařízení, větrné elektrárny a vysílací stanice.

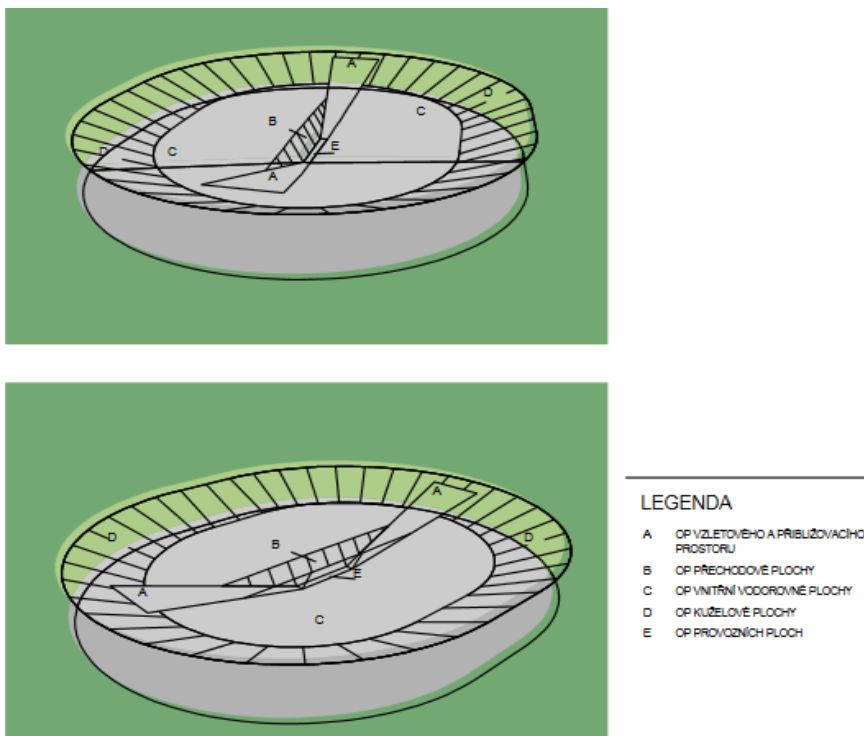
Provozovatel letišťe nebo jiných leteckých staveb je oprávněn i mimo ochranné pásmo, po předchozím prokazatelném informování vlastníka, vstupovat na cizí pozemky za účelem zajištění provozování letišť a jiných leteckých staveb, případně odstraňování překážek omezujících provozování letišťe nebo leteckých staveb. Přitom je povinen dbát toho, aby užívání pozemků a staveb na nich stojících bylo co nejméně rušeno a aby vstupem a činnostmi nevznikly škody, kterým je možno zabránit. Výkon těchto oprávnění musí být omezen na nezbytnou dobu a nezbytnou míru. Vlastník

nemovitosti je povinen strpět omezení vlastnického práva ke své nemovitosti při výkonu těchto oprávnění. Tímto ustanovením není dotčeno právo na náhradu škody podle občanského zákoníku.

Druhy a vymezení ochranných pásem letiště upřesňuje Předpis L 14 Ministerstva dopravy (2009) v Hlavě 11; obrázek 1.



Obr. 11-3 Ochranná pásma s výškovým omezením staveb pro přístrojovou RWY



Obr. 11-4 Ochranná pásma s výškovým omezením staveb pro nepřístrojovou RWY

Obr. 1. Ochranná pásma leteckého provozu.

10. Ochrana zvláštních zájmů státu

Povinnosti státních orgánů, územních samosprávných celků a právnických a fyzických osob k zajišťování obrany České republiky před vnějším napadením a odpovědnost za porušení těchto povinností upravuje zákon č. 222/1999 Sb., o zajišťování obrany České republiky, ve znění pozdějších předpisů. Zákon mimo jiné vymezuje operační přípravou státního území, tj. souhrn opatření vojenského, ekonomického a obranného charakteru, která se plánují a uskutečňují v míru, za stavu ohrožení státu nebo za válečného stavu s cílem vytvořit na území státu nezbytné podmínky pro splnění úkolů ozbrojených sil a zabezpečení potřeb obyvatelstva.

Objekty důležité pro obranu státu (§ 29)

Objekty důležité pro obranu státu jsou:

- pozemky a stavby umístěné ve vojenských újezdech a jejich příslušenství, které mají z politického, vojenského nebo hospodářského hlediska význam pro zajišťování obrany státu, zejména pro zabezpečení základních funkcí státu a zabezpečení ozbrojených sil
- pozemky a stavby, k nimž výkon vlastnického práva státu a jiných majetkových práv státu vykonává ministerstvo nebo právnická osoba jím zřízená nebo založená
- pozemky a stavby určené k ochraně obyvatel
- pozemky, stavby a další objekty strategického významu, které určí vláda
- pozemky a stavby, které za stavu ohrožení státu nebo za válečného stavu mohou mít strategický význam a které určí vláda.

Do objektů důležitých pro obranu státu z důvodu veřejného zájmu nebo z důvodu bezpečnosti fyzických osob může být statutárním orgánem nebo jím pověřenou osobou, do jehož působnosti objekty důležité pro obranu státu náleží, vstup omezen nebo zakázán.

Vojenské újezdy (§ 30)

Vojenský újezd je vymezená část území státu určená k zajišťování obrany státu a k výcviku ozbrojených sil. Újezd tvoří územní správní jednotku. Vstup na území vojenského újezdu bez povolení je zakázán.

Bezpečnostní a ochranná pásma (§ 44)

Bezpečnostní nebo ochranná pásma lze zřídit z důvodů zabezpečování objektů důležitých pro obranu státu před účinky nepředvídatelných stavů, havárií nebo poruch anebo z důvodů ochrany života, zdraví nebo majetku osob.

Bezpečnostním pásmem se rozumí prostor uvnitř objektu důležitého pro obranu státu určený k jeho ochraně před účinky vnitřních vlivů nebo nepředvídatelných stavů, pro zabezpečení spolehlivého provozu a k ochraně života, zdraví nebo majetku osob. O bezpečnostních pásmech rozhoduje ministerstvo a v terénu se vyznačují výstražnými tabulemi.

Ochranným pásmem se rozumí prostor kolem objektu důležitého pro obranu státu určený k jeho ochraně před účinky vnějších vlivů, pro zabezpečení jeho spolehlivého provozu a k ochraně života, zdraví nebo majetku osob. Ochranné pásmo zřídí

ministerstvo opatřením obecné povahy. Hranice ochranných pásem se v terénu vyznačují tabulemi.

Vztah ke krizovému řízení (§ 9a)

Ústřední správní úřady, správní úřady a orgány územních samosprávných celků jsou povinny při plnění úkolů zajišťování obrany státu vzájemně spolupracovat a vyměňovat si v nezbytně nutném rozsahu informace z informačních systémů, které vedou. Při plnění úkolů zajišťování obrany státu využívají pracovišť krizového řízení, pracovních a poradních orgánů, informační systémy krizového řízení (vesměs zřizované a provozované podle zákona číslo 240/2000, o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), a jednotné geografické podklady v souladu se zvláštním právním předpisem. Vzájemnou spolupráci a výměnu informací koordinuje ministerstvo.

Za stavu ohrožení státu vyhlášeného v souvislosti se zajišťováním obrany České republiky před vnějším napadením a za válečného stavu mohou orgány krizového řízení nařizovat také opatření podle zvláštního právního předpisu, nejsou-li v rozporu s tímto zákonem.

(3) Krizové plány zpracované podle zvláštního právního předpisu za stavu ohrožení státu vyhlášeného v souvislosti se zajišťováním obrany České republiky před vnějším napadením a za válečného stavu tvoří samostatnou část plánu obrany státu.

11. Bezpečnostní plánování

Prevence závažných havárií (zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií) vymezuje kritéria pro vymezení zdrojů ohrožení – objektů / zařízení nakládajících s nebezpečnými látkami. Zdroje ohrožení se podle množství nebezpečné látky v tunách klasifikují do skupin A B.

Vypracovává se

- plán fyzické ochrany – pro zdroje ohrožení skupiny A i B. Obsahuje bezpečnostní opatření obsahující analýzu možností neoprávněných činností a provedení případného útoku na objekt, režimová opatření, fyzickou ostrahu a technické prostředky,
- vnitřní havarijní plán – pro zdroje ohrožení skupiny B, struktura stanovena vyhláškou SÚJB č. 318/2002 Sb.
- vnější havarijní plán - zpracovává pro jaderné zařízení nebo pracoviště IV. kategorie a pro objekty a zařízení, u kterých je možnost vzniku závažné havárie způsobené nebezpečnými chemickými látkami a přípravky, struktura stanovena vyhláškou MV číslo 103/2006 Sb.; pro zdroje ohrožení skupiny B se vymezuje zóna havarijního plánování.

Součástí bezpečnostního plánování je též registr povodní a sesuvů.

Havarijní plán kraje

Havarijní plán je dokument, ve kterém jsou popsány činnosti a opatření, které vedou ke zmírnění nebo odstranění následků mimořádné události nebo případné havárie. Zpracovává se pro řešení mimořádných událostí, které vyžadují vyhlášení třetího nebo zvláštního stupně poplachu, dle poplachového plánu. Struktura havarijního plánu kraje je stanovena vyhláškou Ministerstva vnitra číslo 328/2001 Sb.

Informační část havarijního plánu obsahuje:

- charakteristiku kraje (geografie, demografie, klimatologie, hydrologie a infrastruktury),
- pro jednotlivé druhy mimořádných událostí místo a pravděpodobnost možného vzniku mimořádných událostí, rozsah a ohrožení, seznam dotčených obcí, ohrožení jejich obyvatelstva, předpokládané škody a předpokládané následky vyvolané mimořádnou událostí, zásady pro provedení záchranných a likvidačních prací, předpokládané množství sil a prostředků pro záchranné a likvidační práce, struktury organizace havarijní připravenosti kraje včetně uvedení působnosti složek, systém vyrozumění a varování v rámci organizace záchranných a likvidačních prací a ochrany obyvatelstva, uvedení odpovědnosti za provedení jednotlivých asanačních opatření; při možnosti vzniku jednoho druhu mimořádné události na více místech území kraje a za obdobných místních podmínek se podrobně popíše nejvíce nebezpečná varianta

Operativní část se zabývá silami a prostředky pro záchranné a likvidační práce, včetně pomoci poskytovaná sousedním krajům, pomoci, která může být poskytnuta ze sousedních krajů a pomoci, která může být poskytnuta z ústřední úrovně. Upravuje způsob vyrozumění o mimořádné události a spojení.

Součástí havarijních plánů jsou plány konkrétních činností:

1. Plán vyrozumění obsahuje způsob předání prvotní informace o mimořádné události, vyrozumění a povolání ostatních složek, informování hejtmana a starostů obcí s rozšířenou působností a podávání informací o mimořádné události orgánům veřejné správy
2. Traumatologický plán obsahuje postupy zdravotnických zařízení a správních úřadů a organizaci zajištění neodkladné zdravotnické péče a zdravotní pomoci postiženému obyvatelstvu, způsob zabezpečení zdravotnické pomoci evakuovanému a ukryvanému obyvatelstvu a zásady ochrany veřejného zdraví v prostorech i mimo prostory mimořádné události, režimy ochrany zdraví zasahujících složek integrovaného záchranného systému a dotčených zdravotnických zařízení.
3. Plán varování obyvatelstva obsahuje přehled vyrozumívacích center a koncových prvků varování, způsob varování obyvatelstva, varovný signál a jeho význam a náhradní způsob varování, způsob předání tísňových informací, způsob informování o ukončení nebezpečí ohrožení a rozdělení odpovědnosti za provedení varování obyvatelstva.
4. Plán ukrytí obyvatelstva obsahuje přehled stálých úkrytů s vyznačením typu úkrytu a kapacity ukryvaných osob, přehled o vhodných prostorech pro vybudování improvizovaných úkrytů a rozdělení odpovědnosti za ukrytí obyvatelstva.
5. Plán individuální ochrany obyvatelstva obsahuje způsob improvizované ochrany dýchacích cest, očí a povrchu těla, množství a strukturu prostředků individuální ochrany pro vybrané kategorie osob a místa jejich uskladnění, zabezpečení a způsob provedení výdeje prostředků individuální ochrany a rozdělení odpovědnosti za provedení individuální ochrany obyvatelstva.
6. Plán evakuace obyvatelstva obsahuje zásady provádění a rozsah evakuačních opatření, zabezpečení evakuace, orgány pro řízení evakuace a způsob jejich vyrozumění a rozdělení odpovědnosti za provedení evakuace obyvatelstva.

7. Plán nouzového přežití obyvatelstva obsahuje nouzové ubytování, zásobování potravinami a pitnou vodou, základní služby obyvatelstvu, dodávky energií, organizování humanitární pomoci a rozdělení odpovědnosti za provedení opatření pro nouzové přežití obyvatelstva.
8. Plán monitorování obsahuje přehled stacionárních a mobilních prostředků a jejich rozmístění, sledované veličiny pro monitorování, způsob vyhodnocování a předávání zjištěných hodnot a rozdělení odpovědnosti za provedení monitorování.
9. Pohotovostní plán veterinárních opatření obsahuje přehled připravených mimořádných veterinárních opatření a způsob jejich provádění, síly a prostředky k jejich zabezpečení, rozdělení odpovědnosti za jejich provedení a způsob provádění dezinfekce osob, zvířat a prostředků.
10. Plán veřejného pořádku a bezpečnosti obsahuje způsob zabezpečení veřejného pořádku a bezpečnosti a rozdělení odpovědnosti za provedení opatření na ochranu veřejného pořádku a bezpečnosti
11. Plán ochrany kulturních památek obsahuje přehled movitých a nemovitých kulturních památek, způsob zabezpečení jejich ochrany před účinky havárií a rozdělení odpovědnosti za provedení ochrany kulturních památek.
12. Plán hygienických a protiepidemických opatření obsahuje přehled připravených hygienicko-epidemiologických opatření, způsob jejich provádění, síly a prostředky k jejich zabezpečení, pohotovostní plán pro případ výskytu nebezpečných infekčních nemocí a odpovědnosti za provedení plánovaných hygienických a protiepidemických opatření.
13. Plán komunikace s veřejností a hromadnými informačními prostředky obsahuje přehled spojení na hromadné informační prostředky, texty nebo nahrávky televizních a rozhlasových tísňových informací, frekvence vysílání, způsob ověření průniku tísňových informací, náhradní způsoby pro informování veřejnosti, formy, způsoby a postupy při poskytování informací obyvatelstvu o skutečném ohrožení a následně přijímaných opatřeních k ochraně obyvatelstva, organizační a materiální zabezpečení tiskového střediska a rozdělení odpovědnosti za komunikaci s veřejností a hromadnými informačními prostředky.
14. Plán odstranění odpadů vzniklých při mimořádné události obsahuje způsob odstranění odpadů a složky provádějící odstranění odpadů, přehled skládek, spaloven a jiných zařízení na odstranění odpadů a nebezpečných odpadů, rozdělení odpovědnosti za odstranění odpadů a stanovení dozoru při odstranění odpadů.

Zóna havarijního plánování

Pro vymezení zón havarijního plánování se uplatní zákon číslo 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky a o změně zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů (zákon o prevenci závažných havárií) §§ 18, 19; vyhláška č. 103/2006 Sb., o stanovení zásad pro vymezení zóny havarijního plánování a o rozsahu a způsobu vypracování vnějšího havarijního plánu; zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon), ve znění pozdějších předpisů, §§ 2, 3, 6, 17, 24, 25, 26.

Zónou havarijního plánování se rozumí:

- území v okolí objektu nebo zařízení, v němž krajský úřad uplatňuje požadavky havarijního plánování formou vnějšího havarijního plánu,
- oblast v okolí jaderného zařízení nebo pracoviště, kde se nachází zdroj ionizujícího záření, v níž se uplatňují požadavky z hlediska havarijního plánování.

Krizové řízení

Pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků a práva a povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na krizové situace, které nesouvisejí se zajišťováním obrany České republiky před vnějším napadením a při jejich řešení a při ochraně kritické infrastruktury, vymezuje zákon číslo 240/2000, o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).

Kritická infrastruktura (§ 2)

Ve vztahu k fyzickému prostředí a území zákon vymezuje pojmy:

- kritická infrastruktura nebo systém prvků kritické infrastruktury, jako infrastruktury nebo prvky, narušení jejichž funkce by mělo závažný dopad na bezpečnost státu, zabezpečení základních životních potřeb obyvatelstva, zdraví osob nebo ekonomiku státu,
- evropská kritická infrastruktura, jíž je kritická infrastruktura na území České republiky, jejíž narušení by mělo závažný dopad i na další členský stát Evropské unie,
- prvek kritické infrastruktury jako zejména stavba, zařízení, prostředek nebo veřejná infrastruktura, určená podle průřezových a odvětvových kritérií; je-li prvek kritické infrastruktury součástí evropské kritické infrastruktury, považuje se za prvek evropské kritické infrastruktury.

Subjekty kritické infrastruktury (§ 29a)

Subjekt kritické infrastruktury odpovídá za ochranu prvku kritické infrastruktury. Za tímto účelem je povinen vypracovat plán krizové připravenosti subjektu kritické infrastruktury do jednoho roku od rozhodnutí vlády nebo ode dne nabytí právní moci opatření obecné povahy, kterým byl prvek kritické infrastruktury určen; umožnit příslušnému ministerstvu nebo jinému ústřednímu správnímu úřadu vykonání kontroly plánu krizové připravenosti subjektu kritické infrastruktury a ochrany prvku kritické infrastruktury včetně umožnění vstupů a vjezdů na pozemky a do prostorů, ve kterých se tento prvek nachází; oznámit příslušnému správnímu úřadu bez zbytečného odkladu informace o organizační, výrobní nebo jiné změně, je-li zřejmé, že tato změna může mít vliv na určení prvku kritické infrastruktury, zejména informace o trvalém zastavení provozu, ukončení činnosti, nebo restrukturalizaci.

Plán krizové připravenosti subjektu kritické infrastruktury (§ 29b)

V plánu krizové připravenosti subjektu kritické infrastruktury jsou identifikována možná ohrožení funkce prvku kritické infrastruktury a stanovena opatření na jeho ochranu. Jestliže je prvek kritické infrastruktury členěn do více samostatných celků, může být pro každý takový celek, je-li to účelné, zpracován dílčí plán krizové připravenosti subjektu kritické infrastruktury, který je součástí plánu krizové připravenosti subjektu kritické infrastruktury.

12. Závěr

Problematika managementu rizik, tedy jejich preventivního snižování a zvládnání pohrom v případě naplnění rizika se stala jedním z hlavních témat našeho století. v podobě přírodní katastrofy nebo technologické havárie, narůstá. Nastupující nové technologie jsou na jedné straně velmi výkonné, ale mohou mít řadu nepředvídatelných, ale velmi závažných impaktů, často nežádoucích. Stejně nepředvídatelné jsou i důsledky klimatických změn, které se zatím projevují rostoucí četností a rozsahem přírodních katastrof.

Nazíráno z tohoto úhlu pohledu jsou dosud používané limity využití území čímsi starodávně historickým, postrádajícím tolik vzývanou flexibilitu a adaptibilitu vyžadovanou pro zvládnání jevů, které nedokážeme s dostatečnou přesností předvídat. Na druhé straně ale stále platí, že pevná a obecně srozumitelná pravidla jsou základem pro efektivní správu všech veřejných věcí, mezi něž nesporně přináležejí i management rizik a ochrana před pohromami všeho druhu. Proto tvoří nějaká podoba předpisem stanovených limitů využití území ve všech evropských zemích součást preventivní části managementu rizik a ochrany před pohromami.

Na tento základ pak navazují další standardně používané nástroje týkající se územního rozvoje, jako je posuzování vlivů projektu na životní prostředí [2,3] a hodnocení vlivu koncepcí na životní prostředí (Strategic Environmental Assessment, SEA), obojí vyžadované Směrnicí 85/337/EEC, novelizovaná Směrnicí 97/11/EC respektive Směrnicí SEA 2001/42/EC [4]. Tyto nástroje vznikly podstatně později, nežli se započal vývoj „tvrdých“ předpisových limitů a Česko je přijalo v souvislosti s procesem přistoupení k EU. Pozdější doba vzniku nástrojů EIA a SEA s sebou také přinesla vstup „ne-expertní“ veřejnosti již ve fázi dokončeného a zveřejněného odborného posudku vyhodnocujícího vlivy záměru nebo koncepce na životní prostředí, a to formou veřejného projednání posudku a připomínek k němu.

Další v řadě postupů managementu rizik sledují jejich společenský a politický rozměr a snaží se o začlenění jistých forem participace veřejnosti již ve fázi návrhu potenciálně rizikových technologií popřípadě opatření pro případ přírodních katastrof. Tyto postupy ale zatím nedošly formalizace do standardních procedur opírajících se o předpisy [5,6]. Praxe ale zatím tyto postupy přejímá jen okrajově a zejména v případě velmi kontroverzních velkých projektů se spíše řešení otevírá pro veřejnou debatu teprve v podobě uceleného návrhu [7]

Poděkování: Autor děkuje za podporu EU a MŠMT, grant na projekt RIRIZIBE, CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_018/0002649.

Literatura

[1] ÚÚR. *Limity využití území*. <http://www.uur.cz/default.asp?ID=2591>

- [2] ECC. *Směrnice Rady ze dne 27. června 1985 o posuzování vlivů některých veřejných a soukromých záměrů na životní prostředí*. <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=31985L0337>
- [3] EC. *Směrnice Rady 97/11/ES ze dne 3. března 1997, kterou se mění směrnice 85/337/EHS o posuzování vlivů některých veřejných a soukromých záměrů na životní prostředí*. <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=31997L0011>
- [4] EP & EC. *Směrnice EP a Rady o posuzování vlivů některých plánů a programů na životní prostředí*. http://www.sgpstandard.cz/editor/files/on_line/ziv_prostr/demo/posuz_zp/es/2001_0042_es.pdf
- [5] CLINE, P. B. The Merging of Risk Analysis and Adventure Education. *Wilderness Risk Management*. 5 (2015), 1, pp. 43–45.
- [6] MANYENA, S. B. The Concept of Resilience Revisited. *Disasters*, 30 (2006) 4, pp. 434-450.
- [7] MAIER, K. Řízení rizika v území. In: *Řízení rizik procesů spojených s technickými díly*. ISBN: 978-80-01-06515-0. Praha: ČVUT 2018, pp. 21-39. <http://hdl.handle.net/10467/79042>

DOPADY TRITIA UVOLŇOVANÉHO Z ETE NA OBYVATELSTVO A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

IMPACTS OF THE TRITIUM RELEASED FROM THE TEMELÍN NPP ON THE POPULATION AND THE ENVIRONMENT

Karolína Osičková, Pavel Zácha

ČVUT v Praze, Fakulta strojní

Abstrakt: Článek se zabývá problematikou výпустí tritia na tlakovodních jaderných elektrárnách. Je popsáno současné řešení na JE Temelín (ETE) a navrženo nové řešení výпустí do atmosféry přes komín BAPP. Pro tento případ byla v rámci diplomové práce autorky provedena rozptylová studie a její porovnání se současnou situací.

Klíčová slova: tritium; výпустi; životní prostředí; radiační ochrana; JE Temelín.

Abstract: This article deals with the issue of releases of tritium on PWRs. The solution of tritium releases at the Temelin NPP (ETE) is described. A new solution of tritium releases through the chimney of auxiliary building is described and for this solution was elaborated a dispersion study, as a part of the author's diploma thesis. Results of both situations are compared.

Key words: tritium; releases; environment; radiation protection; Temelin NPP.

1. Úvod

Vodík je nejrozšířenějším prvkem v poznaném vesmíru, tvoří přibližně 90 % jeho hmotnosti. Běžně je tvořen vodíkem ^1H (H), deuteriem ^2H (D) a tritiem ^3H (T). Zastoupení tritia v izotopickém složení pozemského přírodního vodíku je méně než 10^{-16} % [1]. Na jaderných elektrárnách je však tritium významným tématem. Tritium se vypouští do životního prostředí, kde se ředí a jeho koncentrace je pak nízká. Předmětné výпустě jsou limitovány Státním úřadem pro jadernou bezpečnost a jsou velmi pečlivě monitorovány.

Pro české jaderné elektrárny jsou limity výпустí do vodotečí až desetkrát přísnější než limity pro elektrárny stejného typu v ostatních zemích. Jedním z možných důvodů jsou jistě činnosti podnikané protijadernými aktivistickými uskupeními. České i zahraniční organizace často využívají až zneužívají problematiku výпустí tritia do vodotečí pro poškození jaderných elektráren v očích veřejnosti. Uvedený aspekt jistě můžeme očekávat v souvislosti s budoucí výstavbou plánovaných dukovanských bloků, vůči které se především někteří rakouští politici a aktivisté vyjadřují značně ostře.

Aktuální je také problematika tritiové vody na zničených blocích jaderné elektrárny Fuku-shima. Otázka, zda tritiovou vodu vypouštět do oceánu, rozděluje japonskou

politiku a nový ministr životního prostředí na toto téma dokonce prohlásil, že by si přál úplný odklon Japonska od jaderné energetiky [2].

2. Souhrn poznatků k řešenému problému

Jádro tritia je tvořeno jedním protonem a dvěma neutrony, tritium (${}^3_1\text{H}$) je tedy nestabilní a s poločasem rozpadu 12,33 let je jediným radioaktivním izotopem vodíku. Rozpadá se beta (β) rozpadem za vzniku stabilního atomu helia (He) a beta záření (β) o energii 18 keV, které lze odstínit přibližně 6 mm vzduchu.



2.1. Působení tritia na člověka

Tritium je stejně jako vodík plyn, váže se na molekuly vody a vytlačuje z nich klasický vodík ${}^1\text{H}$. Také do lidského organismu vniká tritium především v podobě vody, a to jako nejčastěji jako HTO, ale existuje i ve formách DTO a T_2O . Nejčastěji se tritium do těla dostává adsorpcí vody přes kůži, vdechnutím vodních par a především požitím v nápojích i potravinách. V těle zůstává po dobu 10 dnů až měsíce, aniž by mělo tendenci se někde kumulovat, naopak dochází k rychlému a rovnoměrnému rozložení koncentrace tritiové vody v těle (v měkkých tkáních a orgánech). Vdechnutím se do těla dostávají i plynné formy tritia, ale téměř vše je ihned vydechnuto. Jen malá část se váže do krevního oběhu [3].

HTO vázané v organismech a biologických systémech se účastní mnoha metabolických procesů (včetně fotosyntézy v rostlinách a rozkladu organických látek v půdě). Může nastat přeměna HTO na organicky vázané tritium (OBT – organically bound tritium), které se váže například v cukrech, škrobech, lipidech, aminokyselinách a buněčných strukturních materiálech. Organicky vázané tritium je na rozdíl od tritiové vody velmi nemobilní, v těle tak zůstává déle [3].

Hlavní nebezpečí tritia jako nízkoenergetického beta zářiče spočívá v možnosti vnitřního ozáření. Tritiem emitované ionizující záření může různě poškodit DNA, což představuje zvýšené riziko pro tvorbu genetických mutací v zasaženém organismu a možnosti přenosu těchto mutací mezi generacemi [4].

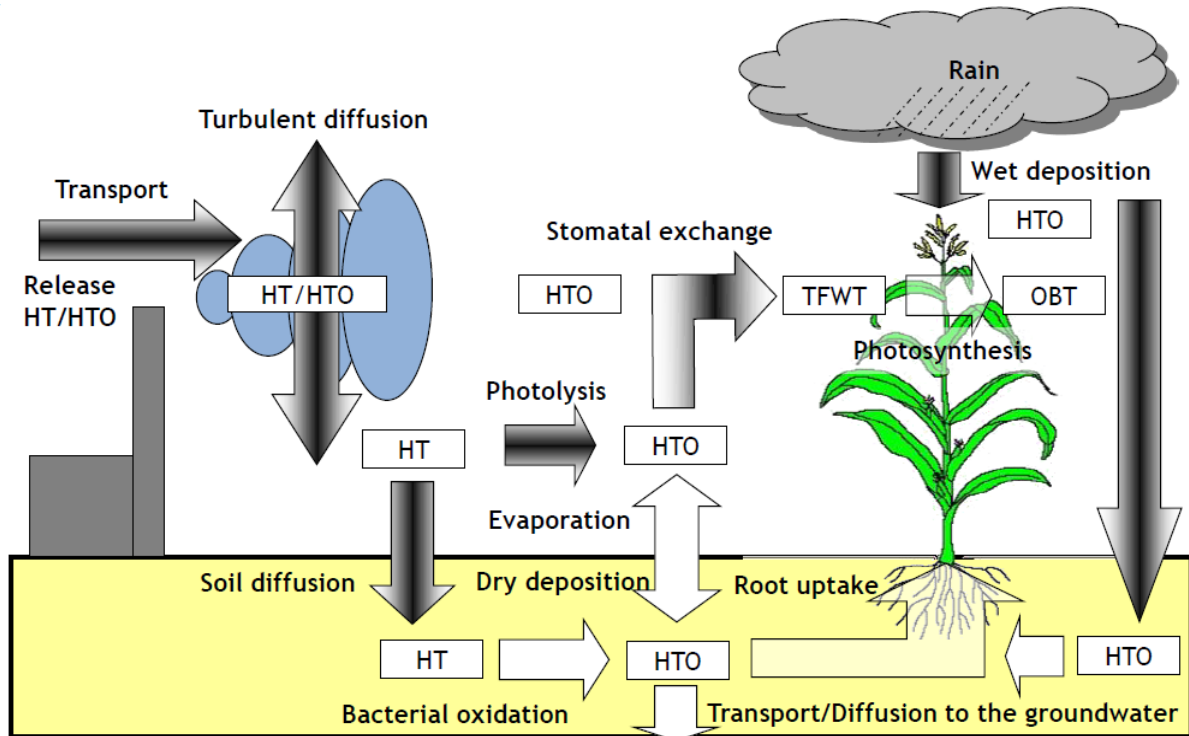
2.2. Koloběh tritia v životním prostředí

Jakožto izotop vodíku je tritium svázáno s jeho koloběhem v životním prostředí. Tritium nemá vlastnost se v přírodě kumulovat v žádné formě. Tritiová voda vždy velmi rychle dosahuje rovnoměrné koncentrace v daném biosystému či organismu. Tritium může být obsaženo ve všech hydrogenovaných molekulách, souvisí jak s vodou v tkáních, tak s organickou hmotou rostlin a živočichů, ale nemá tendenci se kumulovat v žádném konkrétním prostředí či organické složce.

HTO je vysoce mobilní a velmi rychle se začleňuje do cyklů biosféry i geosféry. Co se týče organicky vázaného tritia, rozmanitost molekul, na které se váže, je velmi pestrá.

Není tedy možné zcela inventarizovat chování OBT v životním prostředí. Nicméně OBT se rozkládá pomocí biologických či chemických procesů, nejčastěji na HTO, které je provázáno s cykly životního prostředí [4].

Na obrázku 1 je graficky znázorněný koloběh tritia v životním prostředí. Vpravo jsou zahrnuty i výpustě z jaderných zařízení.



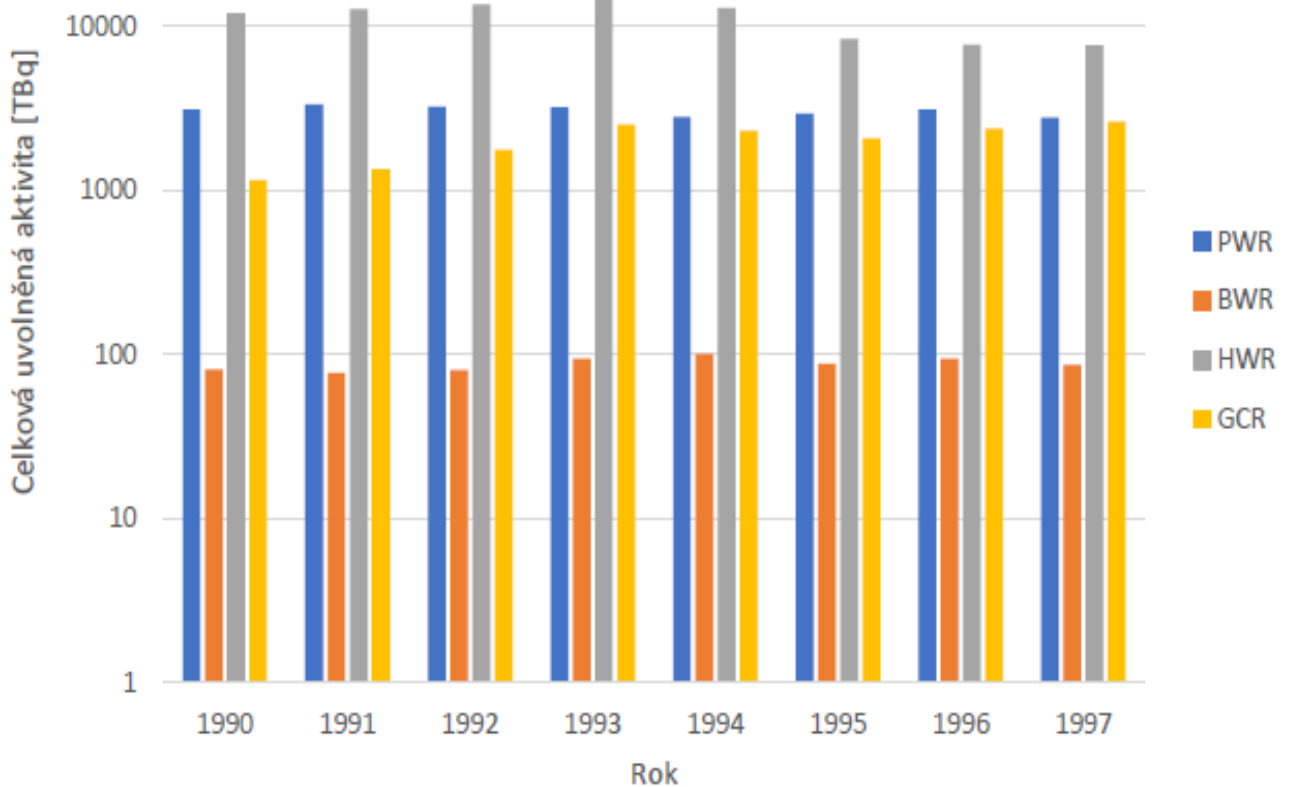
Obr. 1. Koloběh tritia v životním prostředí [5]; HT – tritiový vodík; HTO – tritiová voda; OBT – organicky vázané tritium; a TFWT – beztkáňová tritiová voda.

V přírodě vzniká tritium v horní vrstvě atmosféry interakcí kosmického záření s atmosférickými plyny. Většina přírodního tritia je však vázána v hydrosféře. Uměle je tritium produkováno při výbuších jaderných bomb a vzniká v reaktorech při výrobě tritia pro jaderné zbraně. Vzniká i při mírovém využívání jaderné energie, a to především při provozu jaderných elektráren nebo výzkumných reaktorů [1].

Zdroje tritia na jednotlivých typech jaderných elektráren jsou různé. V případě tlakovodních reaktorů je hlavním zdrojem tritia aktivace bóru v chladiči, kde se roztok kyseliny borité používá pro řízení reaktivity. U varných reaktorů je u starších elektráren bór obsažen přímo v kontrolních tyčích, kde dochází k jeho aktivaci za vzniku tritia. Významný problém představuje tritium především pro těžkovodní reaktory, kde tritium vzniká aktivací deuteria a vzniká tak velké množství odpadu v podobě tritiové vody. U plynem chlazených reaktorů může vznikat tritium aktivací lithia v nečistotách v grafitu [6].

Nakládat s tritiovou vodou, vzniklou během běžného provozu jaderné elektrárny a určenou k likvidaci, lze vícero způsoby. Existují postupy, jak tritium oddělit z vody úplně, jsou však ekonomicky a energeticky velmi náročné. Další možnosti jsou vymírací nádrže, nicméně kapacity na takový objem tritiové vody na elektrárnách nejsou, takže by se jen oddálila nutnost jeho vypuštění. Tritium se tedy z jaderných elektráren vypouští do životního prostředí, a to v plynné i v kapalně formě.

Na obrázku 2 jsou znázorněny celkové aktivity tritia vypouštěného z různých typů jaderných elektráren do hydrosféry i do atmosféry.



Obr. 2.- Celkových roční aktivity tritia uvolněného do atmosféry a hydrosféry z různých typů reaktorů [7].

2.3. Radiační zátěž způsobená tritiem

K vyhodnocení a limitaci radiační zátěže způsobené tritiem uvolněným z jaderných elektráren se používá především veličina efektivní dávka. Ta zohledňuje jak druh záření, tak i vlastnosti jednotlivých orgánů a tkání, které dávku absorbují. Také se používá úvazek efektivní dávky, což je časový integrál efektivní dávky od příjmu radionuklidu po dobu τ , což je standardně 70 let [7].

Dávka, způsobená vlivem výпустí radionuklidů z jaderné elektrárny, je vyhodnocována pomocí modelů pro rozptyl radionuklidů v životním prostředí. Výpočet ovlivňuje mnoho faktorů, především zeměpisná poloha jaderného zařízení, místa výпустí, rozložení obyvatelstva, zemědělská výroba, stravovací návyky a mobilita radionuklidů v životním prostředí. Stejná aktivita uvolněná z různých jaderných zařízení tedy neznamena stejnou dávku pro okolní obyvatelstvo.

Tritium je slabý beta zářič, způsobuje především vnitřní ozáření po vdechnutí či požití radionuklidu. Pro stanovení absorbované aktivity je potřeba určit množství vdechnutého vzduchu a v případě tritia především množství vody požitě během jednoho roku. To lze stanovit monitorováním nebo odhadem. V případě nedostatečných dat se používají hodnoty uvedené ve vyhlášce č. 422/2016 Sb. Předmětné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1. Množství vdechnutého vzduchu a požitá voda v jednom roce [8].

Věk reprezentativní osoby	Vdechnutý vzduch [m ³]	Požítá voda [l]
do 5 let včetně	1 500	275
od 6 do 15 let včetně	6 500	365
starší 15 let	8 500	730

Z monitorování tritia a jeho výpustí se získá naměřená hodnota aktivity vypouštěného nuklidu, uvádí se v Bq. Tato aktivita je potřeba přepočítat na úvazek efektivní dávky pomocí konverzních faktorů. Ty jsou stanoveny pro každý radionuklid a jeho různé formy, závisí také na způsobu přijetí a věku osoby, pro kterou se úvazek efektivní dávky hodnotí. Stanovuje je vyhláška č. 422/2016 Sb.

3. Charakteristika použitých dat a metod

Atomový zákon (zákon č. 263/2016 Sb.) [9] udává, že „každý, kdo vykonává radiační činnost, je povinen zajistit, aby v důsledku této činnosti, a to i v případě nahromadění radioaktivní látky uvolňované z pracoviště, byla při optimalizaci radiační ochrany použita dávková optimalizační mez pro reprezentativní osobu 0,25 mSv za rok a v případě energetického jaderného zařízení současně 0,2 mSv pro výpusti do ovzduší a 0,05 mSv pro výpusti do povrchových vod.“

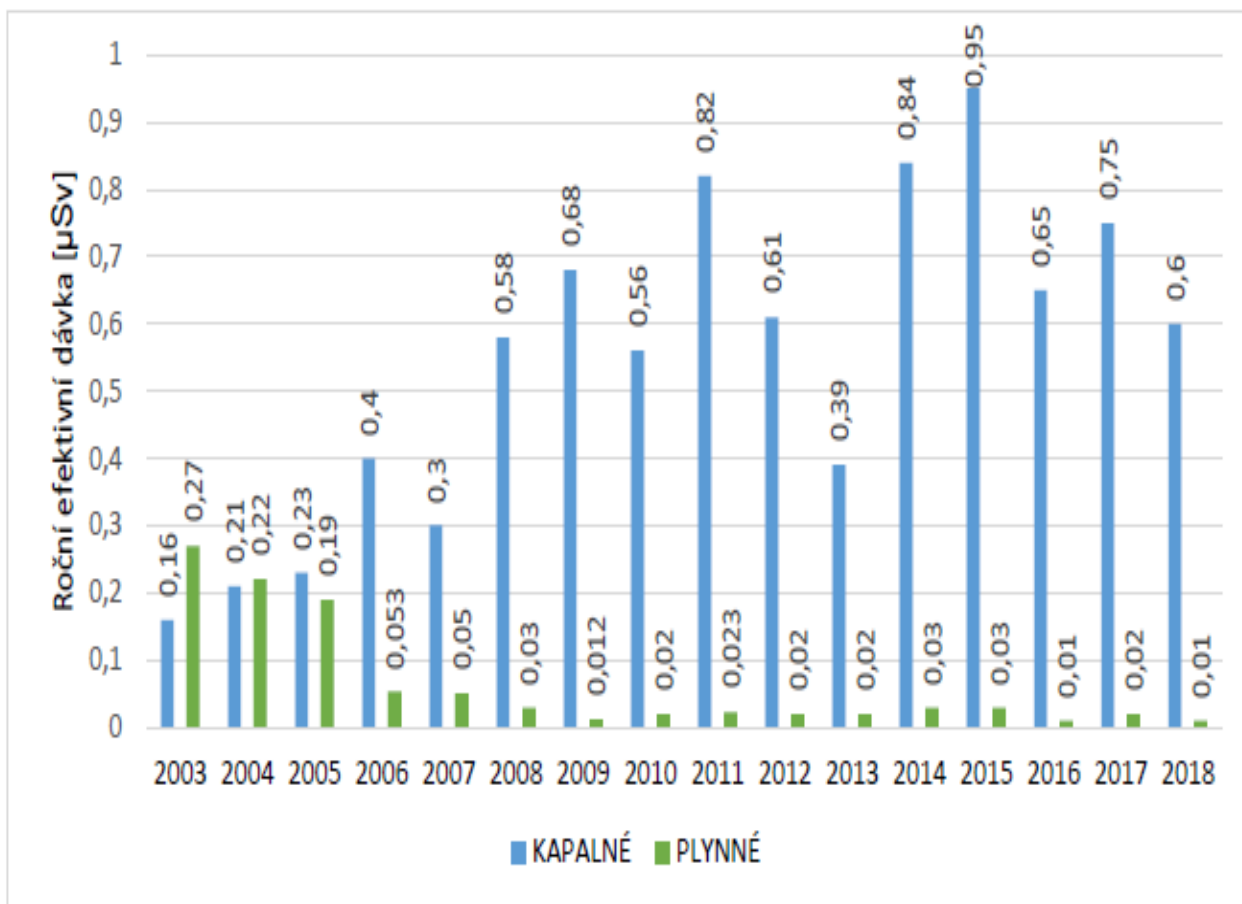
O konkrétních autorizovaných limitech pro energetická jaderná zařízení rozhoduje Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Limity se liší pro každé jaderné zařízení a stanovují se zvlášť pro výpusti do hydrosféry a zvlášť pro výpusti do atmosféry.

Kapalné výpusti z JE Temelín do řeky Vltavy v profilu Kořensko jsou limitovány tak, aby součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření nepřesáhl pro jednotlivce z kritické skupiny obyvatelstva autorizovaný limit 3 μ Sv za rok. Kritickou skupinou obyvatelstva se rozumí obyvatelé nacházející se do vzdálenosti 3 km od místa výpusti odpadních vod do recipientu. 99 % kapalných výpustí JE Temelín je tvořeno tritiem [10].

Plynné výpusti ovzduší z ventilačních komínů výrobních bloků, z ventilačního komínu BAPP a ze systémů PSA a PVPJ jsou limitovány tak, aby součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření nepřesáhl pro jednotlivce z kritické skupiny obyvatelstva autorizovaný limit 40 μ Sv za rok. Kritickou skupinou obyvatelstva jsou obyvatelé trvale žijící do vzdálenosti 5 km od středu JE Temelín [11].

Na JE Temelín je průměrná roční dávka, kterou obdrží reprezentativní osoba z výpustí do vodotečí, rovná hodnotě 0,55 μ Sv, limit je tedy průměrně čerpán do 20 %. V roce 2003 byl tento limit čerpán doposud nejvíce, efektivní dávka dosáhla 0,95 μ Sv a limit tak byl čerpán do 31,7 %. Z výpustí do ovzduší je průměrná roční efektivní dávka obdržená reprezentativní osobou 0,06 μ Sv a limit je průměrně čerpán do 0,16 %. Maximum čerpaných dávek bylo v roce 2003, kdy reprezentativní osoby obdržely 0,27 μ Sv, tedy 0,68 % stanoveného limitu.

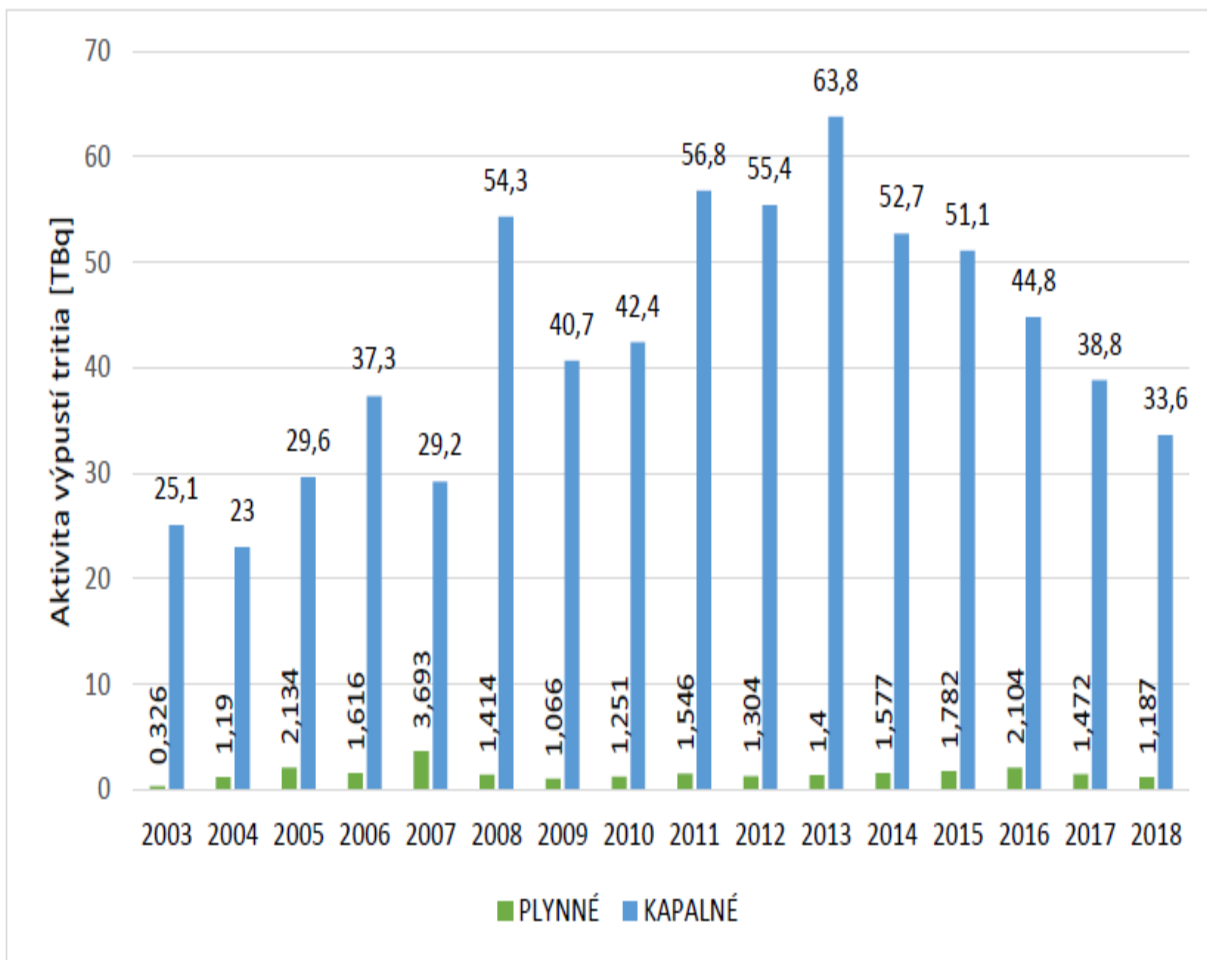
Na obrázku 3 jsou uvedeny roční efektivní dávky za období 2003 až 2018. V letech 2003-2005 byly zaznamenány vyšší hodnoty pro výpusti do atmosféry. Zmíněné hodnoty byly způsobeny především projektovou chybou na zařízení monitorování objemové aktivity technologické vzdušiny na obou blocích [12].



Obr. 3. Roční efektivní dávka z celkových výpustí do vodotečí a do atmosféry v letech 2003 až 2018 [12-15].

Na obrázku 4 jsou uvedeny přesné hodnoty aktivit tritia vypuštěné do vody i ovzduší v letech 2003 až 2018. Do vodotečí se ročně průměrně vypustí tritium o aktivitě 42 TBq, do ovzduší pak průměrně o aktivitě 1,6 Tbq.

K likvidaci tritia se využívá především výpustí do vodotečí (97 % veškerého tritia vzniklého na JE), a to i přesto, že limit pro výpustě do ovzduší je o řád vyšší. Celková aktivita kapalných výpustí je z 99 % tvořena právě tritiovými vodami, vyvstává tedy obava o překročení limitů, a to především v případě častějších přechodových procesů. To vede k hledání nových řešení. Současné rozložení distribuce tritia do životního prostředí je zobrazeno na schématu na obrázku 5.



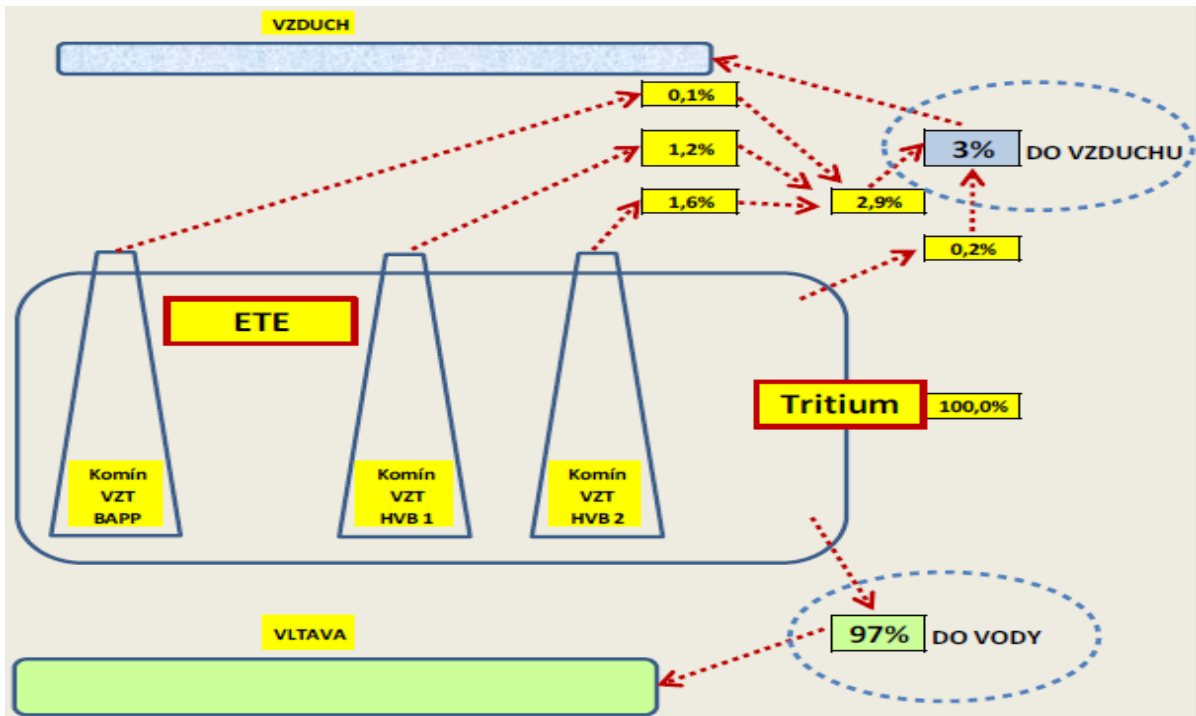
Obr. 4. Aktivity výpustí tritia pro roky 2003 až 2018 [12-15].

4. Návrh řešení podle Energoprojektu Praha

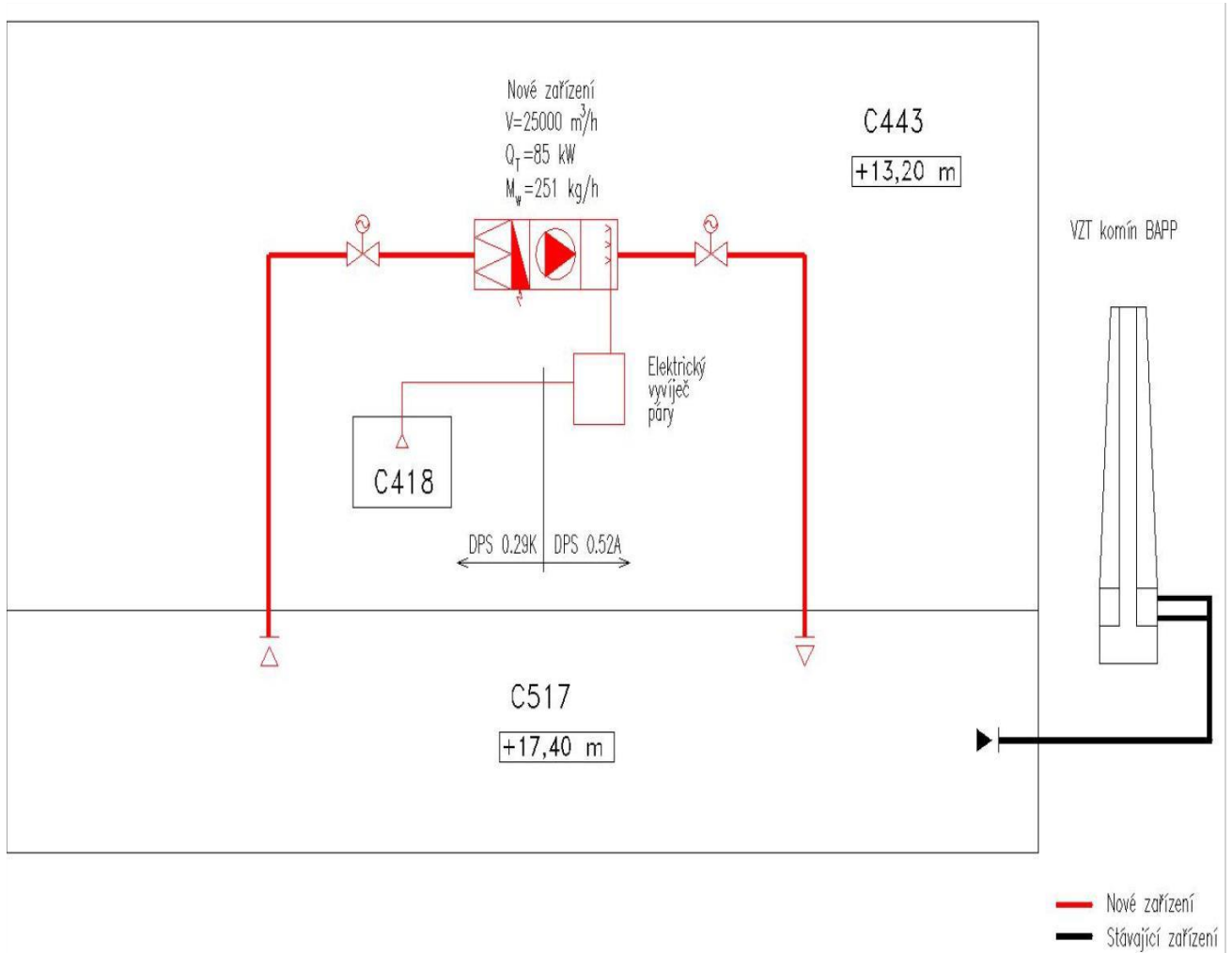
Preventivním opatřením pro omezení efektivní dávky z ingesce může být změna poměru výpustí tritia do ovzduší a do vodotečí. To lze provést například uvolňováním tritia do ovzduší přes komín Budovy aktivní pomocných provozů (BAPP), kdy by docházelo k mísení tritiové vody s větracím vzduchem ve vzduchotechnické jednotce.

ENERGOPROJEKT PRAHA, divize firmy ÚJV Řež, a.s., navrhla variantu technického řešení, kdy by byl vzduch nasáván z výtlačného vzduchotechnického kanálu a po ohřevu a zvlhčení ve vzduchotechnické jednotce by byl vzduch zaveden zpět do výtlačného kanálu vzduchotechniky. Zde by byl mísen s hlavním proudem vzduchu a poté odváděn komínem BAPP do životního prostředí. Schéma řešení je zobrazeno na obrázku 6 [16].

Navrhované řešení sníží podíl výpustí tritia do hydrosféry. To sice zvýší výpusti do ovzduší na aktivitu 3,75 TBq, nicméně to stále představuje pouze přibližně 0,005 % limitu daného legislativou. Předmětný předpoklad bylo potřeba ověřit rozptylovou studií [16].



Obr. 5. Distribuce tritia z ETE do životního prostředí [16].



Obr. 6. Schéma vypouštění tritia komínem BAPP [16].

Rozptylová studie byla vypracována s cílem ověřit vliv vypouštěného tritia na radiační zátěž obyvatelstva v okolí JE Temelín po provedení plánované změny. Je zohledněno mnoho faktorů, např. rozložení obyvatelstva, morfologie terénu, kategorie počasí, větrná růžice, rychlost výpustí z komína a další. Jsou zahrnuty čtyři způsoby expozice: vnější ozáření z radioaktivního oblaku, vnější ozáření od radionuklidů v sektorech větrné růžice (středované v periferním směru), vnitřní ozáření z inhalace radionuklidů z oblaku a z inhalace radionuklidů resuspendovaných ze zemského povrchu, vnitřní ozáření z ingesce kontaminovaných potravin [17].

Rozptylovou studii provádí program NORMAL, vyvíjen v ÚJV Řež, a.s. Vstupní soubory pro výpočet obsahují pevná i volitelná data. Pevné jsou například již zmiňované lokální geografické a demografické charakteristiky. Mezi pevná data patří dále Pasquillova stupnice stability počasí, která rozděluje počasí do šesti kategorií stability. Kategorie se určuje podle dat shromažďovaných Českých hydrometeorologickým ústavem.

Pro vlastní výpočet přízemních koncentrací a deponované aktivity se používá Gaussův model šíření v přízemní vrstvě atmosféry. Na základě poloempirických formulí je zohledňováno několik parametrů: vliv blízkých objektů na rozptyl, orografie terénu, proměnná drsnost terénu, vzhled vlečky v důsledku tepelné vydatnosti vypouštěných vzdušnin, vertikální rychlosti výpustí z komína.

Dále byla speciálně pro program NORMAL vyvinuta modifikace dynamického modelu transportu radionuklidů potravinovými řetězci – ENCONAN. Modifikace respektuje dlouhodobý vliv výpustí na ekosystém a využívá data specifická pro podmínky České republiky. Transport nuklidů potravinovým řetězcem podle ENCONAN je znázorněn na obrázku 7 [8].

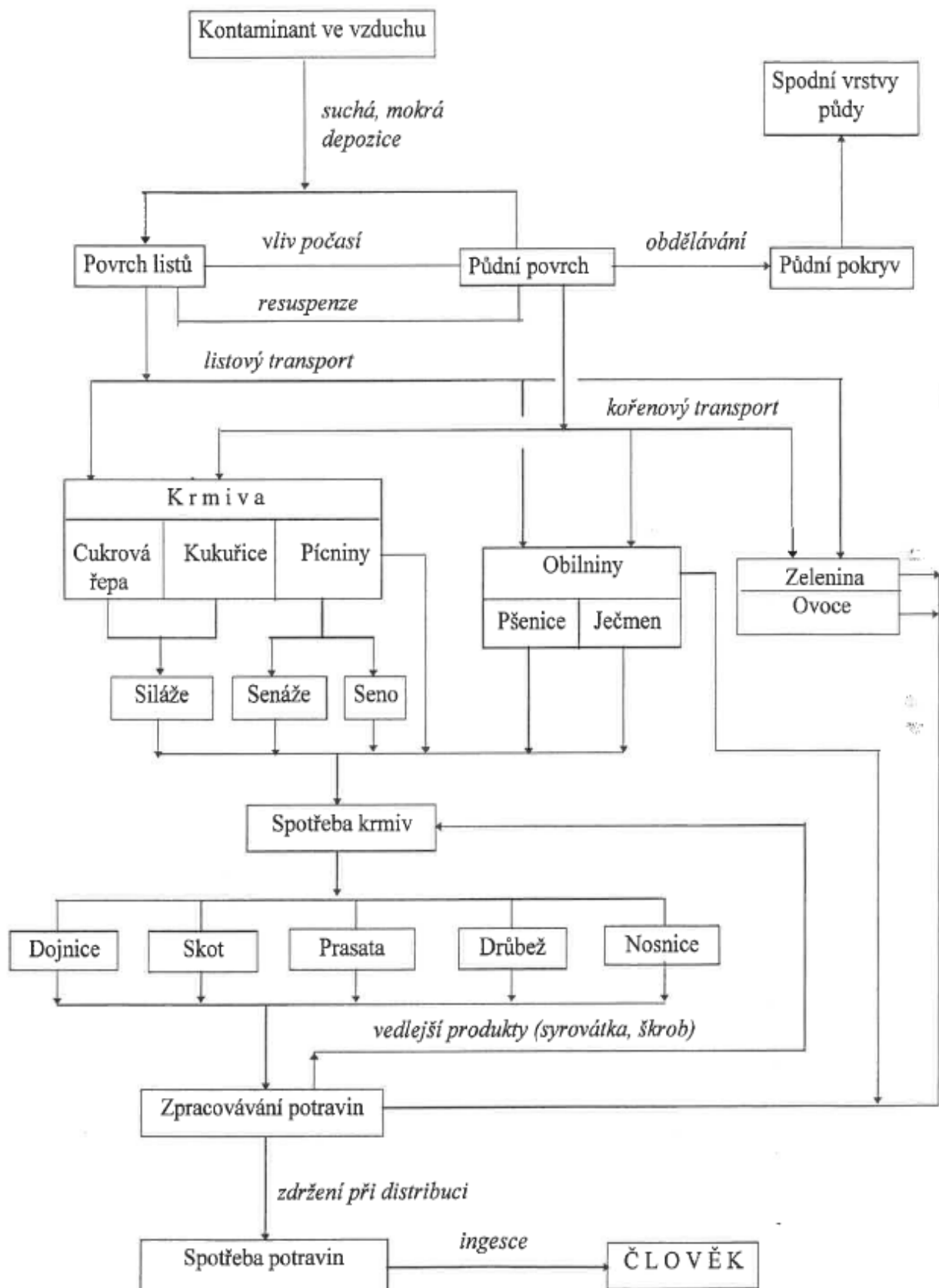
Program NORMAL rozděluje okolí jaderného zařízení do 320 zón v 16 směrech (sektorech). Směry odpovídají zóně havarijního plánování, která je zobrazena na obrázku 8, společně s větrnou růžicí. Program modeluje radiační situaci od 667. m od osy reaktoru prvního hlavního výrobního bloku (HVB1) až do vzdálenosti 100 km. Blíže k reaktoru program nepočítá z důvodu vysoké nepřesnosti výpočtů. Nicméně tato „nulová“ oblast spadá do areálu elektrárny.

Pro zpřesnění výpočtu je třeba zadat charakteristiky komína BAPP, ze kterého by bylo tritium uvolňováno. Jsou to nadmořská výška paty zdroje – 507 m n.m., výška komína – 100 m, průměr výstupního otvoru – 5,9 m, výstupní rychlost výpustí – 6,8 m/s.

