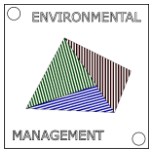
Manažérstvo životného prostredia 2014 ♦ Management of Environment´ 2014
Zborník - XIV. medzinárodná vedecká konferencia, 28. - 29. marec 2014 v Bojniciach
Proceedings of the 14rd International Conference, Bojnice, March 28 - 29, 2014
■ Žilina:Strix. Edícia ESE-20, ISBN 978-80-89281-98-5 ■ Rusko,M.- Harangozó,J.[Eds.] ■



RECENTNÍ POZNÁNÍ PRO ŘÍZENÍ BEZPEČNOSTI LIDSKÉHO SYSTÉMU

DANA PROCHÁZKOVÁ

RECENT KNOWLEDGE FOR HUMAN SYSTEM SAFETY MANAGEMENT

ABSTRAKT
Předložený článek popisuje recentní poznatky z oblasti řízení bezpečnosti lidského systému přednesené na konferenci esrel 2014. Shrnuje důležité získané poznatky z oblasti inženýrských disciplín zaměřených na bezpečnost. V závěru pak uvádí zásady moderní práce s riziky, které jsou používány ve většině přednesených a publikovaných sdělení.
Klíčová slova:*lidský systém, riziko; bezpečnost; spolehlivost; složité systémy; systémy systémů; bezpečí.*

ABSTRACT
The given paper describes recent knowledgfe from the domain of human system safety management presented on the esrel 2014 conference. It summarizes important findings from the domain of engineering disciplines directed to safety. In the conclusion it gives principles of progressive work with risks that are used in the most of presented and published articles.
Key words: human system; *risk; safety; reliability; complex systems; system of systems; security.*

ÚVOD

Celosvětové konference ESREL se zabývají rizikovým inženýrstvím a konají se každý rok od r. 1989 v evropských zemích, které se střídají; příští konference bude v září 2015 v Curychu ve Švýcarsku. Evropská asociace pro bezpečnost a spolehlivost, která je vždy jedním z organizátorů požaduje vysokou odbornou úroveň, a proto každé sdělení je recenzováno třemi nezávislými odborníky mezinárodního technického výboru.
Poslední konference ESREL 2014 se konala ve dnech 14. – 19. září 2014 ve Wroclawi. Jejím pořadatelem byla Wroclawská technická universita a Evropská asociace pro bezpečnost a spolehlivost. Konference se zúčastnilo 472 odborníků. 24 členů mezinárodního technického výboru recenzovalo přes 652 odborných sdělení od 753 autorů. 315 sdělení ze 17 metodologických oblastí a 21 sektorů bylo otištěno ve sborníku na CD ROM „Safety and Reliability: Methodology and Application“ s ISBN 978-1-138-02681-0, který vydalo nakladatelství CRC Press v roce 2014 jako přílohu ke knize rozšířených abstraktů [1]. Kniha obsahující předmětná sdělení a texty sdělení ke zvaným přednáškám bude vydána knižně vydavatelstvím Taylor & Francis Group se sídlem v Londýně v roce 2015. Texty deseti zvaných přednášek a vybrané články jsou též průběžně publikovány v prestižním odborném časopise, který vydává Evropská asociace pro bezpečnost a spolehlivost.