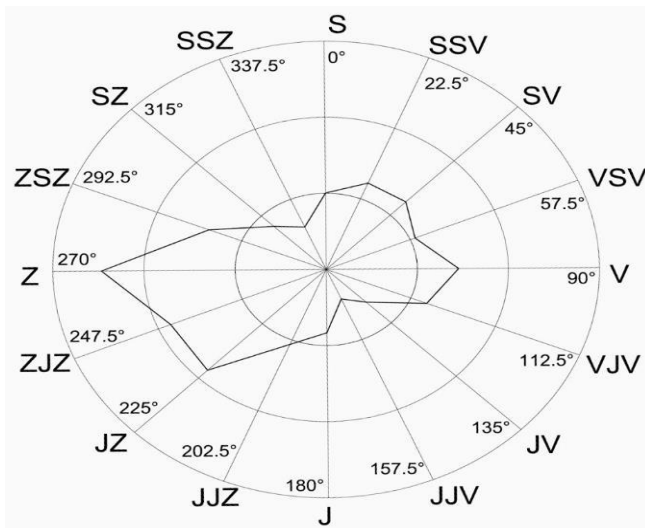
5. Výsledky studia

Nejprve byl proveden výpočet navrhované situace pro tři věkové kategorie, které jsou uvedeny v tabulce 1. Největší hodnoty dosahovaly roční efektivní dávky v první oblasti (667 m až 1333 m; sektor 7 a 8 na obrázku 8) a v druhé oblasti (1334 m až 2333 m; sektor 3,4 a 5 na obrázku 8). Potvrdil se očekávaný trend klesající efektivní dávky s rostoucí vzdáleností od zdroje [19].

Pro porovnání bylo namodelováno i rozložení roční efektivní dávky za současného stavu. Největší hodnoty byly ve stejných oblastech, data shrnují tabulky 2 a 3.



Obr. 7. Transport nuklidů potravními řetězci podle modelu ENCONAN [8].



Obr. 8. Zóna havarijního plánování ETE a větrná růžice [18].

Tabulka 2. Porovnání ročních efektivních dávek v první výpočetní oblasti [19].

Věk	E v sektoru 7 [μSv]		E v sektoru 8 [μSv]	
	současný	navrhovaný	současný	navrhovaný
0 až 5 let	0,0132	0,0309	0,0127	0,0297

6 až 15 let	0,0055	0,0128	0,0053	0,0123
15 let a více	0,0088	0,0206	0,0084	0,0198

Tabulka 3. Porovnání ročních efektivních dávek ve druhé výpočetní oblasti [19].

Věk	E v sektoru 3 [μSv]		E v sektoru 4 [μSv]	
	současný	navrhovaný	současný	navrhovaný
0 až 5 let	0,0078	0,0175	0,0077	0,0179
6 až 15 let	0,0031	0,0073	0,0032	0,0074
15 let a více	0,0050	0,0170	0,0051	0,0120
Věk	E v sektoru 5 [μSv]			
STAV	současný	navrhovaný		
0 až 5 let	0,0077	0,0181		
6 až 15 let	0,0032	0,0075		
15 let a více	0,0051	0,0120		

Kromě kompletních tabulek pro obě situace a všechny věkové kategorie je dalším výstupem z programu NORMAL grafické znázornění na mapě okolí ETE. Na grafech [19] lze pozorovat tvar izodóz, který je ovlivněn směrem větru, orografií terénu (povrchovými útvary) a využitím zemského povrchu (zástavba, travní porost, zemědělské plodiny, lesy, vodní plochy). Grafy jsou vyvedeny pro všechny věkové kategorie, oba stavy a pro různá přiblížení. Na větších vzdálenostech lze vidět vliv převládajících směrů větru, tedy severovýchodní a jihozápadní. Jasně jde vyčíst, že se vzdálenosti od zdroje dosahuje roční efektivní dávka menších hodnot. Výjimky jsou zapříčiněny morfologií terénu.

6. Shrnutí výsledků

Po navrhovaných změnách výpustí komínem BAPP by došlo k navýšení roční aktivity o 134,4 % na 3,75 TBq. O stejnou procentuální hodnotu naroste i roční efektivní dávka, jak jde vidět z tabulek 2 a 3. Lineární nárůst je způsoben tím, že pro výpočet bylo uvažováno tritium jako jediný radionuklid [19].

Největší konverzní faktory (pro ingesci i inhalaci) jsou pro věkovou kategorii dětí do 5 let. Z toho důvodu tato kategorie obdrží největší roční efektivní dávku. Naopak nejmenší roční efektivní dávku obdrží věková kategorie dětí od 6 do 15 let, a to i přesto, že zde jsou konverzní faktory stále větší, než ty pro věkovou kategorii starší 15 let. Tyto výsledky mohou být vysvětleny tím, že největší podíl na ozáření osob z tritia má vnitřní ozáření z ingescie. Předpokládá se, že tyto děti snědí méně potravy, tudíž i tritia, než osoby starší 15 let, a tím je zapříčiněna nejmenší hodnota roční efektivní dávky.

Je třeba také brát v úvahu nepřesnosti výpočetního programu v blízkosti zdroje radionuklidů. Pokud bude pro čerpání limitu použita nejvyšší hodnota roční efektivní dávky ve vzdálenosti od zdroje větší než 3 km, bude brána hodnota 0,0061 μSv . Zde hodnota vzrostla o 0,0061 μSv a o tuto hodnotu vzroste také celková průměrná roční efektivní dávka z výpustí do ovzduší. Výsledná hodnota této dávky by byla 0,0691 μSv , limit by byl tedy průměrně čerpán z 0,17 %, což znamená nárůst o 0,01 % po změně [19].

Na základě uvedených faktů lze jednoznačně konstatovat, že po zvýšení aktivity výpustí tritia komínem BAPP z 1,6 TBq na 3,75 TBq ročně nedojde k překročení autorizovaného limitu 40 μSv v žádném z výpočetních sektorů.

7. Závěr

Pro celkové posouzení by bylo vhodné provést další výpočty pro vyšší objem tritiových vod vypouštěných s větracím vzduchem, a to až do maximální kapacity navrhované vzduchotechniky. Výpusti do vodotečí by tak mohly klesnout o maximální možnou hodnotu a k oběma limitům by zůstávala poměrně velká rezerva.

Nicméně by bylo příhodné vypracovat podrobnější porovnávací studii i pro efektivní dávky z výpustí do vodotečí. Podle výsledků by se našla nejvhodnější kombinace výpustí tak, aby velikost ozáření splňovalo požadavky principu ALARA [20]. Je totiž třeba zaručit, že tritium o jednotce aktivity vypuštěné z komína BAPP nezpůsobí obyvatelstvu větší radiální zátěž než v případě, že by takto stanovený objem byl vypuštěn do vodotečí. Proto se počítá s aplikací postupů pro řízení a vypořádání rizik.

Poděkování: Autoři děkují za podporu EU a MŠMT, grant na projekt RIRIZIBE, CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_018/0002649.

Literatura

- [1] CANADIAN NUCLEAR SAFETY COMMISSION. *Investigation of the Environmental Fate of Tritium in the Atmosphere*. ISBN 978-1-100-13928-9. Ottawa: Canadian Nuclear Safety Commission 2009.
- [2] MACHYTKOVÁ, M. Japonsko zatím nevypustí radioaktivní vodu z Fukušimy do moře. Čeká na výsledky expertiz. https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/priroda/fukusima-jaderna-elektrarna-japonsko-radioaktivni-voda-2019_1909141053ako
- [3] CANADIAN NUCLEAR SAFETY COMMISSION. *Environmental Fate of Tritium in Soil and Vegetation: Part of the Tritium Studies Project*. ISBN 978-1-100-22687-3. Ottawa: Canadian Nuclear Safety Commission 2013.
- [4] CALMON, P. , GARNIER-LAPLACE, J. *Tritium and the Environment: Radionuclid Fact Sheet*. Paris: Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire 2010.

- [5] MARO, D. *Environmental Behaviour of Tritium Released by Nuclear Facilities in Marine and Terrestrial Ecosystems: State-of-the-Art and Examples*. Fontenay-aux-Roses: Institut de radioprotection et sûreté nucléaire 2014.
- [6] DOBEŠ, P. Porovnání výпустí českých a světových jaderných elektráren. *Diplomová práce*. České Budějovice: JČU 2007.
- [7] UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. *Sources and Effects of Ionizing Radiation: UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Vol. I: Sources*. ISBN 92-1-142238-8. New York: United Nations Publication, 2000
- [8] PECHA, P., PECHOVÁ, E. *Program NORMAL na ocenění radiační zátěže obyvatelstva v okolí jaderných zařízení za normálního provozu: Část I – Metodika*. Arch. č. EGP 4104-6-990021. Praha: EGP 2000.
- [9] ČR. Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon.
- [10] SÚJB. *Rozhodnutí SÚJB: č.j. SÚJB/OROPC/26161/2009. Kapalně výpusti ETE*. Praha: SÚJB 2009.
- [11] SÚJB. *Rozhodnutí SÚJB: č.j. SÚJB/RCČB/24102/2017. Plynně výpusti ETE*. Praha SÚJB 2017.
- [12] SÚJB. *Hodnocení souboru provozně-bezpečnostních ukazatelů (rok 2005)*. <https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/jaderna-bezpecnost/hodnoceni/U2005.pdf>
- [13] SÚJB. *Hodnocení souboru provozně-bezpečnostních ukazatelů (rok 2011)*. https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/jaderna-bezpecnost/hodnoceni/Hodnoceni_PBU2011.pdf
- [14] SÚJB. *Hodnocení souboru provozně-bezpečnostních ukazatelů (rok 2017)*. https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/jaderna-bezpecnost/hodnoceni/Hodnoceni_PBU_2017.pdf
- [15] ČEZ, A.S. - JADERNÁ ELEKTRÁRNA TEMELÍN. *Výsledky monitorování výпустí a radiační situace v okolí jaderné elektrárny Temelín za rok 2018. 2019*. Temelín: ČEZ 2019.
- [16] ÚJV. *Technická zpráva: Vypouštění tritia přes komín BAPP*. Praha: ÚJV Řež, a. s., divize ENERGOPROJEKT PRAHA 2018.
- [17] PECHA, P., PECHOVÁ, E., PATERA, V. *Uživatelský manuál interaktivního systému NORMAL verze 2010 na ocenění radiační zátěže populace při normálním provozu jaderných zařízení*. Arch. č. EGP 5010-F-100149. Praha: EGP 2010.
- [18] VONDROUŠ, p. *Zóna havarijního plánování ETE - Ilustrace*. Temelín: ČEZ, a.s. – útvar řízení dokumentace 2014.
- [19] OSIČKOVÁ, K. Rozptylová studie tritia. *Diplomová práce*. Praha: ČVUT, FS 2019, 92p.
- [20] SURO. *Principy radiační ochrany*. Praha: SURO 2019. <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/principy-radiacni-ochrany>

REALIZACE PLATFORMY NĚKOLIKA NEZÁVISLÝCH ÚROVNÍ ZABEZPEČENÍ V KYBERPROSTORU

IMPLEMENTING THE PLATFORM OF SEVERAL INDEPENDENT LEVELS OF SECURITY IN CYBERSPACE

Jan Procházka

Q-media, s.r.o., Praha 10
ČVUT v Praze, fakulta dopravní

Abstrakt: S rostoucím významem a užíváním kyberprostoru roste i jeho zranitelnost. Rostoucí zranitelnost vede k rostoucím požadavkům na bezpečnostní opatření. Ochrana kritických oblastí kyberprostoru proto nemůže záviset pouze na jedné vrstvě obrany. Oblast kybernetického zabezpečení (kyberbezpečnosti) proto implementuje přístup Obrany do hloubky (Defence in depth), tj. několik vrstev ochrany a více prvků autentizace při spouštění procesů v kyberprostoru. Realizace nezávislých bezpečnostních bariér v rámci přístupu MILS vyžaduje nezávislost na všech rovinách implementace těchto bariér. Protože zároveň je nutné udržet původní funkčnost systému, tak platforma MILS a její implementace v praxi je stále ještě předmětem výzkumu.

Klíčová slova: zabezpečení; obrana do hloubky; MILS; IEC / ISA 62443.

Abstract: Vulnerability of cyberspace is growing with its increasing relevance and use. Increasing vulnerability leads to increasing demands for security measures. Protection of critical areas of cyberspace cannot, therefore, depend on a single layer of defence. The field of cyber security, therefore, implements the defence in depth approach, i.e. several layers of protection and multiple authentication elements when launching the processes in cyberspace. The realization of independent security barriers in the framework of the MILS approach requires independence from all levels of implementation of these barriers. Because, it is necessary to maintain the original functionality of the system, the MILS platform and its implementation in practice is still the subject of research.

Key words: security; Defence in depth; MILS; IEC/ISA 62443.

1. Úvod

Koncept několika nezávislých úrovní zabezpečení „Multiple Independent Level of Security“ (MILS) vychází z civilního pojetí Obrany do hloubky „Defence in depth“, která zase vychází z vojenské obranné strategie Obrany do hloubky. Původní strategie Obrany do hloubky byla zaznamenána v období starověkého Říma při obraně hranic proti germánským kmenům [1]. Pohraniční posádky tvořily několik obraných vrstev tak,

aby byl případný vpád včas zaznamenán a vojenské jednotky zformovány v dostatečné síle dříve, než útočník mohl napáchat škody.

Koncem minulého století pak byla definována a implementována bezpečnostní strategie Obrany do hloubky v rámci jaderné bezpečnosti [2]. Jednalo se o přístup, kdy na ochranu proti identifikovaným zdrojům rizika byla vytvořena řada bezpečnostních bariér. Strategie vychází ze skutečnosti, že každá bariéra může selhat, a proto je skutečnost znázorňována za pomoci modelu „Swiss Cheese“. Při budování každé bezpečnostní bariéry počítáme se selháním ostatních bariér a zároveň selhání budované bariéry je kryto zbytkem obrany. Nutnost komplexního přístupu pro ochranu kritických systémů v civilní oblasti, který strategie Obrany do hloubky nabízí, vedla k postupné implementaci strategie i do civilního sektoru. V současnosti je v praxi postupně zaváděna identifikace skoro-nehod [3], která umožňuje identifikovat a zacelovat vzniklé trhliny v jednotlivých bezpečnostních bariérách.

Jedna z oblastí, kde je nutné implementovat pokročilejší obrané strategie je i zabezpečení v kyber prostoru (kyberbezpečnost). S budováním pokročilých infrastruktur, chytrých měst a průmyslu v4.0 roste zranitelnost lidského systému v kyberprostoru. V praxi jsou proto implementovány principy Obrany do hloubky, norma IEC / ISA 62443 [4]. Pro kyber-fyzické systémy jako jsou infrastruktury, chytrá města a průmysl v4.0 znamená Obrana do hloubky, v prvním přiblížení, kombinaci bezpečnostních bariér ve fyzickém a v kybernetickém prostoru. Teprve v dalších přiblíženích se zabýváme pouze kybernetickou částí systému. Obrana do hloubky byla v kyberbezpečnosti nejprve pojatá jako Víceúrovňová bezpečnost (MLS), teprve později byla rozšířená na MILS.

2. Několik nezávislých úrovní zabezpečení

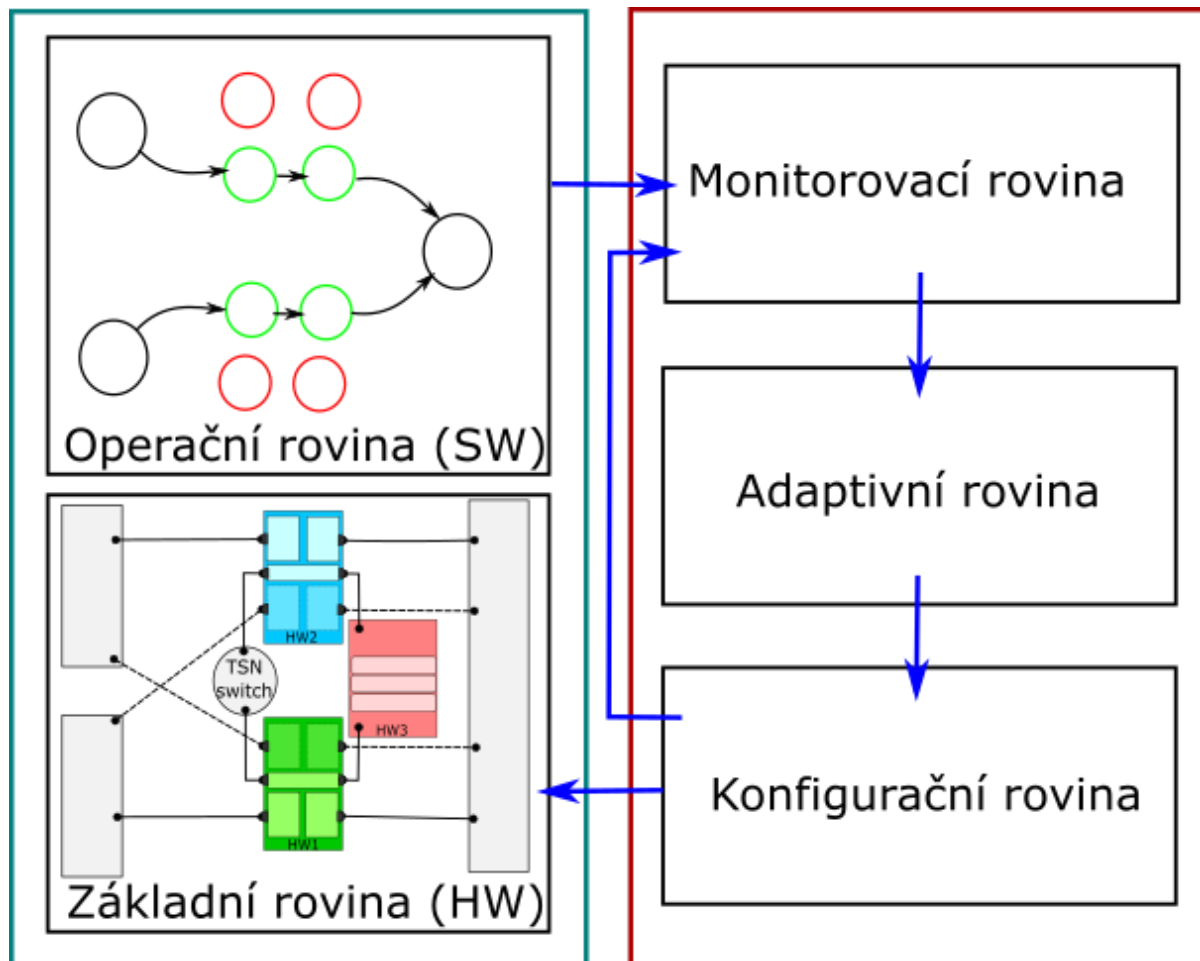
Velkou slabinou původního přístupu Víceúrovňové bezpečnosti byla skutečnost, že v případě úspěšného útoku na jednu z bezpečnostních bariér a její prolomení, bylo možné použít vazby s nezasazenými bariérami k jejich překonání. Při špatné koncepci mohl několika bariérový přístup vést spíše k zranitelnosti; vazby byly nejslabším článkem a nesloužily k vzájemnému vykrytí slabin jednotlivých opatření. Do konceptu byl proto přidán požadavek na nezávislost jednotlivých úrovní zabezpečení a vznikla tak strategie MILS [5].

Realizace nezávislosti je však velmi složitá a musí být zajištěna na všech rovinách implementace přístupu MILS. Klíčovým se stala realizace rozdělení výkonu procesoru mezi jednotlivé bariéry za pomoci separace jádra [6]. Koncept je tak v praxi často spojován s výrazem „separation kernel“.

Mluvíme-li o základní rovině, myslíme tím hardwarové prvky. V rámci strategie MILS je vnitřní kyberprostor platformy členěn na několik oddělení „Partition“. Jednotlivá oddělení jsou buď spojena s jednotlivými bezpečnostními bariérami, procedurami, nebo zajišťují jiný požadavek, kladený na platformu. Pro zajištění nezávislosti bezpečnostních bariér provádíme jejich oddělení na všech úrovních. Platforma MILS a její úrovně jsou zobrazeny na obrázku 1. Na obrázku jsou vyznačeny úrovně:

1. Základní úroveň.
2. Provozní úroveň.

3. Monitorovací úroveň.
4. Adaptační úroveň.
5. Konfigurační úroveň.



Obr. 1. Roviny implementace platformy několika nezávislých úrovní zabezpečení: základní, provozní, monitorovací, adaptační a konfigurační. Levá část obrázku znázorňuje roviny, zajišťující funkci platformy. Pravá část pak zobrazuje roviny řízení platformy.

2.1. Základní rovina

Základní rovina reprezentace MILS představuje hardwarové zdroje, přidělené této platformě. Patří do ní klasické komponenty výpočetní jednotky, procesor, fyzická paměť, operační paměť, a také komunikační kanály, ať už klasické ethernetové konektory, či jiné. Pro zajištění nezávislosti oddělení jsou hardwarové zdroje napevno přiděleny jednotlivým oddělením; tj. hardwarové zdroje nejsou sdíleny. Nezávislost může být samozřejmě zajištěna i například oddělenými výpočetními jednotkami. Protože potřebujeme kontrolovat interakci mezi odděleními, tak potřebujeme mít definované společné prostředí, které tvoří výpočetní jednotky.

MILS platforma pracuje na jedné fyzické jednotce s vnitřní separací. Z výše definovaných zdrojů si snadno představíme pevnou alokaci paměti, nebo komunikačních zdrojů. Nejsložitější je separace procesorových zdrojů. Možností je například více jádrový procesor. V případě speciálních provozních prostředí je nutno napevno oddělit výkon procesoru mezi odděleními i u procesoru s jedním jádrem za pomoci časové separace jádra. Základní rovina společně s operační rovinou, obrázek 1 vlevo, zajišťují funkce platformy MILS.

2.2. Operační rovina

Operační rovina platformy MILS je reprezentována operačními systémy, programy, funkcemi a aplikacemi. MILS platforma je implementována v rámci jedné výpočetní jednotky s vnitřním dělením na oddíly. Pro kontrolu celého prostředí platformy je k dispozici speciální operační systém, který umožňuje jednak separaci fyzických i operačních zdrojů a zároveň umožňuje kontrolu a definici prostředí mezi nimi. V tomto prostředí pak můžeme definovat a omezit vzájemnou interakci mezi jednotlivými odděleními; například nastavit jednostrannou komunikaci.

Stejně jak mají jednotlivá oddělení napevno přiřazené hardwarové zdroje, tak z důvodu zajištění nezávislosti, má každé oddělení i vlastní operační systém, v jehož rámci běží požadované vlastní programy, funkce a aplikace. V praxi probíhá několik úrovní operací; od vrcholového operačního systému MILS platformy až po jednotlivé aplikace v rámci jednotlivých oddělení. Provozní rovina dohromady se základní rovinou, obrázek 1 vlevo, zajišťují funkce platformy MILS.

2.3. Monitorovací rovina

Každý komplexní systém jako je platforma MILS v dynamickém prostředí, které představuje kybernetický prostor potřebuje řízení. V případě systému MILS řízení provádí úrovně vyznačené na pravé části obrázku 1. První rovinou je rovina monitorovací. Předmětná úroveň je aplikována na jednotlivá oddělení, či na interakce mezi nimi, a proto jednotlivé monitory musí být od sebe separovány, tak, aby nenarušily nezávislost funkčních rovin. Úlohou monitorovací úrovně je sledovat chování vybraných procesů v rámci platformy MILS, vytvářet logy, popřípadě spustit alarmy.

Na obrázku 1 jsou znázorněny 3 různé vazby s ostatními úrovněmi. Pozice jednotlivých monitorů v rámci MILS platformy je definována v rámci konfigurační úrovně. Sledované procesy se realizují na funkčních úrovních platformy a konečně případně logy a alarmy jsou posílány na rovinu adaptační.

2.4. Adaptační rovina

Adaptační úroveň je základní úrovní řízení platformy MILS. Na základě podnětu (alarmu) z monitorovací úrovně určí problém. Nalezne jeho řešení a dané řešení následně pošle na konfigurační úroveň k realizaci. Předmětný proces může být prováděn různými způsoby na základě velikosti problému.

Aktuálně je věnována pozornost možnostem automatickému přizpůsobení (adaptaci) systému. Automatické přizpůsobení může být realizováno několika úrovněmi. Základní úroveň automatického přizpůsobení představuje přepínání stavů na základě pevných

pravidel. Motor adaptace přijme alarm z monitorovací roviny a přidělí mu předem definovanou konfiguraci, do které má systém přepnout. Předmětný pokyn následně zašle na Re-konfigurační úroveň.

Zlepšením je možnost, kdy motor adaptace má k dispozici bezpečné konfigurace a z nich vybírá na základě posouzení vah zaznamenaných alarmů a logů z monitorovací úrovně. Do budoucna se pak zvažuje možnost, že by si adaptační úroveň vytvářela vlastní konfigurace systému, analyzovala, verifikovala a vytvářela podklady pro certifikaci.

Zatím byla zmíněna pouze aplikace autonomní adaptability. Systém může být samozřejmě pozměněn i manuálně na základě vyhodnocení uložených logů. Manuální adaptabilita je vždy upřednostněna před automatickou. Přenesení možnosti rychlé odezvy na autonomní systémy lze jen do určité míry.

2.5. Konfigurační úroveň

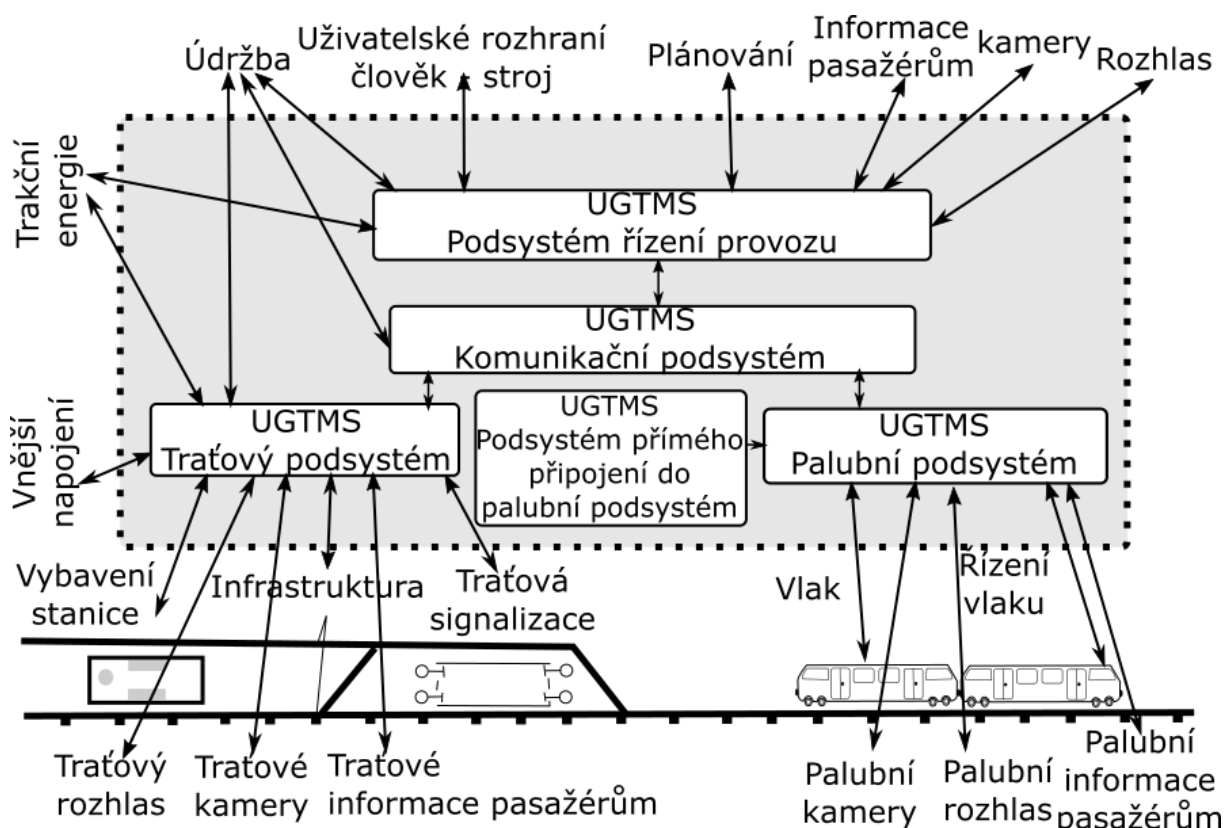
Konfigurační úroveň je nejkritičtější součástí platformy MILS, protože má přímý přístup jak k funkčním úrovním (operační, základní) tak k monitoringu. V rámci uvedených úrovní má přístup ke všem oddělením, kde se určuje jejich nezávislost. V případě selhání konfiguračního souboru by selhal i celý systém MILS. Nutnost vysoké ochrany konfiguračního souboru lze však snadno splnit. Soubor může být umístěn mimo síť. Navíc k němu má přístup pouze adaptační úroveň, v případě manuálního přizpůsobení jde o integrátor, v případě autonomního přizpůsobení záleží na způsobu realizace adaptačního motoru.

Vedle konfiguračního souboru, který představuje jistý plán celé architektury systému, obsahuje konfigurační rovina i re-konfigurační kroky pro případ změny. Pokud například z adaptační úrovně přijde pokyn k přesunu například komunikačního uzlu, tak je provedena nejprve aktivace uzlu na novém místě, a pak přesun komunikace a deaktivace uzlu na původním místě.

3. Místo implementace demonstrátoru

Výše bylo již uvedeno, že platforma MILS je rozdělena do několika různých nezávislých oddělení, z nichž každé má určitou roli, jak při zajišťování zabezpečení (kyberbezpečnosti), tak ve funkci celého systému. Počet oddělení, jejich úlohy a architektura celého systému jsou podřízeny požadavkům místa, kam je systém MILS implementován.

Nejprve se soustředíme na místo instalace systému MILS. Obrázek 2 ukazuje schéma komunikační sítě městské vedené dopravy (tramvaj, metro) podle normy EN 62290 [7]. Znázorňuje celou řadu komunikačních kanálů, z nich pro demonstraci a ověření funkčních parametrů na provozních datech byl použit komunikační kanál mezi „UGTMS Podsystem řízení provozu“ a „Plánováním“. V praxi se jedná o operační středisko, z něhož jsou jedním směrem posílány provozní údaje (poloha, rychlost) o vlakových soupravách do kanceláří vedení. Právě jeden směr komunikace je podstatný pro architekturu brány, realizovanou MILS přístupem.



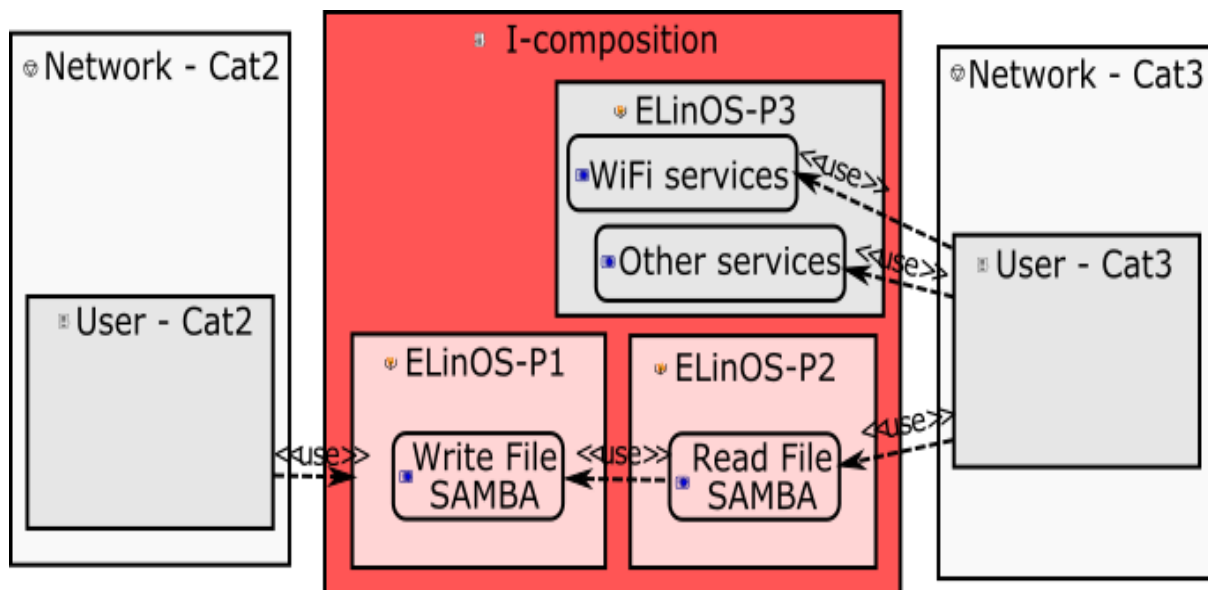
Obr. 2. Schéma komunikační sítě městské vedené dopravy (UGTMS) podle normy EN 62290.

4. Demonstrátor

Demonstrátor tvoří komunikační bránu mezi operačním střediskem, nacházejícím se v síti kategorie 2 a kanceláři nacházejícími se v síti kategorie 3, IEC / ISA 62443 [4]. Brána má zabránit především nechtěnému proniknutí ze sítě s nižší důvěryhodností (kategorie 3) do důvěryhodnější sítě (kategorie 2). Po popisu vnitřních požadavků platformy MILS a vnějších požadavků místa implementace, se budeme zabývat demonstrátorem samotným. Soustředíme se na řešení zadávacích podmínek v rámci architektury celé platformy a představíme operační úroveň a monitorované procesy, a poté se soustředíme na integrovaný hardware.

4.1. Architektura demonstrátoru

Hlavní faktorem, který určuje architekturu demonstrátoru je jednosměrná komunikace. Pro zajištění funkce má demonstrátor vytvořená dvě oddělení, jedno na vnitřní straně sítě (kategorie 2) a druhé na vnější straně (kategorie 3). Provozní údaje jsou předávány z operačního střediska do vnitřního oddělení přímo. Uživatelé z vnější sítě na základě přístupových údajů mohou pouze číst informace z vnějšího oddělení. V rámci celkového prostředí MILS platformy je nastavena pouze jednosměrná komunikace z vnitřního oddělení do vnějšího, obrázek 3. Na rozdíl od ethernetových kabelů mezi bránou a sítí, lze tok informací v nežádoucím směru zakázat.



Obr. 3. Schéma demonstrátoru MILS s operační úrovní.

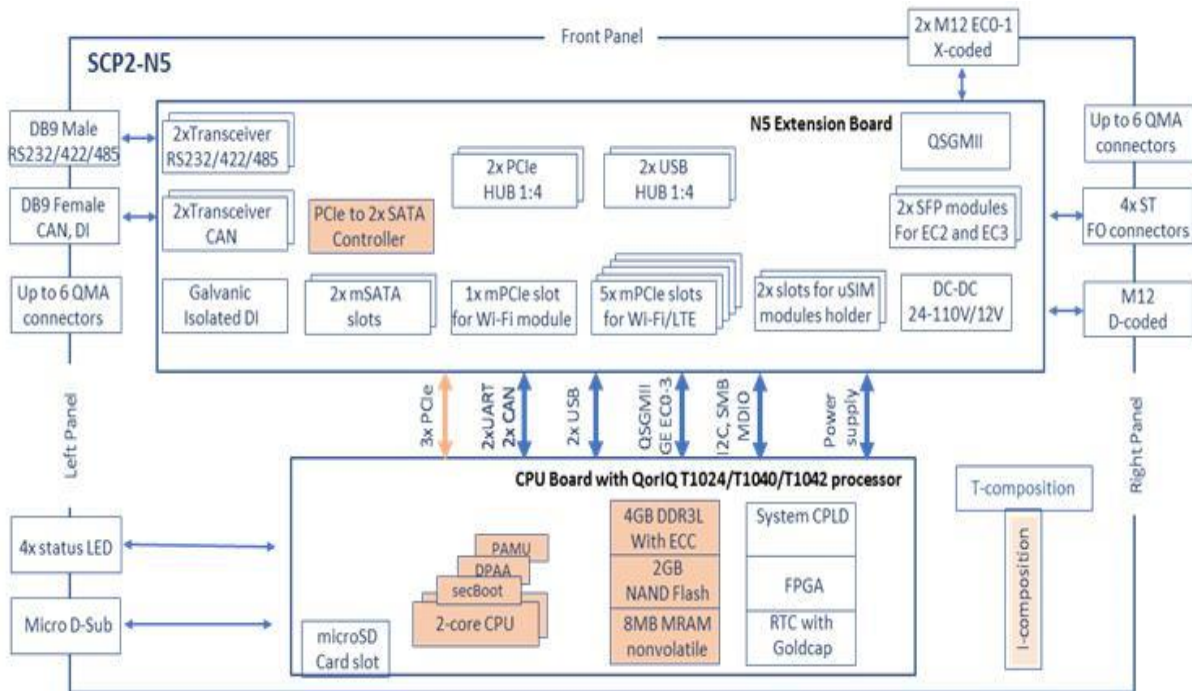
Na obrázku 4 je zobrazeno vnitřní prostředí MILS platformy a 3 vnitřní oddělení:

1. **MILS platforma**, Operační systém je PikeOS, který umožňuje separaci jader [6], stejně jako časové a prostorové dělení (tvorba nezávislých oddělení). V rámci operačního systému je také definován komunikační kanál „Queuing port“, který zajišťuje jednosměrnou komunikaci mezi vnitřním a vnějším oddělením.
2. **Zapísovací oddělení**, Operační systém ElinOS, provozní údaje jsou z operačního centra zapisovány do Samby. Oddělení je přístupné pouze síti kategorie 2. Další dvě oddělení k němu nemají přístup.
3. **Čtecí oddělení**, Operační systém ElinOS, provozní údaje jsou sem překlopeny za pomoci „Queuing port-u“. Údaje jsou zapsány v Sambě a jsou k dispozici pro přečtení uživatelům v síti kategorie 3 s přístupovým klíčem.
4. **Oddělení pro údržbu a další služby**, Operační systém ElinOS, poslední oddělení zajišťuje supervizi nad provozem, podporu monitoringu, ukládání logů popřípadě vzdálený přístup.

Monitoring je zaměřen na stav dvou komunikačních oddělení a na konektivitu s oběma sítěmi. Pro zajištění konektivity i v případě narušení bezpečnosti brány, jsou vytvořeny redundantní oddělení, na která je možné přepnout komunikační kanály.

4.2. Přehled hardwaru

Soběstačná komunikační jednotka, označována jako SCP2-N5, je navržena na základě požadavků pro komunikační bránu v drážních systémech podle normy EN 50155 [8]. SCP2-N5 má sady různých komunikačních rozhraní jako jsou bezdrátová sériová komunikace, nebo vysokorychlostní ethernetové porty. Diagram jednotky SCP-N5 je na obrázku 4.



Obr. 4. Blokový diagram komunikační brány SCP-N5.

Dále jsou popsány součástky SCP-N5 znázorněné v diagramu na obrázku 4. Jde o:

- NXP QorIQ Dual-Core komunikační procesor T1024 up to 1200MHz,
- 2x 72-bit DDR3L SDRAM s ECC; 4 GB; up to 1,3 GHz data rate,
- 16Mbit boot SPI NOR Flash,
- 128MB NAND Flash,
- 64Mb MRAM,
- microSD karta slot,
- 2x 512kb serial EEPROM (via I2C bus),
- 2x galvanická izolace RS232/422/485 Serial port,
- 2x galvanická izolace CAN bus,
- 2x galvanická izolace discrete inputs,
- 2x mSATA disk slot (over SATA controller),
- 5x mPCIe slots pro Wi-Fi/LTE moduly,
- 2x microSIM slot pro všechny LTE moduly,
- mPCIe slot pro Wi-Fi modul,
- 2x 10/100/1000BASE-T Ethernet port,
- 2x SFP slots pro 1000 LX/SX Ethernet port,
- Real Time Clock s GoldCap zálohou,
- power supervisor and watchdog,

- Max. input power 30 W,
- Operační teplota -40°C ~ +70°C,
- Rozměry: 130×220×55 mm.

Přední panel obsahuje:

- 2x M12 circular GbE konektory,
- LEDs pro každý GbE (Signal detect and Activity),
- LED pro PoE PD,
- 2x LEDs (Rx, Tx) pro každý RS a CAN,
- LEDs pro každý mSATA a Wifi/LTE modul.

Pravý panel obsahuje:

- Přípojku pro zdroj energie (M12),
- 6x konektor pro QMA antény,
- 4x otvor pro ST optická vlákna.

Levý panel obsahuje:

- Service RS232 (microDB9),
- 2x LEDs pro systémovou diagnostiku,
- 2x LEDs pro uživatelské funkce,
- tlačítko reset,
- DB9 Male pro 2x galvanické izolace RS232/RS422/RS485,
- DB9 Female pro 2x galvanická izolace CAN a 2x Discrete input,
- 6x konektor pro QMA antény.

Demonstrátor dále obsahuje slot pro externí mateřskou desku, která může obsahovat další hardwarové součástky.

5. Závěr

Několik nezávislých úrovní zabezpečení tvoří platformu, která umožňuje kybernetickému systému bezpečnostní architekturu, která respektuje aplikaci přístupu Obrany do hloubky. Komplexnost platformy MILS, která je realizovaná na několika úrovních implementace, je však spojena s mnoha dalšími složitostmi, které je nutné vyřešit. Problémy s instalací zařízení se mohou lišit v závislosti na prostředí umístění. Požadavky platformy MILS, obrázek 1, stejně jako požadavky od prostředí umístění představeného demonstrátoru, obrázek 2, byly pokryty popsanou architekturou, obrázek 3, a vybavením, obrázek 4. Umístěné vybavení má vedle toho ještě potenciál adaptace na nežádoucí jevy v sítích za pomoci připravené redundance.

Poděkování: Výsledky v článku publikované vznikly za podpory Evropských projektů „CITADEL“ ID: 700665 a „certMILS“ ID: 731456.

Literatura

- [1] *The Grand Strategy of the Roman Empire from the First Century AD to the Third*. ISBN 978-0801818639. Baltimore: Johns Hopkins University Press 1976.
- [2] U.S.NRC. *Appendix R to Part 50—Fire Protection Program for Nuclear Power Facilities Operating Prior to January 1, 1979*. <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part050/part050-appr.html>
- [3] BIRD, F. E., GERMAIN, G. L. *Damage Control*. New York: American Management Associations Inc. 1966.
- [4] IEC / ISA 62443. *Security for Industrial Automation and Control Systems*. Geneve: IEC and ISA 2018.
- [5] HARRISON, W. S. The MILS Architecture for a Secure Global Information Grid. The CrossTalk. *Journal of Defense Software Engineering*, 10 (2005).
- [6] RUSHBY. J. The Design and Verification of Secure Systems. *Proceedings of 8th ACM Symposium on Operating System Principles*, 15 (1981) 5, pp. 12-21.
- [7] IEC 62290-3. *Railway Applications – Urban Guided Transport Management and Command / Control Systems*. Geneve: IEC. 2018.
- [8] ČSN EN 50155. *Drážní zařízení – Elektronická zařízení drážních vozidel*, ed. 3. Praha: Český normalizační institut 2008.

IDENTIFIKACE, ANALÝZA A HODNOCENÍ RIZIK TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ

IDENTIFICATION, ANALYSIS AND ASSESSMENT OF RISKS OF TECHNICAL SYSTEMS

Dana Procházková¹⁾, Jan Procházka²⁾

¹⁾ ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Technická 4, Praha 6

²⁾ ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Konviktská 20, Praha 1

Abstrakt: Práce s riziky u technických děl závisí na mnoha faktorech: kontext problému; zvažované zdroje rizik; typ rizika; zvažovaný časový interval; technika řízení; procesní model práce; a způsob vypořádání rizik. V praxi se obvykle práce s riziky zjednodušuje a nezvažuje se systémové pojetí entity, časové proměny u strategických úloh a mnohdy se používají nástroje, které zanedbávají významné faktory. Správné nakládání s riziky u technického díla znamená správně volit nástroje práce s riziky. Článek třídí nástroje podle cíle práce s riziky podle složitosti zvažované entity (od jednoduchého technického zařízení až po celé technické dílo) a podle toho, zda jde o provozuschopnost, zabezpečení či bezpečnost sledované entity.

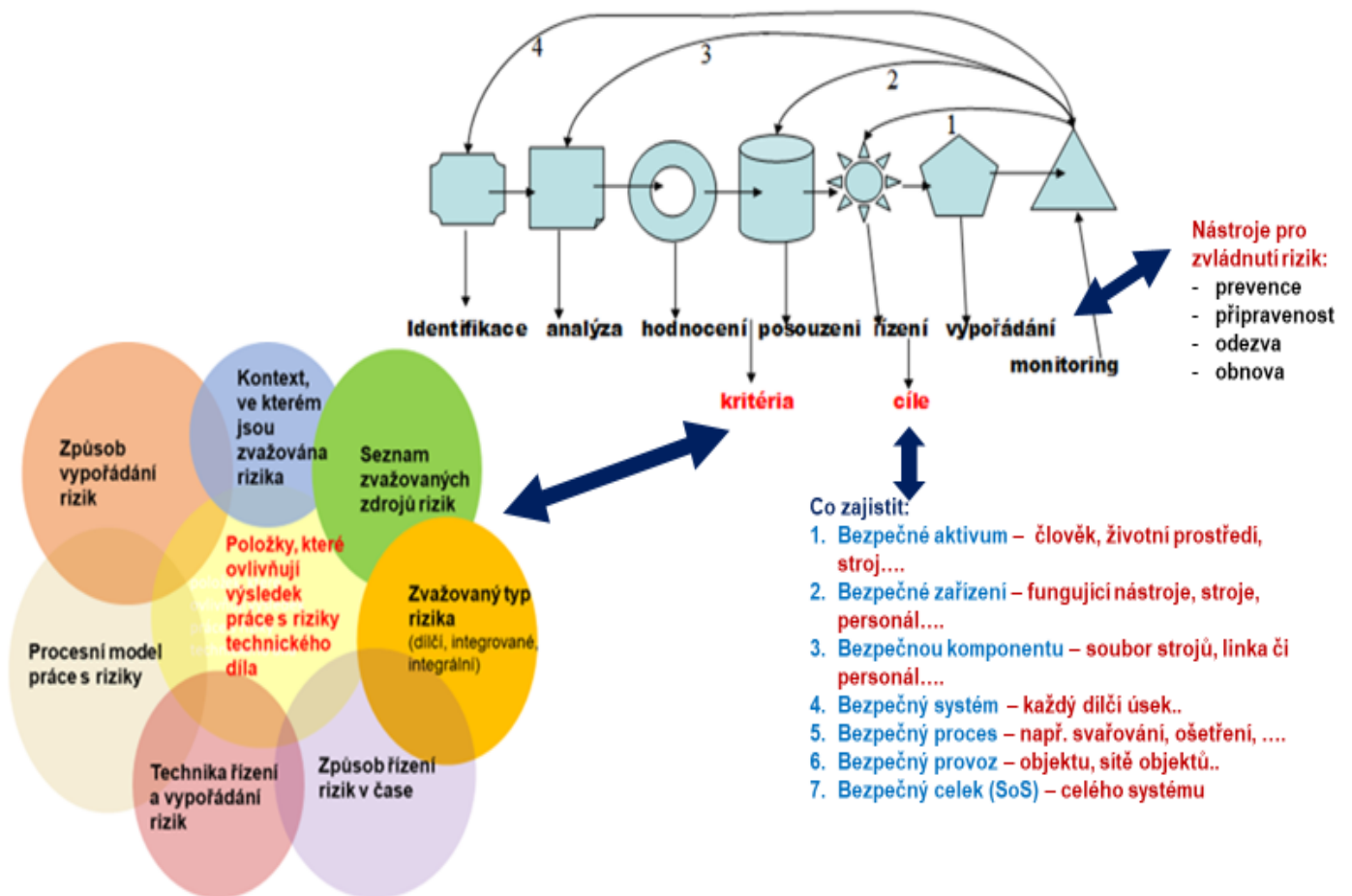
Klíčová slova: riziko; práce s riziky; technická díla; zdroje rizik sledované u technických děl; nástroje roztržiděné podle cíle úlohy.

Abstract: Work with the risks of technical facilities depends on many factors: the context of the problem; risk sources considered; the risk type; the time interval considered; management technique; process model of work; and the way of getting over risks. In practice, work with risks is usually simplified and does not consider the system concept of the entity, the time changes in strategic tasks, and often tools that neglect important factors are used. The correct handling with the risks at a technical facility means correctly choosing the tools for working with risks. The article sorts the tools according to the goal of work with risks according to the complexity of the entity being considered (from simple technical equipment to the whole technical facility) and whether it is the operation dependability, security or safety of the monitored entity.

Key words: risk; work with risks; technical facilities; sources of risk monitored for technical facilities; tools sorted by task objective.

1. Úvod

Analýza odborných prací [1-30] i shromážděné zkušenosti z praxe [31] ukazují, že nástroje pro práci s riziky závisí na mnoha faktorech; schematicky je předmětná skutečnost zobrazena na obrázku 1; podrobný popis je uveden v práci [3].



Obr. 1. 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.

Jelikož technická díla jsou složité víceúrovňové systémy, tak specifické zdroje rizik spojené s technickými díly nejsou na všech úrovních stejné. V praxi se pracuje jak s riziky na nejnižší úrovni (jednoduchá technická zařízení – stroje), tak i s riziky na vyšších úrovních (komponenty – např. tlaková zařízení; výrobní linky, soubory výrobních linek, celé technické dílo) a na nejvyšší úrovni (technické dílo a jeho okolí). Bezpečnost na nejvyšší úrovni zajišťuje koexistenci technického díla s okolím po celou dobu životnosti technického díla.

Z důvodu zajištění bezpečí a rozvoje lidí a dalších veřejných aktiv jsou cíle práce s riziky na všech úrovních - spolehlivá či zabezpečená či bezpečná entita [3,7]. Z důvodu současných cílů lidské společnosti se dále soustředíme na nejvyšší cíl, a tím jsou bezpečné entity [1,3,7].

2. Zdroje rizik sledované v technických dílech

Na základě výsledků výzkumu popsaného v práci [3] se v praxi v souvislosti s technickými díly používají dále uvedené výběry zdrojů rizik ve spojení s určenou entitou (stroj, komponenta, výrobní linka apod.):

1. Zdroje rizik určené buď legislativou, anebo zkušenostmi pracovníka, který předmětný úkol řeší.
2. Jen technické zdroje rizik v dané entitě. Většinou jde o:
 - zdroje rizik spojené s materiálem (splnění potřebných parametrů, dodavatelské vztahy – náhradní materiál....),
 - zdroje rizik spojené s konstrukcí a propojováním komponent a zařízení (nestanovené postupy, přítomné labilní nebezpečné látky....),
 - zdroje rizik spojené s výrobními postupy, např. při svařování, specifickém obrábění atd.,
 - zdroje rizik spojené s podmínkami, které jsou nutné pro kvalitní výrobek, např. jistý tlak, jistá teplota či jistá vlhkost okolního prostředí atd.
3. Technické zdroje rizik a lidský faktor. Za zdroje rizik jsou považované zdroje uvedené v bodě 2 a špatné provedení technických úkonů při provozu technického díla.
4. Technické zdroje rizik a lidský faktor v nejširším pojetí. Za zdroje rizik jsou považované zdroje uvedené v bodech 2 a 3 a zdroje organizačních havárií v technickém díle (tj. špatná rozhodnutí, použití nesprávných postupů atd.).
5. Zdroje rizik uvedené v bodech 2 až 4 doplněné o zdroje rizik související s BOZP a s pracovním prostředím.
6. Zdroje rizik uvedené v bodech 2 až 5 doplněné o zdroje rizik v okolním životním prostředí.
7. Zdroje rizik uvedené v bodech 2 až 6 doplněné o zdroje rizik spojené s propojeními mezi dílčími zařízeními, komponentami a systémy (jde o zdroje rizik, které jsou spojené s technickou integritou, automatizací, vzděláváním a dobrými dovednostmi, ochranou majetku, ochranou dat a informací, ochranou specifických znalostí, ochranou know-how, ochranou good will, financemi, konkurenceschopností, kontinuitou provozu za podmínek kritických a extrémních apod.)

Z uvedeného vyplývá, že v případech 1 až 6 jsou zanedbány mnohé zdroje rizik pro technická díla. Je to způsobeno skutečností, že v uvedených případech:

- při stanovení rizik nejsou zvažována všechna veřejná aktiva a všechna aktiva technického díla (tj. není respektován přístup All-Hazard-Approach [1-3,32], který je velmi náročný na data, metody, znalosti, zkušenosti a dobu provedení),
- je zanedbána systémová podstata technického díla,
- nezvažují se dynamické dopady vnějšího prostředí na technické dílo, které následně ovlivní konkurenceschopnost technického díla a zajištění obslužnosti území v delším časovém intervalu (např. špatné postupy veřejné správy jsou zdrojem rizik pro technické dílo).

Z hlediska potřeb a ekonomického využití zdrojů je však pravdou, že v řadě praktických úloh postačuje zvažovat jen některé zdroje rizik, protože cílem je bezpečný stroj, a ne celý podnik a jeho okolí. Proto je třeba u každé úlohy spojené s prací s riziky důležité určení cíle (obrázek 5.1).

Jelikož některá technická zařízení (pojišťovací ventily, odpouštěcí ventily apod.) či některé komponenty technického díla (tlaková zařízení, reaktory, řídicí systémy apod.) mají zásadní důležitost pro bezpečnost technického díla, tak u nich nestačí pracovat s riziky jen z hlediska samotné entity, ale musí se pracovat s riziky i z hlediska bezpečnosti celého technického díla). Jde o kritické prvky, kritická zařízení, kritické komponenty a kritické systémy technického díla [4,5,7], které vyžadují speciální práci s riziky při umístění, výstavbě, konstrukci a provozu [5,7].

3. Kategorie nástrojů pro práce s riziky stanovené s ohledem na cíle

Při výběru nástrojů pro práci s riziky technických zařízení a technických děl zacílené na bezpečnost jsou dle argumentů shrnutých v práci [3] rozhodující dva faktory.

Prvním faktorem je poznání, že riziko je veličina, která je místně specifická, tj. závisí na jak příčině poškození aktiva nebo souboru aktiv (škodlivém jevu, pohromě), tak na vlastnostech aktiva či souboru aktiv (zranitelnosti) v momentě výskytu pohromy. Např. neudržovaný pojistný ventil při hraničním tlakovém rázu obvykle nesplní svou funkci [31].

Protože v čase jsou proměnné, jak stavy aktiv či souboru aktiv, i velikosti škodlivých jevů či pohrom, tak se z pohledu zvládnutí dopadů realizovaného rizika vydělují tři kategorie situací, a to situace: normální; nouzová; a kritická. S rostoucí kategorií rostou odborné, finanční, organizační i personální nároky na řízení a vypořádání rizik v těchto situacích. Proto zde hraje velkou roli legislativa, která ukládá vlastníkům i provozovatelům technických děl požadavky na práci s riziky a veřejné správě požadavky na dozor nad bezpečností ve veřejném zájmu [7].

Na základě analýz legislativy [3,7] je současná česká legislativa příliš obecná; neuvádí požadavky na data a na metody zpracování dat, což zásadně určuje kvalitu výsledku. Z hlediska úplnosti je třeba uvést, že v České republice je na dobré úrovni odezva na základě zřízení a stálého zvyšování úrovně IZS (integrovaný záchranný systém - zákon č. 239/2000 Sb.) a jaderná bezpečnost, která je pod trvalým dohledem Mezinárodní agentury pro atomovou energii.

Druhým faktorem je výběr typu rizika, který je třeba v řešené úloze sledovat. Předmětný faktor závisí na určení:

- počtu aktiv a jejich vyjmenování (zvážit, která veřejná aktiva a která specifická aktiva technického díla jsou důležitá - jsou jimi i výkon, konkurenceschopnost, zisk aj.) pro cíl úlohy,
- zda v úloze hrají roli vazby a toky mezi vyjmenovanými aktivy.

Pro krátkodobé zajištění bezpečnosti technického (např. bezpečný stav jednoduchého technického zařízení), stačí sledovat stav aktiva, tj. dílčí riziko. S ohledem na bezpečí lidí legislativa ve vyspělých zemích požaduje sledovat také bezpečí osob na pracovišti (BOZP), tj. jde o sledování dvou aktiv (životy a zdraví osob na pracovišti, kvalita pracovního prostředí), a to pomocí integrovaného rizika. Protože technická zařízení, osoby na pracovišti a pracovní prostředí jsou provázané, je třeba pro střednědobé a dlouhodobé zajištění bezpečnosti sledovat vazby a toky mezi uvedenými dílčími systémy, tj. integrované riziko.

Proto při výběru nástrojů pro práci s riziky (identifikace, analýza, hodnocení, posouzení, řízení a vypořádání) zacílenou na bezpečnost vybrané entity je třeba v technické oblasti v případě technických děl rozlišit následující úlohy:

- výběr nástrojů pro práci s rizikem spojeným se stavem technického zařízení (cíl – bezpečné technické zařízení),
- výběr nástrojů pro práci s rizikem spojeným se stavem technické komponenty (cíl – bezpečná technická komponenta),
- výběr nástrojů pro práci s rizikem spojeným s výrobní linkou / výrobním procesem (cíl – bezpečný výrobní proces),
- výběr nástrojů pro práci s rizikem spojeným se stavem souboru procesů v podniku (cíl – bezpečný soubor procesů v podniku),
- výběr nástrojů pro práci s rizikem spojeným s celým technickým dílem (cíl – bezpečné technické dílo),
- výběr nástrojů pro práci s rizikem spojeným s technickým dílem a jeho okolím (cíl – bezpečné technické dílo a bezpečné okolí technického díla).

Na základě prací [1-31] nestačí při zajišťování bezpečnosti lidského systému v souvislosti s technickými díly a technologiemi jen orientace na technická díla a jejich zařízení, tak výběr nástrojů závisí na:

- charakteru sledované entity,
- charakteru prostředí, ve kterém sledovaná entita pracuje,
- režimu, v jakém sledovaná entita pracuje,
- požadavcích na provoz entity,
- také na tom, zda se požaduje řešení krátkodobé, střednědobé nebo strategické.

Z pohledu podstaty [2,3,9] jsou nástroje pro práci s riziky založené na čtyřech modelech podle typu procesu, který sledují; jde o:

- problémy, které lze popsat lineárním modelem; např.: Check list (kontrolní seznam); Safety audit (bezpečnostní kontrola / audit); Human Reliability Analysis – HRA (analýza lidské spolehlivosti); zde si je třeba uvědomit omezenou správnost výsledků, protože je sledován jen jeden proces a jsou zanedbány souvislosti s ostatními procesy a s okolím,
- problémy, které lze popsat stromovým modelem; např.: Preliminary Hazard Analysis – PHA (předběžná analýza ohrožení); Quantitative Risk Analysis – QRA (analýza kvantitativních rizik procesu); Hazard Operation Process - HAZOP (analýza ohrožení a provozuschopnosti); Event Tree Analysis – ETA (analýza stromu událostí); Failure Mode and Effect Analysis – FMEA (analýza selhání a jejich dopadů); FMECA - Failure Mode, Effect and Criticality Analysis (analýza módů selhání, dopadů a kritičnosti); Fault Tree Analysis – FTA (analýza stromu poruch); Probabilistic Safety Assessment – PSA (metoda pravděpodobnostního hodnocení bezpečnosti); zde si je třeba uvědomit, že rozvoj nehod, havárií a selhání vychází z jednoho místa, tj. modely nepopisují případy, kdy dopady na technické dílo vzniknou z jedné příčiny na několika místech, tj. nezvažují kombinace jevů,

- problémy, které lze popsat modely operační analýzy; např. metoda kritické cesty, PERT, GERT, Petriho sítě,
- problémy nestrukturované, které lze popsat několika způsoby, např.: metodou What, If, metodou scénářů, metodou případových studií, metodami multikriteriálními, které jsou založené na sestavení systémů pro podporu rozhodování (Decision Support System - DSS). V těchto případech se vychází ze zkušeností, že složité problémy mají řadu variantních scénářů, které se dokumentují pomocí spolupráce s experty.

Pro mnohé z výše uvedených metod jsou k dispozici software, která byla odvozena pro konkrétní zařízení v konkrétním místě. Pro zajištění správných výsledků v daném případě je proto třeba před použitím každého software ověřit, zda jsou splněny podmínky transferu technologií, tj. zda jsou u řešeného zařízení i v místě řešení podmínky shodné jako byly u zařízení a v místě, pro které bylo software odvozené [33].

Na základě dat a výsledků v pracích [1-32], založených na výzkumu a zkušenostech, je sestavena tabulka 1, ve které jsou uvedeny pro jednotlivé úlohy doporučené nástroje, charakterizované v práci [9]. Protože čím vyššího typu je použit nástroj, tak tím vyšší jsou náklady (znalosti, finance, čas) na jeho použití, tak v tabulce jsou v každém případě uvedeny jen nákladově nejnižší nástroje, které mají na základě současných znalostí a zkušeností schopnost vyřešit úkol.

Tabulka 1. Nástroje pro práci s riziky rozříděné podle cíle řešené úlohy*).

Cíl práce s riziky	Nástroj
Provoznoschopné jednotlivé technické zařízení (např. stroj)	Kontrolní seznam / Bezpečnostní audit, What, If
Zabezpečené jednotlivé technické zařízení (stroj je provozuschopný a obsluha je v bezpečí)	Kontrolní seznam / Bezpečnostní audit, What, If
Bezpečné jednotlivé technické zařízení (stroj neohrožuje sebe ani za kritických podmínek a nemá škodlivé dopady na okolí), tj. jeho obsluha je v bezpečí a výrobky jsou bezpečné	DSS
Provoznoschopná technická komponenta (několik propojených technických zařízení)	Kontrolní seznam / Bezpečnostní audit, What, If, stromové modely
Zabezpečená technická komponenta (několik propojených technických zařízení je provozuschopných a obsluha je v bezpečí)	What, If, stromové modely, metody operační analýzy, DSS
Bezpečná technická komponenta (několik propojených technických zařízení neohrožuje sebe ani za kritických	What, If, metody operační analýzy, DSS

podmínek a nemá škodlivé dopady na okolí), tj. obsluha je v bezpečí a výrobky jsou bezpečné	
Provoznuschopnost výrobního procesu (výrobní linky)	What, If, Kontrolní seznam / Bezpečnostní audit, stromové modely
Zabezpečený výrobní proces / výrobní linka (výrobní linka je provozuschopná a obsluha je v bezpečí)	What, If, stromové modely, metody operační analýzy, DSS
Bezpečný výrobní proces / výrobní linka (výrobní linka neohrožuje sebe ani za kritických podmínek a nemá škodlivé dopady na okolí), tj. obsluha je v bezpečí a výrobky jsou bezpečné	What, If, metody operační analýzy, DSS
Provoznuschopnost souboru procesů v podniku	What, If, metody operační analýzy, DSS
Zabezpečený soubor procesů v podniku (soubor procesů je provozuschopný a obsluha je v bezpečí)	What, If, Stochastické metody operační analýzy, DSS
Bezpečný soubor procesů v podniku (soubor procesů neohrožuje sebe ani za kritických podmínek a nemá škodlivé dopady na okolí), tj. obsluha je v bezpečí a výrobky jsou bezpečné	DSS
Provoznuschopné technické dílo	DSS
Zabezpečené technické dílo (technické dílo je provozuschopné a obsluha je v bezpečí)	DSS
Bezpečné technické dílo (technické dílo neohrožuje sebe ani za kritických podmínek a nemá škodlivé dopady na okolí), tj. obsluha je v bezpečí a výrobky jsou bezpečné	DSS

**) V dané souvislosti si je třeba uvědomit pojmy – provozuschopnost znamená spolehlivé plnění úkolů; bezpečný znamená zabezpečený, spolehlivý a funkční.*

4. Obecné zásady pro práci s riziky

Na základě komplexní analýzy a kritického posouzení několika tisíc odborných prací a výsledků z praxe, jejichž výsledky jsou v pracích [1-8], je nutné při řešení problémů bezpečnosti kritických objektů použít systémový přístup (tj. zaměřit se na integrální riziko) a nejprve vybrat správný koncept práce s riziky (tj. kontext, v němž rizika sledujeme) a poté respektovat logický model práce s riziky. Klíčové koncepty inženýrství zaměřených na bezpečnost jsou:

1. Přístupy jsou založené na riziku - intenzita prací a dokumentace je přiměřená úrovni rizika.
2. Odborný přístup je založen na tom, že se zvažují jen kritické atributy kvality a kritické parametry procesu.
3. Řešení problémů se orientuje na kritické položky – sledují a řídí se kritické aspekty technických systémů zajišťujících konzistenci operací systémů.
4. Proověřené parametry kvality se objevují již v návrhu projektu.
5. Důraz na kvalitní inženýrské postupy – musí se prokazovat správnost zvolených postupů v daných podmínkách.
6. Zacílení na zvyšování bezpečnosti - neustále zlepšování procesů s využitím analýzy kořenových příčin poruch a selhání.

Snižování jakéhokoliv rizika je spojeno se zvyšováním nákladů, s nedostatkem znalostí, technických prostředků, apod., a proto se v praxi hledá hranice, na kterou je únosné riziko snížit tak, aby vynaložené náklady byly ještě rozumné. Tato míra rizika (určitá optimalizace) je většinou předmětem vrcholového řízení a výsledkem politického rozhodování, při kterém je z hlediska zajištění rozvoje nutné, aby se využily současné vědecké a technické poznatky a zohlednily ekonomické, sociální a další podmínky.

Rizika byla, jsou a budou a neustále se budou objevovat nová. Řízení a vypořádání rizik, které způsobují pohromy, vyžaduje rozměr a měření rizika, které berou v úvahu nejen fyzické škody, oběti a ekvivalent ekonomických ztrát, ale i sociální, organizační a institucionální faktory. Většina technik na určování rizika nereprezentuje holistický přístup a nerespektuje, že riziko je rozdělené na lokální, regionální i státní úroveň [5].

Při práci s riziky si je třeba uvědomit, že úkolem řízení rizika je najít optimální způsob, jak vyhodnocená rizika snížit na požadovanou společensky přijatelnou úroveň, případně je na této úrovni udržet. Základní principy při práci s riziky jsou:

- být proaktivní,
- domýšlet možné důsledky,
- správně určovat priority veřejného zájmu,
- myslet na zvládnutí problémů,
- zvažovat synergie,
- být ostražitý.

V případě, že sledované riziko není přijatelné, tak je třeba zvážit situaci a vybrat některou z dále uvedených činností [2,3]:

- vyhnout se riziku (tj. nezahájit nebo nepokračovat v činnostech, které jsou zdrojem rizika, když to jde – u přírodních pohrom to nejde a mnohdy to nejde ani u technologií, které ještě nejsou plně odzkoušeny v praxi),
- odstranění zdrojů rizik (tj. zabránění vzniku pohrom, když to jde – u přírodních pohrom to nejde a u technologických procesů, např. těch, které pracují s nebezpečnými látkami, to také mnohdy 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),
- retence rizika.

Podle Mezinárodní organizace pro standardizaci (ISO) kvalifikované řízení rizik technického díla musí:

- být součástí systému řízení sledovaného technického díla.
- být součástí každého procesu rozhodování sledovaného technického díla,
- explicitně zvažovat nejistoty a neurčitosti v procesech a podmínkách sledovaného technického díla a jeho okolí,
- být systematické a strukturované,
- vycházet z nejlepších dostupných informací,
- být dynamické a vhodně reagovat na různé změny,
- být uzpůsobeno místním podmínkám a legislativním požadavkům,
- respektovat vliv člověka (lidský faktor) na technické dílo,
- mít schopnost neustálého zlepšování.

5. Závěr

Pro získání kvalitních výsledků úloh spojených s prací s riziky u technických děl je nutné brát v úvahu, že výsledek práce s riziky u technických děl závisí na mnoha faktorech: kontext problému; zvažované zdroje rizik; typ rizika; zvažovaný časový interval; technika řízení; procesní model; a způsob vypořádání rizik. Analýzy technik používaných v běžné praxi ukazují, že se obvykle práce s riziky zjednodušuje. Nezvažuje se systémové pojetí entity, časové proměny u strategických úloh a mnohdy se používají nástroje, které zanedbávají významné faktory (propojení trvalá i dočasná, limity a podmínky provozu).

Správné výsledky nakládání s riziky u technického díla lze dosáhnout jen když se správně volí nástroje práce s riziky. Na základě výsledků projektu RIRIZIBE článek třídí nástroje podle cíle práce s riziky, tj. podle složitosti zvažované entity (od jednoduchého technického zařízení až po celé technické dílo) a podle toho, zda jde o provozuschopnost, zabezpečení či bezpečnost sledované entity.

Poděkování: Autoři děkují za podporu EU a MŠMT, grant na projekt RIRIZIBE, CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_018/0002649.

Literatura

- [1] PROCHÁZKOVÁ, D. *Strategické řízení bezpečnosti území a organizace*. ISBN: 978-80-01-04844-3. Praha: ČVUT 2011, 483p.
- [2] PROCHÁZKOVÁ, D. *Analýza a řízení rizik*. ISBN: 978-80-01-04841-2. Praha: ČVUT 2011, 405p.
- [3] PROCHÁZKOVÁ D. *Analýza, řízení a vypořádání rizik spojených s technickými díly*. ISBN 978-80-01-06480-1. Praha: ČVUT 2018, 222p.
<http://hdl.handle.net/10467/78442>
- [4] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost kritické infrastruktury*. ISBN: 978-80-01-05103-0. Praha: ČVUT 2012, 318p.
- [5] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost složitých technologických systémů*. ISBN: 978-80-01-05771-1. Praha: ČVUT 2015, 208p.
- [6] PROCHÁZKOVÁ, D. *Základy řízení bezpečnosti kritické infrastruktury*. ISBN 978-80-01-05245-7. Praha: 2013, 223p.
- [7] PROCHÁZKOVÁ, D. *Zásady řízení rizik složitých technologických zařízení*. e-ISBN: 78-80-01-06182-4. Praha: ČVUT 2017, 364p.
<http://hdl.handle.net/10467/72582>
- [8] PROCHÁZKOVÁ, D. *Ochrana osob a majetku*. ISBN: 978-80-01-04843-6. Praha: ČVUT 2011, 301p.
- [9] PROCHÁZKOVÁ, D. *Metody, nástroje a techniky pro rizikové inženýrství*. ISBN 978-80-01-04842-9. Praha: ČVUT 2011, 369p.
- [10] 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, 2362p.
- [11] ALE, B., PAPAZOGLU, I., ZIO, E. (eds). *Reliability, Risk and Safety*. ISBN 978-0-415-60427-7. London: Taylor & Francis Group 2010, 2448p.
- [12] 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, 3035p.
- [13] 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, 6889p.
- [14] 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, 3387p.
- [15] 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, 2453p.

- [16] 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, 4560p.
- [17] 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, 2942p.
- [18] CEPIN, M., BRIS, R. *Safety and Reliability – Theory and Applications*. ISBN: 978-1-138-62937-0. London: Taylor & Francis Group 2017, 3627p.
- [19] 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, 3234p.; ISBN: 978-1-351-17466-4 (eBook); <https://www.ntnu.edu/esrel2018>
- [20] PERROW, CH. *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*. Princeton: Princeton University Press 1984.
- [21] IAEA. *Safety Guides and Technical Documents*. Vienna : IAEA 1954 – 2007
- [22] COMAH. *Safety Report Assessment Manual: COMAH*. London: UK- HID CD2 London 2002, 570 p.
- [23] ASCE. *Global Blueprints for Change – Summaries of the Recommendations for Theme A „Living with the Potential for Natural and Environmental Disasters“, Summaries of the Recommendations for Theme B „Building to Withstand the Disaster Agents of Natural and Environmental Hazards“, Summaries of the Recommendations for Theme C „Learning from and Sharing the Knowledge Gained from Natural and Environmental Disasters“*. Washington: ASCE 2001.
- [24] OECD. *Guiding Principles on Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response*. Paris: OECD 2003, 192 p.
- [25] 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, 191 p.
- [26] EU. *Council Directive 82/501/EEC of 24 June 1982 on the Major-Accident Hazards of Certain Industrial Activities*. Brussels: EU 1982.
- [27] 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.
- [28] ISO. ISO 55000:2014. *Asset Management - Overview, Principles and Terminology*. Geneva: ISO 2014.
- [29] NHS. General Workplace Health and Safety Risk Assessments. *Trust Standard Procedure 2014. Version 01*. <http://www.torbaycaretrust.nhs.uk>. 2014
- [30] US EPA. PHA Techniques in Chemical Emergency Prevention & Planning. *Newsletter 2008, No. 8*, pp. 3-6.
- [31] PROCHÁZKOVÁ, D. *Archiv poznatků, zkušeností, živelních pohrom, havárií a selhání technických děl*. Praha: ČVUT 2019.

- [32] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHAZKA, J. Checklist for Judgement of Technical Facility Safety and Results Obtained by Its Application in Practice. In: Proceedings of International ESREL Conference 2018. ISBN: 978-0-8153-8682-7. London: Taylor & Francis Group 2018, <https://www.ntnu.edu/esrel> 2018; pp. 1175-1184.
- [33] PROCHÁZKOVÁ, D. Šetření podstaty stížností a konfliktů týkajících se technických řešení. *Kontrola MSK ČR 1992*. MSK ČR Praha, 95p.

KOEXISTENCE TECHNICKÉHO, SOCIÁLNÍHO A ENVIRONMENTÁLNÍHO SYSTÉMU

COEXISTENCE OF TECHNICAL, SOCIAL AND ENVIRONMENTAL SYSTEM

Dana Procházková¹⁾, Jan Procházka²⁾

¹⁾ ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Technická 4, Praha 6

²⁾ ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Konviktská 20, Praha 1

Abstrakt: Článek ukazuje, že potřeba udržitelného rozvoje ve světě není vyvolána pouze environmentálními limity, ale také limity ekonomickými a sociálními, vyplývajícími ze zvyšujících se konkurenčních tlaků globální ekonomiky. Udržitelnost souvisí úzce s integrální bezpečností, která je zárukou koexistence základních systémů, a to environmentálního, sociálního a technického. Vzhledem k dynamickému vývoji světa, je třeba integrální bezpečnost kvalifikovaně řídit ve prospěch veřejného zájmu.

Klíčová slova: udržitelnost; bezpečnost; koexistence; lidský systém; technická díla.

Abstract: The paper shows that the need for sustainable development in the world is not only evoked by environmental limits, but also by the economic and social limits flowed from the increasing competitive pressures of the global economy. Sustainability is closely related to integral safety, guaranteeing the coexistence of basic systems, namely environmental, social and technical. Due to the dynamic evolution of the world, integral safety needs to be managed competently for the benefit of the public interest.

Key words: sustainability; safety; coexistence; human system; technical facilities.

1. Úvod

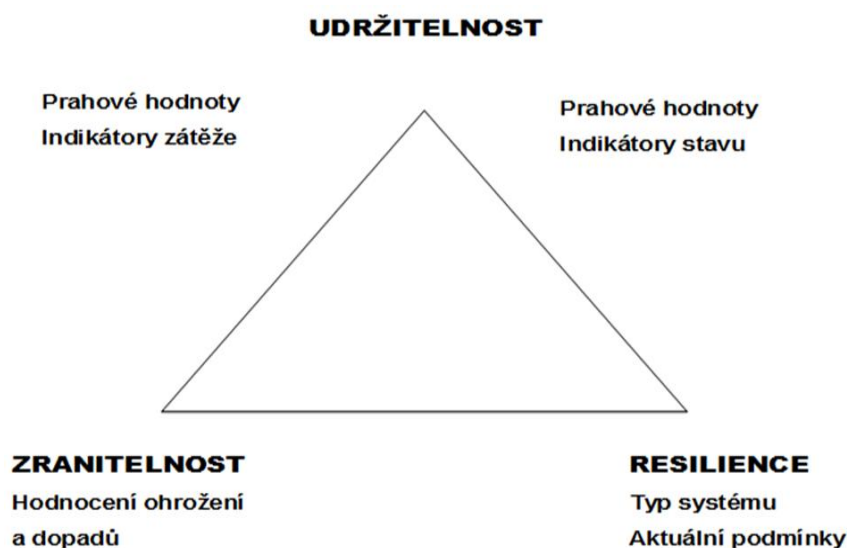
Při všech úvahách o směru rozvoje lidské společnosti, si je třeba uvědomit, že utopické představy o návratu k původní přírodě jsou nereálné, protože přírodu nelze navrátit do stavu, v jakém byla před tím, než ji člověk počal měnit "k obrazu svému" a také proto, že člověk se málokdy zřekne civilizačních výhod, které přetvořením přírody vytvořil. Je holou pravdou, že člověk bude vždy zasahovat do světa kolem sebe. Pro život a rozvoj člověka je však nutné, aby chování jeho životního prostoru, tj. lidského systému bylo v mezích, ve kterých je ochrana člověka a potenciál jeho rozvoje na určité / přijatelné úrovni. Jelikož člověk není vládcem systému, ale jen jeho součástí, tak musí žít v souladu se systémem; a snažit se své činnosti do systému zasazovat tak, aby neiniciovaly děje, které vedou nebo za některých podmínek mohou vést k situacím, ve kterých jsou ochrana lidí i rozvoj lidí obtížné až nemožné. Na základě poznatků shrnutých v práci [1] se udržitelnost v současném pojetí nevztahuje jen na životní prostředí, ale na celý lidský systém a jeho základní aktiva (tj. veřejná aktiva), na kterých je závislý život člověka.

2. Udržitelnost

Utváření životního způsobu závisí na úrovni vzdělání člověka, na jeho kultuře, chápané jako míra osvojení životních podmínek a činností, na jeho potřebách, zájmech, apod. Dále závisí na vůli, charakteru a schopnosti postavit se proti tlaku prostředí v případech, ve kterých prostředí vnucuje jedinci přijatou normu chování, způsobu myšlení, atd. Nutno konstatovat, že v myslích lidí stále vztah člověka a společnosti k přírodě znamená ovládnutí a využití přírodních zdrojů k uspokojování lidských potřeb. Z hlediska moderní společnosti je však nutné zajistit i vhodné existenční podmínky pro budoucí generace, což vyžaduje od lidí určitou odpovědnost za své chování a činnosti. Proto vznikla problematika udržitelného rozvoje lidských sídel.

Na základě vývoje v Evropě i světě je zřejmé, že potřeba udržitelného rozvoje není vyvolána pouze environmentálními limity, ale také limity ekonomickými a sociálními, vyplývajícími ze zvyšujících se konkurenčních tlaků globální ekonomiky. Strategie rozvoje se proto stává základním konsensuálním rámcem pro zpracování dalších materiálů koncepčního charakteru platného pro postup státu nebo mezinárodního společenství, tedy i materiálů o ochraně obyvatelstva. Je důležitým východiskem pro strategické rozhodování v rámci jednotlivých rezortů, i pro mezirezortní spolupráci a spolupráci se zájmovými skupinami. Zejména nárůst konkurenčních tlaků v důsledku rozvoje globální ekonomiky vede k nárůstu celé řady hrozeb a rizik, která přímo, či nepřímo vycházejí z lidských aktivit a činností.

Ze systémového hlediska udržitelný systém má atributy **produktivity**, **resilience** (houževnatost = pružná odolnost), **adaptability** a **zranitelnosti** [2]; obrázek 1 ukazuje jejich vzájemný vztah, který je podrobně sledovaný v práci [1]. Na základě faktů shrnutých v [2] je někdy problematické najít vhodný referenční stav (podmínky). Referenčním bodem udržitelnosti:



Obr. 1. Vztah mezi udržitelností, zranitelností a houževnatostí (pružnou odolností - resilience).

- je žádoucí budoucí stav (techniky, scénáře a předvídavost – foresight),
- jsou jednak vstupy a jednak výstupy systémových procesů (ekologická stopa, životní cyklus produktů apod.).

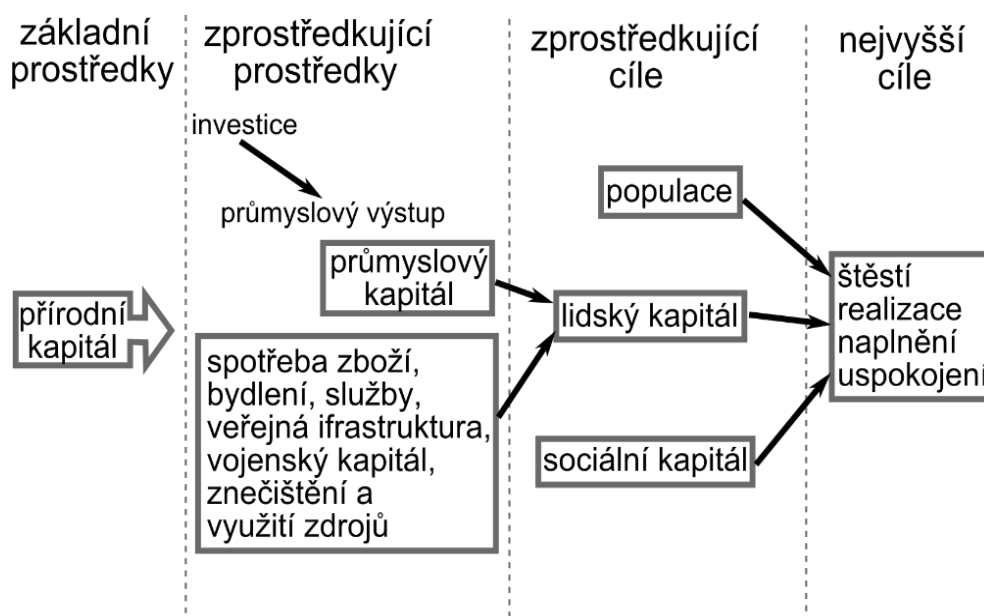
Když má systém nízkou adaptivní kapacitu, je zranitelný a má malý potenciál rozvoje; v opačném případě je houževnatý a má příležitosti pro rozvoj. Udržitelnost znamená existenci, a proto je hlavním cílem řízení lidské společnosti. Je třeba poznamenat, že často se mylně předpokládá, že jde o cíl, o který všichni usilují. Ve skutečnosti udržitelnost není dosažitelný konečný stav, ale spíše základní charakteristika dynamicky se vyvíjejícího systému. To znamená, že udržitelnost znamená **neustálé přizpůsobování měnícím se podmínkám**. Je skutečností, že předmětnou adaptivní vlastnost mají především ekosystémy.

Pojem udržitelného rozvoje má kořeny v lesním hospodářství, kde prapůvodní utilitární koncept (těžba musí být v rovnováze s rychlostí obnovy porostů) se transformoval do neoklasické ekologické ekonomiky a pro nové celospolečenské potřeby [3].

Udržitelný rozvoj patří do systémů hodnot, které nemají konečnou podobu (stejně jako např. systém lidských práv a svobod). Jeho cílem je:

- zajistit nejvyšší dosažitelnou kvalitu života pro současnou generaci,
- a vytvořit předpoklady pro kvalitní život generací budoucích s vědomím, že představy budoucích generací o kvalitě života mohou být oproti našim odlišné.

Má krátkodobý i dlouhodobý rámec. Popisuje ho koncept nazývaný rámec čtyř kapitálů, který je schematicky znázorněn na obrázku 2 zpracovaného na základě prací [3,4].



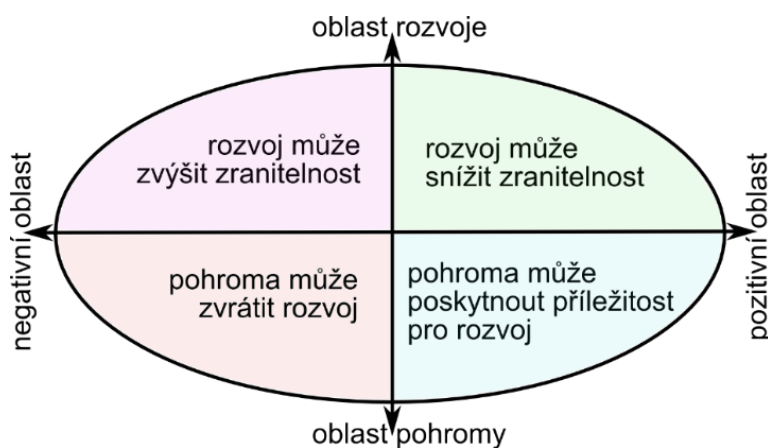
Obr. 2. Rámec čtyř kapitálů; zpracováno dle [3,4].

Rozvoj na jedné straně vyžaduje institucionální a strukturální přeměnu komunity, a na straně druhé může být zpomalen vlivy pohrom, působících na základní funkce

komunity. Proto je nutná integrace rozvojových územních plánů s plány týkajícími se zvládnutí realizovaných rizik, protože jejich původci (pohromy) mohou znamenat:

- zvýšení zranitelnosti lidské společnosti (obrana je pak posilování městských zařízení a systémů; zavádění technologií, které jsou odolné vůči pohromám; zemědělské a environmentální programy),
- příležitosti pro rozvoj po pohromě (budování sociální a politické atmosféry pro přijetí změn; zvýraznění protipatření pro typ rozvoje, jenž způsobil pohromu),
- zhoršení podmínek pro rozvoj (ztráta zdrojů; přesun zdrojů komunity na řešení stavů nouze; oslabené investiční klima),
- snížení zranitelnosti (hustota osídlení a rozvoj v nebezpečných oblastech; zhoršení životního prostředí technologickými haváriemi; nerovnováha v sociálním systému).

Výsledky získané studiem v práci [1] jsou znázorněné na obrázku 3.



Obr. 3. Vztah rozvoj vs. pohroma [1].

Vztah udržitelného rozvoje k pohromám tak zakládá nový koncept pro zvládnutí obtížných a nouzových situací v životě komunity. Je to koncept pružné odolnosti komunity vůči pohromám (Disaster Resilience Community), který vede k tomu, že:

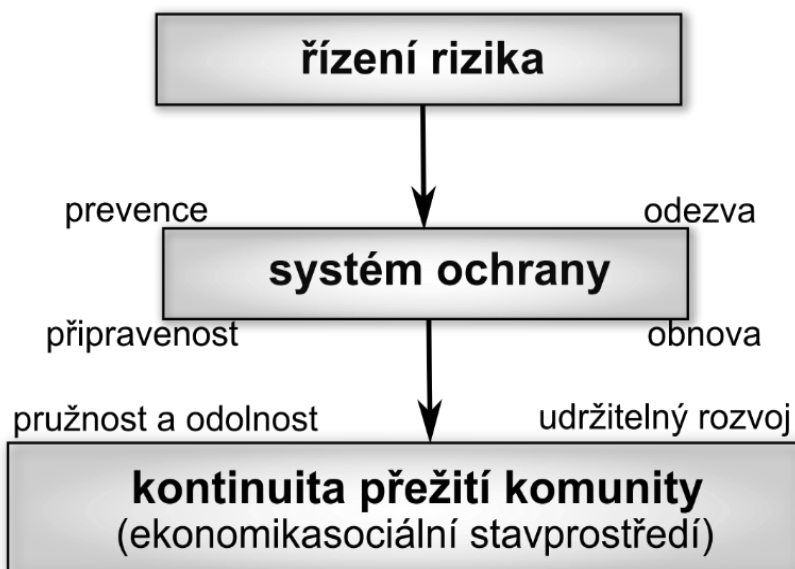
1. Komunita pružně odolná vůči pohromám může snášet a překonávat škody, snížení produktivity a kvality života bez významné vnější pomoci.
2. Komunita je sociální skupina jakékoliv velikosti, jejíž členové sídlí ve specifické lokalitě, sdílí správu a vládnutí a často mají společné historické a kulturní dědictví.
3. Komunita je organizovaný systém mající místní význam a vykonávající základní sociální funkce v každodenním životě tak, aby bylo umožněno kolektivní přežití.

Analogicky uvedený fakt platí i pro společenství provozující technická díla objektová i síťová, a to i sociální infrastruktury. Je zřejmé, že k tomu, aby koncept udržitelného rozvoje nezůstal jen v rovině slov, je třeba „vzít za své“ určité myšlenkové přístupy, které shrnuje např. práce [3]:

1. Aplikovat systémový (holistický) pohled, jelikož jakákoliv pohroma je interakcí fyzického prostředí, společenských systémů a společenské infrastruktury technické a sociální. Každá odezva na pohromu se realizuje ve čtyřech časových fázích, jimž

odpovídá prevence, připravenost (zajištění zmírnění nejhorších dopadů), odezva a obnova.

2. Je nutné odmítnout krátkodobé „volební“ myšlení, jelikož je naléhavé se věnovat analýze zranitelnosti a jejímu snižování a navazujícím preventivním a zmírňujícím opatřením.
3. Je nutné integrovat plánování odezvy na pohromy a krize do plánování udržitelného rozvoje a naopak.
4. Je třeba, aby plánování udržitelného rozvoje v rámci ekonomických činností uznávalo ekologická omezení, musí chápat a podporovat obyvatelstvo. Je však třeba říci, že plánování udržitelného rozvoje zůstává nedokončenou strategií, protože většinou se udržitelný rozvoj zabývá jen ochranou životního prostředí, ale nezabývá se prostředím, přírodním i umělým, jako zdroji pohrom ohrožujících rozvoj člověka. Proto je nezbytné a naléhavé sjednotit koncept udržitelného rozvoje s plánováním opatření, preventivních a zmírňujících, vůči pohromám všeho druhu; v daném smyslu je formulován všeobecně přijímaný přístup „All Hazard Approach“ [5], který přijaly v USA v r. 1996 a později i v EU [1]. Předmětná opatření mohou vytvořit rovnováhu v rozvoji, jelikož mají nezanedbatelný ekonomický a sociální efekt; výsledky studia autorů [1] jsou znázorněny na obrázku 4.



Obr. 4. Systém zajištění přežití komunity.

Udržitelnost / udržitelný rozvoj je koncept, který je ukotven v čase a vztahuje se k systému jako celku. V obecné rovině existují dále uvedené přístupy k udržitelnosti:

1. X je Y, tj. udržitelnost je schopnost něco posilovat a zachovávat v čase.
2. X vyžaduje Y, tj. udržitelnost je integrací environmentálních, ekonomických, technologických a sociálních východisek.
3. X zahrnuje Y, tj. udržitelnost se týká ochrany, prevence, předběžné opatrnosti a povznesení blahobytu (veřejného blaha).

V současné době je podporován přístup poslední.

Udržitelnost lidských sídel, speciálně měst, by měla vycházet z tzv. Aalborgské charty z roku 1994 (Charta evropských měst a obcí směřujících k udržitelnému rozvoji, schválená účastníky Evropské konference těchto měst v Aalborgu, Dánsko, 27. května 1994) [3], která formulovala dále uvedené hlavní cíle:

1. Stanovení a sdílení principů udržitelnosti měst.
2. Podpora místním strategiím udržitelnosti.
3. Udržitelné využívání půdy pro rozvoj.
4. Prevence intoxikace ekosystémů.
5. Hledání nástrojů pro řízení udržitelnosti.

Předmětné cíle lze dosáhnout pouze tím, že bude zajištěna společná existence životního prostředí, lidské společnosti a technických děl [2,3].

Na Aalborgskou chartu nepřímo navazuje koncept tzv. udržitelné komunity [3] vyznačující se následujícími znaky:

- udržitelné přežití (ochrana život podporujících systémů, schopnost řešit závažné společenské problémy, přijatelné ekonomické životní minimum),
- udržování kvalityžití (kvalita životního prostředí, přírodního a sociálního prostředí, standardyžití),
- zlepšování kvality života (užívání bezpečných technologií).

V souvislosti s Aalborgskou chartou a konceptem udržitelné komunity je třeba zmínit nový pohled na udržitelnost, uvedený v práci [6]:

„Udržitelnost je místní, informačně zasvěcený participativní proces hledající rovnováhu v rámci tzv. SAB (Sustainable Area Budget – udržitelný rozpočet území), přičemž lokalita nepřenáší nepřijatelnou nerovnováhu za hranice svého teritoria.“

Lokálnost vyjadřuje skutečnost, že environmentální problémy vznikají vždy na místní úrovni, a mohou mít globální dopady. Informační zasvěcenost je výrazem porozumění místním aktivitám a procesům (jako je kauzalita, materiálové toky, nerovnováhy). Nástroj SAB je potřebný pro podporu života v lokalitě. Hledání rovnováhy odráží fakt, že současný ekonomický růst nemá zabudovány mechanismy pro dlouhodobé přežití (speciálně nemá dostatečnou houževnatost - resilience).

Rozhodování o udržitelnosti je složité a musí mít vícedimenzionální charakter [1]. Výsledky získané studie v práci [1], tj. vzájemné vazby a hlavní problémy, o kterých se v předmětných souvislostech rozhoduje, jsou uvedeny na obrázku 5. Na obrázku pojem zelená infrastruktura označuje přírodní prostředí a pojem šedá infrastruktura označuje lidmi vytvořené prostředí.

Další poznatky spojené s udržitelným rozvojem: kritéria udržitelného rozvoje; limity pro kritické prvky, vazby a toky v lidském systému; modely pro řízení udržitelnosti, ukazatele udržitelnosti atd. jsou uvedeny v práci [1].



Obr. 5. Problémy, o kterých se rozhoduje při zajištění udržitelnosti území.

3. Lidská bezpečnost

Veřejným zájmem je bezpečný svět s udržitelným rozvojem. V recentních studiích svět popisujeme modelem „lidský systém“, který je v podstatě systém systémů [2], který je otevřený (a tím i propojený a závislý na systému planety Země a vyšších systémech, se kterými je systém planety propojen). Lidský systém se skládá z otevřených vzájemně propojených systémů, a to sociálního, environmentálního a technologického. Protože uvedené systémy mají různou podstatu i různé cíle, tak člověk, který má jistý potenciál ovlivňovat a usměrňovat chování komplexního systému, si musí uvědomovat propojenost systémů, a jeho snahou musí být koexistence systémů. Jde o provádění takových antropogenních opatření a činností, které omezují vznik konfliktů a případně i řeší vzniklé konflikty mezi zmíněnými systémy ve prospěch lidského systému tak, aby byl zachován potenciál rozvoje [7].

Na základě současného poznání má lidský systém několik veřejných aktiv, kterými jsou: životy, zdraví a bezpečí lidí; majetek; veřejné blaho; životní prostředí; a infrastruktury a technologie (důvody: člověk nemůže žít bez přírody, do které podstatou patří; člověk nemůže žít bez infrastruktur a technologií, které mu usnadňují život a na nichž se stal závislý).

Ze systémového pojetí problematiky, cílů lidí a výše uvedených faktů o lidském systému a jeho aktivech vyplývají dva základní požadavky pro disciplínu, jejímž cílem je zajištění bezpečného lidského systému, a to nutnost:

- používat jisté základní pojmy, a to: bezpečí a nebezpečí; pohroma, ohrožení a riziko; bezpečnost a nebezpečnost; jejich definice jsou shrnuté v terminologickém slovníku [8],

- aplikovat komplexní přístup, tj. neřešit pouze problém zvládnání dopadů pohrom, tj. nouzové situace, havárie, mimořádné události apod., ale celý řetězec úseku řízení bezpečnosti, tj. prevenci, připravenost, odezvu a obnovu, přičemž velký důraz klást na poučení z řešení problémů odezvy a obnovy po nouzových, a hlavně po kritických situacích, které způsobují humanitární krize; tj. zajistit aplikaci strategického, systémového a pro-aktivního přístupu založeného na celosvětovém odborném poznání i zkušenostech, principy jsou shrnuty v práci [2].

Bezpečí či nebezpečí lidí závisí na procesech, dějích a jevech, které probíhají v lidské společnosti, životním prostředí, planetárním systému, galaxii a dalších vyšších systémech. Bezpečí je stav, ve kterém vznik újmy na člověku a dalších chráněných aktivech je málo pravděpodobný; nebezpečí je stav, ve kterém platí tvrzení opačné. Pohroma označuje všechny jevy, které od jisté velikosti působí újmu, ztráty a škody člověku a/nebo dalším chráněným aktivům. Ohrožení je normativní velikost pohromy vyjádřená v příslušných fyzikálních či jiných jednotkách daných naturelem pohromy, která určuje hranici, pro kterou platí, že člověk dělá opatření a činnosti, které zajistí, že on i veřejná chráněná aktiva jsou ochráněny před dopady pohrom s velikostí nižší nebo rovnou ohrožení. Riziko je pravděpodobná velikost nežádoucích dopadů (ztrát, škod a újmy) způsobených pohromou o velikosti ohrožení na chráněná aktiva za specifikovaný časový interval v normativně určené rozloze území. Proto velikost rizika, které představuje jistá pohroma, závisí jednak na velikosti ohrožení v daném místě a jednak na množství a zranitelnosti chráněných aktiv v daném místě.

Bezpečnost je soubor antropogenních opatření a činností zaměřených na zajišťování bezpečí a udržitelného rozvoje člověka a dalších chráněných aktiv, tj. je to nástroj, pomocí kterých lidstvo vyjednává s příslušnými riziky. Nebezpečnost je pak soubor všech vlastností, činností a procesů v lidském systému, které znamenají nebezpečí pro člověka a další chráněná aktiva.

Komplexní přístup znamená aplikovat strategické řízení, které je zaměřeno na dlouhodobou udržitelnost. Jeho cílem je integrita systémů, protože systémové služby podporují život podporující funkce. Považuje člověka za součást systému, integruje lidskou činnost s ochranou přírodního prostředí a reaguje citlivě na potřeby lidí v kontextu ekosystémů.

V každém řídicím procesu je důležitou částí kvalitní a kvalifikované rozhodování, a proto je zapotřebí v rámci uplatňovaného systému řízení vytvořit systémy na podporu rozhodování, poněvadž rozhodování vůči systémům je složité a musí mít vícedimenzionální charakter. Vždy je třeba pracovat s vědomím, že udržitelný rozvoj se netýká jen zvyšování a udržování materiálního blahobytu, ale týká se také environmentální bdělosti, protože většina přírodních zdrojů není nekonečná (kvantita), a některé přírodní zdroje jsou také neustále kontaminovány (kvalita) – to se týká zejména ovzduší, vody a půdy. A další dopady se dají očekávat od potenciálních změn klimatu, anebo od antropogenních činností směřujících např. k nasycení více než 7 miliard lidí na planetě Zemi.

Nedostatek vody, půdy, kontaminace chemická a biologická ukazují, že problémy jsou složité v biofyzikální oblasti a kontroverzní v socioekonomické oblasti. Sledované systémy jsou složité a mnoho procesů se nedá přímo pozorovat. V socioekonomické oblasti se všechna environmentální rozhodnutí dají charakterizovat množstvím konfliktních cílů. Aby vztah mezi lidskými sídlí s technickými díly a biofyzikálním prostředím (krajinou) byl i v budoucnu vyvážený, je třeba k řešení problémů tzv. „šedé“

(tj. lidmi vytvořené) a „zelené“ (přírodní) infrastruktury uplatňovat nový přístup, který je založený na řízení bezpečnosti v integrálním pojetí [1,2].

Protože doposud neexistuje obecná shoda ve formulaci problémů udržitelnosti veřejného blaha (blahobytu) lidské společnosti v kontextu se systémovými službami, je každé dosavadní řešení dočasné, jelikož se neustále balancuje mezi konkurujícími si zájmy a společenskými cíli (jsou-li stanoveny). Je obtížné řešit problémy rozhodování jednoznačně vzhledem k měnícímu se charakteru rozhodovacího procesu. V rozhodování se stále řeší dále uvedená dilemata:

- vztah mezi riziky a přínosy (často větší přínos pro lidi znamená zvýšené riziko pro ekosystémy; přínos pro ekosystémy znamená pro lidi nedostatek potravin, energie apod.),
- časový konflikt mezi současnými a budoucími potřebami,
- a sociální konflikt (vztah potřeby jedince a celku).

Je obtížné řešit inverzní problémy pro složitost systémů. Je pravdou, že když se stanoví a utřídí nějaké příznaky spojené s riziky, vynoří se příznaky nové. Proto praktický přístup k řízení udržitelnosti musí být iterační, interaktivní a adaptivní.

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 svou intenzitou dopadů vyvolají kritické situace, což vyžaduje, aby z hlediska lidského bezpečí, rozvoje lidského systému, existence, stability a rozvoje státu a každého území byl systém řízení lidské bezpečnosti proaktivní, strategický a zahrnoval udržitelný rozvoj. V rámci tohoto moderně koncipovaného systému řízení bezpečnosti musí být nouzové řízení a uvnitř něho i krizové řízení, tj. reaktivní typy řízení, které zajistí okamžitou odezvu na situace ohrožující člověka a aktiva, která potřebuje k životu.

Cílem komplexního řízení je za každé situace zajistit ochranu životů, zdraví a bezpečí lidí, majetku, životního prostředí, infrastruktury a technologií, které jsou nezbytné pro přežití lidí, tj. vždy zajistit mobilizaci a koordinaci využití národních zdrojů (energie, pracovní síly, výrobní schopnost, jídlo a zemědělství, suroviny, telekomunikace aj.), koordinaci činností takových, jako je systém vyrozumění, systém záchrany a zdravotnické služby, které snižují dopady pohrom a také kontinuitu činnosti státní správy a dodržování zákonů. Typy plánování tvořící základní metodické nástroje jednotlivých vzájemně provázaných typů řízení musí vytvářet základnu, ve které jsou výše uvedené cíle zakotvené.

Pro cíle lidské společnosti, tj. především pro její udržitelný rozvoj se musí vzájemně kombinovat opatření a činnosti na snižování zranitelnosti a na zvyšování pružné odolnosti (resilience) a schopnosti adaptace, které respektují všechna základní chráněná aktiva v jednotlivostech i celku. Současným nástrojem založeným na znalostech a zkušenostech je na všech úrovních řízení implementovat proaktivní systém řízení bezpečnosti, ve kterém je upraveno hodnocení, řízení a vypořádání rizik do takové formy, která respektuje všechna chráněná aktiva a bere v úvahu existující a prokázané vnitřní závislosti. S ohledem na současné poznání je třeba provádět a sledovat výzkum vnitřních závislostí, které zprostředkovávají sekundární a další dopady pohrom na životy, zdraví a bezpečí lidí. Výše uvedené skutečnosti ukazují, že projednávané záležitosti patří do všech základních vědních oborů, tj. sociálních, environmentálních i technických.

Z recentního poznání, shrnutého v [1-4], vyplývá, že bezpečnost subjektu (území, organizace, objekt, stát) závisí jednak na riziku v daném místě (tj. závisí jak na možných pohromách, které postihují dané místo, tak na místních zranitelnostech vůči jednotlivým možným pohromám, které postihují dané místo) a jednak na metodách řízení a zvládnání rizik, která jsou zdrojem ztrát, škod a újmy na člověku a dalších chráněných aktivech. Pro potřebu řízení a zvládnání rizik je třeba provést: identifikaci, analýzu, hodnocení, alokaci a ošetření rizik. Alokace rizik zahrnuje vypořádání rizik a přidělení vyjednávání s riziky jednotlivým zúčastněným.

Protože svět se dynamicky vyvíjí, tak je třeba instalovat monitoring a v případě potřeby provést aplikaci nápravných opatření. Rizika stále přibývají a lidská společnost nemá zdroje, síly a prostředky, aby tomu zabránila, tak musí cíleně řídit rizika. Aby řízení bylo úspěšné, tak se musí zaměřit na prioritní rizika a jejich aspekty [2,9]. 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:

- sníží, tj. preventivními opatřeními se odvrátí realizace rizika,
- zmírní, tj. účelovými preventivními opatřeními odezvy a připraveností (varovné systémy a jiná opatření nouzového a krizového řízení) se připraví opatření a činnosti, kterými se sníží nebo odvrátí nepřijatelné dopady při realizaci rizika,
- pojistí (aby byly finanční prostředky na odezvu a obnovu),
- připraví se postupy a rezervy na odezvu a obnovu, a zálohy pro zajištění přežití lidí a kontinuitu provozu státu / území / organizace,
- připraví se plán pro odezvu na nepředvídané situace (contingency plan) v případě rizik neřiditelných nebo příliš nákladných na eliminaci, anebo málo častých.

Základním cílem státu je zajistit bezpečnost lidského systému a jeho chráněných aktiv, a proto hlavním cílem programů veřejné správy zaměřených na bezpečné území je prevence vůči pohromám a v případě přírodních pohrom, které nelze odvrátit, je to zmírnění nepřijatelných dopadů předmětných pohrom. Totéž platí pro management technických děl s tím, že veřejná správa má ze zákona povinnost dozoru, který má zajistit, aby technická díla ve veřejném zájmu prováděla stejně zaměřená opatření. Aby prevence pohrom a zmírnění jejich dopadů byly efektivní, je nutné, aby všichni zúčastnění na všech úrovních spolupracovali.

V každém společenství je důležité, aby spolupracovali vlastníci technologií a infrastruktur, místní veřejná správa a veřejnost s cílem snížit rizika všech možných pohrom. Předmětná spolupráce musí být založena na otevřené a správné politice, která mimo jiné pomáhá také růstu důvěry lidí ve veřejnou správu i vlastníky infrastruktur a technologií v tom směru, že přijímaná opatření omezují rizika pohrom, které mají extrémní dopady [10].

Bezpečnost musí být proto integrální součástí podnikatelských aktivit vlastníků infrastruktur a technologií [10-15]. Všechny podniky musí být řízeny tak, aby výskyt nehod, které mají vliv na bezpečnost, byl minimální. K tomu musí směřovat veškeré činnosti a úsilí řídicích pracovníků i zaměstnanců. Klíčovými prvky pro daný cíl jsou vzájemná spolupráce, otevřená komunikace a pravidelné sledování plnění cílů na úseku bezpečnosti. Na základě současných požadavků zakotvených v legislativě rozvinutých zemí vlastníci technologií a infrastruktur musí pro zvyšování bezpečnosti:

- prosazovat bezpečnost jako celistvou součást svých podnikatelských činností a podporovat bezpečné činnosti,

- aktivně vyhledávat informace o bezpečnosti,
- vstupovat do spolupráce se správními úřady i s ostatními podnikateli s cílem zlepšovat bezpečnost,
- vytvářet společně s ostatními podniky podmínky pro společnou odezvu a vzájemnou pomoc,
- vytvářet profesní organizace.

Na základě práva veřejná správa:

- stanovuje cíle na úseku bezpečnosti, vytváří jasný a celistvý rámec pro řízení bezpečnosti a pomocí vhodných inspekcí a vnučovacích opatření zajišťuje, aby všechny subjekty plnily relevantní požadavky na úseku bezpečnosti,
- se musí se chovat pro-aktivně při stimulaci subjektů v oblasti podpory prosazování nových přístupů v prevenci kromě své tradiční snahy zajistit zvládnutí dopadů vyskytnuvších se pohrom,
- má vedoucí roli v motivaci všech sektorů společnosti pro podporu prevence pohrom a pro identifikaci nástrojů pro rozvoj národní kultury, která prosazuje prevenci pohrom,
- má povinnost rovněž zajistit, aby veřejnost dostávala včas všechny relevantní informace týkající se extrémních dopadů pohrom a aby jim porozuměla.

Tím si vlastně získává důvěru veřejnosti v to, že její dozorná činnost je správná. Výše uvedené skutečnosti opět ukazují, že projednávané záležitosti patří do všech základních vědních oborů, tj. sociálních, environmentálních i technických.

4. Metoda řízení bezpečnosti

Řízení bezpečnosti vychází z řízení procesů, které je založeno na důsledném využití znalostí o problému v systému a jeho okolí, a proto se mu také říká „knowledge management“. Nositelé znalostí jsou lidé, znalosti nelze nikomu odebrat, ale lze je neomezeně rozšiřovat a množit. Ve znalostní společnosti je to právě duševní kapitál, který dominuje a má zcela jiné postavení než dříve. To vše vyžaduje jiný pohled na řízení útvarů a jednotek.

Procesní řízení založené na ovládnutí řídicích a prováděcích procesů se odlišuje od operačního přístupu, který se běžně používá v rozhodovacím procesu klasického řízení. Klasické řízení je založeno na funkčním přístupu, který se zaměřuje zejména na výstupy (výsledky), což je vlastně orientace na důsledky, a ne na příčiny. Je zřejmé, že hodnocení výsledků nemusí odhalit příčiny nesplnění cíle. V okamžiku, ve kterém se zaměříme na výstupy, zanedbáváme principy prevence.

Procesní řízení založené na řízení znalostí se nezaměřuje na výsledky, ale na příčiny. Je založené na rozpracování koncepce a metodologie. Uplatnění prvků řízení znalostí v rozhodovacím procesu řídicího pracovníka vede k přechodu od individuálního rozhodování ke skupinovému přístupu. Důležitá je role řídicího pracovníka, který daný proces musí usměrňovat k přijetí kvalitního rozhodnutí. Je však třeba vzít v úvahu, že popsany postup je nejenom časově náročnější, ale je také náročnější na přípravu jednotlivých členů procesního týmu včetně řídicího pracovníka. Ze zkušeností při uplatňování prvků procesního řízení v podnikové sféře vyplynulo, že při rozhodování

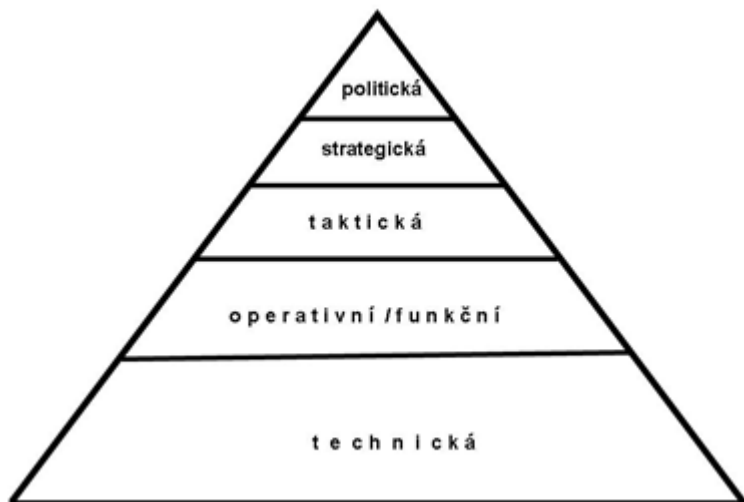
rutinním je individuální rozhodnutí výhodnější, pro přípravu rozhodnutí neprogramového (tj. složitého a nestandardního) je žádoucí volit metodu skupinového rozhodování (vytvoření procesního týmu). V obou případech však je řídicí pracovník vždy za rozhodnutí odpovědný.

Při skupinovém rozhodování musí být také vytvořeno vhodné prostředí, které bude podporovat tvůrčí schopnosti skupiny. Je důležité, aby řídicí pracovník uměl potlačit vliv neschopných, neznalých a líných, ale ambiciózních jedinců, kteří pro prosazení svých ambicí útočí na znalé a pracovité. Řídicí pracovník musí při týmovém rozhodování dbát na:

- podporování původnosti a neobvyklosti řešení,
- řízení skupiny tak, aby byly odděleny zdroje od obsahu informací,
- zabezpečení uplatnění nezávislého osobního úsudku a zkušeností,
- udržování otevřené komunikace, posilování sebedůvěry, zabránění zesměšňování,
- zabránění rychlých řešení a krátkodobých výsledků,
- a dosažení konsenzu.

Pokud to není možné, přijmout a implementovat rozhodnutí po důsledném vyhodnocení všech okolností, které mohou mít vliv na dosažení cíle.

Rozlišujeme základní úrovně řízení, které je nutné sladit, a to: politická, strategická, taktická, operativní / funkční a technická; jejich zobrazení je na obrázku 6 [2,14,15]. Politická úroveň je často ovlivněna představami a mocenskými cíli vládnoucích politických reprezentací a tím je někdy vzdálena od cílů, které má řízení procesů založené na znalostech. Je však důležitá, protože jejím prostřednictvím se realizují ostatní úrovně. Je výrazně ovlivněna jevy, jako jsou: korupce, mocenské vztahy, zneužití pravomoci a lobbyismus.



Obr. 6. Úrovně řízení procesů.

V procesním řízení založeném na znalostech strategická úroveň určuje základní směry vývoje, ze kterých vyplývá, které procesy je nezbytné upravit nebo vytvořit, jaké organizační změny bude nezbytné provést, kde získat know-how, finanční zdroje atd.

Taktická úroveň řízení procesů pomáhá utřídit činnosti nutné pro realizaci dlouhodobých záměrů. Hledají se odpovědi na otázky, jak procesy nastavit, v jakém stavu je udržovat a jak musejí tyto procesy navzájem spolupracovat. Operativní řízení rozhoduje o konkrétním rozmístění zdrojů v procesu (lidských, technologických, finančních) a také o výkonu jednotlivých činností v rámci nastavených procesů (jak provést konkrétní operaci). Snahou je zajistit transfer znalostí a dovedností mezi pracovníky. Na technické úrovni se řeší konkrétní problémy. Je si třeba uvědomit, že nejnáročnější vyjednávání s riziky se odehrává právě na této úrovni; zvyšuje se odolnost prvků, zařízení, komponent i celých systémů a dle údajů z praxe úspěšnost technických opatření se pohybuje mezi 40 a 80 %.

Významného efektu a konkurenční výhody subjekt (území, organizace) dosáhne teprve sladěním všech úrovní řízení. Cílem je dosáhnout stavu, kdy procesy jsou definovány a řízeny na základě strategie, operativní řízení není jen hašením mimořádných událostí. Procesy jsou zdokonalovány na základě poznatků přenášejících z operativy. Nové poznatky pramenící z řízení procesů se pak rychle promítnou zpět do strategie a vyvolají další zásadní změnu či změny ve vývoji subjektu.

Procesní řízení je založeno na principu integrace činností do ucelených procesů, tj. dílčí operace se sjednocují do procesů. Procesy jsou ovládané procesními týmy. Každý procesní tým řídí procesy na svém stupni a podřízeným skupinám dává úkoly, které vedou k naplnění cíle. Přitom všechny procesní týmy jsou motivovány k dosažení optimálních výsledků a všechny stupně sledují při dosahování dílčích výsledků splnění konečného cíle. V procesním řízení existují vedle sebe dva systémy řízení, a to funkční a procesní, což činí řízení složitějším.

Procesní řízení používá obecný proces „Problem Solving Process“, který je součástí Best-Practice (dobré praxe, tj. nejlepších zkušeností) a je celosvětově široce užíván. Jedná se o obecný proces, který sestává z deseti bodů:

- identifikace problému,
- definice problému,
- analýza současného stavu,
- hledání příčin,
- definice cílového stavu,
- návrh řešení,
- výběr řešení,
- validace řešení,
- realizace řešení,
- a vyhodnocení výsledků.

Procesy pro podporu bezpečnosti jsou v oblasti technické, ekonomické, vzdělávací, lidských zdrojů, komunikace, řízení, administrativy, dokumentace, dozoru, výzkumu atd. Aby bylo dosaženo nejvyšší účinnosti, tak:

- procesy v jednotlivých oblastech musí být koordinované, a proto se v každé oblasti zřizuje proces řízení bezpečnosti, který zajišťuje koordinaci a maximální efektivnost (PSM – Process Safety Management),

- všechny oblasti musí být koordinované, a proto každý subjekt má systém řízení bezpečnosti, který požadavek zajišťuje (SMS – Safety Management System).

Procesy řízení bezpečnosti určují způsoby vypořádání rizik ve prospěch chráněných aktiv, tj. určují opatření a činnosti prevence, připravenosti, odezvy, obnovy a způsoby reakce na neočekávané situace. Jelikož neúčinnější jsou technická opatření v oblasti prevence, je zřejmé, že technické vědy musí připravovat příslušné zázemí. Uvedené tvrzení podporuje požadavek na výběr nejlepších dostupných technik (BAT – Best Available Technology), což znamená, že dané zařízení je projektováno a konstruováno, udržováno, provozováno a rušeno tak, že riziko nebo potenciál způsobit škodu jsou vypořádány ve prospěch chráněných aktiv bez ohledu na náklady s tím spojené.

Pro zajištění druhého požadavku je nutné, aby si inženýři ze všech technických oborů, systémoví inženýři, IT specialisté, ekonomové, personalisté a další specialisté vzájemně rozuměli, protože jen tak mohou zajistit celkový cíl. Uvedená fakta ukazují, že pro řízení bezpečnosti projednávané záležitosti patří do všech základních vědních oborů, tj. sociálních, environmentálních i technických.

Z výše uvedených faktů vyplývá, že úroveň bezpečnosti je určená kvalifikovaností lidských opatření a činností a kvalifikovaností jejich implementace do praxe. Kultura bezpečnosti je výrazem sdílení hodnot a opatření systému řízení bezpečnosti a je základním prvkem pro řízení bezpečnosti. Odráží koncepci bezpečnosti a vychází z hodnot, stanovisek a jednání vrcholových řídicích pracovníků a z jejich komunikace se všemi zúčastněnými. Je zřetelným závazkem aktivně se podílet na řešení otázek bezpečnosti a prosazuje, aby všichni zúčastnění konali bezpečně a aby dodržovali příslušné právní předpisy, standardy a normy.

Pravidla kultury bezpečnosti musí být zapracována do všech činností v území nebo jiné entitě, tj. i technickém díle. Jejich základem není koncentrace na potrestání viníků / původců chyb, ale poučení z chyb a zavedení takových nápravných opatření, aby se chyby nemohly opakovat nebo aby se alespoň výrazně snížila četnost jejich výskytu.

V souvislosti s kulturou bezpečnosti se často v současné odborné literatuře spojené s technologiemi používají pojmy prevence ztrát a procesní bezpečnost. Jde o nástroje, které slouží ve spojitostech s technologiemi k ochraně osob i majetku. Prevence ztrát (Loss Prevention) je systematický přístup k prevenci (předcházení) havárií nebo k minimalizaci jejich dopadů. Zahrnuje prostředky pro eliminaci zdrojů rizik nebo omezení pravděpodobnosti jejich realizace a pro zmírnění dopadů spojených s touto realizací (preventivní a následná opatření). Dále zahrnuje identifikaci vhodných kontrolních opatření, identifikaci a aplikaci vhodných nápravných opatření, kterými se zajišťuje bezpečná entita mající příslušnou úroveň bezpečí a udržitelného rozvoje a nepředstavující nepřijatelné nebezpečí pro své okolí.

Procesní bezpečnost nebo lépe bezpečnost procesů, což je v souladu s anglickým pojmem “Process Safety”, je odvětví bezpečnosti zaměřené na bezpečnost v průmyslu, ve kterém je řada výrobních a přídatných procesů, které jsou nutné k vytvoření konečného produktu daného průmyslu. Jde přitom o zabránění vzniku havárií, které mají zvláštní a charakteristické rysy pro daný specifický průmysl. Zabývá se např. prevencí bezprostředních úniků chemických látek nebo energií ve škodlivém množství, a v případě, že se tyto úniky vyskytnou, tak omezením jejich velikosti, dopadů a následků. Nezahrnuje otázky klasické bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, tj. zabývá se čistě technickými problémy, čímž se liší od integrální bezpečnosti

systemu. Fakta opět ukazují, že projednávané záležitosti patří do všech základních vědních oborů, tj. sociálních, environmentálních i technických.

5. Koncept zajištění bezpečnosti z pohledu udržitelnosti

Nejhlubším sociálním základem životního způsobu lidí jsou obecné podmínky historicky určité formace. Ve vztahu k jedinci zde jako objektivní vystupují nejen materiální, ale i duchovní prvky společenského systému. Každý člověk vstupující do života si osvojuje existující poznatky, vztahy, systémy norem a hodnot. Utváření životního způsobu závisí na úrovni rozvoje člověka, na jeho kultuře, chápané jako míra osvojení životních podmínek a činností, na jeho potřebách, zájmech apod. Dále závisí na vůli, charakteru, schopnosti postavit se proti tlaku prostředí v případech, ve kterých prostředí vnucuje jedinci přijatou normu chování, způsobu myšlení atd.

Je zřejmé, že hlavním cílem veškerého lidského snažení je zabezpečování lidského života, tj. všech lidských potřeb, zájmů a přání. Lidské potřeby, zájmy a přání se naplňují hmotnými i nehmotnými statky, které mají užitnou hodnotu. Při úvahách je nutno chtít nechtít uvažovat psychickou stránku člověka. Průměrný člověk má rád uznání, jistotu, pohodlné a známé pracovní postupy, pocit být užitečný, možnost a potřebu hovořit o svých problémech apod. Nemá rád cizí lidi, změny, izolaci, strach, kritiku vlastní osoby, těžkou nebo zbytečnou práci bez konkrétních a pozitivních výsledků, zbytečný nátlak, překvapení, potíže apod. Přesto však v zájmu rozvoje lidského rodu musí lidé jednat, a tak vznikla strategie udržitelného rozvoje.

5.1. Bezpečnost a udržitelnost lidského systému

Bezpečný lidský systém, pro který politici EU často používají označení „Safe space“ se definuje jako systém, ve kterém je bezpečnost na přijatelné úrovni a ve kterém se dbá na bezpečí lidí a veřejné blaho. Lidský systém zahrnuje prvky, které tvoří: lidé, části životního prostředí nezbytné pro život lidí, části planety Země nezbytné pro život lidí, majetek, technologie, infrastruktury a vazby a toky mezi těmito prvky. Chráněná aktiva lidského systému jsou také vazby a toky v lidském systému, které jsou nutné pro jeho bezpečí a udržitelný rozvoj. Jsou prioritně ochraňovány a zahrnují životy, zdraví a bezpečí lidí, majetek, životní prostředí, veřejné blaho, technologie a infrastrukturu [2].

Na základě současného poznání [2] se řízení lidského systému zaměřené na udržitelný rozvoj soustřeďuje na:

- odhalení pohrom, kterými nejsou jenom jevy označované v české legislativě [2] jako živelní a jiné pohromy, ale i různé vazby a toky v lidském systému (a to včetně inherentního systému životního prostředí),
- předcházení pohrom, pokud to lze, např. u živelních pohrom to většinou nelze,
- odstranění příčin vzniku těžkých (krutých, závažných) dopadů pohrom nebo alespoň na snížení jejich četnosti výskytu,
- zmírnění nepříjemných dopadů pohrom preventivními opatřeními, připraveností, optimálním zvládnutím dopadů pohrom a jimi vyvolaných kritických situací (tj. vlastně zkrácením doby trvání nouzových situací na přijatelnou míru),

- zajištění obnovy území po pohromách a nastartování dalšího rozvoje.

OSN vydala v roce 1994 zprávu, ve které definovala lidský systém a jeho základní aktiva [16]. Dle uvedené zprávy a strategického dokumentu [17] je bezpečnost chápána jako nástroj pro zajištění bezpečí a udržitelného rozvoje lidského systému. Ke zdůraznění role člověka jsou ve zprávě použity pojmy „lidská bezpečnost (Human Safety)“ a „lidské bezpečí (Human Security)“. V roce 2000 vydala OSN rozvojové cíle milénia [2]. Sedmý rozvojový cíl miléniové deklarace požaduje:

- integrovat principy udržitelného rozvoje do státních politik a programů a tím zvrátit úbytek přírodních zdrojů,
- zbrzdit ztrátu biodiverzity,
- snížit na polovinu počet lidí, kteří nemají přístup k pitné vodě a základnímu sanitárnímu zařízení,
- a zlepšit životy nejméně sta milionů obyvatel chudinských předměstí světových velkoměst.

Na základě současného poznání se **udržitelný rozvoj** / udržitelnost vztahuje jak k ekologickým procesům a ekosystémům, tak k lidské společnosti. Udržitelnost se intuitivně rozumí schopnost mít procesy změn krajiny, území či jiného sledovaného subjektu pod určitou kontrolou (zvladatelnost neboli ještě pokrokověji řízení změn). V uvedené souvislosti je s udržitelností úzce spjata stabilita jako míra změn dopadajících na produktivitu, bezpečnost, ochranu, ekonomický růst a sociální přijatelnost. V obecné rovině do principů udržitelnosti patří integrita, dostatečnost a příležitost, spravedlnost, účinnost a obezřetnost [1].

Integrita znamená vytvářet vztahy mezi lidskou společností, technologiemi a ekosystémy, které udržují jejich celistvost tak, aby se nezměnily život podporující funkce, na nichž závisí lidské zdraví, lidské bezpečí a veřejné blaho.

Dostatečnost a příležitost znamená zajišťovat podmínky pro život na úrovni, která umožní, aby každý jedinec mohl vést život na přiměřeně slušné úrovni a aby každý jednotlivec měl příležitost si zlepšit kvalitu života, nikoli však na úkor budoucích generací.

Spravedlnost znamená zajišťovat vztahy v lidské společnosti způsobem, kterým se: snižují rozdíly v dostatečnosti a přístupnosti zdravotní péče, bezpečí, politickém vlivu apod.

Účinnost znamená: snižovat energetickou a materiálovou spotřebu a jinou zátěž lidského systému.

Obezřetnost znamená mít při aplikaci lidských opatření a činností na zřeteli neurčitost a nejistotu procesu vývoje a vyhnout se nevratným škodám chybným chápáním rizik. Jednotlivé zásady udržitelnosti se musí dlouhodobě integrovat.

Při aplikaci zásad udržitelnosti se musí hledat vzájemně se podporující přínosy. Nicméně konkrétní přijatelně znějící zásady nejsou, podle práce [18], zcela bez problémů, protože:

1. Principy jsou vždy obecné, a proto podstatnější je jejich praktická aplikace, třeba i formou ukazatelů.
2. Udržitelnost společnosti / krajiny je velmi složitá a lidské schopnosti jsou omezené, času na výzkum není nikdy dostatek a institucionální kapacity jsou nedostatečné.

3. V reálném životě jsou nevyhnutelné kompromisy, takže splnění všech principů najednou bývá obtížné [19].

Hodnocení udržitelnosti (Sustainability Assessment) v obecném smyslu je formalizovaný proces pro identifikování, predikci a hodnocení potenciálních dopadů jakéhokoliv podnětu na lidský systém, a to včetně variant na udržitelný rozvoj společnosti [19].

Podstatou soudobého snažení politických i odborných kruhů je zřejmé úsilí o koordinaci celosvětových iniciativ pro ochranu civilizace proti nechtěnému vývoji. Proběhla celosvětová shromáždění k udržitelnému rozvoji, pozitivně se k problému postavila Evropská unie a na národních úrovních vznikly vládní orgány, které potvrzují princip „politického chtění“ danou situaci řešit. V podmínkách ČR byla přijata strategie udržitelného rozvoje. Je proto možné vyjádřit přesvědčení, že udržitelný rozvoj je zásadní bezpečnostní problém, který zdaleka nemá jen rozměr jednotlivých států. Výsledkem úsilí je ochrana světového obyvatelstva proti důsledkům nesprávného vývoje, který může ohrozit samotnou podstatu existence lidské společnosti.

V praxi se používají čtyři scénáře udržitelného rozvoje [19], a to:

1. Velmi slabě udržitelný rozvoj (celková zásoba kapitálových aktiv je konstantní v čase; dochází k poklesu úrovně kvality životního prostředí).
2. Slabě udržitelný rozvoj (nesmí se překročit stabilita systému; dochází k poklesu úrovně kvality životního prostředí).
3. Silně udržitelný rozvoj (především je třeba chránit přírodní kapitál; pozornost se soustřeďuje na kritický přírodní kapitál, který je nenahraditelný; principem předběžné opatrnosti se zavádí činnosti, které vylučují nebo minimalizují možné nepříznivé dopady činností na biologickou a krajinnou rozmanitost; tj. potřebné nepříznivé činnosti se umísťují tam, kde jejich nepříznivý dopad je menší).
4. Velmi silně udržitelný rozvoj (připouští pouze ustálený stav ekonomického systému; nulový ekonomický růst a nulový přírůstek obyvatelstva).

Cílem udržitelného rozvoje je přežití komunity, protože pohromy by neměly v žádném případě narušit funkce komunity, do nichž náleží. Proto je dnes prosazována varianta rozvoje 3, která je založena na pěti axiomech:

1. Je žádoucí, aby byly neustále dostupné funkce výroby, distribuce a spotřeby zahrnující lokální účast na výrobě, distribuci a spotřebě produktů a služeb, jež jsou součástí každodenního života. Pohroma může uvedené funkce vážně narušit, přičemž spotřeba každodenních statků se při výskytu pohromy nemění.
2. Pohroma mění priority, protože veřejné instituce se zaměřují na péči o oběti a podnikatelská činnost může být i pozastavena.
3. Pohroma znamená, že všechny tradiční sociální a kulturní činnosti se nekonají.
4. V případě pohromy jsou dočasně „potlačeny“ některé zákony jako je například dopravní přestupek, a naopak jsou zvýrazněny zákony týkající se bezpečí a veřejného pořádku, regulace pohybu.
5. Základní funkcí charakteristickou pro komunitu je vzájemná pomoc, pomocí níž se řeší situace občanů a rodin, kteří se dostali do obtíží.