ASPEKTY ŘEŠENÉ NA KONFERENCI

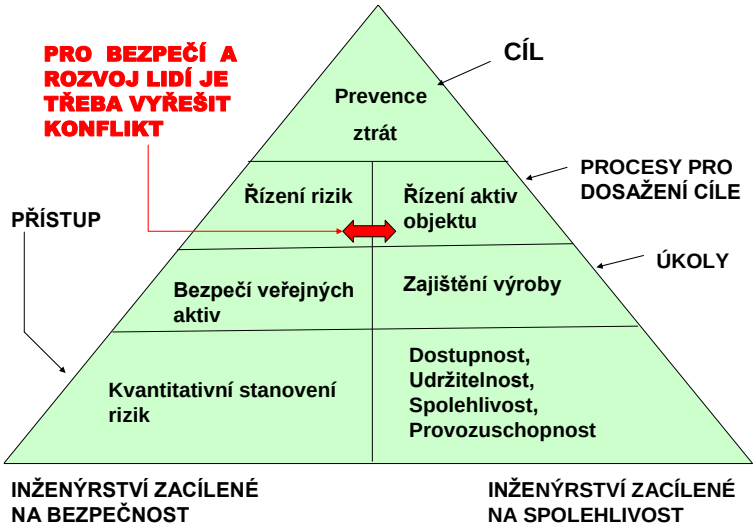
Sedmnáct metodologických oblasti, které byly pokryty letošní konferencí, tvoří soubor oblastí: Vyšetřování a modelování nehod a havárií; Analytické metody používané v bezpečnosti a spolehlivosti systému; Řízení spolehlivosti a bezpečnosti; Dynamická spolehlivost; Expertní metody používané v bezpečnosti a spolehlivosti systému; Identifikace chyb a degradační procesy; Lidský faktor a spolehlivost člověka; Modelování a optimalizace údržby; Bezpečnost práce; Kvantitativní hodnocení rizika; Spolehlivost a bezpečnost založená na návrhu systému; Sběr a analýza dat pro bezpečnost a spolehlivost; Vzdělání a výcvik v oblasti spolehlivosti a bezpečnosti; Simulační metody používané v bezpečnosti a spolehlivosti systému; Strukturální spolehlivost a bezpečnost; Analýza nejistot a citlivosti; a Procesy modelování spolehlivosti a bezpečnosti.
Dvacet jedna aplikačních oblastí, které byly pokryty letošní konferencí, tvoří sektory: Aeronautika a kosmonautika; Zemědělství a potravinářství; Chemický zpracovatelský průmysl; Civilní inženýrství; Kritická infrastruktura; Elektrické inženýrství; Elektronický průmysl; Výroba a distribuce energie; Informační technologie a telekomunikace; Výroba a dodavatelský řetězec / logistické systémy; Námořní doprava; Strojírenství; Medicína a zdravotnictví; Přírodní zdroje a životní prostředí; Jaderné inženýrství; Železniční doprava; Řízení a logistika návratu odpadu; Silniční doprava; Softwarové systémy; Vodní doprava; a Další.

POZNATKY ZÍSKANÉ NA KONFERENCI

Letošní konference se vyznačovala tím, že téměř všechny referáty se vztahovaly ke komplexním systémům, a to většinou povahy systém systémů. Zabývaly se bezpečností a spolehlivostí kritických objektů a kritických infrastruktur, a bezpečnost pochopitelně nadřazovaly nad spolehlivost (tj. prosazovaly požadavek, že i když zařízení či celý systém selže, tak nesmí ohrozit ani sebe, ani veřejná aktiva ve svém okolí). Z prezentovaných sdělení, uvedených v [1] vyplývá, že:

- Systémy systémů mají v důsledku vnitřních propojení, která neustále rostou, vyšší účinnost, ale snadno podléhají kaskádovitým selháním. Proto, aby se redukovala pravděpodobnost výskytu kaskádovitých selhání a jejich důsledky, je nutné vyvíjet nástroje, které podporují rozhodování subjektu, který řídí odezvu systému na incident tak, že se selhání nebude šířit do dalších částí objektu nebo infrastruktur.