Rozvoj na jedné straně vyžaduje institucionální a strukturální přeměnu komunity, na straně druhé může být zpomalen vlivy pohrom, působících na základní funkce

komunity. Proto je nutná integrace rozvojových plánů území s plány týkajícími se řízení pohrom, protože pohromy obecně znamenají:

- zvýšení zranitelnosti lidské společnosti (obrana je pak posilování městských zařízení a systémů; technologie odolné vůči pohromám; zemědělské, průmyslové a environmentální programy),
- příležitosti pro rozvoj po pohromě (budování sociální a politické atmosféry pro přijetí změn; zvýraznění opatření pro typ rozvoje, jenž způsobil pohromu),
- zhoršení podmínek pro rozvoj (ztráta zdrojů; přesun zdrojů komunity na řešení stavů nouze; oslabené investiční klima),
- snížení zranitelnosti (hustota osídlení a rozvoj v nebezpečných oblastech; zhoršení životního prostředí technologickými haváriemi; nerovnováha v sociálním systému).

5.2. Problematika udržitelného rozvoje v EU

V Evropské unii je snaha jak o formulování problematiky udržitelného rozvoje, tak o hledání cesty, jak předmětný cíl dosáhnout. Za zásadní dokument EU, který se danou problematikou zabývá, lze označit dokument z 9. června 2009 Rady EU č. 10117/06, jehož předmětem je přezkum strategie EU pro udržitelný rozvoj a obnovená strategie. Dokument má doporučující charakter.

Koncept EU v předmětné oblasti vychází z axiomu, že udržitelný rozvoj znamená, že je třeba uspokojit potřeby současné generace, aniž by byla ohrožena schopnost budoucích generací uspokojovat potřeby svoje. Axiom je zastřešujícím cílem Evropské unie stanovený ve Smlouvě, kterým se řídí všechny politiky a činnosti Unie. Spočívá v zajištění schopnosti každé země udržovat život v celé jeho rozmanitosti a je založen na zásadách demokracie, rovnosti žen a mužů, solidarity, právního státu a dodržování základních práv, včetně svobody a rovných příležitostí pro všechny. Má za cíl neustále zlepšovat kvalitu života a životní podmínky na zemi pro současné i budoucí generace. Za tímto účelem podporuje dynamickou ekonomiku s maximální zaměstnaností a vysokou úrovní vzdělání, ochranu zdraví, sociální a územní soudržnost a ochranu životního prostředí ve světě míru a bezpečnosti, a to při respektování kulturní rozmanitosti.

Evropská rada v Göteborgu (2001) přijala první strategii EU pro udržitelný rozvoj, která byla v roce 2002 Evropskou radou v Barceloně s ohledem na Světový summit o udržitelném rozvoji v Johannesburgu (2002) rozšířena o vnější rozměr. Nicméně stále přetrvávají neudržitelné trendy, pokud jde o změnu klimatu a využívání energie, hrozby pro veřejné zdraví, chudobu a sociální vyloučení, demografický tlak a stárnutí obyvatelstva, řízení přírodních zdrojů, ztrátu biologické rozmanitosti, využívání půdy a dopravu, a objevují se nové problémy. Jelikož uvedené nepříznivé trendy vyvolávají pocit naléhavosti, je třeba přijímat krátkodobá opatření a současně udržovat dlouhodobou perspektivu. Hlavním úkolem je postupně změnit naše současné neudržitelné modely spotřeby a výroby a neintegrováný přístup k tvorbě politik.

Na základě uvedených skutečností a na základě dokončení přezkumu strategie EU pro udržitelný rozvoj, který Komise zahájila v roce 2004, a sdělení Komise s názvem „Hodnocení strategie udržitelného rozvoje - akční platforma“ z prosince roku 2005, jakož i příspěvků Rady, Evropského parlamentu, Evropského hospodářského a sociálního výboru a dalších subjektů, Evropská rada přijala náročnou a komplexní

obnovenou strategii udržitelného rozvoje pro rozšířenou EU, která vychází ze strategie přijaté v roce 2001.

Současně platný dokument obsahuje jedinou, soudržnou strategii, která určuje, jak se bude EU účinněji řídit svým dlouhodobým závazkem za účelem splnění cílů udržitelného rozvoje. Potvrzuje potřebu globální solidarity a uznává význam posílení naší spolupráce s partnery mimo EU, včetně rychle se rozvíjejících zemí, jež budou mít na globální udržitelný rozvoj značný vliv.

Obecným cílem obnovené strategie EU pro udržitelný rozvoj je určovat a rozvíjet činnosti, jež EU umožní dosáhnout trvalého zvyšování kvality života pro současné i budoucí generace, a to prostřednictvím vytvoření udržitelných společenství schopných účinně řídit a využívat zdrojů a využívat potenciál hospodářství k ekologickým a sociálním inovacím a tím zajistit prosperitu, ochranu životního prostředí a sociální soudržnost. Evropská rada v červnu roku 2005 schválila jako základ pro obnovenou strategii prohlášení obsahující cíle:

1. Ochrana životního prostředí – znamená: zajistit schopnost Země udržovat život v celé jeho rozmanitosti; udržovat omezené množství přírodních zdrojů planety a zajistit vysokou úroveň ochrany a zlepšení kvality životního prostředí; předcházet znečišťování životního prostředí a snižovat je; a podporovat udržitelnou spotřebu a výrobu, aby hospodářský růst již nebyl spojen se zhoršováním životního prostředí.
2. Sociální spravedlnost a soudržnost – znamená podporovat demokratickou, soudržnou, zdravou, bezpečnou a spravedlivou společnost, která podporuje sociální začlenění, dodržuje základní práva a kulturní rozmanitost, a která vytváří rovné příležitosti a bojuje proti všem formám diskriminace.
3. Hospodářská prosperita – znamená podporovat prosperující, inovační, konkurenceschopnou, ekologickou ekonomiku založenou na bohatých znalostech, která přináší vysokou životní úroveň a plnou a kvalitní zaměstnanost v celé Evropské unii.
4. Plnění našich mezinárodních povinností – znamená: podporovat celosvětové zřizování demokratických institucí založených na míru, bezpečnosti a svobodě a bránit jejich stabilitu; aktivně podporovat udržitelný rozvoj na celém světě a zajistit, aby vnitřní i vnější politiky Evropské unie byly v souladu s globálním udržitelným rozvojem a jeho mezinárodními závazky.

Dále jsou v uvedeném dokumentu formulovány hlavní úkoly EU, které je zapotřebí řešit. Vzhledem ke zhoršujícímu se vývoji v oblasti životního prostředí, k ekonomickým a sociálním úkolům EU spojeným s novými konkurenčními tlaky a novými mezinárodními závazky stanoví strategie EU pro udržitelný rozvoj sedm hlavních úkolů, jež je třeba vykonat, a odpovídající cíle, operativní cíle a činnosti. Jejich současná i budoucí podoba a provádění se musí řídit výše uvedenými zásadami. Odkazem na jakékoli konkrétní opatření není dotčeno rozdělení pravomocí mezi EU a členské státy. Hlavní úkoly jsou: udržitelná energetika; udržitelná doprava; udržitelná spotřeba a výroba; ochrana a řízení přírodních zdrojů; veřejné zdraví; sociální začlenění, demografie a migrace; a celosvětová chudoba a problémy udržitelného rozvoje. Operativní cíle a úkoly jsou shrnuty v práci [1].

EU vsadila na znalostní společnost, která je založena na vzdělávání. Představy EU o vzdělání a odborné přípravě formulované ve zmiňované směrnici jsou následující:

1. Vzdělání je předpokladem pro podporu změn chování a také pro to, aby všichni občané získali klíčové kompetence potřebné k dosažení udržitelného rozvoje. Úspěch změny neudržitelných trendů bude ve velké míře záviset na vysoce kvalitní výchově k udržitelnému rozvoji na všech úrovních vzdělávání, včetně vzdělání v otázkách, jakými jsou například udržitelné využívání energií a dopravních systémů, udržitelné modely spotřeby a výroby, zdraví, kompetence, pokud jde o sdělovací prostředky, a zodpovědné globální občanství.
2. Vzdělání může přispět k větší sociální soudržnosti a blahobytu, a to prostřednictvím investic do společenského kapitálu a zajištěním rovných příležitostí, účasti občanů, zejména znevýhodněných skupin, zaměřené na dosažení vyššího stupně povědomí o složitosti dnešního světa a jeho mnoha vzájemných závislostech a porozumění jim. Vzdělání, které ženám a mužům poskytuje kompetence, jež zvyšují jejich zaměstnatelnost a vedou k vysoce kvalitnímu zaměstnání, je rovněž klíčem k posílení konkurenceschopnosti EU.
3. Na základě sdělení „i2010 – evropská informační společnost pro růst a zaměstnanost“ by se Komise a členské státy měly zabývat otázkami, jakými jsou například rovné příležitosti, dovednosti v oblasti informačních a komunikačních technologií a regionální rozdíly.
4. Členské státy by v rámci Dekády OSN pro výchovu k udržitelnému rozvoji (2005-2014) měly dále rozvíjet své národní akční plány, zejména s využitím pracovního programu „Vzdělávání a odborná příprava 2010“, jehož cíli jsou kvalita a důležitost, přístup pro všechny a otevřenost systémů a institucí společnosti a širšímu světu. Členské státy by měly rozvíjet výchovu k udržitelnému rozvoji a cílenou odbornou přípravu na povolání v klíčových odvětvích, například ve výstavbě, energetice a dopravě. Zvláštní pozornost by měla být věnována vzdělávání učitelů. Měly by rovněž provádět strategii Evropské hospodářské komise OSN pro výchovu k udržitelnému rozvoji, přijatou ve Vilniusu v roce 2005. Výchova k udržitelnému rozvoji by měla být podporována také na úrovni EU. Evropský parlament a Rada v roce 2006 přijmou integrovaný akční program v oblasti celoživotního učení pro období let 2007-2013.

Představy EU o výzkumu formulované ve zmiňované směrnici jsou následující:

1. Výzkum v oblasti udržitelného rozvoje musí zahrnovat krátkodobé projekty na podporu rozhodování a dlouhodobé výhledové koncepce a musí řešit problémy globální a regionální povahy. Musí podporovat mezioborové přístupy zahrnující společenské a přírodní vědy a musí překonat rozdíly mezi vědou, tvorbou politiky a prováděním. Je třeba dále rozvíjet pozitivní úlohu technologie v inteligentním rozvoji (Smart Growth). Stále je velmi potřebný další výzkum, pokud jde o vzájemné působení mezi sociálním, ekonomickým, technologickým a ekologickým systémem a o metodiky a nástroje analýzy rizik, hodnocení současné situace z pohledu budoucnosti i předpovědí a systémů prevence.
2. V souvislosti s udržitelným rozvojem je velmi důležité zajistit účinné provádění sedmého rámcového programu Evropského společenství pro výzkum, technologický rozvoj a demonstrace za účasti akademické obce, průmyslu a tvůrců politik a dosáhnout pokroku v souvislosti s prováděním akčního plánu pro environmentální technologie.
3. Pro lepší pochopení vzájemného propojení všech rozměrů udržitelného rozvoje by mohl být rozšířen ústřední systém účetnictví národního důchodu, mimo jiné

začleněním koncepcí stavových a tokových veličin a netržní činnosti, a mohl by být dále rozšířen o satelitní účty, například výdaje na životní prostředí, materiálové toky; zohledněny by měly být také mezinárodní osvědčené postupy.

4. Univerzity, výzkumné ústavy a soukromé podniky hrají zásadní roli při podpoře výzkumu ve prospěch úsilí o zajištění cíle, aby se hospodářský růst a ochrana životního prostředí vzájemně podporovaly. Univerzity a jiné vysokoškolské instituce hrají klíčovou úlohu při poskytování vzdělání a odborné přípravy, které kvalifikovanou pracovní sílu vybaví kompetencemi nezbytnými pro plné rozvinutí a využití udržitelných technologií. Měly by také přispívat k výběru takového řízení činností s malým dopadem na životní prostředí prostřednictvím mezioborového přístupu a využití stávajících sítí. Proto se musí podporovat vytváření partnerství a spolupráce mezi univerzitami a vysokoškolskými institucemi Evropy a třetích zemí, vytváření sítí a společné učení.

Představy EU o úkolech v oblasti finančních a ekonomických nástrojů jsou:

1. EU bude při provádění svých politik usilovat o to, aby využila všechny politické nástroje, tak, aby byly používány nejvhodnější ekonomické nástroje, které by podporovaly transparentnost trhu a ceny, které odrážejí hospodářské, sociální a environmentální náklady na výrobky a služby (přiměřené ceny). Měl by být uznán jejich potenciál, pokud jde o soulad mezi ochranou životního prostředí a inteligentním hospodářským růstem a o využití obecně prospěšných příležitostí. Jejich vhodnost by navíc měla být posuzována na základě souboru kritérií, včetně jejich vlivu na konkurenceschopnost a produktivitu.
2. Členské státy musí zvážit další kroky pro přesun zdanění od práce ke zdroji a spotřebě energie nebo znečištění a pro to, jak přispět k cílům EU v oblasti zvýšení zaměstnanosti a snížení velkých dopadů na životní prostředí nákladově efektivním způsobem.
3. Komise předložila v r. 2008 plán reformy subvencí, podle jednotlivých odvětví, které mají značně velké dopady na životní prostředí a nejsou slučitelné s udržitelným rozvojem, s cílem postupně tyto subvence odstraňovat.
4. Aby se zajistilo, že financování EU je využíváno a přidělováno nejvhodnějším způsobem za účelem podpory udržitelného rozvoje, měly by členské státy a Komise spolupracovat na posílení doplňkovosti a součinnosti mezi různými druhy mechanismů spolufinancování Společenství a dalšími mechanismy spolufinancování, jakými jsou například politika soudržnosti, rozvoj venkova, Life+, výzkum a technologický rozvoj (VTR), program pro konkurenceschopnost a inovaci (CIP) a Evropský rybářský fond.

Dalšími oblastmi, kterými se směrnice EU zabývá jen heslovitě, jsou: komunikace, mobilizace zúčastněných subjektů a znásobení úspěchu; a provádění, monitorování a následná činnost.

5.3. Zásady koncepce řízení bezpečnosti

Cílem řízení lidské společnosti je za každé situace zajistit ochranu životů, zdraví a bezpečí lidí, majetku, životního prostředí, infrastruktury a technologií, které jsou nezbytné pro přežití lidí, tj. mobilizaci a koordinaci využití národních zdrojů (energie, pracovní síly, výrobní schopnost, jídlo a zemědělství, suroviny, telekomunikace aj.), koordinaci činností takových jako je systém vyrozumění, systém záchrany a

zdravotnické služby, které snižují dopady živelních či jiných pohrom a zajišťují kontinuitu činnosti státní správy a dodržování zákonů, a také vytvořit podmínky pro nastartování rozvoje [2].

Území zahrnující lidskou společnost, která ho obývá, představuje lidský systém. Na základě současného poznání [2] každé kvalitní řízení musí respektovat nutnost dělat rozhodnutí s cílem:

- předejít nouzovým situacím a lokalizovat nouzové situace,
- zajistit zdravý rozvoj lidské populace,
- realizovat ekologické programy v socioekonomické sféře.

Základní funkcí státu je od jeho vzniku zajistit ochranu a rozvoj dané lidské společnosti, což není možné bez zajištění bezpečného prostoru, ve kterém žije lidská společnost. Bezpečnost je chápána jako soubor opatření a činností pro zajištění bezpečného lidského systému, tj. pro zajištění bezpečí a udržitelného rozvoje chráněných zájmů (aktiv) lidského systému. Protože lidský systém je proměnný, tak i nástroj pro zajištění jeho bezpečí a udržitelného rozvoje musí být proměnný, tj. člověk ho musí řídit. Podle zásad moderního řízení lidské společnosti úkoly mají všichni zúčastnění [2].

Řízení státu zahrnuje v nejobecnějším pojetí vedení, správu, ovládání a úřední projednávání věcí veřejných. Je to uvědomělá činnost lidí směřující k určení a kontrole průběhu předmětných procesů pro dosažení určených cílů. Uvádí do souladu jednotlivé činnosti a plní všeobecné funkce celku, tj. státu / území / objektu / organizace apod. Správa je forma činnosti orgánů, zejména výkonných, která spočívá v organizování a praktickém uskutečňování úkolů stanovených řídicím týmem / managementem státu / území / objektu / organizace v souladu se zákony a jinými právními předpisy.

Základní nástroje státu pro řízení, dle [2] jsou:

- řízení / management (strategické, taktické i operativní) založené na kvalifikovaných datech, odborných hodnoceních a správných metodách rozhodování,
- výchova a vzdělání občanů,
- specifická výchova technických a řídicích pracovníků,
- technické, zdravotnické, ekologické, kybernetické a jiné standardy, normy a předpisy, tj. nástroje pro regulaci procesů, které mohou nebo by mohly vést k výskytu (vzniku) pohromy nebo k zesílení jejich dopadů,
- inspekce,
- výkonné složky ke zvládnutí nouzových a kritických situací,
- systémy ke zvládnutí kritických situací,
- bezpečnostní, nouzové a krizové plánování,
- specifický systém řízení pro zvládnutí kritických situací (v ČR je pro tento typ managementu často používáno označení krizové řízení; ve světě se mluví o řízení odezvy nebo o řízení pohrom).

Analýza vývoje životního prostředí i vývoje politické, sociální a ekonomické situace ve světě ukazuje, že je nezbytné se stále připravovat na řešení případů a akcí, které svou intenzitou dopadů vyvolají kritické situace, které mohou vyústit v závažné krize typu humanitární katastrofy doprovázené katastrofou v oblasti životního prostředí.

Proto z hlediska lidského bezpečí, rozvoje lidského systému, zachování kvalitního životního prostředí, existence, stability a rozvoje státu musí být koncept bezpečnosti a s ním související koncepce rozvoje kodifikovány a implementovány řízením bezpečnosti do praxe. V základní (normální) úrovni řízení je cíl bezpečí a udržitelný rozvoj a na ní navazují nouzové řízení a krizové řízení. Uvedený typ řízení se používá v jednotlivých sektorech i v celém komplexu [2]. Kvalifikované řízení integrální bezpečnosti, které je systémové, proaktivní a strategické, je efektivní nástroj pro dosažení udržitelného rozvoje [2].

Základní principy racionálního řízení, které opublikovala OTA (Office for Technology Assessment v USA) v r. 1991 [2], jsou:

- orientovat pozornost organizací (úřadů, institucí, ústavů, podnikatelských firem) směrem k občanovi,
- vytvářet širší prostor pro rozhodování; uplatňovat ve větší míře a šíři pružné organizační struktury s důrazem na delegování kompetencí tak, aby co nejlépe informované útvary, kolektivy a jednotlivci mohli řešit problémy a rozhodovat o nich, včetně vytváření „územních“ či "podnikových týmů" pro řešení příslušných problémů a úkolů tak, že jsou složeny ze zástupců různých profesních skupin zaměstnanců organizace,
- dbát na dobré lidské vztahy v organizacích i u veřejnosti překonáváním principu formální subordinace přispívat k plnému uplatnění moderního způsobu řízení, který je označován termínem "human management" a zakládá princip partnerství a spolupráce.

Na základě disciplíny nazývané „řízení znalostí“ [20] je pro úspěšné řízení třeba, aby řídicí subjekt (tj. v případě území příslušná veřejná správa) měl příslušné kompetence, tj. neprázdný průnik znalostí, schopností a oprávnění.

Výše uvedené skutečnosti ukazují, že právě kvalifikované řízení integrální bezpečnosti, které je systémové, proaktivní a strategické, je efektivní nástroj pro dosažení udržitelného rozvoje.

Ze současného poznání a výše uvedených výsledků vyplývá, že disciplíny pro tvorbu bezpečnosti a řízení bezpečnosti jsou mnoha oborové a mezioborové disciplíny, jejich problematiky patří do všech základních vědních oborů, tj. sociálních, environmentálních i technických. Základním důvodem je skutečnost, že pro zajištění bezpečnosti a její kvalifikované řízení je třeba spolupráce inženýrů z technických oborů, systémových inženýrů, IT specialistů, ekonomů, personalistů, veřejné správy a politiků, protože jen tak lze ve spolupráci s občany zajistit celkový cíl, které předmětné disciplíny v zájmu lidí sledují.

6. Koexistence základních systémů a její zajištění z pohledu technických děl

Člověk ovlivňuje systém, ve kterém žije svou činností. Vytváří technická díla, která mu zajišťují výrobky nebo služby, které potřebuje pro život. Architektura technických děl je objektová nebo síťová. Každý typ technického díla má svá specifika; např. významný rozdíl existuje mezi ovládáním stabilních a pohybujících se technických děl. Mezi velká technická díla patří: elektrárny, průmyslové objekty, přehrad, letiště, nádraží, sklady, nemocnice, velká obchodní centra, velká kulturní či sportovní centra atd. Náleží do

správy různých sektorů a jejich cílem je zajistit kvalitní život lidí. Zahrnují fyzické, kybernetické, organizační a sociální systémy, tj. jednotlivá zařízení, stroje, komponenty, systémy či celé výrobní či obslužné celky.

Lidé potřebují technická díla, protože jim zajišťují výrobky a služby, tj. zlepšují kvalitu jejich života, a proto patří do veřejných aktiv [2]. Znalosti i zkušenosti ukazují, že technická díla jsou vkládaná do jistého prostředí, které v každém případě reaguje na umístěné technické dílo. Znalosti i zkušenosti ukazují, že přínosy i dopady technického díla na veřejná aktiva se během životnosti technického díla mění, a proto je nutné sledovat koexistenci technického díla a předmětného území již od fáze rozhodování o specifikaci typu technického díla a o jeho umístění do území až do ukončení jeho činnosti spojené se zajištěním vyčištění zabraného území tak, aby území mohlo být použito k dalším civilním účelům [10-13].

Reakce území na technické dílo nejsou všechny pochopitelně pro lidi příznivé; některé reakce jsou dočasné, jiné přetrvávají po celou dobu existence a některé z nich si dokonce vyžádají obnovu území po ukončení provozu technického díla. Z pohledu rozvoje lidí je třeba, aby reakce prostředí na technické dílo po celou dobu životnosti technického díla byly přiměřené, tj. aby při předmětných reakcích nevznikly zdroje rizik, které by významně narušily podmínky nutné pro život lidí, a lidská společnost by neměla schopnost vzniklá rizika vypořádat.

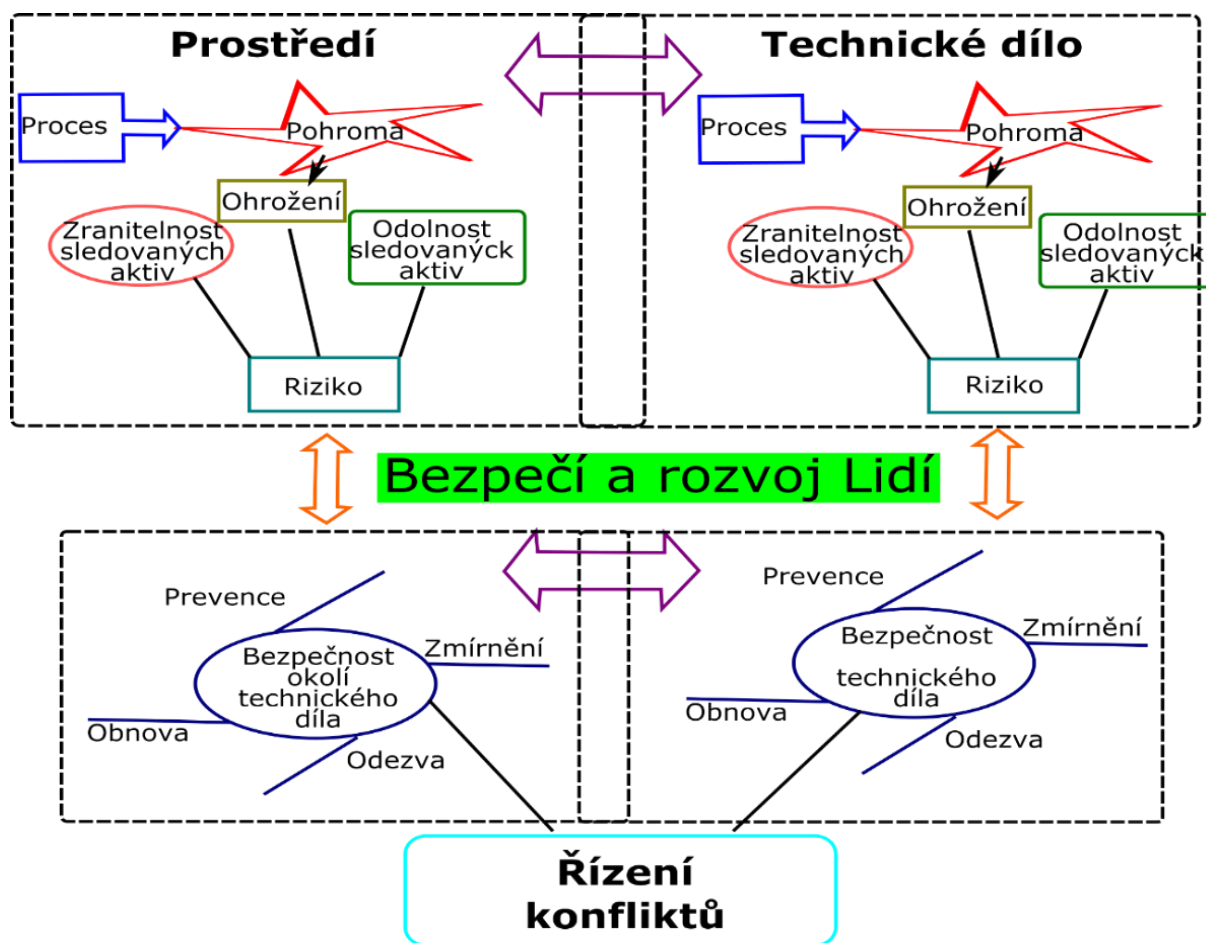
Současné poznání ukazuje, že svět, ve kterém žijí lidé, tj. lidský systém, musí být ve stavu, že vzájemně propojené systémy, kterými jsou životní prostředí, sociální systém a systém technologický, existují ve vzájemném souladu, tj. je zajištěna jejich koexistence. **Koexistence** obecně znamená společná existence. Ve sledovaném případě jde o zajištění takových podmínek v lidském systému při umísťování technického díla do prostředí, které zajistí společnou existenci propojených systémů, tj. sociálního, environmentálního a technologického. O potřebě a důležitosti koexistence se dnes uvažuje v mnoha technických oborech. Shromážděné znalosti ukazují, že technická díla nemohou být navrhována a provozována jako uzavřené systémy, ale vždy musí být zvažováno jejich okolí, což potvrzuje požadavky shromážděné v pracích [14,15]. Obrázek 7 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.

Práce [10-15,21-26] ukazují, že důsledkem narušení koexistence jsou v budoucnu konflikty, které mají povahu sociální, finanční nebo technickou. Ze současného poznání a zkušeností [10-13,27-30] vyplývá, že koexistenci lze zajistit jen správným antropogenním řízením rizik zacíleným na integrální bezpečnost při navrhování, výstavbě, provozu a vyřazování z provozu technických děl [14,15].

Nutno poznamenat, že z výše uvedených důvodů v oblasti technických děl vznikl specifický typ řízení, který se nazývá „*Technical facility management*“, tj. řízení technických děl [31]. Jeho cílem je řízení a údržba všech zařízení technických děl takových jako je vytápění, vzduchotechnika, kanalizace, potrubí všeho druhu, výtahy, požární signalizace, jeřáby, dveře, brány apod. Zahrnuje pravidelné inspekce, údržbu a opravy. Jde o bezpečnost, tj. i spolehlivost a funkčnost technického díla, a proto také speciálně o zajištění důležitých dodávek, jako je energie, materiál, voda či jiné chladivo a také lidské zdroje.

Nutno konstatovat, že tento v současné době velmi propagovaný typ řízení řeší pouze koexistenci při provozu technického díla, tj. neřeší problém od začátku; na základě

poznatků shromážděných v požadavky shromážděné v pracích [14,15] lze narušení koexistence řešit jen omezeně, a to povětšinou jen pomocí organizačních opatření, jejichž účinnost není tak velká jako je účinnost technických opatření provedená v rámci navrhování a výstavby technického díla. Dalším problémem dobrého úmyslu je, že softwarové firmy prodávají obecně zaměřený software, kde uživatel zaškrťává, co plní a neplní a vznikají dva zdroje chyb v aplikaci v praxi: první je, že není respektován požadavek transferu technologií [9], tj. skutečnost, že riziko je místně specifické; a běžná lidská vlastnost manažera, obzvláště toho, který není fanda do techniky a hlídá jen peníze, že zaškrťává, že vše splnil, což se uplatňuje zvláště tehdy, když nemá jasně stanovenou odpovědnost.



Obr. 7. Procesy a faktory sledované při zajištění bezpečnosti technického díla a jeho okolí.

Na základě výše uvedených poznatků a zkušeností z praxe v předložené práci předkládáme konkrétní nástroje pro zajištění koexistence technického díla s okolím ve stádiu návrhu, který se z důvodu existence dynamického vývoje světa i technického díla opírá o predikci jejich chování. To znamená, že při úvahách o koexistenci technického díla a jeho okolí nejde jen o statické vyhodnocení situace v okamžiku přijetí rozhodnutí, ale i o zvážení disponibilních zdrojů, sil a prostředků lidské společnosti v čase rozhodnutí i v časech budoucích, tj. po celou dobu životnosti technického díla.

7. Závěr

Lidé k životu a rozvoji potřebují základní systémy, a to environmentální, sociální a technický. Propojení uvedených systémů formuje životní podmínky, které se vzhledem k dynamickému vývoji světa mění. Život a vývoj lidstva je možný jen za určitých podmínek, tj. existence potřebuje udržitelnost příznivých životních podmínek. Udržitelnost souvisí úzce s integrální bezpečností, která je zárukou koexistence základních systémů. Vzhledem k dynamickému vývoji světa musí být integrální bezpečnost kvalifikovaně řízena ve prospěch veřejného zájmu.

Poděkování: Autoři děkují za podporu EU a MŠMT, grant na projekt RIRIZIBE, CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_018/0002649.

Literatura

- [1] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J. *Integrální bezpečnost zajišťuje optimální rozvoj životního prostředí*. ISBN 978-80-01-05480-2. Praha: ČVUT 2014, 224p.
- [2] PROCHÁZKOVÁ, D. *Strategické řízení bezpečnosti území a organizace*. ISBN: 978-80-0104844-3. Praha: ČVUT 2011, 483p.
- [3] PROCHÁZKOVÁ, D. *Výsledky projektu MZe 1R56002 „Pomocný multikriteriální systém pro rozhodování ve prospěch udržitelného rozvoje krajiny a sídel“*. Praha: MZe 2007, 566p. *Souhrn výsledků je v práci:* D. Procházková et al.: *Pomocný multikriteriální systém pro rozhodování ve prospěch udržitelného rozvoje krajiny a sídel*. Kompendium pro veřejnou správu. ISBN 978-80-254-0885-8. Praha: CITYPLAN, spol. s r.o., Praha 2007, 96p.
- [4] PROCHÁZKOVÁ, D. *Výsledky projektu MMR ČR - WB 28-04 „Metodika pro odhad nákladů na obnovu majetku v územích postižených živelnou nebo jinou pohromou a návrh nouzových systémů komunikace mezi orgány veřejné správy při obnově“*. Praha: MMR 2006, 948p. *Souhrn výsledků je v práci:* D. Procházková et al.: *Metodika pro odhad nákladů na obnovu majetku v územích postižených živelnou nebo jinou pohromou*. Metodická příručka pro veřejnou správu. ISBN 80-239-7680-X. Praha: CITYPLAN, spol. s r.o. 2006, 52p.
- [5] FEMA. *Guide for All-Hazard Emergency Operations Planning*. State and Local Guide (SLG) 101. Washinton: FEMA 1996.
- [6] <http://www.centerforsustainablecities.com>
- [7] BOSSEL, H. *Systeme, Dynamik, Simulation – Modellbildung, Analyse und Simulation komplexer Systeme*. ISBN 3-8334-0984-3. Norderstedt/Germany 2004. www.libri.de.
- [8] PROCHÁZKOVÁ, D., ADAMEC, V., PROCHÁZKA, J., SCHÜLLEROVÁ, B. *Terminologický slovník pro inženýrské disciplíny pracující s riziky v systémovém pojetí*. ISBN 978-80-7623-000-2. Brno: VUT/USI 2019, 66p.

- [9] PROCHÁZKOVÁ, D. *Analýza a řízení rizik*. ISBN: 978-80-01-04841-2. Praha: ČVUT 2011, 405p.
- [10] 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, 134p., <http://hdl.handle.net/10467/78522>
- [11] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J., LUKAVSKÝ, J., BERAN, V., ŠINDLEROVÁ, V. *Řízení rizik procesů spojených se zhotovením technického díla a jeho uvedením do provozu*. ISBN 978-80-01-06609. Praha: ČVUT 2019, 207p. <http://hdl.handle.net/10467/84466>
- [12] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, et al. *Řízení rizik procesů spojených s provozem technického díla*. V tisku.
- [13] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J., ŘÍHA, J., BERAN, V., PROCHÁZKA, Z. *Řízení rizik spojených s ukončením provozu technického díla a s předáním území do dalšího užívání*. ISBN 978-80-01-06527-3. Praha: ČVUT 2018, 114p. <http://hdl.handle.net/10467/79182riri> 4
- [14] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost složitých technologických systémů*. ISBN: 978-80-01-05771-1. Praha: ČVUT 2015, 208p.
- [15] PROCHÁZKOVÁ, D. *Zásady řízení rizik složitých technologických zařízení*. ISBN: 78-80-01-06182-4. Praha: ČVUT 2017, 364p. <http://hdl.handle.net/10467/72582>
- [16] UN. *Human Development Report*. New York: UN, 1994, www.un.org.
- [17] UNEP. *Caring for the Earth. A Strategy for Sustainable Living*. IUCN/UNEP/WWF Gland, Switzerland, 1991, 2006.
- [18] www.un.org
- [19] GIBSON, B. R., ET AL.: *Specification of Sustainability-based Environmental Assessment Decision Criteria and Implications for Determining "significance" in Environmental Assessment*. Report EN 105-67/2001E, Canadian Environmental Assessment Agency 2001. ISBN 0-662-31068-3, www.ceeaa-acee.gc.ca
- [20] LIEBESKIND, J. P. Knowledge, Strategy and the Theory of the Firm. *Strategic Management Journal*, 17 (1996).
- [21] RAPOPORT, A., CHAMMAH, A. *Prisoner's Dilemmas: A Study of Conflict and Cooperation*. Ann Arbor: University of Michigan Press 1965.
- [22] GRANOVETTER, M. Economic Action, Social Structure, and Embeddedness. *American Journal of Sociology* 91(1985) 3, pp. 481–510.
- [23] KOLK, A. *The Economics of Environmental Management*. New York: Financial Times 2000.
- [24] OSTROM, E. *Governing the Commons*. Cambridge: Cambridge University Press 1990.
- [25] PRAKASH, A. Responsible Care: An Assessment. *Business and Society* 39(2000) 2, pp. 183–209.

- [26] GRAY, S., LINDBERGH, Ch. A. *American Dilemma: The Conflict of Technology and Human Values*. Bowling: Green State University Popular Press 1988.
- [27] WEI, Z., SUN, Y., JI, Y. A Study of COEXISTENCE Capability Evaluations of the Enhanced Channel Hopping Mechanism in WBANs. *Sensors*, 17 (2017), 1, pp. 151-178.
- [28] MIN ZHANG, JUANG HUANG, JIAN-MING ZHU. Reliable Facility Location Problem Considering Facility Failure Scenarios. *Kybernetes*, ISSN: 0368-492X, 41 (2012), 10, pp. 1440-1461.
- [29] HALL, P., HAY, D. *Growth Centres in the European Urban System*. London: Heinemasnn 2005.
- [30] EU. *Europe 2000. Outlook for the Development of the Communita Territory*, Brussels: EU 1991.
- [31] www.imtech.co.uk/our-business/technical-facilities-management/

ŘÍZENÍ RIZIK VE VZTAHU K BEZPEČNOSTI TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ A JEJICH OKOLÍ

RISK MANAGEMENT IN RELATION TO THE SAFETY OF TECHNICAL SYSTEMS AND THEIR SURROUNDINGS

Dana Procházková¹⁾, Jan Procházka²⁾

¹⁾ ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Technická 4, Praha 6

²⁾ ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Konviktská 20, Praha 1

Abstrakt: Bezpečnost technického díla a jeho okolí lze zajistit jen kvalitním antropogenním řízením rizik. V rámci umístění, projektu a zhotovení technického díla je třeba provést snížení závažných rizik pomocí preventivních opatření. Při provozu na základě principů projektového řízení TQM je třeba sledovat stav technického díla a v případě potřeby provádět nápravná opatření, a připravit odezvu a obnovu pro případ realizace rizik, která nebyla vypořádána buď z důvodu opomenutí nebo neznalostí v procesu projektování a zhotovení, anebo preventivní opatření by byla velmi nákladná.

Článek obsahuje dva navazující modely procesů řízení rizik. První je pro řízení území a zobrazuje pět propojených procesů, jejichž správné řízení zajistí bezpečné území v čase. Druhý je pro řízení technického díla a zobrazuje čtyři propojené procesy, jejichž správné řízení zajistí bezpečné technické dílo v čase.

Klíčová slova: riziko; bezpečnost; technické dílo; procesní model; procesy pro řízení rizik.

Abstract: The safety of a technical facility and its surroundings can only be ensured by quality anthropogenic risk management. In the context of the sitting, project and construction of a technical facility, a reduction of serious risks should be carried out by preventive measures. When operating on the basis of the principles of project management TQM, it is necessary to monitor the conditions in the technical facility and, if necessary, to take corrective measures, and to prepare a response and restoration for case of realization of risks that have not been settled either because of omissions or ignorance in design and fabrication process, or preventive measures would be very costly.

The article includes two downstream models of risk management processes. The first one is for territory management and displays five interconnected processes, the proper management of those will ensure a safe territory over time. The second one is for technical facility and displays four interconnected processes, the proper management of those will ensure a safe technical facility over time.

Key words: risk; safety; technical facility; process model; risk management processes.

1. Úvod

Každé technické dílo je umístěno v území, ve kterém je řada zdrojů rizik, jejichž realizace může poškodit jak technické dílo, tak jeho okolí [1]. Riziko je veličina, která je mírou ztrát, škod a újmy. Její velikost závisí na konkrétní pohromě, která je zdrojem rizika a na zranitelnosti místních sledovaných aktiv. 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) [1-4]; a riziko jako pravděpodobná velikost ztrát, škod a újmy na sledovaných aktivech při projektové pohromě rozpočtená na jednotku času (nejčastěji 1 rok) a jednotku území [1-4].

Cílem lidí je bezpečí a rozvoj lidí, a pro předmětný cíl jsou důležité jak bezpečné prostředí, tak bezpečná technická díla. Bezpečnost je chápána jako vlastnost na úrovni systému, kterou formuje člověk svými opatřeními a činnostmi [1-4]; 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 [1]. Bezpečnost technického díla je sledována v pracích [4,5]. Platí, že veličiny riziko a bezpečnost nejsou komplementární 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 [2-5].

Bezpečnost technického díla a jeho okolí lze zajistit jen kvalitním antropogenním řízením [1-23]. Na základě priorit je třeba provést snížení rizik v nejkritičtějších místech v rámci prevence, i připravit odezvu a obnovu na rizika, která nejsou vypořádána buď z důvodu opomenutí nebo neznalostí v procesu projektování a zhotovení, anebo preventivní opatření jsou velmi nákladná (metoda bow-tie popsaná v práci [23]). Jedná se o velmi nákladnou činnost, a proto je nutná vzájemná komunikace mezi vlastníky a provozovateli infrastruktur, veřejnou správou, veřejností a médii.

2. Pojetí řízení ve spojení s integrální bezpečností technických děl

Řízení technických děl i věcí veřejných se během staletí měnilo. Když se dnes podíváme na oblast řízení do encyklopedií a databází, zjistíme velké množství typů s tím, že některé typy se překrývají a jiné jsou specifické pro určitou oblast.

V Evropské unii je v současné době prosazované správné řízení věcí veřejných tzv. Good Governance [1]. Governance, tj. řízení věcí veřejných znamená respektovat systém hodnot, politik a institucí, pomocí kterých společnost řídí své ekonomické, politické a sociální záležitosti ve vztazích mezi státem, občanskou společností a soukromým sektorem. Je to způsob, jakým společnost organizuje sebe samu a jak přijímá rozhodnutí pro dosažení vzájemného porozumění, dohody a kooperace. Občanům nabízí mechanismy a procesy pro artikulaci zájmů, pro zprostředkování rozdílů a uplatňování jejich práv a závazků. Jsou to pravidla, instituce a praktiky, které omezují nebo poskytují podněty pro jednotlivce, organizace a firmy. Řízení věcí veřejných zahrnuje sociální, politickou a ekonomickou dimenzi a funguje na všech úrovních lidské interakce – domácnost, vesnice, město, národ, region i globální úroveň. Dalším vývojovým stupněm správného řízení věcí veřejných se stala aplikace

projektového řízení, které je založeno na metodách operační analýzy a síťového plánování v případech, které jsou k tomu vhodné.

Právo na správné řízení věcí veřejných prosazuje Evropská charta základních práv Evropské unie proklamovaná 7. 12. 2000 v Nice Evropským parlamentem, Evropskou radou a Evropskou komisí [1,24]. Podle předmětné charty veřejná správa vykonává správu ve veřejném zájmu. Plní úkoly prostřednictvím postupů a procesů, z nich jen některé jsou upraveny právními předpisy. Jádrem úpravy správního práva procesního je obsaženo v zákoně č. 500/2004 Sb., správní řád v platném znění. V rámci sledovaného pojetí řízení věcí veřejných jde o zavedení odpovědnosti, racionalizace, hospodárnosti a úspornosti do rozhodování.

Správné řízení věcí veřejných se vztahuje na všechny možné situace, tj. normální, nouzové i kritické, a znamená aplikaci optimálního systému řízení, který opírá o diagnostiku problémů a o soubory opatření, které problémy řeší. Podstata správného řízení věcí veřejných leží ve spojení různých úrovní rozhodovacího procesu jako protikladu k téměř výlučné úloze státu. Důsledkem toho se rozhodování přesouvá na víceúrovňové struktury, tj. i na regionální struktury. Sledovaný typ řízení spočívá zejména v otevřenosti, odpovědnosti a efektivnosti institucí a účasti veřejnosti na rozhodovacích a dalších procesech. Dále také znamená transparentnost, odpovědnost, bezúhonnost, vhodný management, efektivní a dostupné služby, závazek k partnerství a neustálý rozvoj institucí veřejné správy.

V současné době se v Evropské unii používá k řízení věcí veřejných projektové řízení [24], které má tři typy:

- New Public Management,
- Total Quality Management,
- Common Assessment Framework.

Všem uvedeným typům je společné strategické plánování a proaktivní řízení. Proaktivní řízení je typ řízení, ve kterém provádíme opatření předem na odvrácení či alespoň zmírnění některých nežádoucích jevů a zajišťujeme připravenost na zvládnutí očekávaných nežádoucích jevů [24]. Charakteristické rysy strategického plánu jsou:

1. Dlouhodobost. Obsahuje plán činností na 10 a více let.
2. Komplexnost. Strategický plán je provázán s územním plánováním, které má nejvyšší právní sílu v oblasti plánování, tj. v České republice se v současné době provádí dle zákona č. 183/2000 Sb. (územní plán je schvalován zastupitelstvy obcí a krajů, a na úrovni státu Parlamentem ČR).
3. Otevřenost. Na vytvoření strategického plánu se musí podílet co nejvíce lidí, od odborníků, představitelů obcí a regionů až po veřejnost. Plán musí být otevřen také novým nastalým skutečnostem, které vyvstanou v průběhu přípravy i realizace projektu či vývoje situace v entitě.
4. Reálnost. Z hlediska hospodárného využívání prostředků musí být důkladně předem vyhodnoceno, zda cíle plánu jsou uskutečnitelné a zda provedené změny přispějí k lepšímu stavu daného území či jiné entity, tj. k jeho rozvoji.
5. Náročnost. Plánem vytyčené cíle musí být přiměřeně náročné, aby nedocházelo ke ztrátě motivace při jeho realizaci.

6. Srozumitelnost. Plán musí být srozumitelný pro veřejnou správu, dárce i pro ty, co jej budou uskutečňovat.

3. Charakteristika projektového řízení TQM

V našich podmínkách se používá typ Total Quality Management (TQM), což je velmi komplexní technika, která klade důraz na řízení kvality ve všech dimenzích života entity. Překračuje tak rámec řízení kvality a stává se i metodou strategického řízení a manažerskou filozofií pro veškeré konání organizace [24]. Jeho úspěšnost zajišťují ISO normy třídy 9000, 14000 apod. Přístup TQM spočívá na požadavku, že na procesu zlepšování kvality entity se musí podílet všichni zaměstnanci, od řadových zaměstnanců až po nejvyšší řídicí pracovníky entity. Proces zlepšování jakosti vychází z impulsů, které vychází z potřeb zákazníka / občana. Projektové řízení pro podniky (tj. technická díla) založené na TQM je podrobně rozpracováno v práci [25].

Projektové řízení z anglického „*Project Management*“ znamená řízení projektů. Jak bylo výše řečeno, současné řízení věcí veřejných je projektové řízení, na kterém se podílí všichni zúčastnění, a které dle [24]:

- spočívá na partnerství,
- je založeno na vyjednávání s riziky,
- a při rozhodování vychází z posuzování variant na základě kvalifikovaných kritérií, které podporují veřejný zájem.

Jak již bylo řečeno výše, od konce 80. let se v EU používá typ řízení označovaný jako TQM. Předmětný typ řízení vychází z předpokladu, že trvalá kvalita výrobků a služeb se nedá zajistit příkazy, kontrolou, dílčími programy, organizačními nebo ekonomickými opatřeními, ale cíleným hledáním, měřením a hodnocením příčin toho, proč se produktivita a kvalita nezvyšuje [24]. Pozornost se zaměřuje na procesy probíhající v entitě. Při implementaci TQM se přihlíží na specifika entity, protože z důvodu účinnosti musí odpovídat struktuře entity.

Po r. 1989 se v Evropské unii TQM využívá v řízení obcí a regionů. Jde o kvalitní komunikaci představitelů a úředníků obce s občany, tzv. citizen participation [24]. Současné řízení se provádí formou realizace programů, které se skládají z projektů. Projekty jsou většinou složité a vyznačují se tím, že komplexně řeší nějaký problém pomocí systémové analýzy a syntézy. Tj. v projektech se rozkládají úkoly na procesy, u kterých se uplatňuje řízení procesů. Oba typy řízení, projektové i procesní, jsou založené na teorii systémů a na teorii vědeckého řízení (managementu) a využívají nástroje z dalších vědeckých oborů, jako z matematiky (např. statistika, síťové grafy), z ekonomie (např. rozpočet, náklady), z psychologie (např. výběr osob pro funkce projektového manažera a projektový štáb), z výpočetní techniky a z programování (programy na podporu projektového řízení, rozhodování). To znamená, že metodika řízení projektů využívá systémový a procesní přístup.

Projektové řízení je soubor nejlepších postupů při řízení projektů, který se vyvíjel po celou lidskou historii. V současné době je projektové řízení považováno za optimální přístup k řešení problematiky projektového charakteru [24]. Jeho metodika využívá systémový přístup, což znamená, že se důsledně snažíme rozdělit celek na menší, lépe poznatelné, pochopitelné a snáze říditelné části; například:

- rozsáhlý projekt dělíme na subprojekty,
- subprojekty dělíme na projektové fáze (project phase),
- fáze dělíme na činnosti (activities, tasks),
- činnosti dělíme na pracovní soubory (work packages) apod.

Projektové řízení je dynamický proces, ve kterém jednotlivci nebo organizace využívají své zdroje k realizaci projektů. Metodologie projektového řízení představuje způsob řízení projektu [24]. Metodologií ovšem nenazýváme intuitivní přístupy řízení, protože jsou ve své podstatě nahodilé, a tudíž neopakovatelné, nedefinovatelné a prakticky nesdělitelné. Projektové řízení zahrnuje:

1. Řízení integrací, tj. obsahuje procesy s cílem zajistit, aby jednotlivé části projektu byly správně koordinovány.
2. Řízení rozsahu, tj. obsahuje procesy potřebné k zajištění toho, že projekt obsahuje pouze potřebnou práci k úspěšnému dosažení cíle.
3. Řízení času, tj. obsahuje procesy potřebné k zajištění dokončení projektu ve stanoveném čase.
4. Řízení rozpočtu, tj. obsahuje procesy potřebné k zajištění dokončení projektu ve stanoveném rozpočtu.
5. Řízení kvality, tj. obsahuje procesy potřebné k zajištění toho, že projekt uspokojí potřeby, pro které byl realizován.
6. Řízení lidských zdrojů, tj. obsahuje procesy potřebné k zajištění maximálně efektivního využití lidských zdrojů začleněných v projektu.
7. Řízení rizik, tj. systematický proces identifikace a vyhodnocení rizik. Cílem je minimalizace pravděpodobnosti a četnosti rušivých událostí na projekt a překonání možných realizovaných rizik.
8. Řízení zprostředkování, tj. obsahuje procesy potřebné k zajištění potřebného materiálu a služeb nutných k úspěšnému dokončení projektu z okolí organizace vykonávající projekt.

Mezi významné přínosy projektového řízení patří například:

- snížení ztrátových časů,
- zkrácení dob trvání výstavby a výroby,
- zpřesnění návaznosti jednotlivých činností pomocí metody JIT (Just in time),
- rovnoměrnější využití zdrojů (lidských, materiálových, finančních a dalších),
- zlepšení finančních toků (Cash flow),
- zlepšení přehledu o skutečném stavu prací,
- a rozšíření informací o stavu realizace projektu na celou organizaci.

Pro úspěšné projektové řízení je nutné:

- jasně stanovené cíle projektu (je si třeba ujasnit, čeho má projekt dosáhnout a zamyslet se, jestli je projekt realizovatelný nebo zdali neexistují nějaké lepší alternativy),

- zřejmou podporu zadavatele (je-li projekt někým zadán, musí být vyjednána hned na začátku od zadavatele jasná podpora projektu včetně jeho závazků k dodání potřebných zdrojů (peněz, lidí, vlastního času aj.)),
- výběr spolupracovníků (lidé, se kterými se spolupracuje, jsou klíčem k výsledku, a proto musí být vybráni s rozvahou),
- pravomoci a odpovědnost (pokud se na projektu podílí více osob, tak musí být jasně rozděleny pravomoci i odpovědnost, tj. určen člověk s celkovou odpovědností za výsledek, který bude koordinovat a kontrolovat práci ostatních),
- sledování kvality (musí být určeny požadavky na kvalitu výsledku a sledováno jejich plnění v průběhu celého projektu (pokud jsou kontroly prováděny průběžně zadavatelem, musí být zaznamenávány jejich výsledky a zápisy podepsány)),
- rozdělení na etapy (projekty se musí rozdělit na snadno měřitelné a dosažitelné úseky),
- plánování (větší a složitější záměry vyžadují hrubé plánování celého projektu a podrobnější plánování jeho aktuálních částí; plánuje se ale jen tolik, kolik je nezbytně nutné pro předcházení zbytečným chybám, protože je lepší provést dobrý plán dnes než dokonalý zítra),
- revize projektu (pravidelně je třeba kontrolovat soulad dosažených výstupů s původním plánem a posuzovat, není-li třeba pod vlivem nových okolností projekt pozměnit nebo dokonce úplně zrušit),
- sledování souvislostí (jelikož žádný projekt neexistuje ve vzduchoprázdnu, je třeba věnovat náležitou pozornost komunikaci se všemi zainteresovanými lidmi, zvažovat možná rizika a zohledňovat návaznost na ostatní projekty),
- osobní nasazení (nic nedovede projekt ke zdárnému cíli lépe, než když řešitelé na výsledku osobně záleží a pustí se do něj s buldočí povahou a vytrvalostí honičích psa),
- dokumentaci (nesmí se spoléhat pouze na paměť, ale je třeba vést přehlednou dokumentaci pro celkově lepší přehled a budoucí návraty k projektu),
- dokončení a předání výsledků (úspěšné ukončení projektu zahrnuje mimo jiné náležité předání celé dokumentace a výsledku projektu (např. do užívání či provozu)),
- závěrečnou rekapitulaci (z každého ukončeného projektu je třeba se poučit nikdy více neopakovat tytéž chyby).

Projektové řízení je velice náročné, a tedy drahé. Technicky se jedná o účelové předimenzování kapacit, vytvoření optimálních podmínek před zahájením a intenzivní dohled v průběhu projektu za účelem snížení nejistoty [24]. To lze realizovat jedině nasazením špičkových, tedy i drahých a nedostatkových řídicích pracovníků s dostatečnou kvalifikací a předpoklady pro výkon funkce vedoucího projektu.

System projektového řízení vyžaduje vysokou kvalifikaci, významné technické prostředky, rozsáhlou metodiku a splnění řady dalších podmínek (např. centrální správa zdrojů, efektivní motivační systém, který umožní či spíše zaručí upřednostnění úkolů vyplývajících z účasti na projektu atd.) [24].

Projekt představuje jedinečný, unikátní soubor činností, který se vyznačuje: omezenými zdroji a časem; neopakovatelností; dočasností (má svůj začátek i konec);

prvky neurčitosti a rizika; odlišením od rutinních činností v oblasti obsahu i cílového zaměření; a skutečností, že všechny zdroje (lidské, materiální a finanční) jsou řízeny k dosažení cíle projektu [24].

4. Procesní řízení a řízení znalostí

Procesní řízení z anglického „*Process Management*“ znamená řízení procesů, ze kterých je složen projekt. Každý proces potřebuje vstupy, pomocí nichž a pomocí procedur nebo nástrojů, znalostí a dovedností lidí produkuje výstupy [1,24,26]. Výstupy z procesů jsou výstupy z projektu nebo výstupy pro jiné procesy. Propojení projektového a procesního přístupu si představujeme, že projektové řízení je složeno z procesů, které je možno zařadit do několika typických skupin procesů.

Pro podporu řízení jsou v současné době zpracovávány procesní modely a projektové modely. Hlavním smyslem procesního modelu je zobrazit možné vývojové tendence jako důsledek určitého jevu, popř. vyznačit funkce a role funkcí, tj. podle účelu se dělí do několika typů. Aplikace procesního modelu je vhodná pro opakované činnosti, které je možné separovat a následně dobře popsat. Typickým případem jsou výrobní podniky se sériovou výrobou. Aplikace projektového přístupu je naopak vhodná pro unikátní projekty, například velké stavby, vývoj softwaru apod. Jednotlivé projekty si v průběhu svého životního cyklu alokují své vlastní i externí zdroje podle momentální potřeby. Projektový přístup má vždy větší míru nejistoty, a proto se hůře popisuje nějakým větveným modelem.

Procesní řízení je soubor činností, které definují proces (proces = koordinovaný a standardizovaný tok činností pro dosažení cílů organizace), formulují odpovědnosti, vyhodnocují výkonnost procesů a hledají příležitosti pro zlepšení procesů. Řízení znalostí je o mechanismech vytváření, zpracování a šíření znalostí. Je pravdou, že prostřednictvím znalostí existuje korelace (nikoli ztotožnění) mezi procesním řízením a řízením znalostí, proto se odborně hovoří o procesně orientovaném řízení znalostí (Process Oriented Knowledge Management). To znamená, že procesní řízení je založeno na důsledném využití znalostí o problému v systému a jeho okolí. V běžné praxi se mu říká „Knowledge Management“ [2,25].

Nositelé znalostí jsou lidé, znalosti nelze nikomu odebrat, ale lze je neomezeně rozšiřovat a množit. Ve znalostní společnosti je to právě duševní kapitál, který dominuje a má zcela jiné postavení než dříve. Vyžaduje jiný pohled na řízení útvarů a jednotek. Procesní řízení založené na ovládání řídicích a prováděcích procesů se odlišuje od operačního přístupu, který se běžně používá v rozhodovacím procesu klasického řízení. ***Klasické řízení je založeno na funkčním přístupu, který se zaměřuje zejména na výstupy (výsledky), což je vlastně orientace na důsledky, a ne na příčiny. Hodnocení výsledků nemusí odhalit příčiny nesplnění cíle. V okamžiku, ve kterém se zaměříme na výstupy, zanedbáváme principy prevence.***

Řízení znalostí (Knowledge Management) v sobě koncentruje všechny přínosy procesního řízení a snaží se rozvinout způsob, jak vědomostní kapitál pojmenovat, získávat, udržovat a využívat. Jako klíčový se jeví skrytý typ znalostí, který tvoří podstatu řízení znalostí [25]. Uplatnit a rozvinout znalosti není lehké a naráží na nepochopení těch, kteří jsou v řídicím postavení. Předmětný typ znalostí je odmítán, protože nepřináší okamžité výsledky, ale je možno ho zhodnotit až v delším časovém

období. Uvedenému procesu také zabraňuje setrvačnost myšlení z minulosti. To vše způsobuje, že očekávaný výsledek je nejistý. Nový způsob musí preferovat pružnost reakce na vyvíjející se situaci, na měnící se podmínky okolí, ale také musí využít znalostí vědomostí lidských zdrojů. Řízení založené na znalostech zaměřuje na všeobecné rozvíjení lidského kapitálu a na připravenost pracovníka podávat požadované výkony (způsobnost, kompetence), zvyšování inteligence pracovního týmu apod. Rozhodujícími kritérii jsou zejména odpovědnost vycházející z dovedností a širokých znalostí, kvalitní plnění úkolů a ochota se trvale učit. V řízení znalostí hmotné statky nemají prvořadou úlohu. Pro řízení jsou důležitější nehmotné statky, tj. intelektuální bohatství, kterým jsou dovednosti, schopnosti, zkušenosti a znalosti. Uvedené hodnoty mají nejvýznamnější vliv na splnění nebo nesplnění úkolů a dosažení cíle za předpokladu, že je vše technikou a materiálem zabezpečeno. Znalosti (vědění) jsou dnes považovány za základní zdroj bohatství. Řízení znalostí je systematický proces hledání, vybírání, organizování, analýzy a prezentování informací způsobem, který zlepšuje porozumění pracovníka specifické oblasti zájmu. Je typické pro akademickou půdu a pro vědecké a výzkumné ústavy.

Proto se procesní přístup založený na řízení znalostí nezaměřuje na výsledky, ale na příčiny, což je vlastní řízení a vypořádání rizik [2,3]. Procesní řízení je založené na rozpracování koncepce a metodologie. Uplatnění prvků řízení znalostí v rozhodovacím procesu řídicího pracovníka vede k přechodu od individuálního rozhodování ke skupinovému přístupu.

Důležitá je role řídicího pracovníka, který takový proces musí usměrňovat k přijetí kvalitního rozhodnutí. Je však třeba vzít v úvahu, že takový postup je nejenom časově náročnější, ale je také náročnější na přípravu jednotlivých členů procesního týmu včetně řídicího pracovníka. Ze zkušeností při uplatňování prvků procesního řízení v podnikové sféře vyplynulo, že při rozhodování rutinním je individuální rozhodnutí výhodnější, pro přípravu rozhodnutí neprogramového (tj. složitého a nestandardního) je žádoucí volit metodu skupinového rozhodování (vytvoření procesního týmu). V obou případech však **je řídicí pracovník vždy za rozhodnutí odpovědný**. Při skupinovém rozhodování musí být také vytvořeno vhodné prostředí, které bude podporovat tvůrčí schopnosti skupiny. Je důležité, aby řídicí pracovník uměl potlačit vliv neschopnosti, neznalosti a neproduktivnosti. Řídicí pracovník musí při týmovém rozhodování dbát na:

- podporování původnosti a neobvyklosti řešení,
- řízení skupiny tak, aby byly odděleny zdroje od obsahu informací,
- zabezpečení uplatnění nezávislého osobního úsudku a zkušeností,
- udržování otevřené komunikace, posilování sebedůvěry, zabránění zesměšňování,
- nepovolení rychlých řešení a krátkodobých výsledků,
- dosažení konsenzu.

Pokud to není možné, přijmout a implementovat rozhodnutí po důsledném vyhodnocení všech okolností, které mohou mít vliv na dosažení cíle.

Projektové řízení je ucelená manažerská disciplína, která aplikuje znalosti, dovednosti, nástroje a techniky na projektově-orientované aktivity tak, aby byly naplněny cíle, pro které byly tyto aktivity ustanoveny. Každý projekt má svůj primární účel (goal), smysl existence, aneb důvod PROČ by měl být realizován. K tomu, aby projekt mohl přispět k naplnění účelu svého vzniku, musí být splněn jeho cíl, příp. cíle. Cílem se rozumí

dodání sjednaných výstupů definované kvality, ve sjednaném čase a v rámci přiděleného rozpočtu. Znamená to, že cíl je tvořen třemi základními dimenzemi: věcnou dimenzí (CO), časovou dimenzí (KDY) a nákladovou dimenzí (ZA KOLIK), z nichž jedna dimenze obvykle bývá určující, tedy má vyšší prioritu než ostatní. Hovoříme o tzv. trojimperativu projektu, resp. jeho určující ose (dimenzi). Během realizace projektu je naplňován tzv. životní cyklus projektu (project life cycle), který zahrnuje obvykle tyto fáze: iniciaci (initiation), plánování (planning), realizaci (execution & control) a uzavření (closing). Někdy bývá mezi fáze iniciace a plánování vkládána ještě fáze strategie. Principiálně jde o to iniciovat projekt, určit jeho cíle a strategii realizace, a následně získat od příslušné autority mandát k jeho realizaci. Realizace pak obnáší plánování cesty k naplnění cíle projektu, a posléze realizace této cesty, za průběžného plánování a řízení jakosti a rizik, resp. změn v jednotlivých aspektech projektu, pokud nastanou.

Každý projekt je doprovázen určitou mírou neurčitosti a nejistoty. Systematická identifikace a předcházení různým vlivům, které mohou mít na projekt vliv, je přirozenou a nezbytnou součástí řízení projektu. Pro vypořádání rizik projektů v rámci TQM [1] se sledují:

- odborná a organizační schopnost koordinátora projektu,
- struktura řešitelského týmu a schopnosti členů řešitelského týmu,
- schopnost týmové spolupráce členů týmu,
- zacílenost řízení problémů,
- schopnost řešit rizika; atd.

Kromě uvedeného principu se současně prosazují další principy [1,27,28]:

1. Princip prevence lze označit za klíčový [29]. Jeho zavedení v praxi znamená, že na všech úrovních řízení a ve všech procesech v podniku, je možné aplikovat přístupy, které umožní včas upozornit na možný vznik problému a problémy ještě v předstihu eliminovat. Mezi přístupy lze zařadit např. pečlivé zkoumání reálných i skrytých potřeb zákazníků, hodnocení způsobilosti dodavatelů před uzavřením obchodní smlouvy apod.
2. Princip všeobsažnosti, který zabezpečuje zlepšování jakosti nejenom u vybraného produktu, ale u všech podnikových procesů od marketingového výzkumu trhu až po poskytování pogramančního servisu.
3. Princip zpětné vazby. Daný princip existuje v podstatě v každém podniku, v tzv. deformované podobě, když se zboží vrací od zákazníků formou pasivní reklamace, když si klienti stěžují.
4. Princip matematické podpory, který spočívá v aplikaci různých metod a nástrojů matematiky, zejména pravděpodobnosti a statistiky. Absence jmenovaných metod v praxi vede k tomu, že problematika zabezpečování a zlepšování jakosti sklouzává na úroveň frází, kampaní a rozhodování na základě intuice, nikoli na základě faktů.
5. Princip transparentnosti, který garantuje srozumitelnost systému jakosti všem zainteresovaným osobám. Pozitivním stimulem předmětného principu je vtažení zaměstnanců do filozofie jakosti a dále vysvětlení problematiky zabezpečování a zlepšování jakosti.

6. Princip efektivnosti. I když jsou v počátcích investice do podnikového systému jakosti nemalé, je oprávněně očekávána jejich návratnost.
7. Princip týmové spolupráce. Je založen na práci v týmech, kde každý člen odevzdává své vědomosti a dovednosti ve prospěch určitého společného cíle.
8. Princip neustálého zlepšování.

Na základě poznatků z oblasti řízení [27-31] byla vytvořena charakteristika projektového řízení pomocí panelové diskuse 3 expertů (odborník na management, pracovník krizového řízení z Magistrátu hl. m. Prahy, pracovník HZS ČR pro Středočeský kraj specializovaný na krizové řízení) [32]. Z ní vyplynulo, že projektové řízení:

1. Má jasný cíl.
2. Má jasné priority.
3. Dbá na minimalizaci časových prodlev při provádění činností.
4. Požaduje určitou kulturu při provádění činností.
5. Požaduje účast všech zúčastněných.
6. Pečuje o lidské zdroje.
7. Dbá na komunikaci mezi zúčastněnými.
8. Zahrnuje vyjednávání s riziky.
9. Podporuje týmovou spolupráci.
10. Opírá se o plánování.
11. Vyžaduje neustálé zlepšování procesů.
12. Vyžaduje odpovědnost.
13. Podporuje vzdělávání a výcvik.
14. Dbá na kvalitní řízení a rozhodování.
15. Provádí systematické hodnocení rizik.

Kromě jiného v práci [32] bylo ukázáno, že typickou součástí projektového řízení je v ČR krizové řízení.

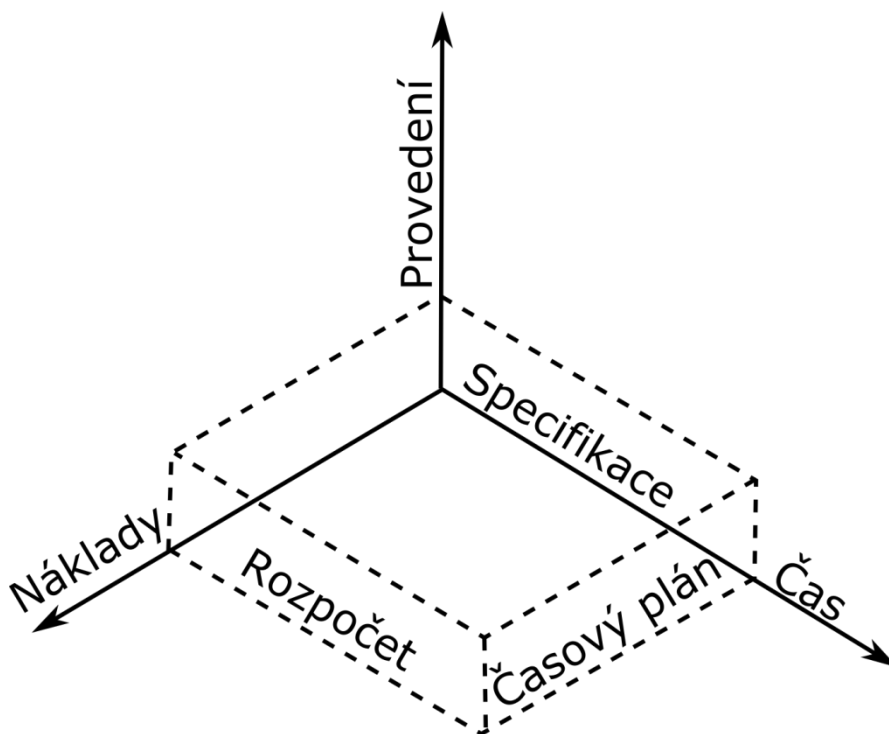
Závěrem je třeba zdůraznit, že projektové řízení typu TQM se skládá ze snah celé entity zavést a udržovat trvalé prostředí, ve kterém entita neustále zlepšuje svou schopnost poskytovat vysoce kvalitní produkty a služby pro zákazníky, tj. v případě veřejné správy pro občany. Krizové řízení v územních celcích je řízení zacílené na ochranu a přežití obyvatelstva. Ze srovnání projektového řízení typu TQM (Total Quality Management) a krizového řízení vyplývá jejich důraz na většinu principů v oblasti cílů, priorit a zacílených postupů při řešení problémů. Předmětný závěr znamená, že plány odezvy na kritické situace mají mít formu projektů. To znamená, že krizový plán entity je projekt, který se dělí na podprojekty zaměřené na konkrétní kritické pohromy a jednotlivé části entity. Předmětná skutečnost by měla být zdůrazňována, jelikož manažerům jasně říká, že krizové řízení má jasný cíl, jasné odpovědnosti, požaduje kvalitní řízení a rozhodování a neustále monitoruje rizika.

Tématu řízení projektů na mezinárodní úrovni se věnují různé profesní organizace nebo organizace vydávající **standards**. Nejvýznamnější jsou:

1. PMI (Project Management Institute, který má více než půl milionem členů ve 185 zemích),
2. IPMA (nezisková organizace pro řízení projektů, která má více než 50 sdružení na všech kontinentech),
3. AXELOS Limited.

Existuje rovněž mnoho oborových a dílčích metodik pro řízení projektů. Obecně nejznámější a světově nejrozšířenější **metodiky a standardy pro řízení projektů** jsou: PMBOK (Project Management Body of Knowledge) - kterou vydává PMI; a PRINCE2 (Projects IN Controlled Environment) - kterou vydává AXELOS Limited. Obě metodiky, svým způsobem de-facto standardy, obsahují vše potřebné k řízení projektů různého charakteru a různých velikostí. Ukazují kritéria, která jsou vodítkem pro volbu metody pro řízení konkrétního projektu.

Pro úplnost je třeba poznamenat, že Rossenau [33] obvyklou obecnou definici cílů rozšiřuje pro potřeby projektového managementu o element, který se stal základním kamenem novodobého projektového řízení a který od něj přebírají de facto všichni ostatní autoři, kteří se tématu věnují. Klíčovým atributem je pojem trojimperativ, který ilustruje, že je potřeba dosáhnout současně tří nezávislých cílů – ne pouze jednoho. Úspěšné řízení projektů znamená dosáhnout požadované parametry provedení v daném termínu nebo před ním a v rámci rozpočtových nákladů. Pro pochopení se uvádí přehledné schéma v podobě trojúhelníku či axiálního zobrazení (obrázek 1), které ukazuje skutečný vztah mezi parametry trojimperativu



Obr. 1. Trojrozměrnost projektových cílů – trojimperativ; zpracováno dle práce [33].

5. Riziko a bezpečnost technických děl a jejich okolí

Bezpečnost je dnes v odborných dokumentech a pracích chápána jako vlastnost celého systému, ne jako vlastnost dílčích částí. U technických děl ji vytváří člověk (tvůrce) svými opatřeními a činnostmi [4,5,12,14,34-39].

Na základě současného poznání riziko a bezpečnost jsou v určitém vztahu, ale nejsou komplementárními veličinami [4,5,40]. Bezpečnost technických děl se zajišťuje cíleným řízením rizik, a to podobně jako spolehlivost, anebo další cíle, kterými je např. zabezpečené technické dílo nebo odolné technické dílo. Rozdíly ve jmenovaných typech řízení jsou vysvětleny v pracích [4,5]. Jelikož řízení bezpečnosti se vztahuje k celému technickému dílu a zahrnuje předběžnou opatrnost, je v současné době upřednostněno [2,3,5] ve vyspělých zemích i předpisech organizací jako je OECD, IAEA, COMAH aj. [2,3,5,6-23, 35-39].

Lidské přání je řídit rizika tak, aby se nerealizovala. Na základě lidského poznání je to možné jen tehdy, když je pochopíme. Velmi důležité je pochopit velké dopady pohrom, které mají velmi nízkou pravděpodobnost výskytu. Vysoce důležité je v každém systému určit kritická místa a umět klasifikovat znalostní nejistoty, které jsou ve vstupních datech, použitých modelech a hlavně v tom, že reálné systémy jsou složité [4,5].

Podle poznání a zkušeností shrnutých v pracích [1-5,41] pro práci s riziky zacílenou na bezpečnost musí být v každém technickém díle:

- stanovena chráněná aktiva (jde o prioritní či kritické položky, na nichž závisí provoz technického díla) obrázek 2,



Obr. 2. Položky důležité pro bezpečné technické dílo [1-5].

- hierarchie pojmů, které jsou důležité pro zajištění bezpečných technických děl i lidí [36-39],
- stanoveny zdroje rizik a jejich dopady na chráněná aktiva,
- používány validované metody pro analýzu, hodnocení a posuzování rizik,
- používány správné způsoby řízení rizik zacílené na bezpečnost technického díla,
- používány správné způsoby inženýrského vypořádání rizik [41],
- aplikovány správné způsoby práce s riziky v čase.

Jak již bylo řečeno v úvodu, rizik existuje velké množství [1-3] a stále přibývají. Proto je třeba v řízení technických děl správně aplikovat antropogenní opatření a činnosti a mít jasně stanoven cíl, kterým je z pohledu lidí bezpečný lidský systém. Aby řízení rizik bylo úspěšné, tak se musí zaměřit na prioritní rizika a jejich aspekty [4]. Vyjednávání s riziky vychází ze současných možností lidské společnosti a spočívá v rozdělení vypořádání rizik do kategorií [2,3], jak bylo řečeno již v úvodu.

6. Procesní modely pro řízení bezpečnosti území a technického díla

V reálné inženýrské praxi zacílené na zajištění bezpečných technických děl je třeba oddělit dvě základní činnosti, které jejich tvůrci musí provést. V rámci první činnosti jde o hodnocení vlastností území, ve kterém je objekt umístěn, a jejím cílem je určit zadávací podmínky pro technické dílo tak, aby bylo zabezpečené vůči všem vnějším pohromám. V rámci druhé činnosti je třeba na základě zadávacích podmínek navrhnout, vystavět a provozovat technické dílo tak, aby neohrožovalo sebe a své okolí, a to ani při svých kritických podmínkách [4].

Podle současného poznání 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, v čase (výsledek studia je uveden na obrázku 3) [4,5,19].



Obr. 3. Hierarchický soubor provázaných procesů pro zajištění bezpečného území v čase.

Obrázek 3 ukazuje, že pro zajištění bezpečného území a bezpečných veřejných aktiv je třeba použít hierarchický soubor procesů (super proces), který se skládá z pěti procesů:

1. Proces pro získání dostatečných znalostí o území zahrnuje: stanovení aktiv v území; stanovení parametrů území a charakteristik aktiv v rozsahu územní plánovací dokumentace; a stanovení seznamu pohrom, které mají dopady na území (při jejich identifikaci je třeba vyjít ze seznamu pohrom, uvedeném v [1-4], aby nedošlo k zanedbání nějakého významného zdroje rizik).
2. Proces vyhodnocení rizik a následného řízení rizik zahrnuje: stanovení velikostí ohrožení pro všechny pohromy, které mohou mít dopady v daném území a také period jejich opakování (návratu); stanovení zranitelných míst v území a zranitelnost veřejných aktiv s ohledem na stanovené velikosti ohrožení (způsoby stanovení ohrožení jsou například v [2-4]); stanovení velikostí projektových pohrom (normativně určené velikosti pohrom); stanovení dopadů pohrom na území a jeho sledovaná aktiva (je vhodné určit normativní scénáře dopadů pro projektové pohromy); určení integrálních rizik pro všechny důležité pohromy (tj. zvažovat jak přímé dopady pohrom, tak nepřímé dopady pohrom na aktiva způsobené prostřednictvím vazeb a spřažení mezi aktivy); práce s riziky.
3. Proces vyhodnocení kvality řízení a vypořádání rizik zahrnuje: posouzení úrovně účinnosti prevence, připravenosti, odezvy a obnovy s ohledem na integrální rizika spojená s důležitými pohromami; stanovení kritických bodů v oblasti řízení a vypořádání rizik a určení jejich kritičností s ohledem na integritu a účinnost aplikovaných opatření a činností a způsob jejich řízení (tj. jde o odhalení zdrojů možných organizačních havárií); návrh korekcí pro vysoce kritické body.
4. Proces nastavení řízení bezpečnosti zahrnuje: stanovení opatření a činností pro místa s vysokou kritičností a jejich implementace v rámci krátkodobých, střednědobých a dlouhodobých realizačních plánů, a to včetně odpovědností za příslušné realizace a zdrojů potřebných pro realizace; zavedení kultury bezpečnosti na úrovni aktiv, pravidel pro řízení aktiv a řízení bezpečnosti území (a to od vrcholového managementu až po jednotlivé občany); a stanovení postupů odezvy v případě vzniku nouzové situace s požadavkem, aby při každé odezvě na kritické až extrémní situace byly řešeny otázky jak přežití lidí, tak kontinuita důležitých objektů, zařízení a infrastruktur.
5. Proces udržování (zachování) a zvyšování bezpečnosti zahrnuje: systematické vytváření schopnosti provádět včasné a účinné odezvy na kritické situace a zajistit obnovu a kontinuitu služeb v území; stanovení a realizaci strategického programu pro zvyšování bezpečnosti v čase, a to včetně sledování účinnosti procesů pro řízení a vypořádání rizik; pravidelné detailní hodnocení bezpečnosti území každých 10 let; a bezprostřední hodnocení bezpečnosti území po výskytu kritické situace.

Z důvodu dynamického vývoje je nutné sledovat území a připravovat postupy pro korekce nepříznivých situací. Z ekonomických důvodů je třeba nejprve použít nejlevnější postup, který naznačuje zpětná vazba 1 na obrázku 3; v případě jeho selhání použít postup naznačený zpětnou vazbou 2 atd.; v případě obrovských škod a ztrát ihned použít postup naznačený zpětnou vazbou 4, což znamená změnu koncepce bezpečnosti území. V každém případě označeném zpětnou vazbou se provádí dále uvedené úpravy procesů:

- v případě použití zpětné vazby 1, se provádí změny procesu řízení bezpečnosti území jako: změny pravidla pro řízení bezpečnosti území, změny se rozdělení rolí zúčastněných osob, změny se odpovědnosti osob, změny se priority a jejich řízení atd.,
- v případě použití zpětné vazby 2, se provádí změny v procesu hodnocení kvality řízení a vypořádání rizik jako: změny se způsoby řízení rizik v území, změny se rozdělení úkolů pro zvládání rizik mezi zúčastněnými osobami, změny se priority v oblasti řízení a vypořádání rizik, změny se přidělování prostředků na opatření vedoucí ke snížení rizika – např. přestane se spoléhat jen na odezvu a provedou se i preventivní opatření atd.,
- v případě použití zpětné vazby 3, se provedou změny v procesu hodnocení rizik jako: zavedou se další kritéria pro hodnocení rizik, změny se hodnotové stupnice, zváží se příspěvky k integrálním rizikům od dalších vazeb a spřažení mezi aktivity, a to hlavně ty, které byly odhaleny jako původci obrovských škod, ztrát a újmy na veřejných aktivech atd.,
- v případě použití zpětné vazby 4, se provede změna v procesu poznávání území jako: jsou doplněny a do praxe zavedeny nové poznatky, např. do sady zdrojů rizik jsou přidány další škodlivé jevy, které byly odhaleny jako zdroje obrovských škod, ztrát a újmy na veřejných aktivech, změny se velikosti kritičnosti pohrom, změny se velikosti zranitelností aktiv a k tomu se zavedou příslušná opatření atd.

Obrázek 4 ukazuje, že pro zajištění bezpečného technického díla (technologického objektu nebo zařízení), které se nachází v reálném území, je nutné aplikovat super proces, který se skládá ze čtyř procesů:



Obr. 4. Hierarchický soubor provázaných procesů pro zajištění bezpečného technického díla v čase.

1. Proces umístění, návrhu, výstavby a konstrukce technického díla (budovy, zařízení, sítě) zahrnuje: sběr dat o území a jeho aktivech v rozsahu územně plánovací dokumentace; shromáždění dat o pohromách a jejich dopadech,

ohroženích a specifikách v daném území (při identifikaci pohrom je třeba vyjít ze seznamu pohrom, uvedeném v [1-3], aby nedošlo k zanedbání nějakého významného zdroje rizik; způsoby stanovení ohrožení jsou například v [2-4]; stanovení a posouzení integrálních rizik a stanovení zranitelnosti technického díla nebo zařízení s ohledem na možné pohromy všeho druhu, a to i těch, kterými v případě kritických podmínek technické dílo může poškodit území, ve kterém je umístěn; umístění entity, projektování, výstavba a konstrukce objektů a zařízení s ohledem na odhalená rizika s respektováním principu ochrany do hloubky (Defence-In-Depth) [4,5]) a vypořádání rizik spojených s vazbami a spřaženími mezi technickým dílem nebo zařízením a jeho okolím; a stanovení způsobu řízení bezpečnosti technologického celku v průběhu jeho životního cyklu (dokumentace: předběžná bezpečnostní zpráva [4]).

2. Proces přípravy a zahájení trvalého provozu technologického celku (budovy, zařízení, sítě) zahrnuje: zkoušky funkčních schopností jednotlivých budov, vybavení a zařízení a odstranění odhalených zdrojů rizik v oblastech technické a organizační; poloprovoz, během kterého se zjišťují a vypořádávají rizika spojená s vazbami a spřaženími (realizovanými různými toky při provozu), a to uvnitř i vně technického díla; zkušební provoz, během něhož se dále zjišťují a vypořádávají rizika spojená s vazbami a spřaženími (realizovanými různými toky při provozu), a to uvnitř i vně technického díla; realizace návrhu řízení bezpečnosti technického díla (zpracování předprovozní bezpečnostní zpráva a návrh zprávy provozní bezpečnosti [4]); a zahájení trvalého provozu.
3. Proces bezpečného provozu technického díla (budovy, zařízení, sítě) během životního cyklu zahrnuje: zavedení provozních postupů pro normální, abnormální a kritické podmínky, kultury bezpečnosti a monitoringu rizik; program pro zvyšování bezpečnosti technického díla v čase a postupy plánu kontinuity pro překonání kritických podmínek (provozní bezpečnostní zpráva [4]); plán optimální údržby budov, vybavení a zařízení a jeho zabezpečení (odpovědnosti, prostředky); plán pro pravidelné prohlídky budov, vybavení a zařízení a pravidel pro provádění včasných oprav zjištěných závad na budovách, vybavení a zařízení, zejména těch, které důležité z bezpečnostních důvodů a jejich zabezpečení, a ve kterých jsou vyznačeny odpovědnosti, postupy a prostředky; plán modernizace budov, vybavení a zařízení a plán pravidelných auditů bezpečnosti technického díla a jeho dopadů na okolí (s vyznačenými odpovědnosti, prostředky), a to včetně posuzování: úrovně kultury bezpečnosti, úrovně realizace opatření pro zvládnutí zjištěných významných rizik, úrovně odstranění zdrojů organizační havárií; a včasné reakce na kritické situace a zajištění kontinuity provozu technického díla po opravě.
4. Proces ukončení činnosti technického díla (budovy, zařízení, sítě) zahrnuje vyřazení z provozu, odstranění budov a zařízení a předání území pro nové použití zahrnuje: stanovení zdrojů a odpovědnosti za opatření a aktivity, které jsou nezbytné pro odstranění technického díla vyřazeného z provozu (budovy, zařízení a sítě) a sanační práce; odstranění budov, zařízení a sítí z území; provedení dekontaminace území. Jde o proces, na který se často zapomíná v praxi, jak ukazuje spousta brownfields show, a proto, je třeba nezapomínat na předmětný úsek během životního cyklu technického díla.

Z důvodu dynamického vývoje je nutné sledovat technické dílo a připravovat postupy pro korekci nepříznivých situací. Je také nutné zvažovat, že každý technologický celek má omezenou životnost, a proto, pro zachování podmínek pro bezpečí a rozvoj lidí je nezbytné předcházet znehodnocení území. Z toho důvodů je třeba připravit postupy a

korekce u každého technického díla pro odvrácení nepříznivých situací. Z ekonomických důvodů je třeba nejprve použít nejlevnější postup, který je vyznačený zpětnou vazbou 1 na obrázku 4; v případě jeho selhání použít postup vyznačený zpětnou vazbou 2 atd.; v případě obrovských škod ihned použít zpětnou vazbu 3, která znamená úplnou změnu konceptu bezpečnosti. V každém případě označeném zpětnou vazbou se provádí dále uvedené úpravy procesů:

- v případě použití zpětné vazby 1, se provádí změny v procesu řízení bezpečnosti technického díla jako: změny se požadavky státní správy na provoz technického díla, pravidla pro řízení bezpečnosti technického díla, priority v řízení bezpečnosti technického díla často je nutné vyřešit konflikty mezi bezpečností veřejných aktiv a počtem výrobků nebo služeb technického díla atd.),
- v případě použití zpětné vazby 2, se provádí změna procesu přípravy a zahájení trvalého provozu technického díla, např. změny se způsoby řízení a vypořádání rizik a jejich ověření během zkušebního provozu, změny se alokace vypořádání rizik mezi zaměstnanci, změny se priority v oblasti řízení a vypořádání rizik, změny se systém přidělování prostředků pro opatření vedoucí ke snížení rizika – např. přestane se spoléhat jen na odezvu a provedou se i preventivní opatření atd.,
- v případě použití zpětné vazby 3, se provádí možné změny v umístění stavby, projektování, výstavbě a konstrukci technického díla, např. jsou zváženy další zdroje rizik, použita další kritéria pro hodnocení rizik, změněny hodnotové stupnice, zváženy další příspěvky k integrálnímu riziku spojené s vazbami a spřaženími mezi aktivy, které byly odhaleny jako zdroje velkých ztrát, škody a újmy na veřejných aktivech atd. Pochopitelně v souladu s pravidly uvedenými v [2,3] se v daném případě nejprve přehodnotí potřebnost technického díla. Je-li předmětné dílo pro území potřebné, tak se provedou korekční opatření a zavede se monitoring s častějším hodnocením a korigováním rizik.

Dynamický vývoj vyžaduje pravidelně hodnotit v každém území koexistenci území a technických děl, která jsou v něm umístěná, protože je nutné zachovat podmínky v území, které umožní bezpečný život budoucích lidských generací. Při zjištění významných problémů je nezbytné nalézt zdroje, síly a prostředky pro odstranění závažných dopadů na budoucí stav území a budoucí generace. Je nutné určit opatření, zdroje pro jejich realizace a odpovědnost za jejich provádění, v rámci veřejného zájmu je nutné použít všechny prostředky pro provedení nápravy v přijatelném časovém horizontu.

Jelikož nejde o triviální problémy, ale o propojení mnoha oblastí, tak se zpracovává speciální dokumentace. Pro každé technické dílo je třeba na základě dat, měření a výsledků testů i zkušebního provozu zpracovat zprávu, ve které je uveden způsob zajištění bezpečnosti, jak vyžaduje např. atomový zákon (zákon č. 263/2016 Sb.), direktiva SEVESO, a v omezené míře i zákon č. 224/2015 Sb. Na základě srovnání poznatků nejpodrobnější bezpečnostní zpráva má obsah: Úvod. 2. Popis zařízení. 3. Opatření pro řízení bezpečnosti. 4. Hodnocení lokality. 5. Konstrukční aspekty. 6. Popis a konformita systémů s projektem. 7. Analýza bezpečnosti (deterministické a pravděpodobnostní). 8. Uvedení do provozu. 9. Provozní aspekty. 10. Provozní limity a podmínky. 11. Ochrana proti úniku nebezpečných látek. 12. Nouzová připravenost. 13. Aspekty ochrany životního prostředí vně zařízení. 14. Nakládání s odpady. 15. Vyřazení z provozu a ukončení životnosti. Doklady o revizích a aktualizacích. Seznam použitých dokumentů.

Bezpečnostní zpráva dokumentuje, že bylo provedeno hodnocení bezpečnosti technického díla, a že během provozu bude technické dílo bezpečné, což znamená, že byla vypořádána všechna prioritní rizika, nastaven monitoring včetně nápravných opatření při realizaci rizik [4]. Aby se zabránilo chybám při spouštění, tak před zahájením provozu realizuje podrobný audit zprávy o bezpečnosti. Audit je nutné provést ze dvou hledisek:

- jak je objekt zajištěn proti všem pohromám, které jsou možné v daném místě,
- zda objekt neohrožuje sebe a své okolí při svých kritických podmínkách.

Při auditu se používají inženýrské metody disciplín [3-5,22,23,41-43], které pracují s riziky za účelem posouzení dále uvedených skutečností:

- co by se mohlo stát,
- jak je to pravděpodobné,
- lze si představit důsledky,
- kdo / co je v ohrožení,
- jaký je katastrofický potenciál,
- jaká příčina by mohla odstartovat katastrofické důsledky,
- kontrolovatelnost/dobrovolnost,
- obeznámenost / prodleva,
- jaká je nevratnost důsledků,
- jaká je přijatelnost,
- jaká je míra obav,
- jak spravedlivě budou rozděleny dopady,
- co by se mělo dělat,
- co se musí dělat.

7. Závěr

Aby bylo zajištěno bezpečí a rozvoj lidí, tak prostředí i technická díla musí být bezpečná. To znamená, že musí být řízena rizika technických děl, rizika území i rizika vznikajícími interakcemi mezi technickými díly a okolním územím v čase. Bezpečnost technického díla a jeho okolí lze zajistit jen kvalitním antropogenním řízením rizik. V rámci umístění, projektu a zhotovení technického díla je třeba provést snížení závažných rizik pomocí preventivních opatření. Při provozu na základě principů projektového řízení TQM je třeba sledovat stav technického díla a v případě potřeby provádět nápravná opatření, a připravit odezvu a obnovu pro případ realizace rizik, která nebyla vypořádána buď z důvodu opomenutí nebo neznalostí v procesu projektování a zhotovení, anebo preventivní opatření by byla velmi nákladná.

Na základě znalostí a zkušeností jsou vypracovány dva navazující modely procesů řízení rizik. První model (obrázek 3) je pro řízení rizik území a zobrazuje pět propojených procesů, jejichž správné řízení zajistí bezpečné území v čase; je základem zadávacích podmínek pro technické dílo. Druhý model (obrázek 4) je pro

řízení rizik technického díla a zobrazuje čtyři propojené procesy, jejichž správné řízení zajistí bezpečné technické dílo v čase.

Poděkování: Autoři děkují za podporu EU a MŠMT, grant na projekt RIRIZIBE, CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_018/0002649.

Literatura

- [1] PROCHÁZKOVÁ, D. *Strategické řízení bezpečnosti území a organizace*. ISBN: 978-80-01-04844-3. Praha: ČVUT 2011, 483p.
- [2] PROCHÁZKOVÁ, D. *Analýza a řízení rizik*. ISBN: 978-80-01-04841-2. Praha: ČVUT 2011, 405p.
- [3] PROCHÁZKOVÁ D. *Analýza, řízení a vypořádání rizik spojených s technickými díly*. ISBN 978-80-01-06480-1. Praha: ČVUT 2018, 222p.
<http://hdl.handle.net/10467/78442>
- [4] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost složitých technologických systémů*. ISBN: 978-80-01-05771-1. Praha: ČVUT 2015, 208p.
- [5] PROCHÁZKOVÁ, D. *Zásady řízení rizik složitých technologických zařízení*. e-ISBN: 78-80-01-06182-4. Praha: ČVUT 2017, 364p.
<http://hdl.handle.net/10467/72582>
- [6] 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, 2362p.
- [7] ALE, B., PAPAZOGLU, I., ZIO, E. (eds). *Reliability, Risk and Safety*. ISBN 978-0-415-60427-7. London: Taylor & Francis Group 2010, 2448p.
- [8] 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, 3035p.
- [9] 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, 6889p.
- [10] 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, 3387p.
- [11] 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, 2453p.
- [12] 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, 4560p.

- [13] 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, 2942p.
- [14] CEPIN, M., BRIS, R. *Safety and Reliability – Theory and Applications*. ISBN: 978-1-138-62937-0. London: Taylor & Francis Group 2017, 3627p.
- [15] 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, 3234p.; ISBN: 978-1-351-17466-4 (eBook); <https://www.ntnu.edu/esrel2018>.
- [16] PROCHÁZKOVÁ, D. (ed.). *Selected Risks of Business Processes*. ISBN:978-80-01-05831-2 Praha: ČVUT 2015, 190 p.
- [17] PROCHÁZKOVÁ, D. (ed.). *Rizika podnikových procesů 2015*. ISBN: 978-80-7414-967-2. Ústí nad Labem: Universita Jana Evangelisty Purkyně 2015, 212 p.
- [18] PROCHÁZKOVÁ, D. (ed.). *Rizika podnikových a územních procesů a poznatky pro krizové řízení*. ISBN: 978-80-01-06033-9. Praha: ČVUT, 2016, 507p.
- [19] PROCHÁZKOVÁ, D. (ed.). *Risk and Business and Territorial Processes*. ISBN: 978-80-7561-021-8. Ústí nad Labem: UJEP 2016, 204p.
- [20] PROCHÁZKOVÁ, D. (ed.). *Řízení rizik procesů spojených s technickými díly*. ISBN 978-80-01-06351-4. Praha: ČVUT 2017, 297p. <http://hdl.handle.net/10467/73522>
- [21] PROCHÁZKOVÁ, D. (ed.). *Řízení rizik procesů spojených s technickými díly*. ISBN 978-80-01-06515-0. Praha: ČVUT 2018, 481p. <http://hdl.handle.net/10467/79042>
- [22] 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, 134p., <http://hdl.handle.net/10467/78522>
- [23] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J., LUKAVSKÝ, J., BERAN, V., ŠINDLEROVÁ, V. *Řízení rizik procesů spojených se zhotovením technického díla a jeho uvedením do provozu*. ISBN 978-80-01-06609. Praha: ČVUT 2019, 207p. <http://hdl.handle.net/10467/84466>
- [24] PROCHÁZKA, T. *Spolupráce veřejného a soukromého sektoru*. Diplomová práce. Praha: VŠFS 2008, 107p.
- [25] KATOLICKÝ, A. *Knowledge Management*. www.volny.cz/katolicky/
- [26] HARDJONO, T. W., HAVE, S., HAVE, W. D. *The European Way to Excellence How 35 European Manufacturing, Public and Service Organisations Make Use of Duality Management*. Brussels: European Commission 1996, 215 p.
- [27] NENADÁL, J. *Management*. ISBN 80-7261-110-0. Praha: Management Press 2004. 335 p.
- [28] NENADÁL, J. *Měření v systémech managementu jakosti*. ISBN 80-7261-110-0. Praha: Management Press 2004, 335 p.

- [29] GUSTIN, J. F. *Disaster & Recovery Planning: a Guide for Facility Managers*. ISBN 0-88173-323-7 (FP), 0-13-009289-4 (PH). Lilburn: The FairMont Press, Inc. 2002, 304p.
- [30] ROBBINS, S. P. *Management*. ISBN 80-247-0495-1. Praha: Grada Publishing 2004, 600 p.
- [31] LEARCH, M. R., HAIMES, Y. Y. Multiobjective Risk Impact Analysis Method. *Risk Analysis*, 7 (1987) 2, 225-241.
- [32] PROCHÁZKOVÁ, D. Projektové a krizové řízení. In: *Metody a postupy ke zkvalitnění výuky krizového řízení a přípravy obyvatelstva na řešení krizových situací*. ISBN 978-80-7454-412-5. Uherské Hradiště: Z Studio, spol. s r.o. 2014, pp. 232-244.
- [33] ROSSENAU, M. *Řízení projektů*. ISBN 80-7226-218-1, 2. Brno: Computer press 2003. 344 p.
- [34] UN. *Human Development Report*. New York 1994. www.un.org.
- [35] EU. *The Safe Community Concept*. PASR project.Brussels
- [36] IAEA. *Safety Guides and Technical Documents*. Vienna: IAEA 1954 – 2017. www.ns.iaea.org/standards
- [37] COMAH. *Safety Report Assessment Manual: COMAH*. London: UK- HID CD2 London 2002, 570 p.
- [38] 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:
- [39] OECD. *Guiding Principles on Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response*. Paris: OECD 2003, 192 p.
- [40] PROCHÁZKOVÁ, D. *Základy řízení bezpečnosti kritické infrastruktury*. ISBN 978-80-01-05245-7. Praha: ČVUT 2013, 223p.
- [41] PROCHÁZKOVÁ, D. *Metodika pro odhad nákladů na obnovu majetku v územích postižených živelní nebo jinou pohromou*. Ostrava: SPBI SPEKTRUM XI 2007, ISBN 978-80-86634-98-2, 251p.
- [42] IAEA. *Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants. Safety Guide. No. GS-G-4.1*. Vienna: IAEA 2010.
- [43] PROCHÁZKOVÁ, D. *Metody, nástroje a techniky pro rizikové inženýrství*. ISBN: 978-80-01-04842-9. Praha: ČVUT 2011, 369p.

ZDROJE RIZIK TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ

SOURCES OF RISKS OF TECHNICAL SYSTEMS

Dana Procházková¹⁾, Jan Procházka²⁾

¹⁾ ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Technická 4, Praha 6

²⁾ ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Konviktská 20, Praha 1

Abstrakt: Každé technické dílo je umístěno v území, které je postihováno jistými pohromami, tj. zdroji rizik pro technické dílo. Jde o vnější zdroje rizik pro technické dílo, a kromě nich jsou vnitřní zdroje rizik spojené s existencí a provozem technického díla, a zdroje rizik spojené s interakcemi technického díla s jeho okolím. Článek obsahuje zdroje rizik technických děl, které jsou zásadní pro různé fáze jejich životnosti (výběr typu a regionu pro umístění; projekt a výstavba; provoz; odstavení z provozu a vyčištění zabraného území); předmětné zdroje rizik jsou zobrazeny pomocí grafu rybí kosti.

Klíčová slova: procesy; havárie; selhání; rizika; technická díla; zdroje rizik.

Abstract: Each technical facility is located in a territory which is affected by certain disasters, i.e. sources of risks for the technical facility. These are external sources of risks for the technical facility and, in addition, there are the internal sources of risks associated with the existence and operation of the technical facility, and the sources of risk associated with the interaction of the technical facility with its surroundings. The article contains sources of risks of technical facilities which are essential for the different phases of their life (selection of type and region for sitting; project and construction; operation; decommissioning and cleaning of the occupied territory); the risk sources are depicted by the fishbone graphs.

Key words: processes; accident; failure; risks; technical facilities; sources of risks.

1. Úvod

Technická díla jsou systémy fyzické (technologické, technické), kybernetické nebo organizační. Příkladem fyzických technických děl jsou budovy, technická zařízení pro výrobu, přenos energií, sítě, dopravní prostředky, materiální vybavení, počítačové systémy pro řízení výrobních a jiných procesů, informační zdroje apod., ekonomické a organizační celky. Každý technický systém, tj. jednoduchý nástroj či jednoduchá technická zařízení až po rozsáhlé a složité technické dílo chápeme v souladu s poznáním shrnutém v práci [1] jako otevřený systém, a to jednoduchý až složitý systém systémů, tj. jako několik otevřených systémů, které se vzájemně prolínají, a jsou propojené s okolím [2-4].

Propojení způsobují závislosti, které jsou příčinami specifických zranitelností [4]. Kromě žádoucích propojení vznikají za jistých podmínek i propojení nežádoucí, která vedou k selhání technických systémů, která za jistých okolností výrazně poškozují technický systém i jeho okolí. Proto je třeba technické systémy obecně chápat jako otevřené systémy systémů, které mají rozmanitá aktiva a které se v dynamicky proměnném světě mění [2-4]. Rozmanitost aktiv způsobuje, že za jistých podmínek jsou požadavky na opatření, která zajišťují bezpečnost jednotlivých aktiv, konfliktní, což znamená, že metody používané k řízení rizik zacílené na bezpečnost technických systémů musí být multikriteriální [2-6].

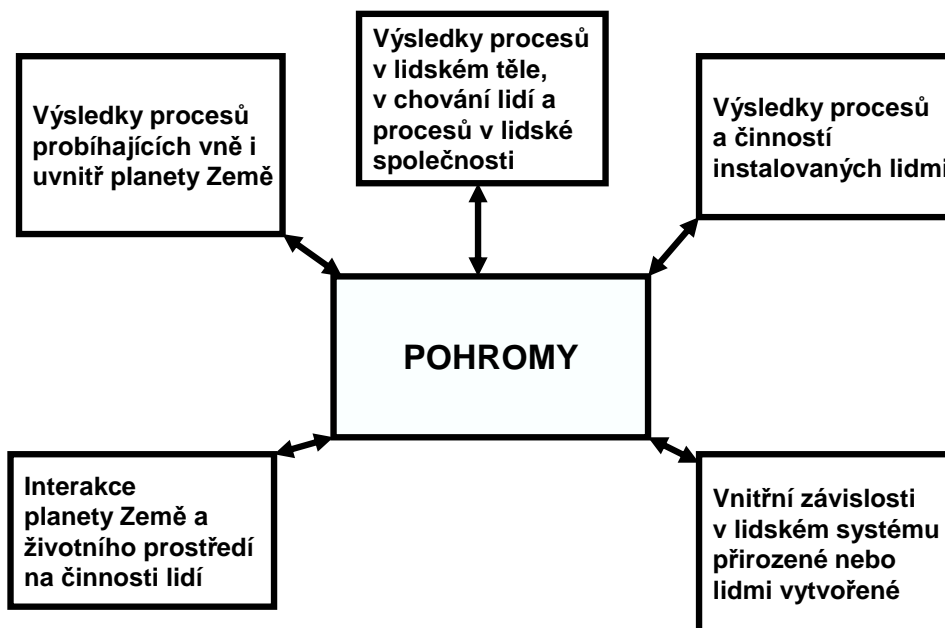
Svět se dynamicky vyvíjí, tj. probíhají v něm rozmanité procesy, které jsou mimo jiné i příčinou rizik v lidském systému, tj. území i v technických systémech, které vedou ke škodlivým jevům / pohromám (které zahrnují i havárie a selháním technických systémů) [5]. Cílem lidského snažení je bezpečná lidská společnost, bezpečná komunita, bezpečné území, bezpečná technická díla atd., podrobnosti jsou např. v publikacích [5,7,8]. Všechny sledované systémy jsou složité, a proto je nahrazujeme modely umístěnými do jistého modelu prostředí (okolí systému), které mají určitou hladinu podrobnosti, a tím i jisté meze platnosti; v technické praxi se používá pojem limity a podmínky. Je si třeba proto uvědomit, že mimo těchto mezí jsou závěry získané aplikací použitých modelů neoprávněné a mohou způsobit chybná rozhodnutí vedoucí k iniciaci pohrom či celých řetězců pohrom (v daných souvislostech často mluvíme o organizačních haváriích [2]).

Každý technický systém je umístěn v území, které je postihováno jistými pohromami, tj. leží v něm zdroje rizik. Jde o vnější zdroje rizik pro technický systém, a kromě nich jsou vnitřní zdroje rizik spojené s existencí a provozem technického systému, a zdroje rizik spojené s interakcemi technického systému a jeho okolí. V dalších odstavcích je uveden přehled zdrojů rizik a odkazy na literaturu, ve které jsou pohromy, tj. zdroje rizik sledovány podrobně. Speciální pozornost je věnována zdrojům rizik, jejichž původcem je člověk a jejichž důsledkem jsou tzv. organizační havárie.

Další specifické nové zdroje rizik přináší pokračující robotizace. Zdroje rizik vznikají hlavně na rozhraních: stroj – IT; IT – IT; a člověk – IT; např. [3]. V práci [9] je ukázáno, že původcem zdrojů rizik při aplikaci kybernetických technologií je z 84% člověk, jejich tvůrce. Z citované práce vyplývá, že v dané oblasti je podstatné zajistit důvěrnost, integritu a dostupnost kybernetických technologií, když jsou k činnosti technického systému 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.

2. Procesy vyvolávající jevy, jež jsou zdroji rizik pro technické systémy

Lidem i dalším veřejným aktivům působí ztráty a škody jevy, pro které česká legislativa od r. 1811 používá pojem „pohromy“. Výčet pohrom [2,5,10] ukazuje, že pohromy dle procesu, jehož jsou produktem, mají velmi různou fyzikální, chemickou, ekonomickou, biologickou, sociální či kybernetickou podstatu. Právě tento fakt je rozhodující z hlediska bezpečnosti, protože preventivní opatření musí být zaměřena na povahu pohromy, aby byla účinná [2]. Obrázek 1 ukazuje základní rozdělení zdrojů pohrom podle procesů, které je vyvolávají.



Obr. 1. Zdroje pohrom.

Vlastnosti a charakteristiky pohrom jsou uvedené např. v publikacích [10,11]. Dále se soustředíme na pohromy, jejichž příčiny jsou vnitřní jevy technických systémů a technologií, leží v propojení technických systémů a jejich okolí a v lidské činnosti.

2.1. Vnitřní zdroje rizik, které působí havárie a selhání technických děl

Havárie či selhání technických systémů, označované v odborné literatuře jako technologické pohromy, zahrnují poruchy, selhání zařízení, selhání propojeného souboru zařízení, nehody a havárie. Jde o průmyslové havárie, havárie při přepravě a skladování nebezpečných látek, dopravní nehody a o jiné jevy, které narušují stabilitu a soudržnost území v důsledku technologií provozovaných člověkem. V praxi speciálně sledujeme:

- průmyslové havárie,
- radiační havárie,
- havárie při přepravě či skladování nebezpečných látek,
- dopravní nehody,
- porušení stability podloží vlivem vibrací, které při činnosti vyvolávají stroje a dopravní prostředky, anebo vahou objektů (např. u přehrad).

Předmětné pohromy jsou výsledky procesů a činností instalovaných lidmi, a proto člověk korekcí svých činností má jistý potenciál ovlivnit jejich výskyt, průběh a četnost výskytu [10].

Průmyslová havárie je havárie spojená s destrukcí nebo selháním průmyslového komplexu, při nichž dojde k uvolnění nebezpečných látek, požáru, vzniku tlakové vlny a rozletu úlomků. Speciálně se pak sledují chemické a radiační havárie [10].

Havárie při přepravě či skladování nebezpečných látek je výskyt jevu, který je spojen s vlastností nebezpečných látek a který nastane při přepravě či skladování nebezpečných látek a má dopady na životy a zdraví lidí, majetek a životní prostředí.

Dopravní nehoda je výskyt jevu při dopravě, který má dopady na životy a zdraví lidí, majetek a životní prostředí.

Porušení stability podloží vlivem vibrací je narušení soudržnosti podložních vrstev vlivem dlouhodobého působení vibrací, které jsou vyvolány technologickými zařízeními (např. kompresory, buchary používané při těžbě ropy), anebo častými komorovými odstřely používanými jako součást technologie těžby nerostů.

Chemické havárie mají v Evropě vysokou pravděpodobnost výskytu a velikost jejich dopadů může být značná. Příčiny nebezpečí v hlavních technologických zařízeních jsou početné a rozmanité. Průmyslové komplexy se často nacházejí v blízkosti obytných celků. Sekvence událostí vedoucích k havárii může být velmi rychlá a záchranné složky nemají čas na svou organizaci.

Nebezpečné látky se rychle uvolňují a okamžitě ohrožují. Je obtížné detekovat a analyzovat uvolněné substance a posoudit jejich dopady. Proto např. záchranné útvary (v České republice Integrovaný záchranný systém) jsou aktivovány i v případě, když podnik má své vlastní záchranné služby. Na velkém území je vysoké nebezpečí otravy lidí a zvířectva, znečištění vod a půdy. Úroda může být zničena a v extrémních případech může být postižené území na určitý čas vyhlášeno jako "zakázaná zóna" [10].

Riziko spojené s haváriemi či selháními technických systémů je charakterizováno souborem dopadů, které vyvolá samotná havárie a pravděpodobností výskytu samotné havárie. V technické praxi odráží stupeň integrity bezpečnosti vložené do projektu technického systému a kvalitu provozního výkonu technického systému. Jeho míra určená jeho pravděpodobností (četností) výskytu je sice v denním životě méně známá, je však životně důležitá pro technické systémy, protože vzbuzuje důvěru ve vysokou integritu bezpečnosti a dobrou provozní praxi [2,3].

Riziko technických systémů se obvykle vyjadřuje pomocí očekávaných ztrát za určitou dobu, a to v oblasti úmrtí zaměstnanců a ekonomických ztrát; ve větší šíři pak zahrnuje úmrtí a zranění lidí i ekonomické ztráty v okolí technického systému, újmy na životním prostředí a finanční ztráty veřejné správy a ostatních technických systémů v okolí, které byla postižena havárií [2,3].

Ve strategickém řízení je riziko pravděpodobná velikost nežádoucích dopadů (ztrát, škod a újmy) způsobených pohromou o velikosti ohrožení na chráněná aktiva za specifikovaný časový interval v normativně určené rozloze území. Proto velikost rizika, které představuje jistá pohroma, závisí jednak na velikosti ohrožení v daném místě a jednak na množství a zranitelnosti chráněných aktiv v daném místě.

2.2. Selhání obslužnosti technických děl a infrastruktur

Technické systémy ve formě objektů technických děl a infrastruktur zajišťují výroby a služby pro kvalitní lidský život, umožňují ochranu i přežití lidí při kritických situacích. Proto je z hlediska potřeb lidské společnosti nutné zabráňovat narušení provozu nebo selhání technických děl, anebo infrastruktur územních, ekonomických, informačních, komunikačních, společensko-organizačních a nouzových služeb. Jejich příčiny jsou: živelní pohromy; průmyslové havárie spojené s technologií – stárnutí materiálů,

nedokonalá propojení mezi komponentami fyzická, územní, kybernetická a logická; sabotáže a teroristické útoky; a válka [2-4,12]. Předmětná selhání vedou ke ztrátě obslužnosti území, čímž lidé ztrácí základní potřeby k životu nebo je dostávají v nedostatečném množství. V praxi se sleduje selhání infrastruktur: ekonomických; územních; kybernetických; a v oblasti služeb, zásobování a spojení [13-15]. V praxi se zapomíná na infrastruktury vzdělávací, výzkumu a sociálních vztahů [14], které jsou důležité pro zajištění bezpečnosti technických děl.

Rizika a problémy spojené s ochranou technických systémů jsou shrnuty v pracích:

- technická zařízení a objekty [2-4],
- technické objekty a infrastruktury [2,4,12,16]
- selhání služeb technických systémů [4].

Práce [4] uvádí také rizika spojená s nedostatky v řízení pohrom z pohledu konceptu „bezpečná komunita“. Z prací [3,4] vyplývá, že se dosud nedostatečně zvažují zdroje rizik ovlivňující provoz technických systémů, jakými jsou:

- selhání celé kritické infrastruktury nebo některé z dílčích infrastruktur kritické infrastruktury, anebo základních dodavatelských řetězců,
- nedostatečná kvalita podpory, dohledu a dozoru nad výstavbou a provozem technických děl ze strany státu,
- selhání vzdělávací infrastruktury a infrastruktury výzkumu, které zajišťují výstavbu a provoz technických děl,
- devastace a nevhodné využívání přírodních zdrojů a surovin,
- nerespektování současného poznání (know-how).

2.3. Organizační havárie

Člověk je tvůrce i provozovatel, tj. řídicí faktor, technických systémů. Svým přístupem a činnostmi proto zásadním způsobem ovlivňuje jejich chování a činnost. Příčiny havárií, které způsobil člověk lze v zásadě rozdělit do dvou skupin, a to:

- chybné úkony provedené úmyslně či neúmyslně,
- tzv. organizační havárie.

Lidský faktor jako původce havárií z první skupiny je sledován v pracích [2,15]; a velmi podrobně v článkách uvedených v knihách [17-26].

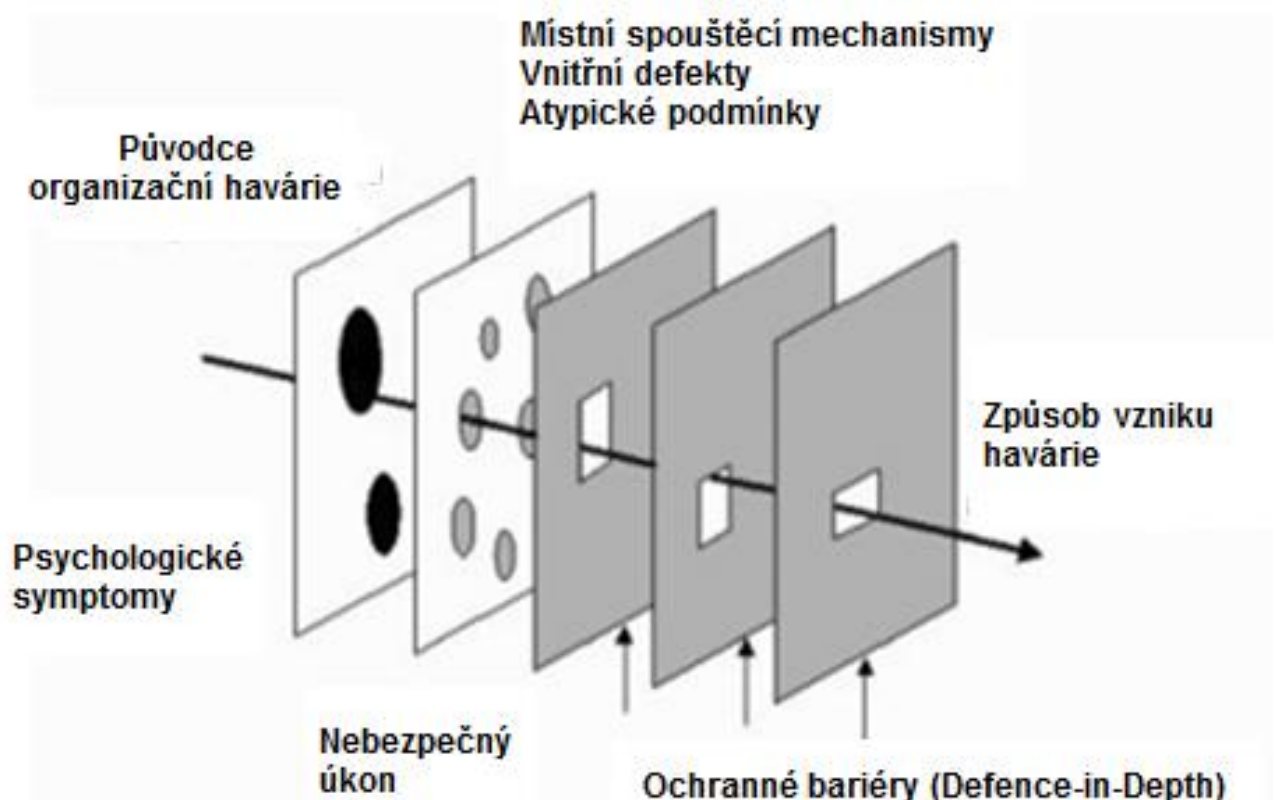
Organizační havárie je pojem z dnešní technologické praxe. Znamená selhání řízení technického díla v neprospěch veřejného zájmu. K vymezení pojmu došlo v r. 1981 v rámci EU při zavádění směrnice Seveso I [27] do praxe, při kterém byly na základě analýzy závažných havárií identifikovány příčiny závažných havárií. Jednou z oblastí příčin havárií se ukázaly přístupy používané v řízení, a to koncepce řízení a systémy řízení. Analýzy ukázaly, že selhání systému řízení technických děl přispělo k příčinám více než 85% nahlášených havárií. Výsledky navázaly na závěry důkladné analýzy havárie jaderné elektrárny Three Mile Islands [28].

Jak již bylo řečeno, organizační havárie je havárie způsobená chybami člověka, tvůrce a provozovatele technického systému. Původem předmětných chyb jsou jak lidské neznalosti, tak dále uvedené praktiky spojené s řízením technického systému:

- přecenění vlastních rozhodnutí ze strany řídicího pracovníka,
- neznalosti a nezkušenosti řídicího pracovníka,
- neschopnost řídicího pracovníka zajistit včasné a správné předání zásadních informací,
- malá oprávnění (kompetence) řídicího pracovníka pro řešení problémů,
- podcenění závažnosti situace ze strany řídicího pracovníka,
- nerespektování zákonitostí přírodních, technických, ekonomických a sociálních při rozhodování řídicího pracovníka.

Model organizační havárie nazvaný Swiss Cheese byl navržen počátkem 90. let anglickým psychologem Jamesem Reasonem jako referenční model pro etiologii a výzkum organizačních havárií ve výrobních systémech s cílem jim zabránit [29]. Jeho přínosem je, že ukazuje složitost reálných procesů a také způsob, jak latentní selhání (chyby) na řídicí úrovni vedou za určitých podmínek k fatálním haváriím. Na jeho základě de facto byl postaven koncept ochrany do hloubky [30], o který se opírá dnešní pokrokové řízení bezpečnosti složitých systémů.

Obrázek 2 ukazuje logickou představu vzniku havárie, ke které došlo na základě vzniku procesu, který nastal, když došlo k propojení mezer v ochranných bariérách technického systému a v důsledku nedostatků způsobených chybami v návrhu technického systému a v aktech jeho řízení.



Obr. 2. Model organizační havárie s vyznačením základních bariér, které mají zabránit havárii a jsou vytvářeny v rámci řízení bezpečnosti technického díla; zpracováno dle [29].

3. Fyzikální podstata průřezových rizik

Průřezová rizika jsou důsledkem propojitelností v systému, kterým je každý technický systém (složitější jsou pak v systému systémů). **Propojitelnost** znamená závislost *mezi aspoň dvěma dílčími systémy. Prostřednictvím propojení se vytváří vazby či spřažení mezi prvky, v jejichž důsledku stav jednoho dílčího elementu či systému ovlivňuje nebo koreluje se stavem jiného dílčího elementu či systému.* Definici propojitelnosti lze ještě rozšířit o podmínku vzájemného sdílení některých fyzických prvků nebo procesů, přičemž prvky nebo procesy mohou být situovány i v různých územních oblastech. Vzájemná závislost v technickém systému i v území může být proto fyzická, kybernetická, logická a územní [4, 12]. Přitom platí:

1. Dílčí elementy či systémy jsou fyzicky vzájemně závislé, jestliže stav jednoho z nich je závislý na materiálním výstupu dílčího elementu či systému druhého.
2. Kybernetická vzájemná závislost znamená, že stav jednoho dílčího elementu či systému závisí na informacích z jiného dílčího elementu či systému. Kybernetická vzájemná závislost předpokládá existenci informačního (dílčího) systému.
3. Dílčí elementy či systémy jsou územně vzájemně závislé, jestliže události v území mohou měnit stavy dílčích elementů či systémů (např., když sítě několika elementů či systémů jsou v jednom kabelovém koridoru).
4. Logická vzájemná závislost znamená, že stav jednoho dílčího elementu či systému závisí na stavu jiného dílčího elementu či systému, přičemž mechanismus propojení není fyzický, kybernetický nebo územní. Jedná se o závislosti přenášené přes toky, kterými jsou předpisy, finance, legislativa apod., např. se může jednat o finanční trhy.

V důsledku vzájemné závislosti porucha či selhání jednoho dílčího systému způsobí poruchu či selhání dílčího systému druhého. Uvedený fakt přispívá ke kritičnosti systému systémů (SoS) v objektu / území / státu. Proto nestačí zajišťovat bezpečnost dílčích systémů odděleně, ale je třeba zajišťovat bezpečnost celých SoS, což v praxi znamená hledat řešení problému **BEZPEČNOST SYSTÉMU SYSTÉMŮ**.

3.1. Zranitelnosti technických systémů vyvolané vzájemnými závislostmi

Systémy systémů mají specifické vlastnosti jako nelinearitu, různé ustálené stavy (atraktory), katastrofické chování, chaotické chování atd., které jsou příčinou průřezových rizik, které narušují bezpečí sledovaného systému systémů i bezpečí okolí systému systémů [12]. Abychom mohli zajistit bezpečné systémy systémů a jejich bezpečné okolí, tak musíme umět vyjednávat s průřezovými riziky, tj. identifikovat je a vhodným způsobem je řídit.

Pro řízení rizik systému systémů platí základní poznání z oblasti řízení rizik [6], tj. nestačí znát velikost rizika, ale je třeba znát jeho konkrétní příčiny, jejich lokalizace v řízeném systému a konkrétní zranitelnosti aktiv v předmětné alokaci. Pro identifikaci, analýzu a hodnocení klasických rizik existuje řada metod, nástrojů a technik. Neznámou jsou nástroje, metody a techniky pro identifikaci, analýzu a řízení průřezových rizik [6,31].

Na základě poznatků shromážděných v [2] v konceptech řízení SoS zvažujeme dva případy, a to realizace rizika probíhá stále stejným způsobem nebo významně odlišnými způsoby.

V prvním případě z důvodu bezpečnosti buď zvažujeme nejméně příznivý případ (uvedený přístup nacházíme v normách a standardech založených na deterministickém přístupu pro zajištění bezpečnosti jaderných zařízení) nebo připouštíme náhodné nejistoty, které jsou důsledkem momentálních místních a časových podmínek aktiv a jako reprezentativní veličinu pro řízení rizika používáme střední hodnotu získanou vyhodnocením variant (aritmetický průměr, medián, medián $+ \sigma$, kde σ je standardní odchylka, pravděpodobnou střední hodnotu).

Druhý postup se dnes běžně zvažuje při přípravě podkladů pro strategické řízení (určují se variantní scénáře realizace rizika a pravděpodobnosti jejich výskytu; z nich se jasným matematickým přístupem určuje střední hodnota a její rozptyl); nacházíme ho v normách a standardech založených na pravděpodobnostním přístupu.

U složitých systémů, ve kterých jsou konflikty způsobené realizací neurčitostí používáme multikriteriální metody založené na expertních hodnoceních [31].

3.2. Náhodné a znalostní nejistoty

Na základě poznání z posledních desetiletí [1-3,6] je nutné při realizaci rizik zvažovat, že kromě náhodných nejistot existují ještě znalostní (epistemické) nejistoty, tj. neurčitosti v datech. Náhodné nejistoty lze ocenit pomocí metod matematické statistiky, když je dostatek dat. Pojem neurčitost je používán ve fyzice od 30. let minulého století [1,6]. Přiznáním existence neurčitostí de facto připouštíme možnost výskytu významných změn v procesu realizace rizika, které přesahují dopady výskytu jen nahodilých změn.

V posledních letech se proto do praxe pro modelování bezpečnosti a spolehlivosti systematicky začaly zavádět postupy teorie možností, tj. Dempster - Shaferovy teorie [32,33], která vychází z předpokladu, že disponibilní data a naše znalosti mají neurčitosti, tj. obsahují kromě náhodné nejistoty i vědomostní (epistemickou) nejistotu. Pomocí uvedené teorie se modelují varianty odpovídající různým procesům, které jsou možné kvůli vědomostním nedostatkům. Z nich se pak určuje rozmezí, ve kterém jsou očekávané možné varianty.

Při výběru variant se používají experti a kombinují se výpočty s praktikami dobré praxe. Praxe ukázala, že nestačí jeden expert, ale je třeba kombinovat znalosti několika expertů. Kombinaci lze zajistit pomocí analytických metod nebo heuristik, např. DELPHI, panelová diskuse [6,31].

Při řízení rizika se odlišuje tolerance a přijatelnost rizika. Při řízení bezpečnosti území se nepřipouští tolerovatelné riziko tam, kde jde o životy a zdraví lidí. Při řízení průmyslových rizik se vychází ze skutečnosti, že riziko může být redukováno jen do určité míry. Proto se požaduje snížení na úroveň, která je tak nízká, jak je to prakticky dosažitelné (princip ALARA – As Low As Reasonably Achievable).

V souvislosti s aplikací novelizované direktivy SEVESO [27] se úroveň tolerovatelného rizika ALARA posouvá až na hranici podmíněně přijatelného a nepřijatelného rizika [34]. Aby takto stanovená úroveň zajistila bezpečí a udržitelný rozvoj lidského systému, tak stát, zastoupený veřejnou správou, musí být tak silný, aby zabránil prosazování partikulárních zájmů.

4. Konkrétní zdroje rizik technických systémů

Na základě velmi podrobného výzkumu technických systémů [35-38] byly stanoveny zdroje rizik pro technická díla v různých fázích jejich životnosti. Předmětné zdroje rizik jsou zobrazeny pomocí grafu rybí kosti [39] na obrázcích 3 – 6.

Příčiny selhání koexistence technického díla a okolí spojené s výběrem typu a umístění



Obr. 3. Příčiny rizik při výběru typu technických děl nebo chybného umístění technických děl do území [35].

Z příčin selhání uvedených na obrázku 3 vyplývá, že hlavní zdroje rizik, které narušují koexistence technického díla s okolím jsou především spojeny se znalostmi a chováním subjektů, které řídí území, povolují a dozorují technická díla v území.

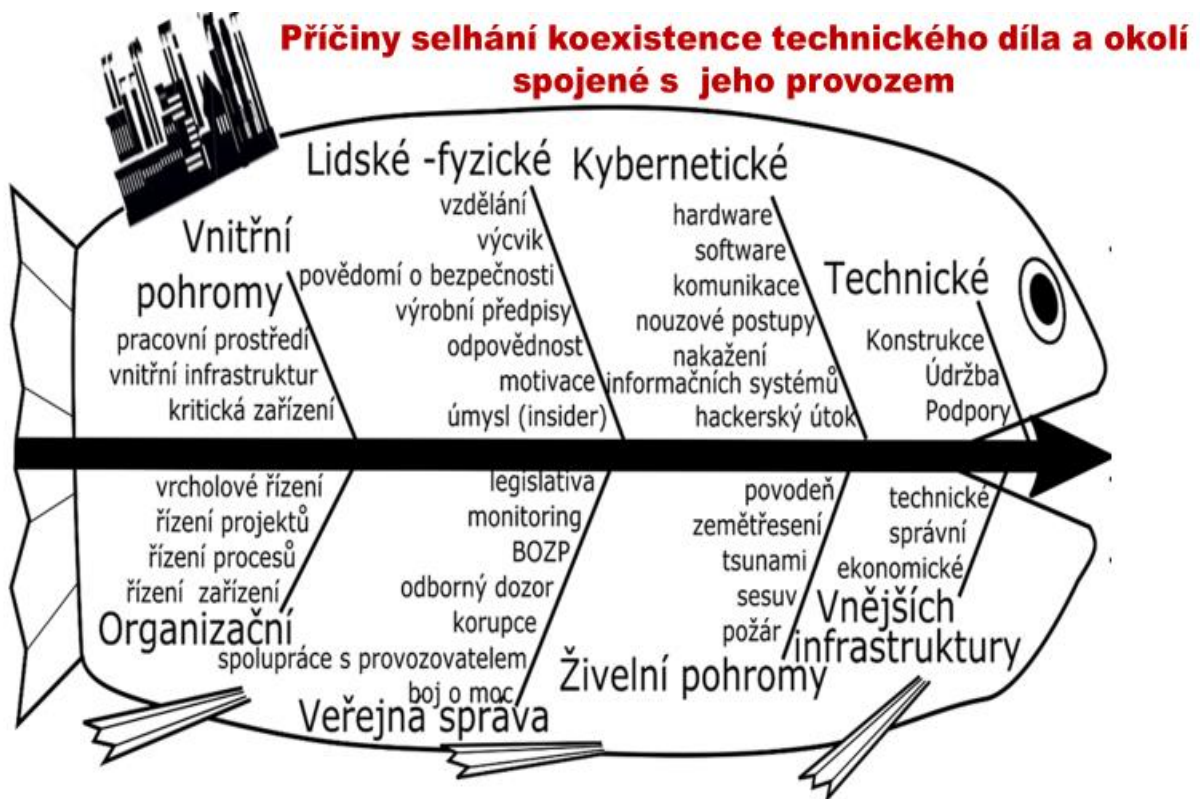
Z obrázku 4 vyplývá, že hlavní příčiny rizik projektování, zhotovení a uvedení do provozu technického díla, které vedou k selhání koexistence jsou především spojeny se znalostmi a chováním zhotovitelů a investorů, a také orgánů veřejné správy, které řídí území, povolují a dozorují technická díla v území. 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.

Z obrázku 5 vyplývá, že hlavní příčiny rizik při provozu technického díla, které vedou k narušení koexistence jsou především spojeny se způsobem a cílem řízení technického díla a jeho procesů, které probíhají v oblastech technických, organizačních, finančních, personálních a přes jejich rozhraní, a také se způsobem plnění odpovědností na straně veřejné správy.

Z obrázku 6 vyplývá, že hlavní příčiny rizik při vyřazování technických děl z provozu a vyčištění zabraného území pro další civilní využití, které vedou k narušení koexistence jsou především spojeny se znalostmi a chováním subjektů, které řídí území, povolují a dozorují technická díla v území.