- Zásadním požadavkem pro řízení bezpečnosti objektů a infrastruktur, chápaných jako komplexní systémy, je odborná znalost systému, jeho kritických prvků, problémů, které z vnitřních nebo vnějších příčin mohou nastat a jejich důsledků.
- Znalost o průběhu kaskádovitých selhání je třeba získávat studiem minulých kaskád v kontextu s podmínkami, za kterých se vyskytly. Vše je třeba dělat systematicky.
- Jelikož stálou záhadou zůstává, proč se některé minulé velké havárie staly, tak se provádí analýzy okolností spojených s předmětnými haváriemi moderními metodami. Pro označení předmětných havárií se používá pojem atypická havárie nebo jev typu černá labuť nebo motýlí efekt. V knize [1] se mezi ně řadí: dopravní nehoda vlaku v Lac-Méganic 2013; havárie v továrně ve Westu 2013; jaderná havárie ve Fukushimě 2011; exploze tlakových nádob v USA v letech 1900-10; roztavení aktivní zóny jaderného reaktoru v roce 1952 v USA; jaderná havárie ve Windscale 1957 – požár a roztavení aktivní zóny reaktoru; havárie v továrně ve Flixborough 1974; havárie v továrně v Sevesu 1976; havárie v továrně v Bhópálu 1984; jaderná havárie v Černobylu 1986; rychlé prolomení a potopení plošiny Alpha v Severním moři v r. 1988 aj. Ve sdělení [2] v citované knize proto byla provedená analýza havárie Titaniku metodologií založenou na stromu událostí, diagramu jevů a příčin, analýze změn a analýze bariér systému. Výsledky všech metod ukázaly, že příčinou nebyl jeden jev, ale kombinace několika jevů. Šest použitých přístupů odhalilo 23 příčin sledované havárie, mezi nimiž hrál významnou (možná i klíčovou) roli lidský faktor.
- Řada sdělení ukázala výsledky aplikace přístupu obrana do hloubky (defence in depth), který byl na konci 80. let zaveden v jaderné energetice. Prezentované aplikace sice nepoužívají stejné pojmy jako používá Mezinárodní atomová agentura ve svých návodech [3], ale koncept a přístupy jsou stejné. Základem je požadavek, aby se: používaly systémy inherentní bezpečnosti; řídila průřezová rizika v dynamicky proměnném světě; a aplikoval proces řízení bezpečnosti, který dominuje nad všemi procesy organizačními i technickými, které probíhají v technologickém objektu či infrastruktuře.
- Dodavatelské řetězce používané pro transport nebezpečných látek jsou živým cílem teroristů, protože: fyzikální a chemické vlastnosti materiálu mohou způsobit zlomyslné úniky, které mají potenciál poškodit lidi v okolí a též poškodit životní prostředí; a kritická důležitost výrobků může narušit provoz průmyslu spojeného s dodavatelským řetězcem. Obecně teroristické útoky jsou zacíleny na kritické infrastruktury, protože útočníci si mohou vybrat cíle ze strategických důvodů, aby maximalizovali důsledky poškození. Převážený materiál a provozní podmínky (např. tlak, teplota, hustota, objem) přispívají ke kritičnosti dodavatelských řetězců. Možné scénáře (např. exploze, šíření toxického mraku, termální radiace, toxické úniky), které mohou vzniknout po útoku přispívají ke kritičnosti předmětného dodavatelského řetězce.
- Při řízení rizik zacíleného na zajištění bezpečného systému systémů dochází ke konfliktům; např. mezi řízením rizik a řízením aktiv (řízení rizik spotřebovává zdroje, síly a prostředky a řízení aktiv chce růst zdrojů, sil a prostředků), a proto se doporučuje, aby měřítkem výběru varianty řešení byla prevence ztrát, tj. aby se zpracovávala pyramida pro prevenci ztrát, která kombinuje výsledky kvantitativního hodnocení rizik a spolehlivost, dostupnost a udržovatelnost zdrojů, sil a prostředků. Bylo též ukázáno, že další konflikty vznikají mezi různými skupinami odborníků, např. při odezvě mezi inženýry a záchranáři, jak je podrobně rozebráno v práci [4].
- Prezentované příklady ukázaly, že metody rizikového inženýrství jsou úspěšné i v oblasti jevů, které jsou typické pro sociální oblast, jako jsou kriminalita, asociální chování apod. [5].
- Lidská spolehlivost je kritický parametr pro bezpečí i bezpečnost v průmyslu - podrobná šetření uvedená v [1] ukázala, že 70-90% selhání souvisí s lidským faktorem. Bylo rovněž prokázáno, že ačkoliv automatizace by měla eliminovat lidský faktor, protože eliminuje přítomnost člověka, tak tomu tak není, protože automatizace zvyšuje složitost zařízení, systémů a objektů, což je též zdrojem chyb, protože při formulaci rozhodování automatů většinou nejsou zváženy všechny možnosti [6].
- Dopady geomagnetických bouří, jejichž příčinnou je sluneční činnost, a které jsou dnes považovány za nový zdroj rizika pro Evropu [7], nejsou zcela novým jevem – velká bouře je doložená výpadky sítí pro rozvod elektřiny a telegrafické sítě v UK, Francii, USA a Kanadě mezi 28. 8. a 2. 9. 1859. Jejich systematický výzkum byl zahájen po startu prvního satelitu v roce 1957 [8] a zintensivnil se v programu Evropské unie HORIZON2020.
- Autoři Borges a Hickey [9] se zabývali existujícím konfliktem mezi provozovateli výrobních podniků, tj. technologických systémů, a bezpečím veřejných aktiv. Porovnáním metod a analýzou případové studie ukázali, že konflikt je skutečně nutno přiznat a řešit, a to pomocí prevence principu ztrát. Jejich přístup je znázorněn na obrázku 1, který ukazuje nutnost kombinace inženýrských přístupů, která má cíl prevenci ztrát na aktivech veřejných i soukromých.



Obr. 1 – Zajištění bezpečného lidského systému pomocí prevence ztrát na aktivech veřejných i soukromých.

Při orientaci na prevenci ztrát Nejde jen o snížení pravděpodobnosti výskytu selhání, technologického systému, ale také o zlepšení podmínek provozních aktiv, jejichž selhání může vést k velkým provozním nákladům. Nesprávná strategie řízení aktiv snižuje produktivitu a výnosnost. Výběr strategie zmírňování rizika je typický multikriteriální problém. Nejlepší strategie se musí vybrat z možných alternativ. Musí být vzato v úvahu množství kritérií, z nichž některá jsou konfliktní. Proto SMS (systém řízení bezpečnosti) technologických objektů musí být flexibilní a musí být zacílen na interoperabilitu veřejných a privátních aktiv.