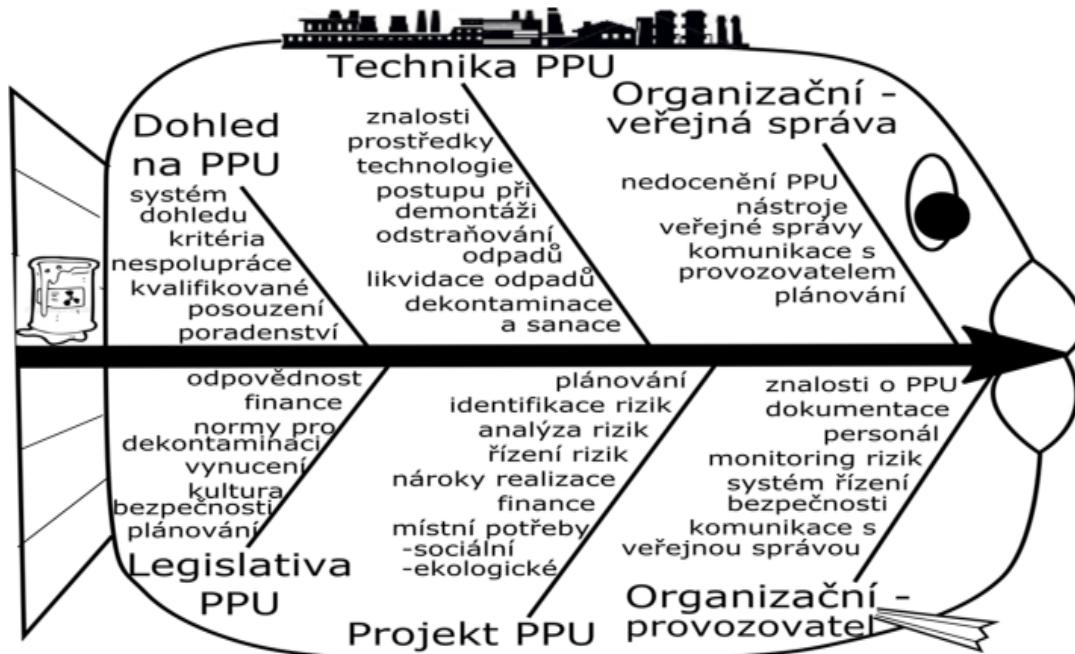


Obr. 4. Příčiny rizik při projektování, zhotovení a spouštění technických děl do provozu [36].



Obr. 5. Příčiny rizik při provozu technického díla do provozu [37].

Příčiny selhání koexistence technického díla a okolí spojené s ukončením jeho provozu a vyčištěním zabraného území



Obr. 6. Příčiny rizik při vyřazování technických děl z provozu a vyčištění zabraného území (proces PPU) pro další civilní využití [38].

5. Vybrané příklady zdrojů rizik

Tabulka 1 z práce [37] shrnuje přehledně zásadní oblasti, ve kterých leží klíčové příčiny havárií nebo selhání technických děl. Z tabulky je zřejmé, že příčiny havárií a selhání technických děl nejsou jenom technické nebo živelní pohromy, ale spadají do mnoha dalších oblastí, a proto řízení rizik zacílené na bezpečnost musí být velmi propracované a koordinované.

Tabulka 1. Oblasti zdrojů rizik technických děl.

Kategorie pohrom (příčin rizik)	Příklady vnitřních zdrojů rizik technických děl
Technické	Specifické u zařízení – turbíny: mechanické, vibrace, stárnutí, zatížení atd.
Procesní	Vztahují se k výrobnímu procesu – úniky, výbušný nebo hořlavý materiál, prach, emise atd.

Pracovní činnost	Nebezpečné činnosti – práce ve výškách, řízení vozidel či bagrů, práce pod vodou, práce v osamocení atd.
Pracovní prostředí	Úprava podlahy – uklouznutí, zakopnutí a upadnutí; drsný povrch, horký / mrazivý povrch, stísněný prostor atd.
Vnější	Živelní pohromy, vnější havárie, pád letadla, teroristický útok.
Chování zaměstnanců	Nedodržování předpisů.
Organizační	Špatná organizace práce, velká pracovní zátěž, neadekvátní výcvik, špatné řízení změn.
Kontaminace v pracovním prostředí	Hluk, nebezpečné emise, kaluže, louže apod.
Finance	Výplaty, platby kontraktů, daně, dostupnost materiálu, řízení zásob apod.
Řízení výroby / služby	Dostupnost lidských zdrojů, realizace výroby / služby, řízení životnosti, řízení kontraktorů apod.

Pro názornost je z archivu [39] vybráno několik příkladů zdrojů rizik spojených s běžným provozem technických zařízení, která jsou v průmyslu, bytových objektech, obchodech, nemocnicích, bankách apod., a která vedla k menším či větším i velkým selháním a haváriím, tabulka 2.

Tabulka 2. Příklady zdrojů rizik.

Technické dílo	Zdroje rizik
Kotelna	Netěsný plynový kotel. Nedostatek vody v kotli. Nepořádná obsluha.
Potrubí	Netěsnosti ventilů a uzávěrů. Koroze potrubí. Nedostatečná údržba.
Údržba	Použití nezabezpečených pracovních pomůcek. Použití nesprávného nástroje. Práce s otevřeným ohněm ve výbušné atmosféře. Práce pod napětím bez dodržení bezpečnostních pokynů.
Pracovní prostředí	Nepořádek v pracovních nástrojích. Nepořádek v okolí strojů. Nepoužití ochranných pomůcek. Nevětrání.

	<p>Práce ve výškách bez zabezpečení.</p> <p>Práce s nebezpečnými látkami bez ochranných pomůcek a nedodržení pracovních postupů (např. provádění nebezpečných reakcí mimo digestoř či ochrannou obálku / kontejnment.</p>
Pracovní proces	<p>Práce na stroji bez ochranného krytu.</p> <p>Nedodržení pracovního postupu – např. náhlé smíchání většího množství látek, jejichž reakce jsou bouřlivé (příkladem je velká havárie v japonské továrně na přepracování vyhořelého paliva v lokalitě Tokaimura r. 1999).</p> <p>Provoz jeřábů nad hlavami lidí či nad kritickými procesy.</p> <p>Práce s výbušnými či vysoce hořlavými látkami mimo vyhrazený prostor.</p>
Doprava	<p>Nesprávná technika jízdy</p> <p>Přetížení dopravního prostředku.</p> <p>Nesprávné upevnění nákladu.</p> <p>Nesprávné prostorové rozmístění nebezpečných látek s ohledem na jejich nebezpečnost.</p>
Sklad	<p>Nevhodné podmínky pro dané zboží (vlhkost, nesprávná teplota, kontaminované ovzduší).</p> <p>Nesprávné prostorové rozmístění nebezpečných látek s ohledem na jejich nebezpečnost (viz časté požáry ve skladovacích halách).</p> <p>Nepořádek.</p>

6. Kritická místa technických děl

Cílem každého technického díla je kvalitní plnění úkolů, ke kterým je technické dílo zřízeno. Z tohoto pohledu jsou důležité kritickými prvky, kritické komponenty a kritické systémy technických děl, Jde o prvky, komponenty a systémy, které jsou zároveň vysoce důležité pro bezpečnost, tj. i pro spolehlivost a funkčnost, a zároveň vysoce zranitelné. Zranitelnost je stupeň, ve kterém je technické dílo náchylné nebo neschopné zvládnout nepříznivé dopady pohrom všeho druhu, tj. včetně změn a extrémů [2,4,40]. Zranitelnost je integrální vlastnost systému, která je příčinou toho, že systém se za určitých podmínek nechová žádoucím způsobem, protože je pozměněna, ve smyslu lidského vnímání narušena jedna nebo více složek z následného seznamu:

- struktura a forma složení prvků,
- forma, směr a intenzita vazeb,
- forma, směr a intenzita toků,

- vytvoření nových či ztráta nebo závažná změna starých interdependences, tj. vazeb napříč systémem a jeho okolí.

Jedná se o dynamickou vlastnost, která se mění v prostoru a čase a jistým způsobem také územně specificky, protože závisí na systému samotném a na podmínkách, do kterých je systém zasazen.

Jelikož prvky, vazby a toky v lidském systému nejsou složením, fyzikální a jinou (chemickou, biologickou, logickou, fyzickou) povahou, strukturou, tvarem apod. stejné a dokonce nejsou v prostoru ani homogenní, ani izotropní a v čase jsou proměnné, tak při výskytu pohromy pozorujeme, že stejná příčina působí na objekt / území / zařízení má různé dopady v jednotlivých částech objektu / území / zařízení. Např. při požáru dřevěné kusy objektů a zařízení shoří, kovové kusy objektů a zařízení mohou za určitých podmínek zůstat použitelné, když žár je neroztaví, u zatopení dřevo nabobtná až ztrouchniví v závislosti na jeho kvalitě a opracování (dřevěné piloty v přístavech ze speciálního dřeva vydrží staletí) atd. **Důvodem je různá zranitelnost entity vůči příčině.** To znamená, že výsledné poškození závisí jednak na fyzikální podstatě a velikosti pohromy a jednak na fyzikálním naturelu chráněných zájmů (protože člověk sleduje jen to, co je důležité pro jeho život a rozvoj).

Pro stanovení zranitelnosti technického díla se obvykle používají kontrolní seznamy [41]; jeden příklad je v tabulce 3. Je zaměřen na kritický majetek technického díla, do kterého patří především tlakové nádoby a jejich příslušenství, tj. odpouštěcí ventily, pojistné ventily, které slouží k regulaci výkonu komponent.

Tabulka 3. Kontrolní seznam pro identifikaci míry zranitelnosti technického díla.

Kritérium	Hodnocení
Jaká je citlivost jednotlivých položek kritického majetku na pohromy dle typu?	
Jaká je citlivost jednotlivých položek kritického majetku na fyzický útok?	
Jaká je citlivost jednotlivých položek kritického majetku na útok insiderů?	
Které položky kritického majetku nejsou chráněny?	
Které položky kritického majetku jsou málo chráněny?.	
Jak jsou položky kritického majetku citlivé na kybernetický útok?	
Celkové hodnocení	

Každá technologie má svá specifika, která se odráží v použitých technických prvcích, jejich uspořádání do struktur, konstrukcí a systémů. Proto je třeba projektovat a provozovat každé technické dílo jako individuum. Dále jsou uvedeny výsledky získané dosavadním výzkumem autorů.

Tabulka 4, odvozená na základě vyhodnocení příčin minulých havárií v průmyslových komplexech s nebezpečnými látkami [42], ukazuje kritická místa v chemických podnicích, ze kterých se začaly vyvíjet havárie. V tabulce jsou vyděleny čtyři kategorie:

1. Kritická technická místa v zařízeních s „otevřeným koncem“ cesty do atmosféry, ve kterých může dojít ke ztrátě soudržnosti.
2. Kritická technická místa v zařízeních, ve kterých v důsledku vady zařízení může dojít ke ztrátě soudržnosti při úkonech v provozu provedených v mezích.
3. Kritická technická místa v zařízeních, ve kterých v důsledku externích činitelů může dojít ke ztrátě soudržnosti při dodržení provozních podmínek zařízení.
4. Kritická technická místa v zařízeních, ve kterých může dojít ke ztrátě soudržnosti v důsledku výskytu podmínek, které leží mimo limity provozních podmínek zařízení.

Některé kategorie technických míst v zařízeních jsou dále děleny, popřípadě jsou děleny ještě dále.

Tabulka 4. Kritická místa v chemickém podniku.

Kategorie	Popis kritického místa	
I.	Kritická místa v zařízeních s „otevřeným koncem“ cesty do atmosféry, ve kterých může dojít ke ztrátě soudržnosti.	
	A	Místa, ve kterých soudržnost může být porušena v důsledku tzv. odlehčení procesu nebo na základě požadavku vypustit zařízení.
	B	Místa, ve kterých soudržnost může být porušena v důsledku chybné operace nebo poruchy zařízení, např. nesprávnou činností pojišťovacího ventilu nebo poruchou pojišťovací membrány, atd.
	C	Místa, ve kterých soudržnost může být porušena v důsledku chyby operátora, např. ponechání otevřeného odzdušňovacího nebo odkalovacího ventilu, špatné směrování přesunu materiálu, přeplnění zásobníku, otevření natlakované jednotky, atd.
II.	Kritická místa v zařízeních, ve kterých v důsledku vady zařízení může dojít ke ztrátě soudržnosti při úkonech v provozu provedených v mezích provozních podmínek zařízení.	
	A	Místa, ve kterých soudržnost může být porušena v důsledku vad, které vznikly před uvedením do provozu a nebyly objevené před zahájením provozu (v důsledku špatných inspekčních nebo zkušebních procedur).
	1	Zařízení, které nebylo správně navrženo pro zamýšlený výkon, např. určen špatný materiál, neadekvátní jmenovitý tlak nádob nebo potrubí, neadekvátní jmenovitá teplota, atd.
	2	Místa, ve kterých vznikají defekty během výroby v důsledku, např. použití špatného materiálu, nízké zručnosti pracovníků, nízké úrovně kontroly kvality, atd.

		3	Místa, ve kterých došlo k poškození zařízení nebo zhoršení jeho stavu při dopravě nebo skladování.
		4	Místa, ve kterých došlo k poruchám při stavbě a konstrukci, např. defekty při svařování, porušení souososti, špatně přizpůsobená těsnění, atd.
	B		Místa, ve kterých soudržnost může být porušena v důsledku vady, která zhoršuje stav zařízení při provozu a nebyla zjištěna včas, tj. dříve, než se její vliv stal významným (např. nevhodné monitorovací procedury v případech, kdy zhoršování je postupné).
		1	Místa zeslabení a trhlin v ucpávkách čerpadel nebo míchadel, těsnění ventilů, těsnění přírubových spojů, atd.
		2	Místa interní, anebo externí koroze, včetně popraskání vlivem pnutí z koroze.
		3	Místa eroze nebo zeslabení.
		4	Místa, ve kterých se projevuje únava kovů nebo na která působí vibrace.
		5	Místa, která byla podrobena hrubému zacházení v předchozím údobí, např. provoz pece při teplotách převyšujících konstrukční teplotu trubek („creep“ neboli tečení materiálu).
		6	Místa zkřehnutí v důsledku působení vodíku.
	C		Místa, ve kterých soudržnost může být porušena vadami vzniklými při rutinní údržbě nebo při malých změnách neprovedených přesně v důsledku nízké zručnosti pracovníků, použití špatných materiálu, atd.
III.			Kritická místa v zařízeních, ve kterých v důsledku externích činitelů může dojít ke ztrátě soudržnosti při dodržení provozních podmínek zařízení.
	A		Místa, ve kterých soudržnost může být porušena poškozením nárazem, např. pád jeřábu, silniční vozidlo, rypadlo, strojní dílna přidružená k procesní jednotce, atd.
	B		Místa, ve kterých soudržnost může být porušena ohraničenou explozí následkem nahromadění a vznícení hořlavých směsí vzniklých z malých úniků, např. výbušné prostředí vytvořené v analyzačních domcích, v uzavřených kanalizacích, okolo obestavěných zásobníků, atd.
	C		Místa, ve kterých soudržnost může být porušena sesedáním stavebních podpěr následkem geologických nebo klimatických faktorů nebo vady stavebních podpěr následkem koroze, atd.
	D.		Místa, ve kterých soudržnost může být porušena poškozením silničních cisteren, železničních vagónů, kontejnerů, atd. během přepravy materiálu do a z místa.
	E		Místa, ve kterých soudržnost může být porušena požárem.

	F	Místa, ve kterých soudržnost může být porušena dopady tlakové vlny z okolních explozí (exploze neohrazeného oblaku par, vybuchující nádoby, atd.), jako je přetlak v čele vlny, úlomky, poškození staveb, atd.
	G	Místa, ve kterých soudržnost může být porušena přírodními pohromami, vichřice, zemětřesení, povodně, blesky, atd.
IV.		Kritická místa v zařízeních, ve kterých může dojít ke ztrátě soudržnosti v důsledku výskytu podmínek, které leží mimo limity provozních podmínek zařízení.
	A	Místa, ve kterých soudržnost může být porušena přetlakováním zařízení
		1 Místa propojení se zdrojem tlaku:
		a Místa zdroje tlaku plynu:
		(1) Místa, ve kterých může dojít k prudkému proniknutí plynu do nízkotlakého zařízení v důsledku poruchy kontroly tlaku, chybně otevřeného oddělovacího ventilu, atd.
		(2) Místa, ve kterých může dojít k tlakovému zpětnému toku do nízkotlakého zařízení, např. v důsledku poruchy kompresoru.
		b Místa zdroje tlaku kapalina:
		(1) Místa, ve kterých může dojít k načerpání blokováných (ucpaných) plynových prostorů,
		(2) Místa, ve kterých může dojít k hydraulickému přetlakování jako následek blokování (ucpání) na odtokové straně,
		(3) Místa, ve kterých může dojít k nadměrnému rázu, např. při náhlém uzavření ventilu na transportním potrubí kapaliny.
		2 Místa, ve kterých může dojít k růstu teploty při procesu:
		a Místa, která může vážně poškodit ztráta chlazení:
		(1) Místa, ve kterých může dojít k ztrátě průtoku chladiva, např. do chladiče reaktoru, do kondenzátoru destilační kolony, atd.
		(2) Místa, ve kterých může dojít ke zvýšené teplotě chladiva, např. výpadek ventilátoru chladicí vody, atd.
		(3) Místa, ve kterých může dojít k nánosu nečistot v chladičích, kondenzátorech, výměnících.
		b Místa, která může vážně poškodit nadměrný vstup tepla:

			(1)	Místa, ve kterých může dojít k poruše kontroly vařáku, zejména u systémů vytápěných parou nebo horkým olejem.
			(2)	Místa, ve kterých může dojít ke vstupu horkého materiálu z vnějšku, např. přetok.
		c		Místa, která může vážně poškodit nadměrný vznik tepla při chemické reakci:
			(1)	Místa, ve kterých může dojít k ujetí reaktoru, např. následkem nedostatku reakčního rozpouštědla, vysoké rychlosti přívodu surovin, vysokého molárního poměru, nashromáždění nezreagovaných chemikálií při nevhodném míchání nebo dočasné ztrátě reakce následně vedoucí k ujetí reaktoru, atd.
			(2)	Místa, ve kterých může dojít k samozahřívání následkem vstupu katalytických nečistot, např. zpětný tok ze spotřebitelské jednotky etylenoxidu do napájecího zásobníku.
			(3)	Místa, ve kterých může dojít k samozahřívání následkem smíchání reagujících chemikálií, např. H ₂ SO ₄ s NaOH.
			(4)	Místa, ve kterých může dojít k exotermnímu rozkladu tepelně nestabilních nebo explozivních materiálů, jako jsou peroxidy, např. následkem vzrůstu teploty, překoncentrováním nebo uložením na horké povrchy.
		3		Místa, ve kterých může dojít k vytvoření a zapálení směsí hořlavých plynů, aerosolů nebo prachů v důsledku vnitřní exploze:
		a		Místa, která může vážně poškodit vnik ovzduší např. následkem neadekvátního vyčištění zařízení před najetím, následkem ztráty proplachu dusíkem v hlavách faklů, skladových zásobníků, odstředivkových systémů, sušáren, atd.
		b		Místa, která může vážně poškodit nepřítomnost kritického inertního zředovače, např. dusíku ve skladových zásobnících s ethylenoxidem, výpadek dusíku ve směšovací sekci transportních systémů pevných látek, atd.
		c		Místa, která může vážně poškodit nedostatek prostředků tlumících explozi.
		d		Místa, která může vážně poškodit hořlavá odchylna v oxidačních procesech, např. následkem vysokých podílů ovzduší nebo kyslíku nebo při zastavení konverze.
		4		Místa, ve kterých může dojít k poškození následkem fyzikálně nebo mechanicky indukovaných sil nebo pnutí:

		A	Místa, která může vážně poškodit expanze při změně stavu, např. zamrznutí vody v potrubí.
		B	Místa, která může vážně poškodit tepelná expanze zablokovaných kapalin, např. ve výměnících tepla nebo v dlouhých potrubích.
		C	Místa, která může vážně poškodit vnik cizích fází, např. porucha plynového kompresoru následkem protlačení kapaliny sáním stroje, pulsování kondenzátu v parovodech, atd.
	B		Místa, ve kterých soudržnost může být porušena podtlakováním zařízení (neschopného odolat vakuum):
		1	Místa, ve kterých může dojít k přímým připojením k ejektoru nebo k zařízení normálně provozovanému pod vakuem:
		a	Místa, která může vážně poškodit selhání zařízení, způsobené např. ztrátou kapalinového uzávěru následkem poruchy hlídače hladiny a tím způsobeným spojením s vakuovým prostorem.
		b	Místa, která může vážně poškodit chyba obsluhy, např. otevřený oddělovací ventil, atd.
		2	Místa, ve kterých může dojít k pohybu nebo přemístění kapalin:
		a	Místa, která může vážně poškodit vyčerpání zásobníků nebo nádob.
		b	Místa, která může vážně poškodit vyprázdnění nebo gravitační odtok ze zvýšených zablokovaných zařízení.
		3	Místa, ve kterých může dojít k ochlazení plynů nebo par:
		a	Místa, která může vážně poškodit kondenzace kondenzovatelných par, např. zablokování nádoby po vypařování.
		b	Místa, která může vážně poškodit chlazení nekondenzovatelných plynů a par, např. skladový zásobník při silném dešti v létě.
		4	Místa, ve kterých může dojít k rozpustnosti, např. rozpouštění plynů v kapalinách.
	C		Místa, ve kterých soudržnost může být porušena vysokou teplotou kovů (způsobující ztrátu pevnosti):
		1	Místa, ve kterých může dojít k požáru pod zařízením, např. následkem výtoku, prosakování čerpadel, atd.
		2	Místa, ve kterých může dojít k plamenovému nárazu, který způsobí lokální přehřátí, např. v pecích následkem nesouososti nebo špatným seřazením hořáků.
		3	Místa, ve kterých může dojít k přehřátí elektrickými topidly, např. následkem poruchy vysokoteplotních pojistek.

		4	Místa, ve kterých může dojít k neadekvátnímu průtoku tekutiny vytápěným zařízením, např. porucha trubky pece při ztrátě průtoku horkého oleje.
		5	Místa, ve kterých může dojít k vyšší průtokové rychlosti nebo vyšší teplotě páry nebo jsou limity pro průtokovou rychlost nebo teplotu páry výměníkem tepla.
	D		Místa, ve kterých soudržnost může být porušena nízkou teplotou kovů (způsobující zkřehnutí a přepnutí):
		1	Místa, ve kterých může dojít k podchlazení chladicí jednotky, např. následkem poruch kontroly, použitím špatného chladiva, atd.
		2	Místa, ve kterých může dojít k neúplnému odpaření, anebo neadekvátnímu ohřátí materiálu před převedením do zařízení s určenou jmenovitou teplotou, např. následkem poruchy kontroly odparky kapalného ethylenu.
		3	Místa, ve kterých může dojít ke ztrátě tlaku v jednotkách zpracovávajících kapaliny o nízkém bodu varu.
	E		Místa, ve kterých soudržnost může být porušena špatným zpracováním materiálů nebo abnormálním znečištěním (způsobujícím větší korozi, chemické působení na ucpávky a těsnění, trhání korozním pnutím, zkřehnutí, atd.)
		1	Místa, ve kterých může dojít ke změně složení par mimo přípustné hranice.
		2	Místa, ve kterých může dojít k abnormálnímu znečištění způsobenému surovinami nebo nevhodnými surovinami.
		3	Místa, ve kterých může dojít ke vzniku vedlejších produktů nežádoucích chemických reakcí.
		4	Místa, ve kterých může dojít k hromadění kyslíku, chlóru nebo jiné nečistoty zůstávající v zařízení při najíždění následkem neadekvátní evakuace nebo dekontaminace.
		5	Místa, ve kterých může dojít k hromadění nečistot z atmosféry, obslužných médií, úniků z potrubí, atd. během provozu.

Tabulka 5 shrnuje přehledně zásadní oblasti, ve kterých leží klíčové příčiny havárií nebo selhání technických děl. Z tabulky 5 je zřejmé, že příčiny havárií a selhání technických děl nejsou jenom technické nebo živelní pohromy, ale spadají do mnoha dalších oblastí, a proto řízení rizik zacílené na bezpečnost musí být velmi propracované a koordinované [1-4].

Tabulka 5. Oblasti zdrojů rizik technických děl.

Kategorie pohrom	Příklady vnitřních zdrojů rizik technických děl
------------------	---

Technické	Specifické u zařízení – turbíny: mechanické, vibrace, stárnutí, zatížení atd.
Procesní	Vztahují se k výrobnímu procesu – úniky, výbušný nebo hořlavý materiál, prach, emise atd.
Pracovní činnost	Nebezpečné činnosti – práce ve výškách, řízení vozidel či bagrů, práce pod vodou, práce v osamocení atd.
Pracovní prostředí	Úprava podlahy – uklouznutí, zakopnutí a upadnutí; drsný povrch, horký / mrazivý povrch, stísněný prostor atd.
Vnější	Živelní pohromy, vnější havárie, pád letadla, teroristický útok.
Chování zaměstnanců	Nedodržování předpisů.
Organizační	Špatná organizace práce, velká pracovní zátěž, neadekvátní výcvik, špatné řízení změn.
Kontaminace v pracovním prostředí	Hluk, nebezpečné emise, kaluže, louže apod.
Finance	Výplaty, platby kontraktů, daně, dostupnost materiálu, řízení zásob apod.
Řízení projektů	Dostupnost lidských zdrojů, realizace projektu, řízení životnosti, řízení kontraktorů apod.

7. Závěr

Zdroji rizik pro technická díla jsou jednak vnější zdroje rizik, které leží v území, do něhož je technické dílo vsazeno (živelní pohromy, havárie ostatních technických děl, útoky apod.) a jednak vnitřními zdroji. Vnitřní zdroje rizik jsou spojené jak s provozem technického díla, tak s interakcemi technického díla s jeho okolím. Článek obsahuje výsledky detailního výzkumu v rámci projektu RIRIZIBE, tj. zdroje rizik technických děl, které jsou zásadní pro různé fáze jejich životnosti: výběr typu technického díla a regionu pro jeho umístění; projekt, výstavba, konstrukce a zprovoznění; provoz; odstavení z provozu a vyčištění zabraného území, Předmětné zdroje rizik jsou zobrazeny pomocí grafů rybí kosti.

Poděkování: Autoři děkují za podporu EU a MŠMT, grant na projekt RIRIZIBE, CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_018/0002649.

Literatura

- [1] PROCHÁZKOVÁ, D. *Analýza, řízení a vypořádání rizik spojených s technickými díly*. ISBN 978-80-01-06480-1. Praha: ČVUT 2018, 222p. <http://hdl.handle.net/10467/78442>

- [2] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost složitých technologických systémů*. ISBN: 978-80-01-05771-1. Praha: ČVUT 2015, 208p.
- [3] PROCHÁZKOVÁ, D. *Zásady řízení rizik složitých technologických zařízení*. ISBN: 978-80-01-06180-0, e-ISBN:78-80-01-06182-4. Praha: ČVUT 2017, 364p. <http://hdl.handle.net/10467/72582>
- [4] PROCHÁZKOVÁ, D. *Základy řízení bezpečnosti kritické infrastruktury*. ISBN 978-80-01-05245-7. Praha: ČVUT 2013, 223p.
- [5] PROCHÁZKOVÁ, D. *Strategické řízení bezpečnosti území a organizace*. ISBN: 978-80-01-04844-3. Praha: ČVUT 2011, 483p.
- [6] PROCHÁZKOVÁ, D. *Analýza a řízení rizik*. ISBN 978-80-01-04841-2. Praha: ČVUT 2011, 405p.
- [7] UN. *Human Development Report*. New York... UN, 1994, www.un.org.
- [8] EU. *The Safe Community Concept*. PASR project.Brussels: EU 2004.
- [9] THON, R. *Cybersecurity – the Human Factor*. www.nsm.strat.no
- [10] PROCHÁZKOVÁ, D. *Rizika spojená s pohromami a inženýrské postupy pro jejich zvládnutí*. ISBN 978-80-01-05479-6. Praha: ČVUT 2014, 234p.
- [11] PROCHÁZKOVÁ, D. *Metodika pro odhad nákladů na obnovu majetku v územích postižených živelní nebo jinou pohromou*. Ostrava: SPBI SPEKTRUM XI 2007, ISBN 978-80-86634-98-2, 251p.
- [12] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost kritické infrastruktury*. ČVUT, Praha 2012, ISBN 978-80-01-05103-0, 318p.
- [13] PROCHÁZKOVÁ, D. *Krizové řízení pro technické obory*. ISBN 978-80-01-05292-1. ČVUT, Praha 2013, 303p.
- [14] PROCHÁZKOVÁ, D. *Study of Disasters and Disaster Management*. ISBN 978-80-01-05246-4. Praha: ČVUT 2013, 202p.
- [15] PROCHÁZKOVÁ, D. The Human Factor and Its Handling. Chapter 7. In: Y. Chen and L. Li (edited book). *Advances in Intelligent Vehicles*, Academic Press 2013, ISBN-10:0123971993, pp. 199-224; ISBN-13:978-0-12-397199-9 Elsevier, Oxford 2014, ISBN 978-0-12-397199-9. <https://www.elsevier.com/books/advances-in-intelligent-vehicles/chen/978-0-12-397199-9>; DOI: 10.1016/B978-0-12-397199-9.00007-0.
- [16] PROCHÁZKOVÁ, D. *Challenges Connected with Critical Infrastructure Safety*. ISBN: 978-3-659-54930-4. Saarbruecken: Lambert Academic Publishing 2014, 218p.
- [17] 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, 2362p.
- [18] ALE, B., PAPAOGLOU, I., ZIO, E. (eds). *Reliability, Risk and Safety*. ISBN 978-0-415-60427-7. London: Taylor & Francis Group 2010, 2448p.
- [19] 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, 3035p.

- [20] 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, 6889p.
- [21] 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, 3387p.
- [22] 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, 2453p.
- [23] 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, 4560p.
- [24] 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, 2942p.
- [25] CEPIN, M., BRIS, R. *Safety and Reliability – Theory and Applications*. ISBN 978-1-138-62937-0. London: Taylor & Francis Group 2017, 3627p.
- [26] 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, 3234p.; ISBN: 978-1-351-17466-4 (eBook); <https://www.ntnu.edu/esrel2018>.
- [27] EU. *Directive 96/82/ES, on Control of Major-Accident Hazards Involving Dangerous Substance*. Brussels: EU 1981.
- [28] PERROW, CH. *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*. Princeton: Princeton University Press 1999.
- [29] REASON, J. *Human Error*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [30] IAEA. *Assessment of Defence in Depth for Nuclear Power Plants*. ISBN:92–0–114004–5. Safety report series No. 46. IAEA, 2005 Vienna, 119p.
- [31] PROCHÁZKOVÁ, D. *Metody, nástroje a techniky pro rizikové inženýrství*. ISBN 978-80-01-04842-9. Praha: ČVUT 2011, 369p.
- [32] SHAFER, G. A. *Mathematical Theory of Evidence*. Princeton: University Press 1976, 292p.
- [33] DEMPSTER, A. P. Upper and Lower Probabilities Induced by a Multivalued Mapping. In: *The Annals of Mathematical Statistics*, 38 (1967), No 5, pp. 325–339.
- [34] 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.
- [35] 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, 134p.,
<http://hdl.handle.net/10467/78522>
- [36] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J., LUKAVSKÝ, J., BERAN, V., ŠINDLEROVÁ, V. *Řízení rizik procesů spojených se zhotovením technického díla a jeho uvedením do provozu*. ISBN 978-80-01-06609. Praha: ČVUT 2019, 207p. <http://hdl.handle.net/10467/84466>
- [37] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA et al. *Řízení rizik procesů spojených s provozem technického díla*. V tisku.
- [38] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J., ŘÍHA, J., BERAN, V., PROCHÁZKA, Z. *Řízení rizik spojených s ukončením provozu technického díla a s předáním území do dalšího užívání*. ISBN 978-80-01-06527-3. Praha: ČVUT 2018, 114p. <http://hdl.handle.net/10467/79182>
- [39] PROCHÁZKOVÁ, D. *Archiv pohrom, havárií a selhání technických děl*. Praha: ČVUT 2019.
- [40] MCCARTHY, J. J., CANZIANI, F.O., LEARY, N. A., DOKKEN, D. J., WHITE, K. S. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. ISBN 0 521 01500 6, Cambridge University Press, New York 2001, 1010p.
- [41] PROCHÁZKOVÁ, D. *Metody pro hodnocení zranitelnosti*. In: *Výzkum nových principů a metod v rámci opatření ochrany obyvatelstva aj. Studie rizik územního celku*. Praha: Zpráva pro FBI Ostrava 2008, 50p.
- [42] 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.

PREDIKCE, PREVENCE A ZMÍRNĚNÍ RIZIK TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ

PREDICTION, PREVENTION AND MITIGATION OF RISKS OF TECHNICAL SYSTEMS

Dana Procházková¹⁾, Jan Procházka²⁾

¹⁾ ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Technická 4, Praha 6

²⁾ ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Konviktská 20, Praha 1

Abstrakt: Technická díla náleží do správy různých sektorů a zahrnují fyzické, kybernetické, organizační a sociální systémy, tj. jednotlivá zařízení, stroje, komponenty, systémy či celé výrobní či obslužné celky. Z pohledu struktury velká technická díla představují systém systémů, tj. řadu otevřených a vzájemně propojených systémů, a proto jejich chování je dynamické a závisí na celé řadě faktorů. Článek ukazuje podstatné úkony práce s riziky: u připravovaných technických děl a při přípravě inovací; při projektování, zhotovení a uvádění do provozu; při provozu; a po ukončení provozu a vyčištění zabraného území.

Klíčová slova: technické dílo; bezpečnost; riziko; prevence; odezva; plánování inspekce; údržba.

Abstract: Technical facilities belong to the management of different sectors and include physical, cyber, organisational and social systems, i.e. individual devices, machines, components, systems or entire production or service units. From the structure's perspective, large technical facilities represent a system of systems, i.e. many open and interconnected systems, and therefore, their behaviour is dynamic and depends on a number of factors. The article shows the essential procedures of work with risks: in the case of technical facilities prepared and at the preparation of their innovations; during the design, construction and commissioning; operation; and after decommissioning and cleaning of the occupied area.

Key words: technical facility; safety risk; prevention; response; planning; inspection; maintenance.

1. Úvod

Rizika jsou inherentní součástí světa a objevují se stále nová. Snahou odborné veřejnosti je řídit rizika technických děl tak, aby se nerealizovala. Na základě lidského poznání je to možné jen tehdy, když rizika a jejich příčiny pochopíme. Proto je velmi důležité uvědomit si, že velké škodlivé jevy, tj. živelní a jiné pohromy, havárie a selhání mají velmi nízkou pravděpodobnost výskytu a vznikají nepravděpodobně [1].

Technická díla jsou vytvořená lidskou činností a jejich cílem je zajišťovat výrobky nebo služby důležité pro život lidí. Architektura technických děl je objektová nebo síťová.

Každý typ technického díla má svá specifika, a proto např. existuje významný rozdíl mezi ovládním: stabilních a mobilních technických děl – např. elektrárna vs. letadlo; různých typů technických děl – např. elektrárna vs. nemocnice; atd.

Technická díla náleží do správy různých sektorů a zahrnují fyzické, kybernetické, organizační a sociální systémy, tj. jednotlivá zařízení, stroje, komponenty, systémy či celé výrobní či obslužné celky [2]. Z pohledu struktury velká technická díla představují systém systémů, tj. řadu otevřených a vzájemně propojených systémů, a proto jejich chování je dynamické a závisí na celé řadě faktorů [2]. Práce s riziky technických děl vychází ze současně preferovaného konceptu, ve kterém je bezpečnost nadřazena spolehlivosti [2-21]. Řízení jejich bezpečnosti není jednoduché a vyžaduje aplikaci specifických inženýrských postupů a nástrojů pro řízení a zvládnutí očekávaných rizik [21].

2. Data a metody výzkumu

Zdroje havárií a selhání technických děl byly na základě kritického vyhodnocení rozděleny do fází životnosti technických děl, ve kterých vznikly a poté byly rozděleny do tříd podle oblasti původu [20]. Na základě výsledků výzkumu v projektu RIZIZIBE byly uvedeny nástroje pro prevenci příslušných rizik a pro řízení a zvládnutí rizik, která nelze odstranit.

3. Práce s riziky u připravovaných technických děl a při přípravě inovací

V minulosti projekty některých technických děl nebyly dokončeny, nebo po dokončení jejich provoz nesplnil očekávání, anebo dokonce způsobil havárie a selhání, které poškodily veřejná aktiva a způsobilý značné ekonomické ztráty [22]. Proto zajištění bezpečnosti technických děl v integrálním pojetí začíná již výběrem typu technického díla a výběrem regionu, do kterého má být technické dílo umístěno. Na základě specializovaného výzkumu, jehož výsledky jsou shrnuty v práci [22], je třeba v tomto kroku zvážit veškeré známé údaje a zkušenosti. Aby technické dílo splnilo očekávané úkoly nebo služby potřebné pro rozvoj lidské společnosti, tak je důležité si nejprve vyjasnit:

- úkoly, které má technické dílo zajistit,
- nároky na zdroje, síly a prostředky potřebné pro realizaci technického díla a jeho provoz,
- rizika spojená s technickým dílem v různých fázích jeho existence, tj. od výstavby, přes provoz až po vyřazení z provozu,
- nároky na vybudování schopnosti jednotlivých částí lidské společnosti (stát, vlastník, občané) zajistit realizaci a bezpečný provoz technického díla po celou dobu jeho životnosti.

Předmětný výzkum ukázal, že při výběru typu technického díla a jeho umístění do území je třeba posuzovat zdroje rizik, které mohou významně ovlivnit bezpečí lidí a životního prostředí, anebo narušit bezpečnost samotného technického díla. V druhém případě jde proto o posouzení:

- bezpečnosti technologie, tj. její spolehlivosti a funkčnosti, po celou dobu životnosti; je třeba zvažovat její udržitelnost, opravitelnost a nároky na obsluhu při podmínkách normálních, abnormálních i kritických,
- dostupnosti a konkurenceschopnosti technologie, kterou technické dílo použije,
- splnitelnosti nároků dané technologie na znalosti, materiál, finance, instalaci a provoz technologie, a to i při změnách legislativy nebo trhu,
- schopnosti zajistit bezpečný provoz technického díla po celou dobu životnosti.

S ohledem na složitost světa a jeho dynamický vývoj, omezené schopnosti lidí předvídat budoucí jevy a omezené znalosti, zdroje, síly a prostředky lidské společnosti, je třeba i ve sledované fázi technického díla do území aplikovat poučení z minulých zkušeností. Proto v rámci výzkumu byly podrobně kriticky hodnoceny minulé havárie a selhání technických děl zapříčiněné chybami ve výběru typu a lokalizace technického díla.

Práce [20] uvádí základní zdroje dílčích rizik a zdůrazňuje, že k nim je třeba přidat rizika spojená s interdependencí (vnitřními propojeními), jejichž zdroje jsou vazby a toky v technických dílech, a to jak požadované (zlepšující kvalitu technologie), tak nežádoucí, které se mohou vytvořit jen za jistých podmínek.

Analýza shromážděných dat o selháních a haváriích technických děl způsobených chybami ve sledované fázi technického díla ukázala jak příčiny, tak důsledky chyb, které způsobily nedokončené realizace, velké problémy při provozu, a také předčasné ukončení provozu:

- nesprávně zvolená specifikace technického díla,
- nesprávně zvolené umístění technického díla,
- velká materiálová náročnost i energetická náročnost technického díla,
- velké nároky provozu technického díla na kvalifikovaný personál,
- velké nároky technického díla na dopravu a informační zajištění, tj. komunikační sítě,
- velké nároky technického díla na finance při výstavbě a provozu,
- velké nároky technického díla na odpovědnost za bezpečnost,
- velké nároky na řízení technického díla a na dohled státních orgánů nad bezpečností technického díla.

Pro zvýšení bezpečnosti procesu výběru typu technického díla a místa jeho lokalizace jsou v práci [22] sestaveny dva nástroje, které používají disciplíny, které pracují s riziky (risk engineering). Jde o systém pro podporu rozhodování (DSS) a plán řízení rizik, kterými lze zajistit, aby proces výběru typu technického díla a výběru území pro jeho umístění vedl k výběru optimálního řešení z pohledu rizik, které technické dílo do území přinese. Jejich aplikace vytváří předpoklady pro zajištění jak integrální bezpečnosti technického díla, tak jeho koexistence s okolím po celou dobu životnosti.

Jelikož proces řízení bezpečnosti ve sledované fázi obsahuje i konfliktní položky, musí být proces zpracován ve variantách. Cílem DSS je odhalit zdroje rizik jednotlivých variant technického díla, jejichž realizace může narušit koexistenci technického díla a jeho okolí, a to dnes i v budoucnu. Tím je usnadněno základní rozhodování v dále uvedených záležitostech:

1. Co je v daném případě prioritním rizikem, a co není prioritním rizikem.
2. Kdy se v daném případě prioritní riziko realizuje, a kdy se prioritní riziko nerealizuje.
3. Jak se v daném případě prioritní riziko realizuje, a jak se prioritní riziko nerealizuje.
4. Proč se v daném případě prioritní riziko realizuje, a proč se prioritní riziko nerealizuje.
5. Kde se v daném případě riziko realizuje, a kde se riziko nerealizuje.
6. Kdo nebo co v daném případě přispívá k realizaci prioritního rizika, a kdo nebo co přispívá k odvrácení realizace prioritního rizika.
7. Jak v daném případě zjistíme, že se prioritní riziko realizovalo, a jak zjistíme, že se prioritní riziko nerealizovalo.

Na základě posouzení proveditelnosti možných variant podle odpovědí na uvedených sedm položek lze rozhodnout, zda realizovat či nerealizovat technické dílo, a v případě rozhodnutí o přijetí řešení, je pak určit v jaké variantě bude realizace technického díla provedena. Přitom jsou také odhaleny zdroje rizik, která bude nutno vypořádávat v budoucnu, tj. při tvorbě a provozu technického díla.

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. Předmětná povinnost je založena ve zdůvodnění existence samotného státu a lze ji nalézt v řadě odborných sdělení a v mnoha jazycích, např. v norštině [23]. Veřejná správa má též odpovědnost, protože podle právního řádu má provádět dozor. Proto plán řízení rizik zahrnuje opatření a odpovědnosti jak veřejné správy, tak budoucího investora technického díla.

Jelikož schopnosti a možnosti lidské společnosti jsou a budou omezené, potenciál zdrojů existujících rizik lze v předmětné fázi pouze omezit. Avšak ani tento proces není jednorázový, musí být rozprostřen do celé doby existence technického díla, a to způsobem, který ukáží další odstavce.

4. Práce s riziky technických děl při projektování, zhotovení a uvádění do provozu

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.

Dle poznatků shromážděných v práci [24] 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.

Odborná literatura i praxe ukazuje, že existuje několik odborných inženýrských směrů, kterými se řídí navrhování a zhotovení technických děl s ohledem na rizika [2,24]; 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 [24]. Nejvíce pokrokový, a v současné době nejvíce propagovaný je nejnáročnější směr, který je zacílený na integrální bezpečnost technického díla, která zajišťuje koexistenci technického díla s okolím po celou dobu životnosti technického díla.

V rámci řízení rizik technického díla zacíleného na integrální bezpečnost je třeba kvalitně provést pět klíčových aktivit [20], a to:

1. Vymezení cíle a centra zájmu řízení bezpečnosti, což znamená: identifikovat kontext; určit prioritní cíle; a určit oblasti a zásadní úkoly. Výběry jsou založeny na hodnocení aktiv a cílů. V rámci této činnosti stanovíme, která rizika jsou v daném případě prioritní, jak požaduje současně preferovaný typ řízení TQM (Total Quality Management) [25] .
2. Popis chování technického díla a okolí za různých podmínek, který 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, které je založeno na vyhodnocení kvality předpovědi vývoje technického díla okolí, 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 preventivní, zmírňující, reaktivní i obnovovací, reprezentuje klíčový krok v rámci řízení rizika.
4. Komunikace, která vede k projednání souboru opatření a činností s klíčovými aktéry procesu provozu technického díla a s ostatními zúčastněnými. Legislativa vyžaduje v důležitých otázkách také komunikaci s veřejností, konzultace, odstranění konfliktů a stanovení partnerství.

5. Monitoring a poučení, které zajistí 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 [2,20,21] ve výběru některé z dále uvedených alternativ:

- vyhnoutí 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 [2,20,21] 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 zvládání rizik mezi všechny zúčastněné. Rozdělení ve správném řízení [1] se provádí tak, že se vychází z toho, že za zvládání rizik odpovídají všichni zúčastnění (od politiků přes pracovníky správy, vedení technických děl až po techniky a občany) a že zvládání konkrétního rizika se přiděluje tomu subjektu, který je na to nejlépe připraven. Při výběru opatření na zvládání rizik je třeba zajistit, aby náklady na zvládnutí rizik nepřevýšily možné škody vyvolané realizací rizika.

Bezpečnost každého technického díla je určena mnoha faktory. Základní prevence musí být vložena do technického díla při jeho navrhování - např. chyby při zakládání technického díla nelze později odstranit, protože by se vše muselo zbourat a postavit znovu. Na základě faktů shrnutých v práci [24] je třeba velké opatrnosti 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 faktů shrnutých v práci [24] 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 – [2,20,21]) a rozhraním mezi uvedenými položkami.

Na základě současného poznání shrnutého v pracích [2,21] 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.

Z pohledu veřejného zájmu musí dle [2,21] 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 medií 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 [2,21,24].

Na základě současného poznání z analýzy velkých havárií (Buncefield, Černobyl, Fuku-shima apod.) [2,21] 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 složitého objektu je schopnost objektu, která zajišťuje, že jeho dílčí systémy pracují společně efektivním způsobem podle konceptu projektu, který je zaměřen na určitý cíl [2,21,24]. Dělí se na technickou a organizační. Technická interoperabilita se vztahuje k fyzickým a komunikačním spojením 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 [21]. 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 spojená 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 [26]. 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 [26]; 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 použití technických opatření, která vedou ke snížení zranitelnosti objektu a na zvyšování odolnosti objektu [20].

U složitých objektů se při hodnocení provozní spolehlivosti vždy charakterizují a popisují tři základní vlastnosti [2,21]: pružná odolnost (resilience); zranitelnost; a schopnost adaptace:

1. Odolnost (resilience) systému představuje jistou funkční schopnost složitého 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 [2] 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 nepřijatelné; 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 / nepřijatelných, 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 přetrvává ve své funkčnosti; zajišťuje se technicky nebo organizačně [22,24].
2. Zranitelnost (vulnerability) systému je náchylnost systému při výskytu pohromy ke vzniku škody [2,20].
3. Adaptace (adaptability) systému je schopnost systému přizpůsobit se změnám bez škod nebo za přijatelných škod [2,20].

Kritičnost složitého 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:

$$C = S \cdot O \cdot B ,$$

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,

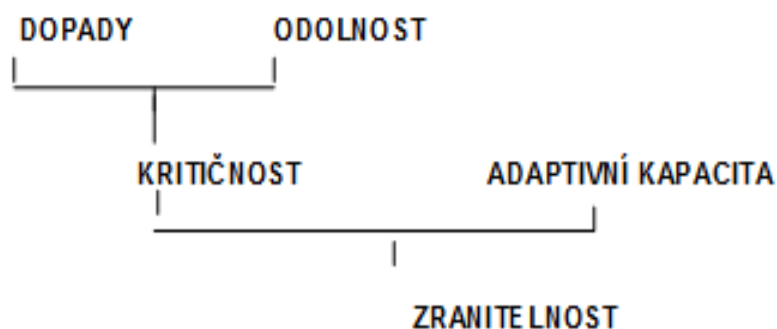
- ztráty funkčnosti cílené činnosti, která má jisté poslání (mission). Usuzuje se na ni dle rozsahu postiženého území, např. při selhání navigačního systému,
- ekonomických škod při podnikání. Usuzuje se na ni např. dle ztrát, které způsobí nefunkčnost bank.

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).

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 [20]. Vzájemné souvislosti sledovaných faktorů získané studiem zobrazuje obrázek 1.

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* [2,20,21].



Obr. 1. Vzájemné souvislosti sledovaných faktorů.

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

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 [2,24], které předurčují kritičnost SoS, typy poruch a selhání. Aplikace teoretických metod založených na síťových modelech [27] ztroskotává na právě uvedené skutečnosti. Příklady určování kritičnosti jsou v pracích [2,21,24]. 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 [2,21]. Všechny výše uvedené skutečnosti ukazují, že návrh technického díla vyžaduje řadu pohledů a u složitých technických děl spolupráci mnoha odborníků.

V práci [21] 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 [2,21] zavádí další opatření, a to:

1. Bezpečnost technického díla se zajišťuje použitím:
 - zabudováním principu selži bezpečně,
 - vložením ochran před nepředvídatelnými jevy,
 - vložením ochran 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 technického díla 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 u technického díla, se používají:

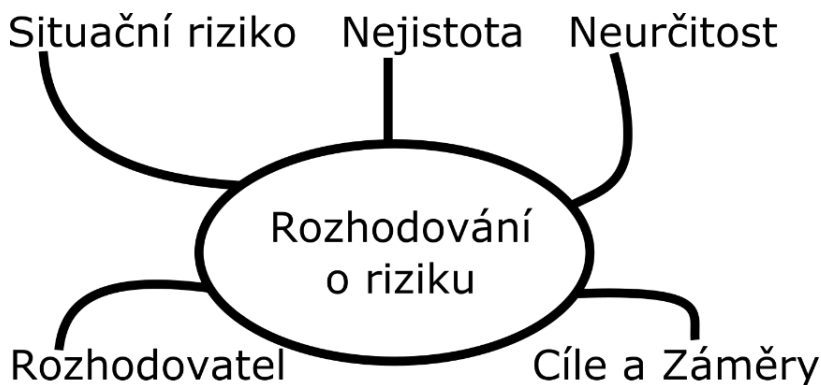
- principy prevence,
- princip předběžné opatrnosti,
- princip ochrany,
- způsoby omezení rizik,
- způsoby zvládnutí projektových pohrom,
- vytváření schopnosti přežít nadprojektové pohromy.

4. Pro potřeby řízení se do projektu technických děl vkládají zařízení a systémy, které umožňují sledovat specifické veličiny jako jsou interoperabilita a kritičnost.

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. 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 [20]; studiem byly získány souvislosti uvedené na obrázku 2.



Obr. 2. Rizika spojená s rozhodováním o riziku.

U složitých technických děl s ohledem na jejich bezpečnost je na základě současného poznání a zkušeností kromě toho třeba umět dobře pracovat s riziky.

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 [2]. Poté následuje provedení výstavby a konstrukce a montáže staveb, sítí a zařízení.

4.1. Zadávací podmínky technického díla

Zadávací podmínky technického díla jsou dokumentem, kterým se 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 staveniště, bezpečnostní opatření a zabezpečení staveniště 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 umísťováno, 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 shrnutých v práci [24] je nutno mít při tvorbě zadávacích podmínek technického díla:

1. Znalost:

- předpisů,
- rizik v lokalitě, do které je technické dílo umísťováno,
- 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 [2,20,21,24] 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 nepřijatelného jevu,
- detekci a prevenci předmětného jevu,
- řízení a zmírnění předmětného jevu,
- odezvě na nouzovou situaci.

Podle údajů shrnutých v práci [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 neporozumění,
- 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 [20] 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.

4.2. 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 [24]. 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 [2,21,24,28,29],
- problémů při údržbě [2,21,24],
- nemožnost opravit důležité části [2,21,24] apod.

Projektování technických děl je velmi komplexní činnost [30]. 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. V projektu každého technického díla z pohledu integrální 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 [1,2,20] 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 [2,17-21,24] 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 [21] 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.

4.3. Výstavba, konstrukce, testování a spouštění technického díla

Při výstavbě, konstrukci, testování a spouštění technického díla požadavky legislativy i dobrá praxe požadují dodržovat normy a standardy, řídit rizika a respektovat dobrou kulturu bezpečnosti [24]. K ověření bezpečnosti jednotlivých technických zařízení, komponent, výrobních linek i souboru výrobních linek se používají specifické výpočty založené na naměřených datech [24] a testy nedestruktivními metodami, jejichž seznam je v práci [24].

Zkušebním provozem technického díla se ověřuje funkčnost a vlastnosti provedené stavby a konstrukcí podle projektové dokumentace. Na základě stavebního zákona (zákon č. 183/2006 Sb.) 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.

Na základě zkušebního provozu se vypracuje průkaz bezpečného provozu, který 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“, 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 [31] v České republice, tak zahrnuje všechny její požadavky; chybí požadavky na územní plánování (land-use-planning), které v daném případě jsou stejné jako požadavky IAEA, OECD, US NRC a UK na jaderná zařízení [17-19,32-34].

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

Na základě současného poznání [24] 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 užítky. 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. požadavky předpisů 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.

4.4. Nástroje pro řízení rizik technických děl při projektování, zhotovení a uvedení do provozu

Kvalita projektu a zhotovení technického díla předurčuje jeho bezpečnost po celou dobu životnosti. Příklady z praxe [35] 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, ve kterých je třeba věnovat pozornost rizikům. Jde např. o:

- 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.

Poznatky i výsledky studia havárií a selhání technických děl v práci [24] ukazují, že základem pro řízení rizik zacíleném na integrální bezpečnost technických děl ve sledované fázi životnosti je znalost:

- předpisů,
- rizik v lokalitě, do které je technické dílo umísťováno,
- 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 [1,19].

S ohledem na složitost světa a jeho dynamický vývoj, omezené schopnosti lidí předvídat budoucí jevy a omezené znalosti, zdroje, síly a prostředky lidské společnosti, je třeba i ve sledované fázi technického díla do území aplikovat poučení z minulých

zkušeností. Proto byly podrobně kriticky hodnoceny minulé havárie a selhání technických děl zapříčiněné chybami ve výběru typu a lokalizace technického díla.

Pro zvýšení bezpečnosti procesu projektování, zhotovení a uvedení do provozu technického díla výběru typu technického díla a místa jeho lokalizace jsou v práci [24] sestaveny dva nástroje, které používají disciplíny, které pracují s riziky (risk engineering). Jde o systém pro podporu rozhodování (DSS) a plán řízení rizik, kterými lze zajistit, aby proces projektování, zhotovení a uvedení do provozu technického díla vedl k výběru optimálního řešení z pohledu řízení rizik, které technické dílo do území přinese, tj. aby byly vytvořeny podmínky pro zajištění integrální bezpečnosti i koexistence technického díla s okolím během provozu.

Ze stejných důvodů, které jsou uvedeny v odstavci 3:

- nástroj DSS musí vycházet z několika variant, aby bylo možno vybrat variantu přijatelnou jak z hlediska rizik, která bude třeba vypořádávat během provozu, tak z hlediska disponibilních zdrojů, sil a prostředků,
- plán řízení rizik obsahuje odpovědnosti nejen projektanta a zhotovitele, ale i veřejné správy, která podle platné legislativy vykonává dozor.

5. Práce s riziky technických děl při provozu

Každé technické dílo i jeho okolí se v čase mění, a proto se mění i interakce probíhající uvnitř technického díla a také interakce mezi ním a jeho okolím. Z pohledu rozvoje lidí je třeba, aby reakce prostředí na technické dílo po celou dobu životnosti technického díla byly přiměřené, tj. aby při předmětných reakcích nevznikly zdroje rizik, které by významně narušily podmínky nutné pro život lidí, a u kterých lidská společnost by neměla schopnost vzniklá rizika vypořádat ve svůj prospěch; tj. žádaná je koexistence mezi základními systémy, a to systémem životního prostředí, sociálním a technickým.

Je tedy evidentní, že rozsah systémů a jednotlivých prvků životně důležitých z hlediska fungování lidské společnosti, se s historickým vývojem značně proměnil. Aby bylo možné zajistit funkci stále složitějších a provázanějších systémů, musí být i jejich ochrana stále propracovanější. První izolované snahy o plánování ochrany důležitých systémů, se v ekonomicky vyspělém světě objevují v souvislosti s rozvojem civilní obrany a nouzového plánování. Zatímco v 50. a 60. letech 20. století se předmětné aktivity téměř výhradně zaměřovaly na opatření reagující na hrozbu válečného konfliktu vedeného zbraněmi hromadného ničení, především jadernými, tak od 70 let minulého století se začíná prosazovat pojetí nouzového a krizového řízení, které začíná pokrývat také problematiku živelných pohrom a technologických havárií. Nouzové a krizové řízení, jako nástroj, je stále více charakterizováno proaktivním přístupem a naplněním čtyř důležitých fází – prevence, připravenost, odezva a obnova.

Protože svět se dynamicky vyvíjí, tak pokrokové antropogenní řízení již dnes bere na vědomí, že v důsledku složitosti technických děl i světa a změn podmínek, které člověk nemá schopnost ovlivnit, jsou havárie a selhání technických děl realitou, se kterou je třeba v antropogenním řízení počítat. Jde o antropogenní řízení technického díla tak, aby bylo bezpečné pro své okolí. Vzhledem k existenci dynamických proměn se v řízení počítá s tím, že mohou vzniknout situace, kdy se technické dílo stane pro sebe i své okolí nebezpečným. Z důvodu zajištění bezpečí pro lidskou společnost a další

veřejná aktiva je třeba proto mít připraveny nástroje na zvládnutí nouzových situací tak, aby dopady na veřejná aktiva i na samotné technické dílo byly co nejmenší.

Při zajištění bezpečnosti složitých technických děl je nutný mnoho oborový a mezioborový přístup [2,21,35], kterým se musí zařídit jejich:

- existenci (schopnost zajistit rovnováhu),
- efektivnost (schopnost vyrovnat se s nedostatkem zdrojů),
- volnost (schopnost dobře zvládat výzvy z okolí),
- bezpečí (schopnost ochránit se před jevy uvnitř i vně),
- adaptaci (schopnost přizpůsobit se vnějším změnám),
- a koexistenci (schopnost měnit své chování tak, aby chování reagovalo na chování a orientaci dalších systémů a aby je daný systém neohrožoval a ony neohrožovaly jeho).

Z hlediska současného poznání [2,21,35] před vlastníky a provozovateli technických děl i veřejnou správou dnes stojí minimálně dva úkoly:

- řešit problém funkčnosti souboru vzájemně propojených (tj. závislých) objektů a infrastruktur za normálních, abnormálních a kritických podmínek,
- vyhledat kritické stavy složitého zařízení, které jsou nepředvídatelné, anebo jsou důsledkem závažné chyby obsluhy, a za jistých podmínek mohou přejít do vysoce nežádoucích, tj. vysoce nepřijatelných stavů, tj. do stavů, ve kterých je ohrožena samotná existence zařízení, anebo dokonce lidí, a které obvykle označujeme jako krizové.

V současné době je při řízení provozu technických děl prosazováno projektové řízení typu TQM [25], které vyžaduje dále uvedené výstupy z procesu řízení rizik technického díla pro zajištění bezpečnosti:

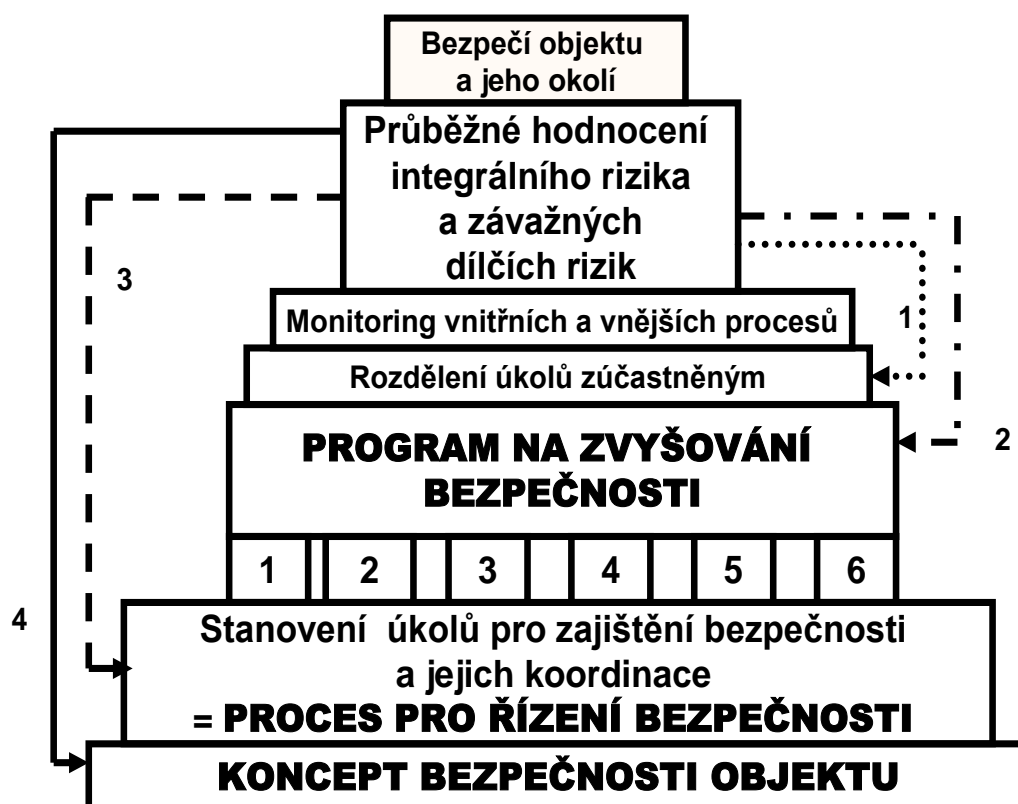
1. **Seznam vyhodnocených rizik** (risk assessment document) - zde se zaznamenávají veškeré informace o příslušných rizicích.
2. **Seznam rizik vyžadujících nejvyšší pozornost** (top risks list) - obsahuje seznam vybraných rizik, jejichž řešení má nejvyšší nároky na zdroje a čas (u technických děl jde o rizika, která je třeba stále sledovat a podle výsledků monitoringu aplikovat opatření a činnosti vedoucí k bezpečnosti [2,21]).
3. **Seznam neaktuálních / vyřešených rizik** (retired risk list) - slouží jako historický odkaz pro budoucí rozhodování při změnách a modernizacích (např. aby se neodstranily bariéry, které byly do systému vsazeny z důvodu prevence nebo zmírnění [24]).

5.1. Způsob řízení rizik technického díla ve prospěch bezpečnosti při provozu

Každé technické dílo obsahuje řadu inherentních zdrojů rizika. K jeho selhání dojde, když dojde k nežádoucímu procesu, který je iniciován buď nějakým očekávaným rizikem nebo je spuštěn náhodnou kombinací několika málo pravděpodobných jevů. V podkladech pro řízení bezpečnosti se dosud druhá možnost často zanedbává [36].

Práce [21] obsahuje podrobný postup pro řízení bezpečnosti technického díla v prostoru i čase a popisuje pokrokový systém řízení bezpečnosti (SMS – Safety

Management System) komplexního objektu, kterým jsou sledovaná technická díla. Koncept předmětného systému řízení je postaven na zásadách procesního řízení a zahrnuje organizační strukturu, odpovědnosti, praktiky, předpisy, postupy a zdroje pro určování a uplatňování prevence pohrom či alespoň zmírnění jejich nepříjemných dopadů v území. Zpravidla se týká řady otázek, kromě jiného i organizace, pracovníků, identifikace a hodnocení ohrožení a z nich plynoucích rizik, řízení chodu organizace, řízení změn v organizaci, nouzového a krizového plánování, monitorování bezpečnosti, auditů a přezkoumávání. Jeho model je na obrázku 3. Skládá se z šesti procesů: koncepce a řízení; administrativní postupy; technické záležitosti; vnější spolupráce; nouzová připravenost; a dokumentace a šetření havárií. Uvedené procesy se dále dělí na podprocesy:



Obr. 3. Model řízení bezpečnosti komplexního kritického objektu v čase. Procesy: 1- koncepce a řízení; 2 - administrativní postupy; 3 - technické záležitosti; 4 - vnější spolupráce; 5 - nouzová připravenost; a 6 - dokumentace a šetření havárií.

1. První proces se skládá z podprocesů pro: celkovou koncepci; dosahování dílčích cílů bezpečnosti; vedení / správu bezpečnosti; systém řízení bezpečnosti; personál a zahrnuje úseky pro: řízení lidských zdrojů, výcvik a vzdělání, vnitřní komunikaci / informovanost a pracovní prostředí; revize a hodnocení plnění cílů v bezpečnosti.
2. Druhý proces se skládá z podprocesů pro: identifikaci ohrožení od možných pohrom a hodnocení rizika; dokumentaci postupů (včetně systémů pracovních povolení); řízení změn; bezpečnosti ve spojení s kontraktory; a dozor nad bezpečností výrobků.

3. Třetí proces zahrnuje podprocesy pro: výzkum a vývoj; projektování a montáže; inherentně bezpečnější procesy; technické standardy; skladování nebezpečných látek; a údržbu integrity a údržbu zařízení a objektů.
4. Čtvrtý proces obsahuje podprocesy pro: spolupráci se správními úřady; spolupráci s veřejností a dalšími zúčastněnými (včetně akademických pracovišť); a spolupráci s dalšími podniky.
5. Pátý proces obsahuje podprocesy pro: plánování vnitřní (on-site) připravenosti; usnadnění plánování vnější (off-site) připravenosti (za kterou odpovídá veřejná správa); a koordinaci činností resortních organizací při zajišťování nouzové připravenosti a při odezvě.
6. Šestý proces má podprocesy pro: zpracování zpráv o pohromách, haváriích, skoro nehodách a dalších poučných zkušenostech; vyšetřování škod, ztrát a újm a jejich příčin; a odezvu a následné činnosti po pohromách (včetně aplikace poučení a sdílení informací).

Dosažení požadované úrovně bezpečnosti znamená dobře řídit a správně rozhodovat. Dobré / správné řízení a správné rozhodování je možné jen tehdy, když máme dobrá data a umíme využít nástroje, které máme k dispozici. Data musí být: správná, tj. zná se jejich velikost a přesnost; a musí mít vypovídací schopnost pro řešený problém, tj. musí být validovaná. Datové soubory musí být reprezentativní, tj.: úplné; obsahovat správná data; mít dostatečný počet dat; data musí být rozprostřena homogenně v celém sledovaném intervalu a musí být validovaná. Při aplikaci modelů musí být správně zváženy nejistoty a neurčitosti v datech.

Je si nutno uvědomit, že v reálném světě při zajišťování bezpečnosti kritických objektů řešíme netriviální problémy, tj.: je více chráněných aktiv, jejichž cíle jsou v řadě případů konfliktní; aktiva se mění v čase a prostoru; a prostředí, ve kterém jsou aktiva, tj. lidský systém se dynamicky vyvíjí.

Koordinace procesů je zacílena na zajištění bezpečného objektu za podmínek normálních, abnormálních a kritických. Koordinace je v daných souvislostech chápána jako řízený proces, jehož cílem je vytvořit a provozovat technické dílo v potřebné kvalitě; sleduje procesy v prostoru, čase, personálu, materiálu, financích i dokumentech.

Způsob řízení bezpečnosti (SMS) technického díla se opírá o koncepci prevence pohrom či alespoň jejich závažných dopadů, která zahrnuje povinnost zavést a udržovat systém řízení, ve kterém jsou zohledněny dále uvedené problémy:

1. Role a odpovědnosti osob podílejících se na řízení závažných nebezpečí, která jsou spojená s možnými pohromami na všech organizačních úrovních kritického objektu a opatření na zajištění výcviku, která jsou sladěna s identifikovanými potřebami výcviku.
2. Plány pro systematické identifikování závažných nebezpečí spojených s možnými pohromami a z nich plynoucích rizik, která jsou spojena s normálními a abnormálními podmínkami, a pro hodnocení jejich pravděpodobnosti a krutosti (velikosti).
3. Plány a postupy pro zajištění bezpečnosti všech komponent, systémů a funkcí v kritickém objektu a v jeho okolí, a to včetně údržby objektů, zařízení.

4. Plány na implementaci změn v kritickém objektu a v objektech i zařízeních, které jsou v okolí.
5. Plány na identifikaci předvídatelných nouzových situací systematickou analýzou, včetně přípravy, testů a posuzování nouzových plánů pro odezvu na možné nouzové situace.
6. Plány pro průběžné hodnocení souladu s cíli vyjasněnými v koncepci bezpečnosti a zabudovanými v SMS, a účinné mechanismy pro vyšetřování a provádění korekčních činností v případě selhání s cílem dosáhnout stanovené cíle.
7. Plány na periodické systematické hodnocení koncepce bezpečnosti, účinnosti a vhodnosti SMS a kritéria pro posuzování úrovně bezpečnosti vrcholovým týmem pracovníků kritického objektu.

Kultura bezpečnosti znamená, že člověk ve všech svých rolích (řídící pracovník, zaměstnanec, občan či oběť pohromy) dodržuje zásady bezpečnosti, tj. chová se tak, aby sám nevyvolal realizaci možných rizik, a když se stane účastníkem realizace rizik, aby přispěl k účinné odezvě, stabilizaci chráněných aktiv a jejich obnově a k nastartování jejich dalšího rozvoje. Podle některých autorů jde o soubor postojů, domněnek, norem a hodnot, které existují v dané entitě, který je odrazem toho, jak je podnik řízený, tj. jsou to všeobecné principy rozdělení pravomoci a odpovědnosti, zásady řízení a jistý poměr mezi důrazem na pracovní výsledky, autoritou, péčí o lidi, dodržování zásad bezpečnosti a zajištění funkčnosti dané entity. Účinná kultura bezpečnosti je základním prvkem pro řízení bezpečnosti. Odráží koncepci bezpečnosti a vychází z hodnot, stanovisek a jednání vrcholových řídicích pracovníků a z jejich komunikace se všemi zúčastněnými. Je zřetelným závazkem aktivně se podílet na řešení otázek bezpečnosti a prosazuje, aby všichni zúčastnění konali bezpečně a aby dodržovali příslušné právní předpisy, standardy a normy. Pravidla kultury bezpečnosti musí být zapracována do všech činností v území nebo jiné entitě. Jejich základem není koncentrace na potrestání viníků / původců chyb, ale poučení z chyb a zavedení takových nápravných opatření, aby se chyby nemohly opakovat nebo aby se alespoň výrazně snížila četnost jejich výskytu.

V souvislosti s kulturou bezpečnosti se často v současné odborné literatuře spojené s technologiemi používají pojmy prevence ztrát a procesní bezpečnost. Jejich definice uvedeme také proto, že jsou to nástroje, které slouží ve spojitostech s technologiemi k ochraně osob i majetku.

Prevence ztrát (Loss Prevention) je systematický přístup k prevenci (předcházení) havárií nebo k minimalizaci jejich dopadů. Zahrnuje prostředky pro eliminaci zdrojů rizik nebo omezení pravděpodobnosti jejich realizace a pro zmírnění dopadů spojených s touto realizací (preventivní a následná opatření). Dále zahrnuje identifikaci vhodných kontrolních opatření, identifikaci a aplikaci vhodných nápravných opatření, kterými se zajišťuje bezpečná entita mající příslušnou úroveň bezpečí a udržitelného rozvoje a nepředstavující nepřijatelné nebezpečí pro své okolí [3]. Procesní bezpečnost nebo lépe bezpečnost procesů, což je v souladu s anglickým pojmem "Process Safety", je odvětví bezpečnosti zaměřené na bezpečnost v průmyslu, ve kterém je řada výrobních a přídavných procesů, které jsou nutné k vytvoření konečného produktu daného průmyslu. Jde přitom o zabránění vzniku havárií, které mají zvláštní a charakteristické rysy pro daný specifický průmysl. Zabývá se např. prevencí bezprostředních úniků chemických látek nebo energií ve škodlivém množství, a v případě, že se tyto úniky vyskytnou, tak omezením jejich velikosti, dopadů a následků. Nezahrnuje otázky klasické bezpečnosti a ochrany zdraví při práci,

tj. zabývá se čistě technickými problémy, čímž se liší od systémové bezpečnosti definované dříve.

Bezpečnost je záležitostí všech zúčastněných, tj. vedoucích pracovníků, zaměstnanců i náhodně přítomných. V těchto souvislostech se mluví o tzv. zlatých pravidlech všech zúčastněných [1,21,35].

V případě sledování integrální bezpečnosti technického díla do bezpečnosti patří také kvalitní plnění úkolů, ke kterým je technické dílo zřízeno. Z tohoto pohledu jsou kritickými prvky nebo systémy technických děl ty prvky nebo systémy, které jsou zároveň vysoce důležité pro bezpečnost, tj. i pro spolehlivost a funkčnost, a vysoce zranitelné. Zranitelnost je stupeň, ve kterém je technické dílo náchylné nebo neschopné zvládnout nepříznivé dopady pohrom všeho druhu, tj. včetně změn a extrémů [2, 35,37]. Zranitelnost je integrální vlastnost systému, která je příčinou toho, že systém se za určitých podmínek nechová žádoucím způsobem, protože je pozměněna, ve smyslu lidského vnímání narušena jedna nebo více složek z následného seznamu:

- struktura a forma složení prvků,
- forma, směr a intenzita vazeb,
- forma, směr a intenzita toků,
- vytvoření nových či ztráta nebo závažná změna starých interdependences, tj. vazeb napříč systémem a jeho okolí.

Jedná se o dynamickou vlastnost, která se mění v prostoru a čase a jistým způsobem také územně specificky, protože závisí na systému samotném a na podmínkách, do kterých je systém zasazen.

Jelikož prvky, vazby a toky v lidském systému nejsou složením, fyzikální a jinou (chemickou, biologickou, logickou, fyzickou) povahou, strukturou, tvarem apod. stejné a dokonce nejsou v prostoru ani homogenní, ani izotropní a v čase jsou proměnné, tak při výskytu pohromy pozorujeme, že stejná příčina působí na objekt / území / zařízení má různé dopady v jednotlivých částech objektu / území / zařízení. Např. při požáru dřevěné kusy objektů a zařízení shoří, kovové kusy objektů a zařízení mohou za určitých podmínek zůstat použitelné, když žár je neroztaví, u zatopení dřevo nabobtná až ztrouchniví v závislosti na jeho kvalitě a opracování (dřevěné piloty v přístavech ze speciálního dřeva vydrží staletí) atd. **Důvodem je různá zranitelnost entity vůči příčině.** To znamená, že výsledné poškození závisí jednak na fyzikální podstatě a velikosti pohromy a jednak na fyzikálním naturelu chráněných zájmů

Každá technologie má svá specifika, která se odráží v použitých technických prvcích, jejich uspořádání do struktur, konstrukcí a systémů. Proto je třeba projektovat a provozovat každé technické dílo jako individuuum.

5.2. Řízení rizik a udržitelný provoz technických děl za přiměřených nákladů

Podle poznatků shrnutých v práci [35] pro zajištění udržitelného provozu technických děl je potřebné, aby byl bezpečný, tj. spolehlivý po stránce technické i časové, a ani za kritických podmínek neměl nepřijatelné dopady na sebe a své okolí, je nutné zvažovat:

- rizika spojená s pohromami všeho druhu, tj. i se ztrátou zisku či se ztrátou souladu s požadavky veřejné správy v daném území,
- dopady pohrom,
- zranitelnosti území a chráněných veřejných aktiv, které se nacházejí v daném území,
- domino efekty, které se v určitém místě mohou vyskytnout,
- vnitřní vazby a toky v technickém díle i v území i ty přes rozhraní,
- chyby při řízení a správě jak technického díla, tak území, a to hlavně při opatřeních a činnostech odezvy a obnovy, které jsou obvykle prováděné v časovém presu,
- možné náhodné kombinace možných jevů v místě.

Jelikož zdroje, síly a prostředky každého subjektu jsou omezené, je nutné dbát na přiměřenost nákladů při provozu technického díla. Dle poznatků shrnutých v práci [35] oceňování nákladů a výnosů je klíčovým problémem. U každé položky je třeba nejprve posoudit, zda má svou tržní cenu či nikoliv. Pokud tržní cena položky existuje, je z poloviny vyhráno. Nezbyvá pak totiž nic jiného, než se přesvědčit, že tato cena není nějak zásadně deformována (např. existencí monopolu). V případě, že tržní cena prokazatelně neodráží společenské náklady, dochází ke stanovení tzv. *stínové ceny*, tj. ceny ošetřené o tyto deformující vlivy. Pokud nelze na trhu najít cenu pro danou položku, lze ji pracovním ocenit prostřednictvím tržní ceny podobných komodit - substitutů, pokud existují. Problémy nastávají tam, kde neexistují ani substituty. Potom musí zpracovatel prokázat značnou dávku fantazie a vynalézavosti. Existuje řada vyzkoušených metod, které dokáží do určité míry „ocenit“ i tak extrémní případy, jako je volný čas či dokonce zdraví. Výsledky však mohou být sporné, což může být v přímém rozporu s účelem zadání analýzy.

Vyjednávání s jakýmkoliv rizikem je spojeno se zvyšováním nákladů, s nedostatkem znalostí, technických prostředků, kvalifikovaných lidí apod. Proto se v praxi hledá hranice, na kterou je únosné snížit riziko tak, aby vynaložené náklady byly ještě rozumné. Optimálně je třeba při vyjednávání s riziky také zvolit místně specifické přístupy, protože disponibilita zdrojů, sil a prostředků je rozdílná a mění se v čase. *Míra snížení rizika (určitá optimalizace) je většinou předmětem vrcholového řízení a politického rozhodování správy organizace*, při kterém se využívají současné vědecké a technické poznatky a zohledňují se ekonomické, sociální a další podmínky.

Zajištění bezpečnosti technických děl vyžaduje systematický přístup. Je vhodné aplikovat následující model:

- stanovit co a proč je nutné chránit,
- stanovit minimální úroveň ochrany,
- posoudit současnou úroveň ochrany,
- v případě zjištění, že ochrana je nedostatečná navrhnout opatření,
- zajistit prostředky,
- aplikovat opatření pro ochranu,
- periodicky kontrolovat stav,
- udržovat ochranu na odpovídající úrovni,

- revidovat opatření v závislosti na vývoji.

Rozdělení kompetencí a odpovědností je zásadní a důležité v každé složitější činnosti lidské společnosti. Jasně by měla být vymezena dílčí odpovědnost za zajištění ochrany jednotlivých sektorů technického díla, a spoluodpovědnost jednotlivých pracovníků na úrovních řízení.

Na základě skutečností uvedených výše jsou náklady na zajištění bezpečí a udržitelného rozvoje technického díla souhrnné náklady vynaložené na vyjednávání s riziky. Tj. jsou to náklady na opatření a činnosti prevence, připravenosti, odezvy a obnovy, náklady na pojištění a rezervní náklady na nepředvídané situace vyvolané např. málo pravděpodobnou kumulací nežádoucích jevů. Z hlediska účinnosti jsou nejefektivnější náklady na prevenci [38]. Jsou však nákladné na znalosti, zdroje, síly a prostředky, jejich výsledek není okamžitě viditelný a je zřejmý až v budoucnosti po pohromě, a proto jejich aplikaci je správa organizace obvykle nakloněna jen v období po velké pohromě. Z důvodů zajištění ochrany a udržitelného rozvoje je proto nutné právně prosadit vynutitelnost zásadních preventivních opatření právními předpisy.

5.3. Nástroje pro řízení rizik technických děl při provozu

Na základě poznatků shrnutých v práci [35] řízení rizik technických děl při provozu se provádí preventivními, zmírňujícími, reaktivními a obnovovacími opatřeními a činnostmi. Příslušná opatření jsou zpracovávána do provozních předpisů, které jsou pro podmínky: normální; abnormální; a kritické. Aplikace příslušných opatření se řídí výsledky kontinuálního monitoringu jak celého technického díla, tak kritických částí technického díla.

Pro zajištění chodu technického díla se musí provádět údržba. Jde o činnost, kterou se odstraňují dopady stárnutí, provozního režimu a vnějších podmínek na technická zařízení. Údržba jednotlivých zařízení, komponent, výrobních linek atd. závisí na provozu technického díla. Obvykle ji dělíme na reaktivní neboli neplánovanou a proaktivní neboli plánovanou. V prvním případě jde o korekce zařízení, komponenty či systému prováděné po jejich selhání. V druhém případě odlišujeme preventivní a prognostickou údržbu. Preventivní údržba zahrnuje výměny částí zařízení nebo údržbu zařízení, které jsou založené na otestování dopadů jejich stárnutí.

Prognostická údržba záleží na výsledcích monitorování a vede k optimalizaci nákladů na údržbu. Je založena na specifickém typu inspekce RBI (Risk Based Inspection). V technických dílech v ČR podle povahy provádí dozor: Česká inspekce životního prostředí; Česká školní inspekce (školy jsou technická díla); Dopravní inspektorát; Drážní inspekce; Institut technické inspekce; Požární inspekce; Státní energetická inspekce; Státní úřad inspekce práce; Státní zemědělská a potravinářská inspekce; Technická inspekce České republiky; Státní úřad pro jadernou bezpečnost; Inspekce Ministerstva zdravotnictví; Státní úřad pro kontrolu léčiv; TÜV SÜD Czech s.r.o.

Obecně je inspekce specifická kontrola, kterou provádí orgán státu / veřejné správy / podniku či jiné organizace, který provádí dozor a dohled nad výrobky, bezpečností či prací či provozem technického díla. Jejím cílem je poznat skutečný stav a zjistit úroveň dodržování stanovených předpisů a pravidel. Přitom vychází z celkového šetření situace, jejího srovnání s právními předpisy, normami a standardy a při zjištění nepovolených odchylek ukládá provedení nápravných opatření a kontroluje jejich provedení.

Z hlediska bezpečnosti technických děl má velký význam **Risk Based Inspection (RBI)** [35]. Předmětný typ inspekce se soustřeďuje na specifická technická zařízení, jako jsou tlakové nádoby, výměníky tepla a potrubí v průmyslových zařízeních a pomocí metod kvalitativně nebo kvantitativně posuzuje úroveň rizika sledovaného technického zařízení a navrhuje příslušná včasná opatření na podporu bezpečnosti. Tím zajišťuje i ekonomickou optimalizaci údržby, které se dosahuje tím, že se posuzuje úroveň rizika selhání a v případě, že se jeho úroveň blíží k nepřijatelnému limitu, tak se provádí opravy a údržba. Vychází z výsledků nedestruktivních testů [35].

RBI se nejčastěji používá ve strojírenství a převládá v ropném a plynárenském průmyslu. Posuzované úrovně rizika se používají k vypracování prioritního inspekčního plánu. Souvisí s (nebo někdy je součástí) řízením:

- aktiv podle výše rizika (risk based asset management - RBAM),
- integrity zařízení podle výše rizika (risk based integrity management - RBIM),
- podle rizika (risk based management - RBM).

Výsledky shrnuté v práci [35] ukazují, že v technických dílech, které jsou složitými systémy, je potřeba používat různé modely údržby; je třeba oddělit: neopravitelné komponenty; opravitelné komponenty s korekční údržbou; a opravitelné komponenty, které latentně selhávají, a u nich je třeba dělat preventivní údržbu.

5.4. Plány pro vypořádání rizik ve prospěch bezpečnosti za různých podmínek

V oblasti plánování dosud existuje velká nejednotnost. Nejčastěji se používá dělení plánů na: bezpečnostní; územní; plány rozvoje území; nouzové, tj. soubor plánů odezvy na nouzové situace kategorie 3-4 [1], jež jsou předvídatelné; contingency, tj. plán odezvy na nepředvídanou situaci; continuity, tj. plán takové formy odezvy, která zajistí omezený provoz technologie a služby a její přežití ve stavu, že ji bude možno postupně obnovit; a krizové, tj. soubory plánů odezvy na zvládnutí kritických situací, tj. nouzových situací kategorie 5 [1].

Plánování tvoří základní úsek každého řízení. Proto musí specifikovat nejen cíle, ale i možné varianty dosažení žádoucích cílů řízení, provést jejich vyhodnocení a výběr optimální varianty s ohledem na disponibilní síly, prostředky a zdroje. Pro podporu správného řízení technického díla je také nutné analyzovat každou nouzovou situaci a přijmout poučení, tj. podklady pro zlepšení prevence, zajištění zmírnění dopadů příští situace na chráněné zájmy, pro zlepšení odezvy atd.

Podle fakt shrnutých v [35] je třeba:

1. Po každé větší nouzové situaci v rámci poučení:
 - určovat slabé a silné stránky technického díla a jeho systému řízení,
 - získat poznatky pro zvýšení odolnosti technického díla, aby se zvýšila jeho adaptabilita na změny,
 - získat poznatky pro to, aby robustní systémy odezvy byly vždy zaměřovány správně.
2. Pro podporu řízení nouzových situací nestačí jen jednooboroví specialisté, ale je třeba mít specialisty, kteří znají více oborové a mnoha oborové disciplíny a systém řízení technického díla v daném případě. Každé technické dílo si musí tento

odborný potenciál vybudovat k tomu, aby bylo schopné zvládat rozsáhlé nouzové a kritické situace.

3. Tým pro řízení nouzových situací se musí skládat z vysoce zkušených lidí, musí mít určitou nezávislost při rozhodování a musí mít vlastní zdroje pro činnosti odezvy. Jeho úkolem je zajistit urgentní a bezprostřední odezvu, řešit neočekávané problémy, orientovat se na důsledky, zajistit kvalifikovanou odezvu za přijatelných zdrojů, sil a prostředků.
4. Je nutné zvyšovat neustále bezpečnost organizace i technického díla, jichž se účastní zaměstnanci.
5. Odezvy na velké nouzové situace (např. po hurikánu Katrina nebo po jaderné havárii Fuku-shima) ukázaly jeden důležitý fakt - za hranicemi kompetencí vedení odezvy v kritické situaci nemůže téměř nic pořádného udělat. Proto je důležité pro zvládnutí všech situací mít předem připravené rozdělení kompetencí pro všechny možné situace, tj. i pro ty téměř nemožné.
6. Zkušenosti získané studiem odezev na nouzové situace velkého rozsahu ukázaly, že práce, které se dělají v rámci odezvy na kritickou situaci musí být:
 - jasné,
 - snadno proveditelné,
 - rychlé, aby podpořily účinnost akcí,
 - vést k výsledku.

Základní druhy plánování, které podporují základní úrovně řízení jsou bezpečnostní plánování, nouzové plánování a krizové plánování. Pro plánování chápané jako činnost, kterou se vytváří podklady pro rozhodování v budoucích situacích je důležitý popis situace a představa o možných změnách (zjišťování míry nebezpečí pro určité časové období a určitou lokalitu). Proto se skládá ze dvou činností:

- *předvídání* možných situací a změn,
- jejich monitorování a programování reakcí na změny.

Provedené teoretické analýzy i rozbory praktických postupů [1] ukázaly na nutnost při plánování obecně dodržovat určité zásady jako:

1. Plánovat s nadhledem, tj. neplánovat pro případy konkrétních pohrom, protože při výskytu konkrétních jevů jsou různé podmínky a dochází ke kumulaci různých faktorů, které zesilují nebo zeslabují působení pohromy a mění situaci v organizaci.
2. Nouzové situace vyvolané pohromami jsou jen v prvním okamžiku determinovány příčinou, tj. dopady konkrétní pohromy, která je vyvolala. Poté jsou determinovány dobou, po kterou trvají a rozsahem zasažené organizace.
3. V případě, že dojde k významnému zdržení v nastartování vhodné odezvy na pohromu, dochází ke kritické situaci, která může mít až katastrofické dopady, protože v důsledku domino efektů vznikají další a další řetězce nežádoucích jevů.
4. Plány rychle zastarávají, a proto jsou nezbytné pravidelné aktualizace a testování.
5. Bezpečnost, odolnost či zranitelnost každého systému je vždy daná nejslabším prvkem, vazbou či tokem organizace.

Plánování pro zajištění bezpečného technického díla proto vyžaduje bezpodmínečně interdisciplinární přístup vycházející a navazující na koncept lidské bezpečnosti (společnost je posedlá strachem z narušení bezpečnosti, protože současná společnost je složitá a velmi zranitelná) a udržitelného rozvoje (ekologická odpovědnost má vztah k environmentální bezpečnosti, ekonomická účinnost souvisí s ekonomickou a technologickou bezpečností, sociální solidarita je odrazem sociální a zdravotní bezpečnosti atd.).

V případě, ve kterém neexistuje účinná obrana technického díla před pohromou, tj. realizací závažného rizika, je nutností být připraven. To znamená, že organizace musí mít připraveny postupy, jimiž se musí zajistit odezva na situaci zaměřená na stabilizaci zasažené části organizace a obnova kritických procesů a zdrojů pro jejich realizaci. Nouzové plánování neomezuje rizika a musí být na míru toho, kdo provádí odezvu i navazující obnovu. V žádném případě nejde o levnou záležitost. Jde o zajištění uspořádání souboru znalostí a o prosazení, že každá odpovědně řízená instituce bude mít bezpečnostní koncepci. Ta musí vycházet z klasifikace nouzových situací a z analýzy rizik zaměřené na zjištění očekávání, jaké dopady a jak jsou pravděpodobné při vzniku pohromy o očekávané (právně definované) velikosti.

Plánování je spolehlivé, když postupy:

- vedou k cíli pomocí optimálního způsobu, který lze zajistit disponibilními zdroji, silami a prostředky,
- jsou formalizované,
- obsahují opatření k omezení (zmírnění) dopadů,
- zajišťují kontinuální proces,
- umožní zvládnout možné situace,
- jsou multidisciplinární (tj. nejsou naivní a levné),
- respektují problémy v zajištění potřebných zdrojů, a proto s nimi neplýtvají,
- racionálně využívají bezpečnostní infrastrukturu.

Plány musí mít hierarchickou strukturu, protože hierarchické jsou jak procesy, tak zdroje. Nejčastěji se používají tři úrovně, a to:

1. Analýza rizik, která stanovuje strategická pravidla:

- základní klasifikace klíčových procesů a zdrojů a jejich zabezpečení,
- plán zachování funkčnosti.

2. Zajištění dat a informací a odvození znalostí a návrh cílů.

3. Seznam konkrétních realizačních opatření a návrh postupů na jejich realizaci (lze využít nástroje multikriteriálního rozhodování, např. metoda kritické cesty, Petriho sítě, optimalizační metody síťové analýzy apod.) [38].

Musíme si uvědomit, že např. proces zvládnutí nouzové situace v technickém díle probíhá v jistém, opakujícím se životním cyklu:

1. Normální podmínky / provoz technického díla, tj. žádná pohroma.
2. Reakce na vznik nouzové situace vyvolané výskytem pohromy.
3. Obnova základních funkcí technického díla.

4. Prozatímní provoz technického díla.
5. Obnova plného provozu technického díla.
6. Normální provoz technického díla po obnovení plné funkce.

Obnova plného provozu znamená přechod z nouzového provozu technického díla na plný provoz. Obvykle je nejvíce při plánování opomíjena.

Dalším příkladem je formální postup pro proces zvládnutí konkrétní nouzové situace, který je vždy v hlavních rysech tento:

- analýza rizik,
- zjištění dopadů, zranitelností a jejich ocenění,
- stanovení kritických procesů a zdrojů potřebných pro jejich realizaci,
- stanovení doby, za kterou musí být kritické procesy obnoveny, aby nedošlo k další eskalaci nouzové situace vyvolané pohromou. Jde totiž o to, aby příliš dlouho nepůsobila spřažení vzniklá v organizaci v důsledku vnitřních vazeb.

V těchto souvislostech v případě výskytu nadprojektové pohromy (tj. pohromy proti které se již nedělají nadstandardní preventivní opatření v územním plánování, projektování, výstavbě a provozování objektu, infrastruktury, v systému péče o zdraví, bezpečí, životní prostředí a veřejné blaho) jsou vybudovány ochranné systémy v rámci nouzového a krizového řízení pro bezpečnost jen vybraných chráněných aktiv (životy a zdraví lidí a majetek). Je proto nutno zdůraznit, že v doposud vybudovaném systému ochrany nejsou dostatečně zohledněny vnitřní vazby jdoucí napříč technického díla a jeho okolím. Tento problém je třeba v zájmu bezpečnosti a rozvoje technického díla vyřešit, tj. odstranit, anebo alespoň snížit na žádoucí úroveň druhotné dopady v řetězcích dopadů, které souvisí s výskytem konkrétních pohrom [1,2,21].

Pro každý kritický proces se nejprve pro potřeby řízení musí určit možné scénáře. Za vše odpovídá vrcholový management. Plán je *komplexní obrázek o procesech a jejich závislostech*. Plán má proto *řešit problémy, porozumět budoucím situacím, formulovat priority a stanovit odpovědnosti*. Nástroje řízení, které stanovuje plán jsou:

- soustava indikátorů,
- monitoring,
- cíle.

Podle těchto nástrojů jsou nastaveny všechny další části řízení. Když je plán formální, tak řízení je bezbřehé a není zajištěno dosažení cílů. Proto při každém plánování si je třeba uvědomit, že prostorové uspořádání, funkční využívání organizace i předurčení chování lidí je komplexní proces pro zajištění vzájemného souladu požadavků hospodářských a jiných činností.

Plánování v technickém díle založené na stanovení cílů, odstranění možných problémů a na ceně, kterou technické dílo zaplatí za selhání, je zvláště nutné zaměřit se na životy lidí, životní prostředí a ten majetek, který nejvíce vyžaduje investice a sledovat dopady na vazby mezi prvky a vazby napříč celého systému infrastruktury. Poslední výzkumy ukazují, že zvláště důležité je sledovat spletitost vnitřních závislostí napříč kritickou infrastrukturou. Při znázornění technického díla jako systému systémů se zjistí, že některé prvky, vazby či toky jsou vysoce zásadní pro stabilitu, kontinuitu a rozvoj technického díla.

Základním nástrojem pro plánování i řízení jsou procesní modely. Ty umožňují sestavit postupy a scénáře pro určité situace, které mají určité podobné rysy. Jsou vhodné pro plánování i pro odezvu a obnovu. Modely se sestavují na základě konkrétních potřeb. *Základem jejich každé aplikace je požadavek, že k tomu, aby daly správný výsledek, musí být splněny předpoklady, na jejichž základě byly vytvořeny.* Výsledkem aplikace procesních modelů jsou normy, standardy, havarijní, nouzové, krizové a jiné plány, scénáře pohrom, scénáře odezvy, scénáře obnovy apod.

Plánování v technickém díle založené na stanovení možných dopadů a na ceně, kterou technické dílo zaplatí za selhání je zvláště nutné zaměřit se na ten majetek, který nejvíce vyžaduje investice [1,35,38,39]. Důležité je systémové pojetí, které dovoluje odhalit, že některé prvky, vazby či toky jsou vysoce zásadní pro stabilitu, kontinuitu a rozvoj organizace. V těchto případech je nutno v zájmu bezpečnosti naplánovat a provést specifická opatření a tyto prvky, vazby či toky speciálně z odolnit a případně zálohovat, a to i několikrát [35].

5.5. Nástroje pro řízení rizik technických děl při provozu

Podle zákona č. 22/1997 Sb. za bezpečnost výrobku (stroje, zařízení) odpovídá výrobce. Jde především o:

- výběr vhodných strojů a výrobních zařízení,
- kontrolu, zda se dá na strojích podle instrukcí a návodů provádět údržba, čištění a opravy správným a bezpečným způsobem,
- stanovení a přezkoušení kvalifikací pracovníků obsluhy (včetně údržby a oprav poruch),
- prověření možných dopadů užívání stroje na životní prostředí, popř. jeho ostatních nežádoucích dopadů (hlučnost, prašnost, nebezpečné látky),
- ověření, zda při nákupu stroje je dodána veškerá dokumentace, návody a výkresy, jak je stanoveno v nařízení vlády č. 176/2008 Sb. (Směrnici 2006/104/ES),
- ověření, zda je k dispozici prohlášení o shodě, resp. označení výrobku značkou CE,
- ověření, zda je dodán manuál popisující rizika spojená s prací na daném stroji, a to v českém jazyce.

Za bezpečnost zaměstnance odpovídá zaměstnavatel dle zákoníku práce (zákon č. 262/2006 Sb.) a dalších právních předpisů (zákon č. 309/2006 Sb., nařízení vlády č. 378/2001 Sb.). Zaměstnavatel má povinnost:

- vybavit stroje ochrannými a jinými zařízeními, která chrání život a zdraví zaměstnanců,
- provozovat stroje dle návodu k používání, resp. místních provozních bezpečnostních předpisů (MPBP),
- u starších strojů vyhodnotit rizika a přijmout potřebná opatření k jejich odstranění resp. minimalizaci (identifikovat veškerá nebezpečí, vyhodnotit rizika, přijímat opatření k minimalizaci identifikovaných rizik, provádět průběžné technické kontroly a pravidelné revize, odstraňovat zjištěné nedostatky - opakovat a náležitě dokumentovat).

Minimální základní požadavky na bezpečný provoz dle nařízení vlády č. 378/2001 Sb. jsou odděleny pro provoz, pro údržbu, seřizování a opravy zařízení a pro ochranná zařízení takto:

1. Požadavky na bezpečnost při provozu zařízení jsou:

- používat zařízení k účelům a za podmínek, pro které je určeno, v souladu s provozní dokumentací; (bližší podmínky v MPBP),
- zajistit bezpečný přístup obsluhy k zařízení, dostatečný manipulační prostor se zřetelem na technologický proces a organizaci práce,
- přivádět nebo odvádět všechny formy energií a látek, užívaných nebo vyráběných, bezpečným způsobem,
- instalovat zábrany nebo ochranné zařízení, nebo přijetí opatření tam, kde je nebezpečí kontaktu nebo zachycení zaměstnance pohybujícími se částmi zařízení nebo pádu břemene,
- provádět montáž a demontáž zařízení za bezpečných podmínek (v souladu s návodem výrobce, MPBP),
- ochraňovat zaměstnance proti nebezpečnému dotyku u zařízení pod napětím a před jevy vyvolanými účinky elektřiny (vč. atmosférické),
- umístit ovládací prvky ovlivňující bezpečnost provozu zařízení mimo nebezpečné prostory,
- zajistit bezpečné ovládání, a to i v případě jejich poruchy nebo poškození, zajistit dobrou viditelnost, rozpoznatelnost a v určených případech i příslušné označení,
- zajistit, aby ke spouštění zařízení došlo pouze záměrným úkonem obsluhy pomocí ovládače, který je k tomu účelu určen,
- zajistit vybavení ovládačem pro úplné bezpečné zastavení,
- zajistit, aby v době, kdy se zařízení nepoužívá, bylo zařízení vypnuto, popř. odpojeno od zdrojů energií a zabezpečeno,
- zajistit vybavení zařízení ovládačem pro nouzové zastavení, který zablokuje spouštěcí ovládače tam, kde je to nutné; současně se zastavením chodu zařízení nebo jeho nebezpečné části zajistit vypnutí přívodů energií k jeho pohonům, s výjimkou případů, ve kterých by tím došlo k ohrožení života nebo zdraví zaměstnanců.
- zajistit upevnění, ukotvení nebo zajištění zařízení nebo jeho části vhodným způsobem, je-li to nutné pro bezpečný provoz a používání,
- zajistit ochranu zaměstnance před nebezpečnými faktory, například hlukem, vibracemi nebo teplotami, které vyvíjí zařízení,
- zajistit v případě potřeby označení výstražnými nebo informačními značkami, sděleními, značením nebo signalizací, které jsou srozumitelné, mají jednoznačný charakter a nesmí být poškozovány běžným provozem zařízení,
- zajistit, aby pracovní prostor byl vybaven vhodným ochranným zařízením, které ochrání životy a zdraví zaměstnance zejména před:

- padajícími, odlétajícími nebo vymrštěnými předměty uvolněnými ze zařízení,
 - nebezpečím požáru nebo výbuchu s následným požárem nebo účinků výbušných směsí látek vyráběných, užívaných nebo skladovaných v zařízení,
 - nebezpečím vzniklým vypouštěním nebo únikem plyných, kapalných nebo tuhých emisí,
 - před možným poškozením zdraví zaměstnance způsobeným zachycením nebo destrukcí pohybující se části zařízení.
2. Požadavky na bezpečnost při seřizování, údržbě, opravách a čištění zařízení jsou:
- činnosti provádět pouze tehdy, když je zařízení odpojeno od zdrojů energií, není-li to technicky možné, tak použít vhodná ochranná opatření,
 - před zahájením činností se přesvědčit, že v nebezpečných prostorech není žádný zaměstnanec; není-li to možné, tak tam musí být zařízení, které při spuštění nebo vypnutí vydává zvukový nebo světelný výstražný signál po dostatečně dlouhou dobu, aby zaměstnanci měli možnost opustit prostor
3. Požadavky na ochranná zařízení jsou:
- musí mít pevnou konstrukci, která je odolná proti poškození,
 - musí být umístěno v bezpečné vzdálenosti od nebezpečného prostoru,
 - nesmí bránit montáži, opravě, údržbě, seřizování, manipulaci a čištění (přístup zaměstnance musí být omezen pouze na tu část zařízení, kde je prováděna činnost, a to pokud možno bez sejmutí ochranného zařízení),
 - nesmí být snadno odnímatelné nebo odpojitelné,
 - nesmí omezovat výhled na provoz zařízení více, než je nezbytně nutné,
 - musí splňovat další technické požadavky na blokování nebo jištění stanovené zvláštním právním předpisem, popřípadě normovou hodnotou, nevyplývají-li další požadavky ze zvláštního právního předpisu.

Při identifikaci nebezpečí a rizik musí být zvaženy:

- použití stroje,
- stanoviště obsluhy,
- nebezpečný prostor,
- ochranná zařízení (ochranné kryty - pevné, nastavitelné, blokované),
- ovládání a spouštění (ovládací zařízení, ovládací prvky, zařízení nouzového zastavení),
- nástroje,
- seřizování,
- údržba,
- informace pro uživatele (průvodní dokumentace, MPBP) atd.

Nařízení vlády č. 378/2001 Sb. doporučuje používat:

- pro určení nebezpečí, ohrožení a rizik především metody analýza stromu událostí ETA, analýza stromu poruchových stavů FTA, analýza poruch, stavů a jejich následků FMEA, studie nebezpečí a provozuschopnosti HAZOP, metoda „What – if?“ (Co se stane když?), předběžná analýza nebezpečí PHA, analýza spolehlivosti člověka HRA, blokový systém bezporuchovosti RBD, které jsou popsány v práci [27],
- pro identifikaci nebezpečí a hodnocení rizik: legislativní požadavky; technické normy; návody, publikované požadavky a standardy; pracovní a technologické postupy; informace o používaných technických zařízeních a pracovních nástrojích; znalosti a zkušenosti o existujících nebezpečích; časové snímky pracovní zátěže zaměstnanců; historie nehodových a úrazových událostí nebo selhání při provozu strojů, informace o skoro nehodách,
- principy hodnocení rizik popsány v práci [20], tj. zásady normy ISO 31 000 [40].

Dle údajů shromážděných v práci [20] to znamená, že v případě strojních zařízení se jako zdroje rizik nezvažují vnější události a lidský faktor; tj. nepřipouští se selhání zařízení na více místech z jedné příčiny. Proto je třeba plány odezvy nebo kontinuity pro daný případ.

S ohledem na složitost světa a jeho dynamický vývoj, omezené schopnosti lidí předvídat budoucí jevy a omezené znalosti, zdroje, síly a prostředky lidské společnosti, je třeba i ve sledované fázi technického díla do území aplikovat poučení z minulých zkušeností. Proto byly podrobně kriticky hodnoceny minulé havárie a selhání technických děl zapříčiněné chybami ve výběru typu a lokalizace technického díla.

Pro zvýšení bezpečnosti provozu technického díla výběru typu technického díla a místa jeho lokalizace jsou v práci [35] sestaveny dva nástroje, které používají disciplíny, které pracují s riziky (risk engineering). Jde o systém pro podporu rozhodování (DSS) a plán řízení rizik, kterými lze zajistit, aby proces projektování, zhotovení a uvedení do provozu technického díla vedl k výběru optimálního řešení z pohledu řízení rizik, které technické dílo do území přinese, tj. aby byly vytvořeny podmínky pro zajištění koexistence technického díla s okolím během provozu.

Ze stejných důvodů, které jsou uvedeny v odstavci 3:

- nástroj DSS musí vycházet z několika variant, aby bylo možno vybrat variantu přijatelnou jak z hlediska rizik, která bude třeba vypořádávat během provozu, tak z hlediska disponibilních zdrojů, sil a prostředků,
- plán řízení rizik obsahuje odpovědnosti nejen projektanta a zhotovitele, ale i veřejné správy, která podle platné legislativy vykonává dozor.

6. Práce s riziky spojených s technickými díly po ukončení provozu

Všechna technická díla však mají jen určitou životnost, a pak se z nich stávají nepotřebné předměty a objekty, které již neplní poslání, ke kterému byly vytvořeny. Stávají se z nich odpady nebo ekologické zátěže. Z uvedené skutečnosti je zřejmé, že bezpečnost technických děl posuzovaná z pohledu zajištění dlouhodobé existence lidstva, se netýká jen provozu technických děl, ale i jejich správné likvidace po skončení životnosti, aby se nevytvářela poškozená nebo neúnosně kontaminovaná území, která by lidstvo nemohlo dále použít pro svůj život a rozvoj. Je to zvláště

důležité, když si uvědomíme, že roste počet obyvatel planety Země a je třeba zajistit pro ně obživu i prostor.

Na základě současného poznání je zřejmé, že proces vyřazení technického díla, jeho likvidace a vyčištění zabraného území patří do procesu zajišťování integrální bezpečnosti lidského systému [1]. Na základě systematického výzkumu, shrnutého v práci [41] je o provedení procesu PPU, který se skládá z navazujících podprocesů:

- vyřazení technického díla z provozu,
- provedení demontáže zařízení, konstrukcí a staveb,
- odvoz použitelných zařízení, materiálů a odpadů, a v případě potřeby až po jejich dekontaminaci na místě,
- vyčištění uvolněného území, a v případě potřeby provedení dekontaminace území,
- předání uvolněného území do dalšího civilního užívání.

Při praktickém provedení procesu PPU je třeba zvážit veškeré známé údaje a zkušenosti a vyjasnit:

- úkoly, které má realizace procesu PPU zajistit,
- nároky na zdroje, síly a prostředky potřebné na realizaci procesu PPU,
- rizika spojená s realizací procesu PPU, a to při normálních, abnormálních i kritických podmínkách,
- nároky na provedení všech opatření při realizaci procesu PPU, aby byla zachována integrální bezpečnost zacílená na území (tj. koexistence základních systémů).

S ohledem na složitost světa a jeho dynamický vývoj, omezené schopnosti lidí předvídat budoucí jevy a omezené znalosti, zdroje, síly a prostředky lidské společnosti, je třeba i ve sledované fázi technického díla do území aplikovat poučení z minulých zkušeností. Proto byly podrobně kriticky hodnoceny minulé havárie a selhání technických děl zapříčiněné chybami ve výběru typu a lokalizace technického díla.

Příklady likvidace starých zátěží, které vznikly buď opomenutím procesu PPU, anebo jeho špatným provedením [41] ukazují, že společnost musí vynaložit velmi vysoké náklady na jejich likvidaci z důvodu zajištění bezpečnosti lidí.

Pro zajištění bezpečného procesu PPU jsou v práci [41] sestaveny dva nástroje, které používají disciplíny, které pracují s riziky (risk engineering). Jde o systém pro podporu rozhodování (DSS) a plán řízení rizik, kterými lze zajistit, aby sledovaný proces vedl k výběru optimálního řešení zvládnutí rizik, a území zabrané technickým dílem bylo včas předáno do dalšího civilního užívání.

Ze stejných důvodů, které jsou uvedeny v odstavci 3:

- nástroj DSS musí vycházet z několika variant, aby bylo možno vybrat variantu přijatelnou jak z hlediska rizik, která bude třeba vypořádat během provádění procesu PPU, tj. odstavení z provozu a vyčištění území zabraného technickým dílem, aby mohlo být použito k dalším civilním účelům, tak z hlediska disponibilních zdrojů, sil a prostředků,
- plán řízení rizik obsahuje odpovědnosti nejen projektanta a zhotovitele, ale i veřejné správy, která podle platné legislativy vykonává dozor.

7. Závěr

Technická díla náleží do správy různých sektorů a zahrnují fyzické, kybernetické, organizační a sociální systémy, tj. jednotlivá zařízení, stroje, komponenty, systémy či celé výrobní či obslužné celky. Z pohledu struktury velká technická díla představují systém systémů, tj. řadu otevřených a vzájemně propojených systémů, a proto jejich chování je dynamické a závisí na celé řadě faktorů. Během životnosti technických děl jsou důležité různé skupiny rizik.

U připravovaných technických děl a při přípravě jejich inovací je důležité vybrat typ, který není vysoce zranitelný místními zdroji rizik a jehož provoz bude možný za možností, které jsou disponibilní. Rovněž je třeba věnovat pozornost zranitelnosti lokality pro umístění technického díla; příliš velká zranitelnost lokality přinese velké vícenáklady při provozu.

Při projektování, zhotovení a uvádění do provozu je důležité věnovat pozornost: zadávacím podmínkám; kvalitě projektu, která musí odrážet zadávací podmínky a nároky budoucího provozu (např. inherentní bezpečnost, bezpečnostní bariéry apod.); kvalitě výstavby a vybavení technologickým zařízením; kvalitě testů provozuschopnosti a bezpečnosti; i kvalitě spouštění do provozu.

Při provozu je třeba věnovat pozornost: kvalitě údržby jednotlivých zařízení, komponent i celých výrobních celků; inspekcím; testům; řízení bezpečnosti provozu; řízení rizik v čase; a zajištění kontinuity provozu za kritických podmínek.

Po ukončení provozu je třeba věnovat pozornost dekontaminaci zařízení a vyčištění zabraného území, aby bylo možné jeho další civilní využívání.

Poděkování: Autoři děkují za podporu EU a MŠMT, grant na projekt RIRIZIBE, CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_018/0002649.

Literatura

- [1] PROCHÁZKOVÁ, D. *Strategické řízení bezpečnosti území a organizace*. ISBN: 978-80-01-04844-3. Praha: ČVUT 2011, 483p.
- [2] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost složitých technologických systémů*. ISBN: 978-80-01-05771-1. Praha: ČVUT 2015, 208p.
- [3] 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, 2362p.
- [4] ALE, B., PAPAOGLOU, I., ZIO, E. (eds). *Reliability, Risk and Safety*. ISBN 978-0-415-60427-7. London: Taylor & Francis Group 2010, 2448p.
- [5] 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, 3035p.

- [6] 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, 6889p.
- [7] 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, 3387p.
- [8] 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, 2453p.
- [9] 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, 4560p.
- [10] 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, 2942p.
- [11] CEPIN, M., BRIS, R. *Safety and Reliability – Theory and Applications*. ISBN: 978-1-138-62937-0. London: Taylor & Francis Group 2017, 3627p.
- [12] 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, 3234p.; ISBN: 978-1-351-17466-4 (eBook); <https://www.ntnu.edu/esrel2018>.
- [13] PERROW, CH. *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*. Princeton: Princeton University Press 1984.
- [14] SAGAN, S. *The Limits of Safety*. Princeton: Princeton University 1993.
- [15] UN. *Human Development Report*. New York... UN, 1994, www.un.org.
- [16] RAUSAND, M. *Reliability of Safety-Critical Systems: Theory and Applications*. John Wiley & Sons 2014, 421 p.
- [17] IAEA. *Safety Guides and Technical Documents*. Vienna: IAEA 1954–2019. www.ns.iaea.org/standards
- [18] COMAH. *Safety Report Assessment Manual: COMAH*. London: UK – HID CD2 London 2002, 570 p.
- [19] 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.
- [20] PROCHÁZKOVÁ D. *Analýza, řízení a vypořádání rizik spojených s technickými díly*. ISBN 978-80-01-06480-1. Praha: ČVUT 2018, 222p. <http://hdl.handle.net/10467/78442>
- [21] PROCHÁZKOVÁ, D. *Zásady řízení rizik složitých technologických zařízení*. e-ISBN 78-80-01-06182-4. Praha: ČVUT 2017, 364p. <http://hdl.handle.net/10467/72582>

- [22] 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, 134p., <http://hdl.handle.net/10467/78522>
- [23] KVERNBEKK, T., TORGERSEN, G. E., MOE, I. Om begrepet det uforutsette [On the Term the Unforeseen]. In: *Torgersen, G. E. Pedagogikk for det uforutsette [Pedagogy for the Unforeseen]*. Bergen:Fagbokforlaget 2015.
- [24] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J., LUKAVSKÝ, J., BERAN, V., ŠINDLEROVÁ, V. *Řízení rizik procesů spojených se zhotovením technického díla a jeho uvedením do provozu*. ISBN 978-80-01-06609. Praha: ČVUT 2019, 207p. <http://hdl.handle.net/10467/84466>
- [25] ZAIRI, M. *Total Quality Management for Engineers*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd, 1991.
- [26] ČR. ČSN EN 61508-X, 61511-X
- [27] PROCHÁZKOVÁ, D. *Metody, nástroje a techniky pro rizikové inženýrství*. ISBN 978-80-01-04842-9. Praha: ČVUT 2011, 369 p.
- [28] REASON, J. *Human Error*. Cambridge: University Press 1990.
- [29] 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.
- [30] TEICHOLZ, E. *Facility Desing and Management Handbook*. ISBN 978 007 135 3946. London: McGRAW-HILL; <https://www.accessengineeringlibrary.com>
- [31] EU. *Council Directive 82/501/EEC of 24 June 1982 on the Major-Accident Hazards of Certain Industrial Activities*. Brussels: EU 1982.
- [32] IAEA. *Commissioning for Nucler Power Plants*. No. NP-T-2.10. ISBN 978–92–0–102816–7 ISSN 1995–7807. Vienna: IAEA 2018, 148p.
- [33] US NRC. *RG 1.70. Standard Format and Content of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants*. www.nrc.com
- [34] US NRC. *NUREG-0800 Standard Review Plan*. www.nrc.com
- [35] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA et al. *Řízení rizik procesů spojených s provozem technického díla*. V tisku.
- [36] GEYSEN, W. The Acceptance of Systemic Thinking in various Fields of Technology and Consequences on Respective Safety Phylosophies. In: *Safety of Modern Systems*. Congress Documentaion Saarbruecken 2001. Cologne: TÜV- Verlag GmbH, 2001, ISBN 3-8249-0659-7, p. 19-27.
- [37] MCCARTHY, J. J., CANZIANI, F. O., LEARY, N. A., DOKKEN, D.J., WHITE, K. S. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. ISBN 0 521 01500 6. New York: Cambridge University Press 2001, 1010p.
- [38] 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.

- [39] GUSTIN J. F. *Disaster & Recovery Planning: a Guide for Facility Managers*. ISBN 0-88173-323-7(FP), 0-13-009289-4 (PH). Lilburn: The Fairmont Press, Inc. 2002, 304p.
- [40] ISO. *ISO 31 000*. Geneve: ISO 2009.
- [41] PROCHÁZKOVÁ, D., PROCHÁZKA, J., ŘÍHA, J., BERAN, V., PROCHÁZKA, Z. *Řízení rizik spojených s ukončením provozu technického díla a s předáním území do dalšího užívání*. ISBN 978-80-01-06527-3. Praha: ČVUT 2018, 114p. <http://hdl.handle.net/10467/79182>

ROZLOŽENÍ KRITičNOSTI V OBCHODNÍM CENTRU

DISTRIBUTION OF CRITICALITY IN THE BUSINESS CENTRE

Petr Ščuglík¹⁾, Dana Procházková²⁾

¹⁾ VUT v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464/118, Brno

²⁾ ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Technická 4, Praha 6

Abstrakt: Článek se zabývá kritičností objektu kritické infrastruktury, a to velkým obchodním centrem. Popisuje způsob stanovení kritičnosti v jednotlivých částech obchodního centra a ukazuje, že nejčastěji se vyskytuje vysoká kritičnost.

Klíčová slova: kritická infrastruktura; obchodní centrum; riziko; bezpečnost; kritičnost.

Abstract: The paper deals with the criticality of the critical infrastructure object, namely a large business centre. It describes the method of determining the criticality in the various parts of the commercial centre and shows that the most often there is a high criticality value.

Key words: critical infrastructure; business centre; risk; safety; criticality.

1. Úvod

Infrastruktury i technologie patří do základních chráněných aktiv lidského systému [1]. Jejich cílem je zajistit základní služby v území, a to včetně provozu dodavatelského řetězce. Míra obslužnosti území spočívá v posouzení různých druhů služeb, které mají různý význam z hlediska života a bezpečí lidí v integrálním pojetí [2].

Z objektivních důvodů si je zapotřebí uvědomit, že k zajištění základní obslužnosti území, která zajistí přežití lidí, stačí jen určitá část infrastruktury a určité základní technologie, kterým se říká kritické, a proto si zasluhují speciální pozornost.

Předložená práce se zabývá rozložením kritičnosti v hlavním zásobovacím centru ve Zlíně. Sleduje zdroje rizik, kterými jsou nedostatky z pohledu vybavenosti jednotlivých částí umožňující evakuaci osob v případě potřeby, zdroje požárů, terorista a nedostatky spojené s množstvím a znalostmi osob.

Práce se opírá o cílený a třikrát opakovaný průzkum založený na detailní prohlídce jednotlivých místností, chodeb a schodišť a na diskusi s pracovníky bezpečnostní služby [3]. Cílem průzkumu bylo zjistit zdroje požáru, umístění nebezpečných látek a místa, ze kterých je centrum nejvíce zranitelné při teroristickém útoku (útočník má přehled po velké části centra a může zasáhnout velký prostor).

2. Kritická infrastruktura

Stavební zákon č. 183/2006 Sb. dále definuje a rozděluje pojem veřejná infrastruktura v českém prostředí takto: „veřejnou infrastrukturou jsou pozemky, stavby, zařízení a to:

- dopravní infrastruktura, kterou jsou např. stavby pozemních komunikací, drah, vodních cest, letišť a s nimi souvisejících zařízení,
- technická infrastruktura, kterou jsou vedení a stavby a s nimi provozně související zařízení technického vybavení, například vodovody, vodojemy, nazalizace, čistírny odpadních vod, stavby a zařízení pro nakládání s odpady, trafostanice, energetické vedení, komunikační vedení veřejné komunikační sítě a elektronické komunikační zařízení veřejné komunikační sítě, produktovody,
- občanské vybavení, kterým jsou stavby, zařízení a pozemky sloužící např. pro vzdělávání a výchovu (školky, školy, jídelny), stavby pro obchod a služby (obchodní centra, salony, prodejny, logistická centra) sociální služby a péči o rodiny, zdravotní služby, kulturu, veřejnou správu, ochranu obyvatelstva,
- veřejné prostranství, zřizované nebo užívané ve veřejném zájmu“.

Ministerstvo vnitra ČR [4] definuje kritickou infrastrukturu (*dále KI*) takto: Kritickou infrastrukturou se rozumí výrobní a nevýrobní systémy a služby, jejichž nefunkčnost by měla závažný dopad na bezpečnost státu, ekonomiku, veřejnou správu a zabezpečení základních životních potřeb obyvatelstva. Do českého právního řádu je pojem zaveden změnou zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení na konci roku 2010. Specifikuje ji nařízení vlády č. 432/2010 Sb., o kritériích pro určení prvku kritické infrastruktury, které je účinné od 1. 1. 2011. Předmětné nařízení:

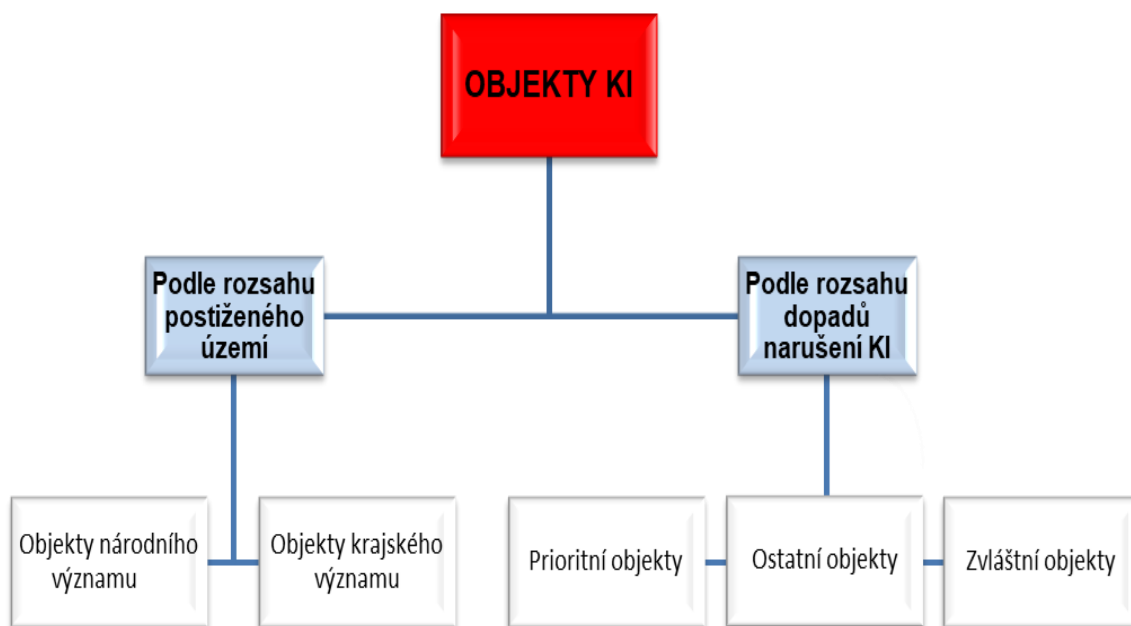
- určuje průřezová a odvětvová kritéria,
- vymezuje postavení a roli státu v oblasti KI, legislativy jsou vymezeny subjekty KI, kterými jsou vlastníci a provozovatelé výrobních a nevýrobních systémů vytvářející produkty nebo poskytující služby KI, kdy tímto subjektem KI je i stát, resp. jeho organizační složky (tj. veřejná správa), které je v konkrétních oblastech zastupují, a jejich cestou stát vstupuje do právních vztahů s ostatními subjekty KI.

Objekty kritické infrastruktury rozříděné dle předmětného nařízení vlády ukazuje obrázek 1. Subjekty KI rozříděné dle stejného zdroje jsou na obrázku 2.

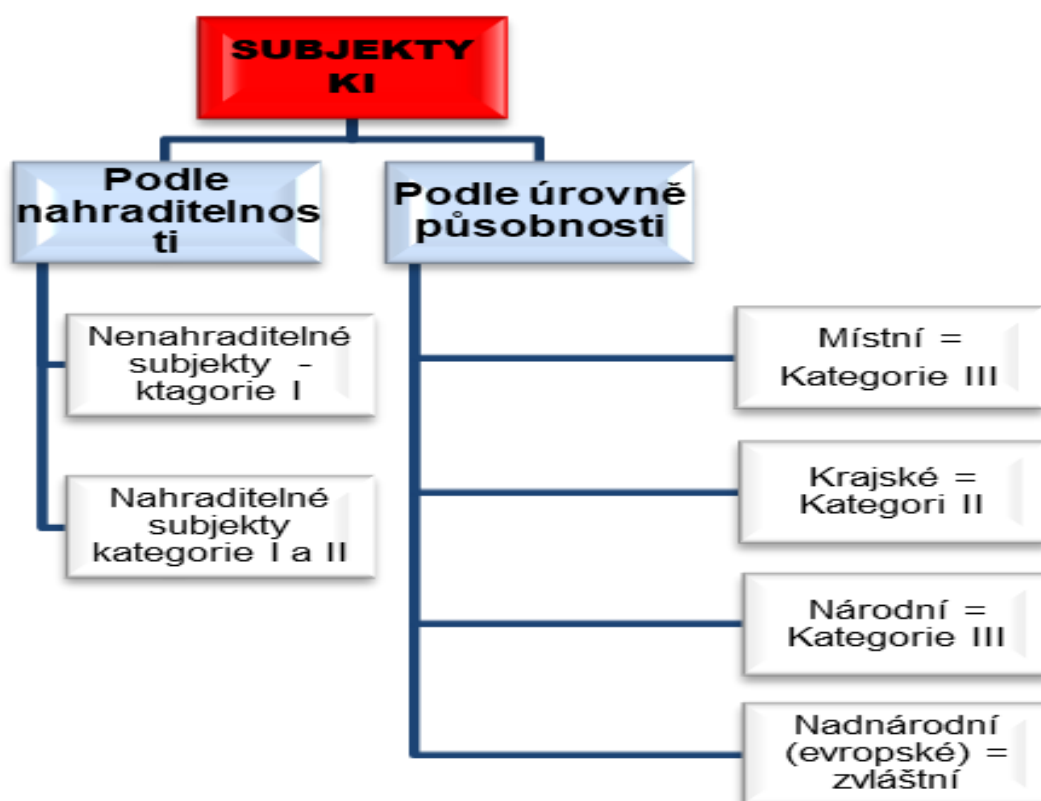
Z odborného pohledu infrastruktura je složitý dynamický systém s určitou úrovní přizpůsobivosti, a proto se musí hledat prahová hodnota – kritičnost, určující stav, při němž infrastruktura neposkytuje služby v požadovaném čase a v požadované kvalitě, což se stalo základem pojmu kritická infrastruktura [1].

V práci jsou použity odborné pojmy [5]:

1. Riziko je pravděpodobná velikost škod, ztrát a újm na chráněných aktivech, která odpovídá ohrožení spojené s pohromou, které je normativně stanovené. Závisí jak na velikosti dané pohromy, tak na vlastnostech území, které předurčují zranitelnost území a jeho aktiv vůči pohromě.



Obr. 1. Objekty kritické infrastruktury v ČR [3] .



Obr. 2. Subjekty kritické infrastruktury v ČR [3] .

2. Bezpečnost je soubor antropogenních opatření a činností k zajištění bezpečí a udržitelného rozvoje systému, tj. k zajištění bezpečí a udržitelného rozvoje chráněných aktiv.

3. Kritičnost je vlastnost systému, která se měří kvalitou souboru opatření a činností s ohledem na bezpečí systému; při menších hodnotách je stav systému bez problému a při vyšších hodnotách je vysoká pravděpodobnost vzniku havárií či selhání systému.

Riziko a bezpečnost nejsou doplňkové veličiny. Doplňkovou veličinou k bezpečnosti je kritičnost, která zahrnuje i nefunkčnost a nespolehlivost [5].

3. Data a metody výzkumu

Předmětem výzkumu zacíleném na posouzení bezpečí lidí a bezpečnosti objektu KI v práci [4] se stalo obchodní centrum ve Zlíně, které má suterén, přízemí a dvě patra. Jsou zde soustředěny obchody, základní služby a kino pro 750 diváků.

Výzkum měl dva cíle, a to: zjistit zdroje rizik a sledovat rozložení kritičnosti v objektu obchodního centra. Splnění prvního úkolu bylo dosaženo cíleným a třikrát opakovaným průzkumem, založeným na detailní prohlídce jednotlivých místností, chodeb a schodišť a na diskusi s pracovníky bezpečnostní služby [3].

Při prohlídce byly zjišťovány možné zdroje požáru, umístění nebezpečných látek a místa, ze kterých je centrum nejvíce zranitelné při teroristickém útoku (útočník má přehled po velké části centra a může zasáhnout velký prostor).

Pro hodnocení kritičnosti se nejčastěji používá kontrolní seznam [6]. Jde o nástroj, který je místně specifický, a proto závisí na problému. Pro jeho sestavení jsme použili koncept, který je často citovaný v odborné literatuře.

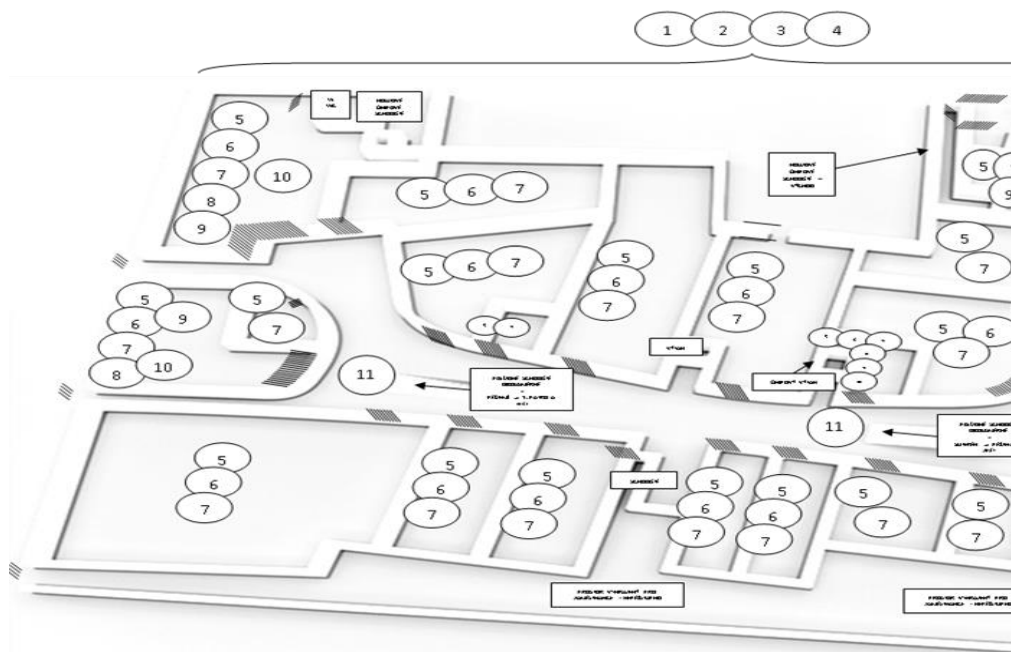
Autoři práce [7] po dlouholetých výzkumech podporovaných OECD a EU ukázali položky, které je třeba v objektu sledovat z pohledu, zda jde o místo bezpečné pro přítomné osoby a zda přítomné osoby jsou v daném místě bezpečné. Proto jsme jejich koncept použili pro posouzení kritičnosti jednotlivých místností, chodeb a schodišť; tj. vytvořili jsme specifický kontrolní seznam. Při hodnocení kontrolního seznamu jsme použili stupnici uvedenou v tabulce 1 [3].

Tabulka 1. Stupnice pro stanovení míry kritičnosti [3].

Míra kritičnosti místnosti	Hodnoty v %	Počet bodů pro všechna kritéria
Extrémně vysoká – 5	90 – 100 %	18 – 20
Velmi vysoká – 4	75 – 85 %	15 – 17
Vysoká – 3	55 – 70 %	11 – 14
Střední – 2	35 – 50 %	7 – 10
Nízká – 1	20 – 30 %	4 – 6
Zanedbatelná – 0	0 – 15 %	0 – 3

4. Zdroje rizik

Všechny zdroje sledovaných rizik jsou v práci [3]. Pro ilustraci uvedeme obrázek 3, který ukazuje zdroje požáru v přízemí obchodního centra získaný místním průzkumem. Čísla v kroužku ukazují dále uvedené zdroje:



Obr. 3. Možné zdroje požáru v jednotlivých přístupných prostorech přízemí obchodního centra [3].

1. Zahoření od rozvodů elektroinstalace a elektrických zásuvek, vyhřívání, radiátorů, klimatizace v rámci celého přízemí (kabeláž elektroinstalace je vedena prakticky po celé ploše přízemí obchodního centra, a to ve zdech a skrze stropní konstrukce).
2. Vzplanutí od zdrojů světla (zářivky, žárovky, světelné pásky).
3. Zahoření od příručních elektronických či jiných zařízení zaměstnanců či provozovatelů služeb obchodního centra (mobilní telefony, tablety, vysílačky, elektronické cigarety, powerbanky, kalkulačky, datové terminály, čtečky, zapalovače, sirky ...).
4. Vzplanutí od jiných přenosných či pojízdných elektronických zařízení zaměstnanců či provozovatelů služeb obchodního centra (radiové přijímače, notebooky, přenosné televizory, přenosná ohřívadla, přenosné ventilátory, varné konvice, podlahové mycí a čistící stroje ...).
5. Vzplanutí od PC a jejich příslušenství (monitory, klávesnice, myši, reproduktory, web kamery, napájecí kabely, síťové kabely, jiné kabely (USB, HDMI, VGA...), tiskárny, modemy, routery, ...).
6. Vzplanutí od televizorů, audio, video.
7. Vzplanutí od komponentů pokladen, registračních pokladen a platebních terminálů.

8. Zahoření od chladících a mrazících boxů.
9. Vzplanutí od elektrických kráječů, fritovacích hrnců, kávovarů, varných konvic, řezaček, vakuových balíčků, mixérů, šlehačů, shakerů a jiných malých kuchyňských spotřebičů.
10. Vzplanutí od sporáků, vařičů, varných desek, vestavěných fritéz, pečících troub, mikrovlnných troub, myček nádobí, digestoří, nápojových automatů a jiných velkých kuchyňských spotřebičů.
11. Zahoření od elektrických pojízdných schodů.

5. Kritičnost jednotlivých částí

U všech přístupných místností, chodeb a schodišť byla vyhodnocena kritičnost dle výše popsaného kontrolního seznamu, výsledky jsou v práci [3]. Pro ilustraci uvedeme tabulku 2 pro místnost v suterénu obchodního centra.

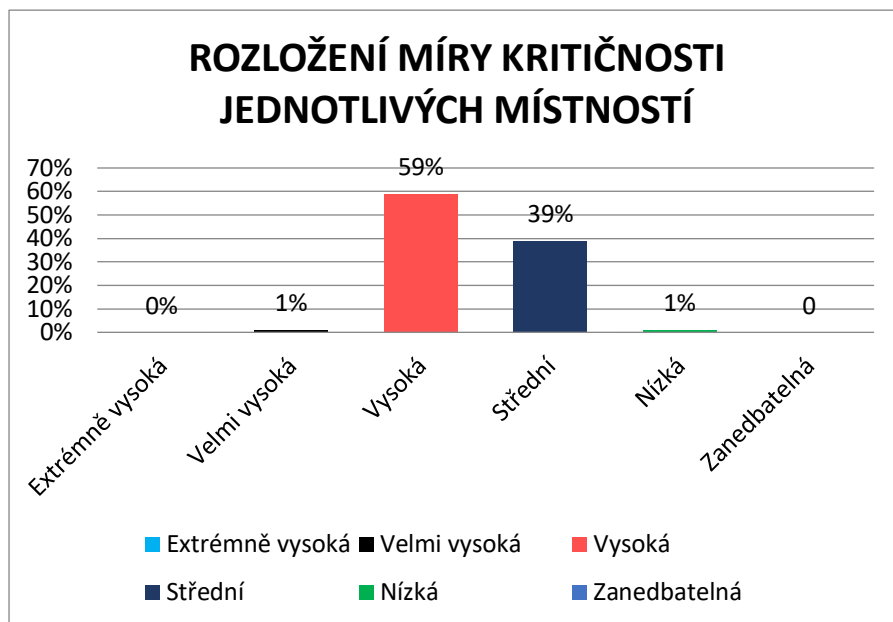
Tabulka 2. Výsledky hodnocení kritičnosti v místnosti 1 v suterénu [3].

OTÁZKA	ANO	NE	POZNÁMKA
OBLAST „VCHODY, VÝCHODY, ÚNIKOVÉ CESTY“			
Jsou vyznačeny nouzové východy?		X	Místnost nemá samostatný únikový východ.
Jsou oddělené jednotlivé vchody a východy?		X	Pouze jeden společný vchod a východ.
Jsou řádně vyznačeny cesty k nouzovým východům?	X		Vyznačeny cesty ven z místnosti tabulkami „únikový východ“.
Jsou nouzové východy řádně přístupné, funkční a otevřené?		X	Není zvláštní únikový východ.
Je uklizeno (nelze nalézt viditelné překážející hromady odpadu či odpadků, např.: prázdné krabice od zboží)?	X		
Je instalováno nouzové osvětlení?		X	
OBLAST „PROTIPOŽÁRNÍ OCHRANA“			
Jsou správně rozmístěné hasicí přístroje?	X		
Je k dispozici sprchový hasicí systém?		X	

Jsou zde přítomné jen běžné bezpečné látky (to znamená, že nebezpečné látky se v prostoru nenachází)?		X	Benzín, plyn (butan).
Jsou instalovány detektory požáru?		X	
Je elektrická instalace a elektrická zařízení v perfektním stavu (nelze nalézt viditelné poškození)?	X		
Je prostor řádně větrán?		X	Uzavřený prostor bez oken a odsávacího systému.
OBLAST „PROTITERORISTICKÁ OPATŘENÍ“			
Je místnost napojena na kamerový systém?	X		
Je místnost vybavena tísňovým tlačítkovým hlásičem?		X	
Je místnost připojena na pult centrální ochrany?		X	
Je přítomna bezpečnostní služba v dostatečném množství?	X		
Jsou zaměstnanci proškoleni o chování při teroristickém útoku?		X	
OBLAST „LIDSKÝ FAKTOR“			
Mají zaměstnanci i zákazníci dobrou nouzovou připravenost?		X	Dle HZS obecný problém.
Jsou zaměstnanci proškoleni o tom, jak zajistit evakuaci?	X		
Je množství přítomných osob v prostoru přijatelné (je prostor viditelně kapacitně nepřeplněn)?		X	Stísněný prostor, přeplněnost lidmi.
VYHODNOCENÍ KRITičNOSTI MÍSTNOSTI			
	POČET ANO	POČET NE	HODNOTA KRITičNOSTI V PROCENTECH
	7	13	65 %
MÍRA KRITičNOSTI MÍSTNOSTI	3 - VYSOKÁ		

6. Vyhodnocení kritičnosti

Srovnání hodnot kritičnosti pro sledované objekty ukázalo, že hodnoty kritičnosti jednotlivých částí se pohybují od nízké až po velmi vysokou, obrázek 4.



Obr. 4. Rozložení míry kritičnosti v jednotlivých částí obchodního centra.

7. Závěr

Výsledek práce ukazuje, že při zajišťování bezpečnosti obchodního centra jako objektu KI je třeba sledovat místní specifika a opatření provést v místech s největší kritičností. Výsledky získané studiem použil provozovatel sledovaného objektu ke zvýšení bezpečnosti, např.: uvolnění cest k nouzovým východům; umístění dalších hasících zařízení; a úprav postupů v evakuačních plánech v kritických místech, která nelze jednoduše technicky uspořádat.

Literatura

- [1] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost kritické infrastruktury*. ISBN 978-80-01-05103-0. Praha: ČVUT 2012, 318p.
- [2] PROCHÁZKOVÁ, D. *Strategické řízení bezpečnosti území a organizace*. ISBN 978-80-01-04844-3. Praha: ČVUT 2011, 483p.
- [3] ŠČUGLÍK, P. Vnitřní rizika subjektu kritické infrastruktury z veřejného sektoru. *Rukopis diplomové práce*. Brno: VUT 2019.
- [4] www.mvcz.cz

- [5] PROCHÁZKOVÁ D. *Analýza, řízení a vypořádání rizik spojených s technickými díly*. ISBN 978-80-01-06480-1. Praha: ČVUT 2018, 222p.
<http://hdl.handle.net/10467/78442>
- [6] PROCHÁZKOVÁ, D. *Metody, nástroje a techniky pro rizikové inženýrství*. ISBN 978-80-01-04842-9. Praha: ČVUT 2011, 369p.
- [7] MALKIN, A. M., WINDER, C. Applying the Safe Place, Safe Person, Safe Systems framework: Case study findings across multiple industry sectors. In: *Reliability, Risk and Safety. Theory and Applications*. ISBN 978-0-415-55509-8, CRC Press / Balkema, Leiden 2009, pp. 697-704.

SPOLEHLIVOST TLAKOVÝCH ZAŘÍZENÍ NELZE ZAMĚŇOVAT S BEZPEČNOSTÍ TLAKOVÝCH ZAŘÍZENÍ

RELIABILITY OF PRESSURE EQUIPMENT CANNOT BE CONFUSED WITH SAFETY OF PRESSURE EQUIPMENT

Jan Tomáš

TECHSEAL s.r.o. Praha

Abstrakt: Bezpečné tlakové zařízení lze definovat jako technické dílo, které bezchybně plní stanovené úkoly po stanovenou dobu za daných podmínek, je ochráněno proti všem vnitřním a vnějším pohromám, včetně lidského faktoru, a ani při svých kritických podmínkách neohrozí sebe a ani své okolí.

Klíčová slova: spolehlivé tlakové zařízení; zabezpečené tlakové zařízení; bezpečné tlakové zařízení.

Abstract: Safe pressure equipment can be defined as a technical work which flawlessly fulfils the specified tasks for a defined period of time under given conditions, is protected against all internal and external disasters, including the human factor, and even in its critical Conditions do not endanger themselves or their surroundings.

Key words: reliable pressure equipment; Secure pressure equipment; Safe pressure equipment.

1. Úvod

Tlaková zařízení jsou zařízení, která obsahují ve svém celku stlačenou látku. Stlačenou látkou může být vzduch, pára, voda, ale také jiné nebezpečné látky. Látka též médium, je většinou využíváno k vykonání práce. Tlaková zařízení najdeme zejména ve strojírenství energetice, petrochemii, zdravotnictví, potravinářství, chemickém průmyslu apod. Nejčastěji vyskytujícími zařízeními jsou:"

- vzdušníky,
- expanzní nádoby,
- vodárny,
- zásobníky různého určení,
- výměníky tepla,
- chladiče,
- kolony,
- parní sterilizátory, vyvíječe páry, odlučovače oleje, nádoby speciálního určení,

- středotlaké parní a horkovodní kotle
- apod.

Riziko nadměrného vnitřního přetlaku v technickém zařízení nemůžeme na rozdíl třeba od teplotního rizika vnímat svými smysly a jeho podcenění mívá často velké a tragické následky.

2. Definice tlakového zařízení

Tlaková zařízení jsou konstrukční tlakové celky (nádoby, potrubí, bezpečnostní a tlaková výstroj; zahrnují také prvky připojené k součástem vystaveným tlaku, jako jsou příruby, hrdla, spojky, podpory, závěsná oka atd.) tvořící vymezené prostory s pevnými, nepohyblivými stěnami nazývanými také jako kontejnment, na které působí plynné nebo kapalně látky vnitřním přetlakem.

Tlakové zařízení musí být konstruované, vyrobené a zkoušené na nejvyšší přípustný přetlak, nejvyšší, popř. nejnižší přípustnou teplotu a zabezpečené proti jejich překročení, dále musí být tak provozované a udržované, aby byla zajištěna bezpečnost obsluhy a okolí.

Tlaková zařízení provozovaná v České republice se v legislativě nazývají „vyhrazená tlaková zařízení“ a jsou definována ve vyhláškách č. 18/1979 Sb., 97/1982 Sb. a 551/1990 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu a v Evropské unii směrnicí 97/23/ES Pressure Equipment Directive (PED).

3. Bezpečnost tlakových zařízení

Bezpečnost technického zařízení v současném pojetí, znamená soubor antropogenních opatření a činností, kterými je zajištěno, že sledované komponenty jsou bezpečné, tj. zařízení ani při svých kritických situacích neohrožuje ani sebe, ani veřejná aktiva ve svém okolí. Úrovně souboru opatření a činností jsou různé a závisí na znalostech a možnostech řídicího subjektu. Cíle souboru opatření a činností v praxi jsou: bezpečné tlakové zařízení; bezpečná komponenta; bezpečný provoz; apod. V dynamicky proměnném světě zajišťujeme bezpečnost řízením rizik.

Aspekty důležité pro péči o tlaková zařízení jsou však velmi rozmanité, především jde o znalosti a zkušenosti, které předurčují kapacitní možnosti tlakových zařízení, organizační a právní záležitosti, které umožňují provoz zařízení na určité úrovni v území a v čase, a nelze opominout otázky finanční, personální a politické na národní a mezinárodní úrovni (jaderná tlaková zařízení).

Fenomény současné doby jsou rizika a bezpečnost. Nejde o doplňkové pojmy, protože bezpečnost lze zajistit také organizačními opatřeními založenými na znalostech, výcviku a zkušenosti lidí, a to tak, aniž bychom snížili riziko [1]; doplňkovou veličinou k bezpečnosti je veličina kritičnost (v některých českých předpisech je pojem nebezpečnost [2]).

Na základě poznatků v současné praxi existuje několik způsobů řízení rizik, které jsou založené na systémovém pojetí a na proaktivním přístupu a mají oporu v zákonech, normách a aktuálním stavu techniky. Odlišují se cílem řízení; jde o cíle: zajištění

spolehlivého systému; zajištění zabezpečeného systému; a zajištění bezpečného systému. Podle souboru zvažovaných rizik a stanovených cílů řízení je řízení rizik u technických děl zacílené na:

- **spolehlivé tlakové zařízení**, tj. tlakové zařízení, které bezchybně plní stanovené úkoly po stanovenou dobu za určitých podmínek,
- **zabezpečené tlakové zařízení**, tj. tlakové zařízení, které bezchybně plní stanovené úkoly po stanovenou dobu za určitých podmínek, a přitom je ochráněno proti všem vnitřním a vnějším pohromám, včetně lidského faktoru,
- **bezpečné tlakové zařízení**, tj. tlakové zařízení, které bezchybně plní stanovené úkoly po stanovenou dobu za určitých podmínek, je ochráněno proti všem vnitřním a vnějším pohromám, včetně lidského faktoru, a ani při svých kritických podmínkách neohrozí sebe a své okolí.

I když se pro uvedené cíle při práci s riziky používají stejné metody, postupy a techniky, tak jejich výsledky jsou často konfliktní, jak ukazují výsledky v praxi [1], a proto je důležité, že v současné době je kladen důraz na bezpečná technická zařízení, bezpečné postupy, bezpečné procesy, bezpečná technická díla a bezpečný svět [1-7].

Snižování jakéhokoliv rizika je spojeno se zvyšováním nákladů, s nedostatkem znalostí, technických prostředků apod. Proto se v praxi hledá hranice, na kterou je únosné riziko snížit tak, aby vynaložené náklady byly ještě rozumné. Tato míra rizika (určitá optimalizace) je většinou předmětem vrcholového řízení a výsledkem politického rozhodování, při kterém je z hlediska zajištění trvalého rozvoje nutné, aby se využily současné vědecké a technické poznatky a zohlednily ekonomické, sociální a další podmínky [4].

Během provozu je potřeba provádět řízení rizik zacílené na zajištění bezpečnosti. Pro posouzení stavu zařízení jsou prováděny inspekce. Jejich cílem je posoudit kritičnost tlakového zařízení, velikost rizik a stanovit opatření pro zvýšení bezpečnosti.

V procesním průmyslu sledujeme funkční bezpečnost; nejčastěji se používá standard IEC 61508-1 [9]. V případě tlakových zařízení, která jsou součástí technických děl [2], musejí být minimálně rozlišovány tyto typy bezpečnosti: bezpečnost zařízení, bezpečnost provozu (funkční), bezpečnost procesu a bezpečnost celku. Hlavním cílem funkční bezpečnosti je snížení rizika možnosti zranění lidí, poškození výroby nebo narušení životního prostředí. Funkční bezpečnost se opírá o dvě veličiny, a to životní cyklus bezpečnosti (Life Safety Cycle) a úroveň integrity bezpečnosti (Safety Integrity Level – SIL); určení obou veličin vychází z aplikace teorie pravděpodobnosti [4,10].

Podle IEC 61508-1 [9] musejí bezpečnostní systémy ovládaných tlakových zařízení (Pressure safety instrument control systems) splňovat požadavky SIL 3 pro nové konstrukce tlakových nádob. Předpisy také umožňují systém SIL 2 nebo SIL 1, je-li četnost výskytu přetlaku menší než 10⁻⁶/rok nebo je-li četnost výskytu přetlaku nižší než 10⁻⁴/rok a jsou-li následky způsobené vysokým tlakem považovány za přijatelné vzhledem k odolnosti konstrukce zařízení na základě posouzení notifikované osoby.

Podle [1,2] se používají pojmy:

1. Bezpečnost – antropogenní opatření vedoucí ke snížení nepřijatelného rizika.
2. Riziko – kombinace pravděpodobnosti výskytu poškození a závažnosti tohoto poškození u sledovaných chráněných aktiv.

3. Kritičnost – souvisí s provozem zařízení; je antonymem k bezpečnosti; během provozu zařízení kritičnost v čase roste.
4. Poškození – fyzické zranění nebo poškození zdraví lidí buď přímo, nebo nepřímo v důsledku ztráty/zhoršení vlastností nebo prostředí.
5. Nebezpečí – potenciální zdroj poškození.
6. Funkční bezpečnost – technická opatření na snížení rizika daného zařízení; je závislá na správném fungování bezpečnostních systémů.
7. Porucha – ukončení schopnosti bezpečnostního systému či subsystému nebo prvku subsystému plnit požadovanou funkci.
8. Nebezpečná porucha – porucha, která je schopna uvést bezpečnostní systém do nebezpečného stavu nebo do stavu, kdy není schopen plnit svou funkci.
9. Bezpečná porucha – porucha, která není schopna uvést bezpečnostní systém do nebezpečného stavu, v němž není schopen plnit svou funkci.
10. Odolnost proti vadám – schopnost bezpečnostního systému plnit bezpečnostní funkci za přítomnosti vad nebo chyb.

Pro zajištění bezpečnosti sledovaných zařízení v provozu je důležitá údržba [2]. Úkolem údržby při provozu tlakových zařízení je zajištění jejich integrity. To znamená, že obsažené procesní médium o provozní teplotě a tlaku je uzavřeno v kontejnmentu tlakového zařízení a kondice pevnosti a těsnosti tlakového zařízení splňuje požadavky aktuálního stavu techniky, tedy požadavek „Best Available Techniques“, popsany v referenčních technických dokumentech BREF na úrovni Evropské unie [11].

4. Současné poznatky a požadavky na údržbu tlakových zařízení

Podle práce [13] měření spolehlivosti v údržbě a měření výkonu provozovatele na úseku údržby jsou charakterizovány účinností řízení údržby, přičemž hlavní kritéria jsou: spolehlivost; dostupnost; udržovatelnost; efektivita zdrojů; a procento neplánovaných činností. Množství sdělení věnovaných údržbě v dokumentech [14,15] ukazuje na to, že stále více si odborníci uvědomují, že údržba byla v posledních letech z finančních důvodů zanedbávána a že to přineslo zvýšený výskyt selhání a havárií tlakových zařízení.

Americká agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci (dále OSHA) vyhlásila v roce 1992 normu Process Safety Management of highly hazardous chemicals, dále PSM (CFR 1910.119), která uvádí návod, jak řešit a bojovat s řadou tragických událostí, k nimž došlo po celém světě. Na podzim roku 1994 vydala agentura OSHA směrnice ohledně dodržování zásad a postupů. Předpis CPL 02-02-045 stanovil zásady a prováděcí postupy a poskytl objasnění i obecné pokyny. Tento „předpis“ rovněž poskytl první náznak toho, co je nyní možné popsat jako PSM a její neúspěšnou byrokracii. Vzhledem k tomu, že počáteční provádění kontrol v rámci toho, co se tehdy nazývalo programem ověřování jakosti Program Quality Verification (PQV) bylo finančně natolik náročné, že to v konečném důsledku znamenalo realizaci minimálního počtu kontrol. Dobře zamýšlený program se tak utápěl vlastní vahou a stěžil dosahoval požadovaných bezpečnostních výsledků.

Díky tomuto úsilí upustila výše zmíněná organizace od uskutečňování finančně velmi náročných a zdoluhavých inspekcí a místo toho se zaměřila na provádění krátkých a rychlých auditů RBI (Risk-Based Inspection).

Nově vydaná norma v říjnu 2018, ČSN EN 16991 (010305) Rámec managementu rizik prohlídek - Risk-Based Inspection Framework (dále RBIF) [16] pokračuje v nových směrech oblasti RBI, které byly zavedeny již standardem CWA 15740: 2008/2011 a v souladu s koncepty API bude dále podporována národními dokumenty, jako je VGB 506-S. Norma je již zmíněna v legislativě řady zemí a podporuje účinnější a efektivnější plánování v údržbě vyspělého průmyslu (odpovědnost, procesy, atd.). Zároveň norma zlepšuje řízení rizik, a tím i bezpečnost zařízení a jeho provozu, včetně všech aspektů zvýšení bezpečnosti, životního prostředí a podnikového řízení. Pojmy v normě se již v mnoha zemích uplatnily v praxi. Norma specifikuje rámec inspekcí založených na rizicích RBIF a poskytuje pokyny pro inspekci a údržbu založenou na rizicích Risk-Based Inspection and Maintenance (dále RBIM) v chemických a petrochemických procesech, výrobě energie a dalších odvětvích, kde je používáno RBI. Přestože RBIF zahrnuje jak inspekci, tak údržbu, zaměřuje se tento dokument především na inspekci založenou na riziku (RBI) a její použitelnost v kontextu RBIM. RBIF tak podporuje optimalizaci operací, údržby a správu integrity majetku.

Údržba založená na podmínkách (CBM – Condition-Based Maintenance) označuje strategii prognostické (chytré) údržby. Její plán údržby je řízen výsledkem sledování stavu komponent. Údržba se provede, jakmile sledování stavu komponenty ukáže překročení jisté prahové hodnoty popisující stav komponenty (tj. jistou kritičnost). Je založena na neperiodických inspekcích a je cenově výhodná (nová). Strategie údržby orientovaná na stav zařízení CBM vede ke zvyšování výroby, dostupnosti a bezpečnosti zařízení a ke snížení počtu selhání zařízení. Výsledky výzkumu shromážděné v práci [17] ukazují, že ve složitých systémech, kterými jsou tlaková zařízení, je skutečností, že strategie CBM jsou různé pro různé komponenty, a proto z hlediska celého systému je třeba provést jistou optimalizaci. To znamená, že podle kritičnosti zařízení je třeba kombinovat preventivní a prognostickou údržbu. V celém systému preventivní údržby komponent provádět na základě periodických a prognostických inspekcí (prohlídek) při dosažení kritických podmínek u jisté komponenty; neperiodické inspekce zacílené na zjištění kritických podmínek komponent jsou pochopitelně častější u starších komponent.

5. Závěr

Z pohledu bezpečí a rozvoje lidí je třeba u tlakových zařízení upřednostnit řízení bezpečnosti, které v sobě zahrnuje i řízení spolehlivosti, protože na základě analýzy havárií je bezpečnost nadřazená spolehlivosti. Pro bezpečnost tlakových zařízení musí provozovatel zajišťovat tři cíle z hlediska veřejného zájmu. Prvním cílem je zajistit provozní spolehlivost (dependability) tlakového zařízení, které zabezpečuje služby nebo produkty. Druhým cílem je zajistit integrální (systémovou) bezpečnost sledované položky, tj. ochránit předmětnou položku před pohromami všeho druhu (vnitřními i vnějšími, a to včetně lidského faktoru). Třetím cílem je zajistit, aby tlakové zařízení ani při svých kritických podmínkách neohrožovalo sebe a své okolí, tj. ostatní veřejná aktiva.

Literatura:

- [1] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost složitých technologických systémů*. ISBN 978-80-01-05771-1. Praha: ČVUT 2015, 208p.
- [2] PROCHÁZKOVÁ, D. *Zásady řízení rizik složitých technologických zařízení*. ISBN 978-80-01-06180-0, eISBN 978-80-01-06182-4. Praha: ČVUT 2017, 364p. <http://hdl.handle.net/10467/725822017>
- [3] ČR. *Sbírka zákonů*.
- [4] PROCHÁZKOVÁ D. *Analýza, řízení a vypořádání rizik spojených s technickými díly*. ISBN 978-80-01-06480-1. Praha: ČVUT 2018, 222p. <http://hdl.handle.net/10467/78442>
- [5] UN. *Human Development Report*. UN, 1994 New York, www.un.org.
- [6] EU. *The Safe Community Concept*. EU, 2004 Brussels, PASR project.
- [7] EU. *Green Paper on a European Programme for Critical Infrastructure Protection*. Brussels: EU 2005, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0576&>
- [8] API. RP 581, *Risk-Based Inspection Technology, Section 7 Pressured Relief Devices*, American Petroleum Institute (API) Recommended Practice 581, 2nd ed., September 2008.
- [9] ČNI. *IEC 61508-1, Funkční bezpečnost elektrických / elektronických / programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností: Část 1: Všeobecné požadavky*. Praha: Český normalizační institut 2002.
- [10] REDMILL, F. IEC 61508: Principles and Use in the Management of Safety. *IEE Computing and Control Engineering*, 9 (1998), 10, pp. 205–213.
- [11] <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>
- [12] NOVOTNÝ R. *Spolehlivost a diagnostika*, ISBN 80-214-1993-8. Brno: VUT 2001, 159p.
- [13] CAMPBELL, J. D. Outsourcing in Maintenance Management: A Valid Alternative to Self-Provision. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 1 (2008), 3, pp 18–24.
- [14] MOUBRAY, J. *Reliability-Centered Maintenance*. New York: Industrial Press Inc. 1997.
- [15] VIROLAINEN, R., AVEN, T. (eds). *PSAM11 and ESREL 2012 Proceedings*. ISBN 978-162-276-4365. Helsinki: IPSAM & ESRA 2012. 400 MB.
- [16] ČNI. *ČSN EN 16991, Rámec managementu rizik prohlídek*. Praha: Český normalizační institut 2018.
- [17] OLDE KEIZER, M.C.A., TEUNTER, R. H. Clustering Condition-Based Maintenance for a Multi-Unit System with Aperiodic Inspections. *In: Safety and Reliability of Complex Systems*. London: Taylor & Francis Group 2015. ISBN:978-1-138-02879-1 pp. 983-981.

IDENTIFIKACE BODOVÉ KOROZE POMOCÍ RT METODY

POINT CORROSION IDENTIFICATION USING THE RT METHOD

Karel Vidlák

ČEZ, JE Temelín, a.s.

Abstrakt: Práce řeší problém identifikace bodové koroze na nerezovém potrubí. Cílem bylo nalézt spolehlivou nedestruktivní metodu pro identifikaci a míru poškození potrubí. Byla zvolena NDT metoda prozařování, u které bylo následně ověřeno, že je vhodná pro identifikaci korozního napadení tohoto typu.

Klíčová slova: bodová koroze; potrubí; NDT; prozařování; korozivní poškození.

Abstract: The work solves the problem of spot corrosion identification on stainless steel piping. The aim was to find a reliable non-destructive method for identifying and measuring the damage of pipelines. The radiographic testing method was chosen and it was subsequently verified that is suitable for the identification of corrosion attack of this type.

Key words: spot corrosion; piping; NDT; radiographic testing; corrosive damage.

1. Úvod

Práce se zabývá úkolem z praxe. Pro upřesnění rozsahu korozního poškození potrubní trasy bylo nutné najít a ověřit způsob kontroly potrubí v celé jeho délce. Jednalo se o potrubní trasu z nerezové oceli s označením 08CH18N10T a světlosti DN 50. Potrubí je určeno k odvodu agresivní vody z chemické speciální kanalizace z budovy aktivních provozů a regenerační vody z SVO5 (HNO₃, NaOH). Na potrubí se začaly objevovat netěsnosti na různých místech potrubní trasy. Netěsnosti byly lokalizovány ve svarech i na trubce [1].

2. Soubor poznatků o problému

Koroze je samovolné, postupné rozrušení kovů či nekovových organických i anorganických materiálů (např. hornin či plastů) vlivem chemické nebo elektrochemické reakce s okolním prostředím. Může probíhat v plynech, v kapalinách, ale i v zeminách či různých chemických látkách, které jsou s materiálem ve styku. Toto rozrušování se může projevovat rozdílně; od změny vzhledu až po úplný rozpad celistvosti. Koroze je způsobena elektrochemickými procesy. Hlavním činitelem koroze je atmosférický kyslík, resp. hydroxidová skupina (OH), dále anionty vzniklé z kyselin (CO₃²⁻, Cl⁻, NO₂⁻, SO₄²⁻, apod.) Vodíkové ionty kyselin se nahrazují ionty kovu, čímž vznikají soli [2]. Koroze je samovolné vzájemné působení mezi prostředím a

materiálem, které má za následek znehodnocování materiálu. Jev koroze a jeho dopady lidstvo zná již několik tisíciletí. Nejznámější formou koroze železa je rez.

Horniny kovů se nacházejí v přírodě ve formě oxidů, hydroxidů, křemičitanů, sulfidů, atd. Výjimku tvoří drahé kovy jako je zlato, stříbro, platina, které se v přírodě vyskytují v podobě čistého kovu. Po dodání velkého množství energie do horniny vznikne čistý kov s vyšší energetickou úrovní. Takový kov je nestabilní a náchylný na korozi, tj. navrácení se do stabilního stavu s nižší energií.

Koroze je jev, který způsobuje narušení materiálu. Hlavní podíl na vznik koroze mají chemické procesy. V průmyslových zařízeních působí různé kyseliny, soli a zásady. Korozní poškození je skupina poruch, kde dochází k interakci kovu a okolního prostředí. Koroze se dělí podle poškození na rovnoměrnou a lokální.

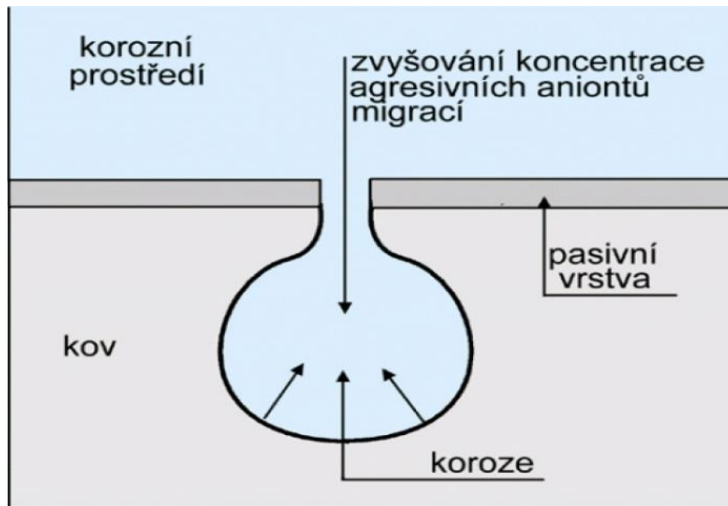
Pro rovnoměrnou korozi je charakteristické rovnoměrné napadení celého povrchu napadeného kovu. Někdy je nazývána jako celková koroze. Rychlost korozního napadení může být dost vysoká. Tento druh koroze je méně nebezpečný než lokální formy koroze z důvodu rozprostření koroze po celém povrchu kovu. K rovnoměrné plošné korozi dochází zvláště tehdy, pokud je celý povrch kovu v pasivním stavu. Lokální druhy jsou soustředěny na určitá místa napadeného kovu.

Bodová koroze je lokalizovaný korozní děj, při kterém vznikají na kovovém povrchu hluboké důlky, a okolní povrch zůstává bez pozorovatelného napadení; obrázek 1 ukazuje příklad z autorovy praxe. Tento druh napadení vzniká na celé řadě pasivovatelných kovů, typický je nejen u korozivzdorné oceli a hliníku, ale i u železa či mědi.



Obr. 1. Bodová koroze na povrchu [2].

Mechanismus tohoto děje spočívá v rozpuštění pasivní vrstvy v místech se slabšími ochrannými vlastnostmi (vměstky, okuje, hranice zrn atd.), dochází k tvorbě makro článku mezi aktivovaným a pasivním povrchem. V místě poruchy pasivní vrstvy vzniká důlek, ve kterém migrací vzrůstá koncentrace agresivních iontů (nejčastěji chloridů) a hydrolýzou korozních produktů klesá hodnota pH. Tím se vytvářejí stále agresivnější podmínky, vzniklý důlek se dále šíří a malá velikost ústí důlku nedovoluje výměnu roztoku uvnitř; představa je na obrázku 2, převzatého z práce [2].



Obr. 2 Vznik bodové koroze [2].

3. Data

V dosavadní praxi byla uplatňována na potrubní trasu údržba po poruše, tj. výměna části netěsného potrubí a oprava netěsných svarů při zjištění netěsnosti. Po výměně a opravě následovala vždy vizuální a kapilární kontrola. Po kontrole s vyhovujícím výsledkem bylo zařízení uvolněno zpět do provozu.

První netěsnost ve sledovaném úkolu byla zjištěna po ročním provozu v roce 2001. Na základě zjištěné netěsnosti byla provedena oprava potrubí výměnou celé poškozené části. Další netěsnost se objevila až v roce 2006, a to ve svarech. Byla vyměněna poškozená část potrubí včetně tvarovek. V roce 2007 byla indikována opět netěsnost na části potrubí. Oprava byla realizována stejnou metodou, byl vyměněn celý poškozený kus potrubí o délce cca 1 m [1].

3. Metoda

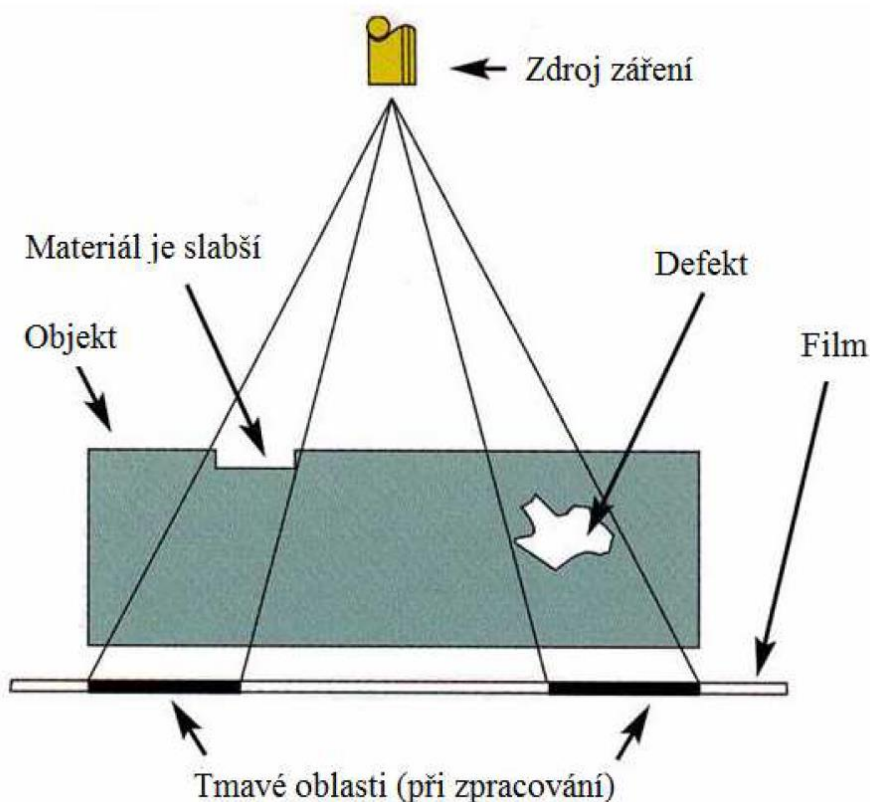
Pro zjištění aktuálního stavu potrubní trasy byla vybrána metoda Prozařování (Radiographic Testing). Radiografie umožňuje získat obraz vnitřních vad materiálu. Obvyklé oblasti nasazení metody jsou:

- kontrola svarů, odlitků (i tvarově velmi složitých),

- elektrotechnický průmysl,
- stavební průmysl apod.

Vzhledem ke své průkaznosti a trvalému záznamu je jednou z nejdůležitějších metod při kontrole zařízení s vysokou mírou nebezpečnosti (například tlakových nádob), v leteckém a petrochemickém průmyslu. X-záření se používají k určení vnitřního zdraví svarů.

Radiografie je založena na schopnosti X-záření a gama záření procházet kovem i jinými materiály a dále vytvářejí fotografické záznamy o přenosu zářivé energie. Všechny materiály budou absorbovat známé množství této energie záření, a proto může X-záření a gama záření použít pro diskontinuity a zařazení do neprůhledného materiálu [3]. Princip metody je znázorněn na obrázku 3.



Obr. 3. Princip radiografické metody [3].

Při průchodu záření materiálem dochází k zeslabování procházejícího ionizujícího záření. Toto zeslabení závisí mimo jiné na tloušťce materiálu. Pokud je v materiálu defekt s vhodnou orientací vůči směru záření, je záření v tomto místě méně zeslabeno (nebo více – v závislosti na materiálu v diskontinuitě). Za předmětem se vytváří neviditelný reliéf primárního záření, který je třeba převést na viditelný obraz vhodným detektorem – v případě klasické (filmové) radiografické metody RT se jedná o radiografický film. Každý film má svou charakteristickou křivku, která určuje, jakého obrazového kontrastu se při dané aplikaci dosáhne. Z praktického hlediska je účelné (a doporučené normativními dokumenty) pracovat v lineární části charakteristické křivky tedy pracovat se zčernáním (optickou hustotou) radiogramu vyšších hodnot.

Změna radiografického kontrastu bude při stejném rozdílu intenzit primárního záření v místě vady a mimo ni větší, při vyšším zčernání [3].

Výhody metody dle [3] jsou:

1. Může být použita pro kontrolu prakticky všech materiálů.
2. Detekuje povrchové a podpovrchové vady.
3. Kontrola složitých tvarů a struktury bez demontáže.
4. Vyžaduje minimální část na přípravu konstrukce.

Nevýhody metody dle [3] jsou:

1. Rozsáhlé školení obsluhy a potřebné dovednosti.
2. Obvykle je zapotřebí přístup na obou stranách konstrukce.
3. Prohlídka masivní sekce může být časově náročná.
4. Poměrně nákladné investice do zařízení.
5. Možné radiační nebezpečí pro personál.

4. Výsledek měření

Na základě požadavku kontroly potrubní trasy na rozsah korozivního poškození bylo provedeno posouzení koroze napadeného vzorku skládající se z trubky $\varnothing 57/2$ mm a kolene z materiálu 17 248. Ohyb kolene je svařen ze dvou podélných půlek.

Vnější povrch trubky je matně lesklý až šedý bez korozivního napadení, korozivních produktů a úsad. Výjimku tvoří ohyb a přilehlá část trubky, která je pokrytá nepravidelnou vrstvou hnědožlutých korozivních produktů. Ty zasahují do vzdálenosti několika centimetrů od svaru kolene. Sledovaný vzorek trubky je zobrazen na obrázcích 4 a 5.



Obr. 4. Vzorek trubky.



Obr. 5. Vzorek trubky.

Vnitřní povrch trubky je hladký, šedý, bez úsad, s velmi četnou důlkovou korozí do hloubky 1 mm a průměrem kolem 1 mm. Největší koncentrace koroze je v podélném pásu o šířce cca 1/3 obvodu trubky. Detailní pohled na poškození je ukázáno na obrázcích 6 a 7.

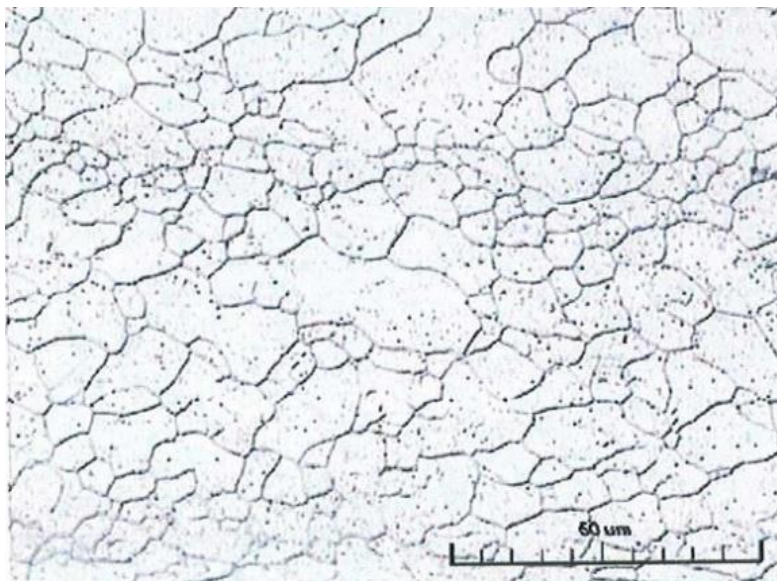


Obr. 5 Důlkové napadení vnitřního povrchu.

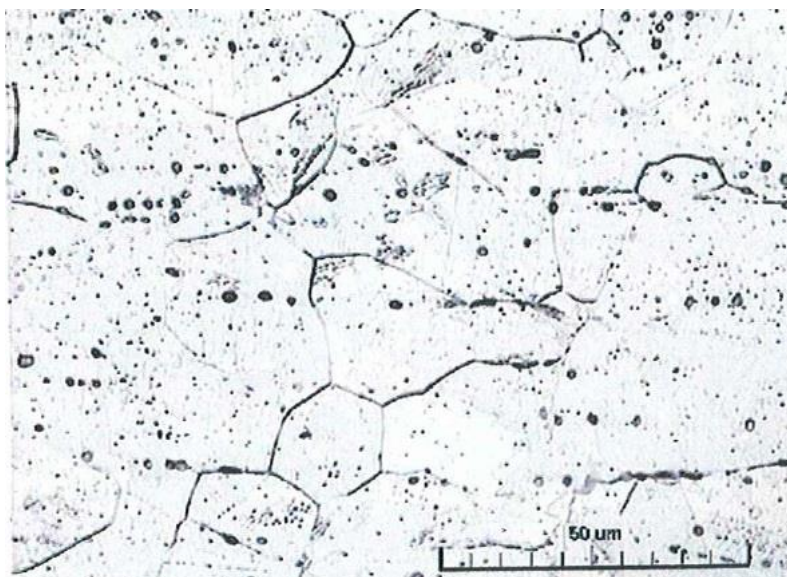


Obr. 6. Důlkové napadení vnitřního povrchu.

Z metalografického hodnocení vyplývá, že materiál trubky i kolena tvoří austenitická ocel s karbidy na hranicích i uvnitř zrn; obrázky 8 a 9.



Obr. 7. Struktura rovné trubky.

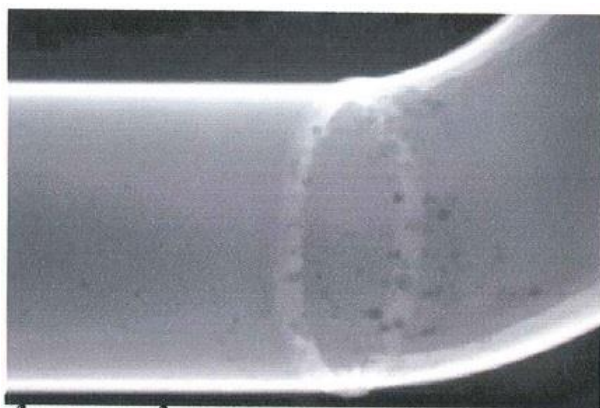


Obr. 8 Struktura kolene.

Pomocí metody prozářením bylo následně ověřeno, že tato metoda je vhodná pro identifikaci korozního napadení tohoto typu; obrázky 10 a 11. Tmavé body na obrázcích pořízených z RTG snímků jsou korozní důlky [4].



Obr. 9. Rovná trubka.



Obr. 10. Ohyb trubky.

5. Návrh nápravných opatření

Na celé délce potrubní trasy bylo vytipováno šest referenčních míst za účelem zjištění rozsahu bodové koroze. Na všech místech byla provedena RTG kontrola. Bylo pořízeno celkem 24 snímků. Na snímcích nebyla identifikována přítomnost bodové koroze [1].

6. Závěr

Kontrola potrubí metodou RT ukázala, že na referenčních místech nebyla zjištěna přítomnost bodové koroze. Tento výsledek je uspokojivý. Prokázalo se, že bodová koroze se vyskytuje jen v lokální úrovni a není třeba výměny celé potrubní trasy. Při zjištění netěsnosti bude vždy vyměněna jen poškozená část potrubí nebo opraven netěsný svar.

Literatura

- [1] ČEZ. AS8 – *PassPort ČEZ, a.s.* Praha: Archiv ČEZ 2018.
- [2] NOVÁK, P. Druhy koroze kovů. *Koroze a ochrana materiálu*. ISSN 0452-599X. 49 (2005), 4, pp. 75–82.
- [3] KOPEC, B. et al. *Nedestruktivní zkoušení a materiálů a konstrukcí*, Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM®, s.r.o. Brno, 2008.
- [4] VIDLÁK, K. Laboratorní zpráva 07-C044-01/002/7/0179. ČEZ: Temelín 2018.

PŘÍČINY POŽÁRŮ FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN V ČESKÉ REPUBLICĚ

CAUSES OF FIRE OF PHOTOVOLTAIC POWER PLANTS IN THE CZECH REPUBLIC

Kateřina Vrbková¹⁾, Dana Procházková²⁾

¹⁾ VUT v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464/118, Brno

²⁾ ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Technická 4, Praha 6

Abstrakt: Článek shrnuje základní údaje o fotovoltaických elektrárnách v České republice. Z pohledu bezpečnosti lidské populace se soustřeďuje na rizika spojená s jejich provozem. Na základě reálných dat sleduje požáry, které se vyskytly v posledním desetiletí.

Klíčová slova: fotovoltaická elektrárna; požár; riziko; bezpečnost.

Abstract: The article summarises the basic data on photovoltaic power plants in the Czech Republic. From the perspective of human population safety, it focuses on the risks associated with their operation. Based on real data, it tracks the fires that have occurred in the last decade.

Key words: photovoltaic power plant; fire; risk; safety.

1. Úvod

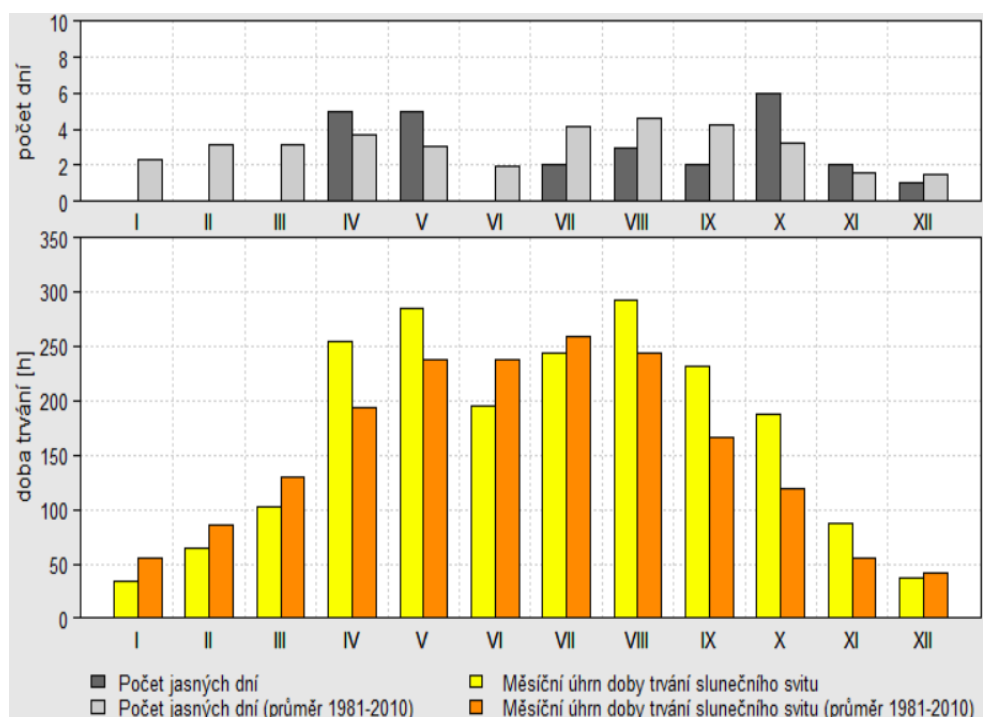
Spotřeba energie ve světě dramaticky roste. Na zvyšování spotřeby energie se podílí průmysl, doprava i další obslužné infrastruktury a pozadu nejsou ani domácnosti. V domácnostech se velká část spotřebovává na vytápění. Protože zdrojů energie založených na fosilních palivech ubývá a podmínky pro výstavbu vodních elektráren na řekách v České republice jsou omezené, hledají se další zdroje, a to především obnovitelné. Jedním ze zdrojů jsou fotovoltaické elektrárny; obrázek 1. Z pohledu bezpečí a rozvoje lidské společnosti dále sledujeme nejen jejich strukturu, ale hlavně příčiny jejich havárií.

Solární (fotovoltaické) elektrárny závisí na slunečním svitu. Podle údajů uvedených v dokumentu [2] se Česká republika řadí v Evropě podle celkového počtu hodin slunečního svitu za rok ke státům s menším slunečním svitem. Z padesáti států Evropy se umístila na třicátém šestém místě s počtem 1 668 hodin. Stejný počet hodin byl zaznamenán také v Norsku. Největší počet hodin slunečního svitu za rok byl zaznamenán na Kypru, a to 3 314. Nejméně naopak na Faerských ostrovech s počtem 840 hodin za rok.



Obr. 1. Pohled na fotovoltaickou elektrárnu [1].

Na obrázku 2 [3] je uvedeno porovnání doby trvání slunečního svitu v Brně v roce 2018 s dlouhodobým průměrem za leta 1981 – 2010. Z obrázku je patrné, že delší doba trvání slunečního svitu v roce 2018 oproti průměru byla větší v dubnu, květnu, srpnu, září, listopadu a prosinci. Ve zbývajících měsících se naopak držela lehce pod průměrem.



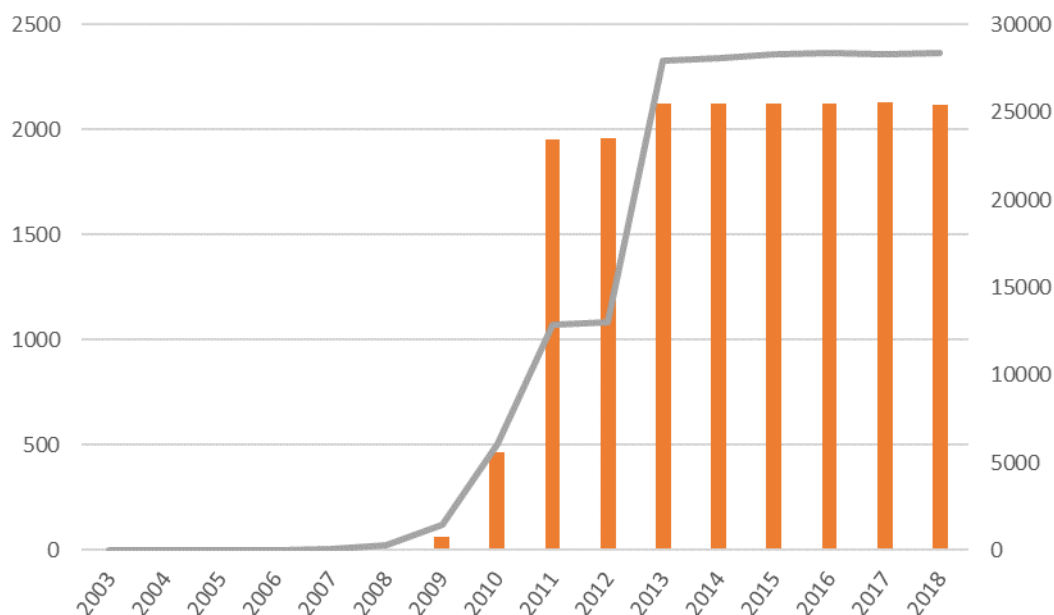
Obr. 2. Průběh měsíčních úhrnů doby trvání slunečního svitu a měsíčního počtu jasných dní v Brně v roce 2018 ve srovnání s dlouhodobým průměrem 1981 – 2010 [3].

V České republice v rámci podpory obnovitelných zdrojů energie, která je jedním z cílů Evropské unie došlo v posledním desetiletí k rozmachu výstavby.

2. Fotovoltaická elektrárna

Fotovoltaika je metoda přímé přeměny slunečního záření na elektřinu (stejnoseměrný proud) s využitím fotoelektrického jevu na velkoplošných polovodičových fotodiodách. Jednotlivé diody se nazývají fotovoltaické články a jsou obvykle spojovány do větších celků - fotovoltaických panelů. Samotné články jsou dvojího typu - krystalické nebo tenkovrstvé. Krystalické články jsou vytvořeny na tenkých deskách polovodičového materiálu, tenkovrstvé články jsou přímo nanášeny na sklo nebo jinou podložku. V krystalických technologiích převažuje křemík, a to monokrystalický nebo multikrystalický, jiné materiály jsou používány pouze ve speciálních aplikacích. Tenkovrstvých technologií je celá řada, například amorfni křemík a mikrokrystalický křemík, jejichž kombinace se nazývá tandem, dále tellurid kadmia a další sloučeniny [4]. Fotovoltaické panely jsou buď zapojeny do distribuční sítě a dodávají do ní elektřinu, anebo vytváří ostrovní systém, který není napojen do sítě.

Na základě údajů v dokumentu [5] je vývoj instalovaného výkonu fotovoltaických elektráren v České republice mezi roky 2003 - 2018 je zobrazen na obrázku 3 [3]. Z obrázku je patrné, že největší rozmach fotovoltaiky, tj. fotovoltaický boom, spadá do období mezi lety 2009 – 2011. Například v roce 2010 byl celkový instalovaný výkon fotovoltaických elektráren 464,6 MW a do roku 2011 se více než zčtyřnásobil až na hodnotu 1959,1. Od zmíněného roku 2011 se růst téměř zastavil a ke konci roku 2018 byla hodnota celkového instalovaného výkonu 2056,8 MW.



Obr. 3. Vývoj instalovaného výkonu fotovoltaických elektráren v České republice mezi lety 2003-2018 [3].

3. Data a metody výzkumu

Současně s rozvojem výkonu fotovoltaických elektráren v České republice dochází také k růstu požárů. Generální ředitelství hasičského záchranného sboru (GŘ HZS ČR) eviduje požáry spojené s fotovoltaickými elektrárnami od r. 2010 [6]. Nejprve byly systematicky samostatně vedeny jen velké požáry a od r. 2015 je vedena samostatná databáze.

Shromážděné údaje o požárech fotovoltaických elektráren v České republice jsou dále utříděny a diskutovány z pohledu příčin; pro statistické zpracování je údajů málo.

4. Výsledky

Výsledky zpracování údajů z datového souboru [6] jsou uvedeny v tabulce 1. Podrobné údaje jsou v práci [3].

Tabulka 1. Charakteristika požárů spojených s fotovoltaickými elektrárnami v ČR; FE = fotovoltaická elektrárna.

Datum	Místo	Objekt, zařízení zasažené požárem / příčina požáru FE	Škoda způsobená požárem v Kč	Pozn.
23. 3. 2010	Dubňany	Proudové přetížení v hlavním rozvaděči FE	10 000 000	
27. 2. 2011	Křenovice	Trafostanice v areálu FE	?	
25. 8. 2012	Kunice-Stránčice	Střeška skladu s FE	17 000 000	
12.10. 2012	Beroun	Střeška sportovní haly s FE	15 000 000	
31.10. 2012	Okolí Brna	Měnič FE	9 000 000	
13. 6.2013	Kosořín	Trafostanice v areálu FE	7 500 000	
31. 7.2013	Malíkovice - Čanovice	Velkokapacitní seník s FE nedbalost při svařování hydroizolační lepenky	20 000 000	2 zraněné osoby (hasiči)
11. 4.2015	Kraj Vysočina	Střídač FE technická závada	35 000	
11.4. 2015	Zlínský kraj	Rozvodna FE	2 500 000	

		Nepředpokládané změny provozních parametrů		
29.4. 2015	Královeshradecký kraj	FE na střeše haly Technická závada	1 300 000	
29. 4.2015	Středočeský kraj	Elektroinstalace v rozvodně FE	100 000	
19.6. 2015	Středočeský kraj	Rozvodná deska FE Nepředpokládané změny provozních parametrů	3 000 000	
30.8.2015	Středočeský kraj	Rozvaděč FE Nepředpokládané změny provozních parametrů	50 000	
18.9.2015	Pardubický kraj	Rozvaděč FE Technická závada	200 000	
16.3.2016	Královeshradecký kraj	Trafostanice FE Technická závada	240 000	
10.4.2016	Královeshradecký kraj	Panel na střeše domu Technická závada	200 000	
10.6.2016	Plzeňský kraj	Trafostanice FE Technická závada	1 500 000	
29.6.2016	Jihomoravský kraj	Sběrná skříň FE na střeše Technická závada	67 900	
1.7.2016	Olomoucký kraj	Panely FE na střeše Nepředpokládané změny provozních parametrů	426 200	
27.7.2016	Ústecký kraj	Trafostanice FE Technická závada	800 000	
8.8.2016	Zlínský kraj	Rozvaděč FE Technická závada	20 000	
23.8.2016	Praha	Baterie Technická závada	100 000	
30.8.2016	Středočeský kraj	Elektroinstalace FE	450 000	

		Technická závada		
7.11.2016	kraj Vysočina	Elektrické rozvody FE Technická závada	200 000	
14.11. 2016	Liberecký kraj	Transformátor FE Nepředpokládané změny provozních parametrů	1 500 000	
24.2.2017	Královeshradecký kraj	Trafostanice FE Technická závada	400 000	
17.5.2017	Jihočeský kraj	Technologický kontejner FE Technická závada	1 500 000	
13.6.2017	Pardubický kraj	FE Technická závada	5 000 000	
23.6.2017	Pardubický kraj	FE Blesk	400 000	
2.7.2017	Středočeský kraj	Pojistková skříň FE Nepředpokládané změny provozních parametrů	200 000	
8.7.2017	Olomoucký kraj	FE Technická závada	2 000 000	
30.7.2017	Liberecký kraj	Elektrorozvaděč FE Technická závada	100 000	
21.1.2018	Královeshradecký kraj	FE Nepředpokládané změny provozních parametrů	120 000	
21.2.2018	Liberecký kraj	FE Nepředpokládané změny provozních parametrů	2 000 000	
8.3.2018	Jihočeský kraj	Trafostanice FE Technická závada	2 000 000	
26.4.2018	Královeshradecký kraj	Elektrorozvaděč FE Technická závada	200 000	
21.5.2018	Jihočeský kraj	Rozvaděč FE	600 000	

		Technická závada		
25.5.2018	Středočeský kraj	Kondenzátor v rozvodně FE Technická závada	120 000	
9.6.2018	Plzeňský kraj	Záložní zdroj FE Technická závada	200 000	
7.8.2018	Ústecký kraj	Sběrné skříně FE Příčina dosud v šetření	1 000 000	
20.4.2019	Říčany	Obchodní centrum Příčina v šetření	12 000 000	1 zraněná osoba (hasič)

Z tabulky 1 vyplývá, že v případech, kdy byla určena příčina požáru, šlo jen jednou o živelní pohromu, tj. blesk, a v dalších případech šlo o technické závady na elektrozařízení, anebo o výskyt podmínek, na které fotovoltaická elektrárna nebyla nastavená (v tabulce je použito označení HZS, tj. nepředpokládané změny provozních parametrů). Nepodařilo se najít dostatek dat pro upřesnění pojmu „technická závada“, a proto v dalším studiu provedeme detailní výzkum formou případových studií.

Tabulka 1 ukazuje, že jen ve dvou případech došlo ke zranění osob, avšak že škody na majetku bývají velmi vysoké. Je třeba si ještě uvědomit, že ke škodám je třeba ještě připočítat náklady na zdolávání požárů, které podle statistik ČR se zpravidla pohybují ve vyšších stovkách tisíc a více.

5. Závěr

Fotovoltaické elektrárny jsou na jedné straně čistým zdrojem energie a neprodukují vibrace ani hluk. Na druhé straně jsou závislé na slunečním svitu, zabírají poměrně velké plochy a s jejich provozem jsou spojeny požáry.

Výše zjištěné příčiny požárů ukazují, že je třeba stanovit požadavky na projektování, výběr jednotlivých zařízení a komponent, a v neposlední řadě pro bezpečný provoz určit limity a podmínky. Pro zajištění bezpečí lidí a bezpečného provozu fotovoltaických elektráren je třeba stanovit pravidla pro umístování, projektování, výstavbu a provoz v rozsahu, který je kladen na jiná technická díla [7].

Další výzkum se opírá o sestavování případových studií na základě dat z ČR i zahraničí.

Literatura

[1] www.google.com

- [2] http://europa.eu/documentation/index_cs.htm
- [3] VRBKOVÁ, K. Rizika spojená s provozem fotovoltaických elektráren. *Rozpracovaná diplomová práce*. Brno: VUT 2019.
- [4] www.renewableenergyaccess.com
- [5] http://www.eru.cz/documents/10540/463106/SLE_18_12.pdf/0d241e42-8429-4eb5-a421-a54361e83ce9
- [6] GŘ HZS ČR. *Požáry fotovoltaických elektráren*. Praha: GŘ HZS ČR 2019.
- [7] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost složitých technologických systémů*. ISBN 978-80-01-05771-1. Praha: ČVUT 2015, 208p.

Titul:	Řízení rizik procesů spojených s technickými díly
Editor:	Doc. RNDr. Dana Procházková, CSc., DrSc.
Recenzenti:	Doc. Ing. Václav Beran, CSc., DrSc.. Ing. Jan Zdebor, CSc. Ing. Pavel Zácha, Ph.D. RNDr. Jan Procházka, Ph.D.
Vydavatel:	ČVUT v Praze
Forma	Elektronická DSPACE
Počet stránek:	300
Rok vydání:	2019

Odborné připomínky k článkům vypořádali autoři ve spolupráci s editorem. Editor dále provedl formální úpravy, uspořádání textu a základní jazykové korekce.

ISBN 978-80-01-06656-0