- Z prací o složitých systémech, uvedených v [1], jednoznačně vyplývá, že: heterogenita a těsná propojení moderních systémů infrastruktur jsou příčinou obtížného popisu a emergentního chování těchto systémů; klasické analytické metody nemají schopnost poskytnout dostatečný pohled kvůli složitosti systémů, a proto je třeba hluboké porozumění a aplikace holistického přístupu. Kromě inherentní složitosti těchto systémů jsou důležitá jejich propojení - systémy systémů. Tyto nepředvídatelné závislosti jsou důležitým faktorem při jejich toleranci vůči útokům a selháním. To znamená, že modely infrastruktur jsou v počátku – musí mít inherentní charakteristiky jako dynamické nelineární chování, spletitá pravidla interakcí, které jsou výsledkem jejich otevřenosti a vysoké propojitelnosti. Modelování a simulace kritické infrastruktury musí respektovat mnohaúrovňové vnitřní závislosti a nedostatek rozhraní v diverzitě podstaty poskytovaných služeb, v koexistenci více časových stupnic a v úrovni vyřešení, které jsou požadované, aby se naplnily cíle analýzy. Jsou již první pokusy o hybridní modelování [10].

ZÁVĚR

Úkolem řízení a vypořádání rizika je najít optimální způsob, jak vyhodnocená rizika snížit na požadovanou společensky přijatelnou úroveň, případně je na této úrovni udržet. Snižování rizika je prakticky vždy spojeno se zvyšováním nákladů. Řízení rizika je tedy vedeno snahou najít hranici, na kterou je únosné riziko ještě snížit, aby vynaložené náklady byly společensky přijatelné. Proto je třeba se dohodnout na tom, jaké požadavky bude výstup z hodnocení rizika splňovat. Při hodnocení rizik je nutné se snažit stanovené požadavky dodržovat a případné nedodržení odůvodnit. Jedná se především o splnění požadavků: provedení hodnocení v požadované šíři a kvalitě v souladu s přijatou metodikou hodnocení; úplnost hodnocení; zahrnutí nejnovějších poznatků vědy; odhad nejistot i neurčitostí v případě použití extrapolací; jednotné vyjádření charakteristik rizika; a průhlednost provedení procesu hodnocení rizik.
Dosažení cíle znamená dobře řídit a správně rozhodovat, přičemž dobré řízení a správné rozhodování je možné jen tehdy, když máme dobrá data a umíme využít nástroje, které máme k dispozici [11]. *Poznámka:* nejčastější chyba v českých poměrech je podle zkušeností autorky fakt, že se neprověřuje kvalita datových souborů, vzájemný vztah mezi přesností dat a citlivostí metody, a hodnocení nerespektují systémovou podstatu objektů, tj. neuvědomují si vliv vazeb a toků.
Z výše uvedených fakt vyplývají základní principy pro práci a riziky, a to: být proaktivní; domýšlet možné důsledky; správně určovat priority z pohledu veřejného zájmu; myslet na zvládnutí nepřijatelných dopadů; zvažovat synergie; a být ostražitý, což odpovídá filosofii prosazované v práci [12]. Proto při stanovení rizika pro strategické rozhodování se musí používat hierarchický multikriteriální postup. Recentní odborné práce používají pojem hierarchické holografické modelování (HHM) [12] a jejich výsledky jsou vysoce kvalitní, protože zohledňují řadu faktorů, které jsou původci neurčitostí. Protože jde o postup náročný na data i zpracovatelské metody, tak se autorka domnívá, že by Rada vlády pro bezpečnostní výzkum měla dát prostředky na předmětnou problematiku odborníkům, kteří mají znalosti a schopnosti předmětné postupy do české praxe zavést.
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 rozvoje nutné, aby se využily současné vědecké a technické poznatky a zohlednily ekonomické, sociální a další podmínky.
S vnímáním rizika souvisí přijatelnost rizika, která musí mít sociální rozměr. Je třeba zvažovat:

- pro koho má být riziko přijatelné?; pro původce rizika, pro politiky nebo pro veřejnou správu?
- kdo stanoví přijatelnost?; politici rozhodují o tom, co je zákonné, a tudíž by neměli rozhodovat o tom, co je přijatelné,
- zda při stanovení přijatelnosti rizik byla diskutována aktuálně tolerovatelná rizika, netolerovatelné prahové hodnoty a postoje veřejnosti k rizikům.

Při hodnocení přijatelnosti rizika se jedná o porovnání hodnoty / míry rizika zjištěné analýzou rizika sledovaného systému s mezní hodnotou přijatelnosti nebo stanovenou mezní funkcí přijatelnosti. Postoj jednotlivce k riziku závisí na vnímání rizika a stresu, který dané riziko způsobí danému jednotlivci (úmrtí, zranění, ztráta zaměstnání aj.). Postoj společnosti k riziku závisí také na celkovém vnímání rizika, dále na averzi vůči riziku, např. jedna havárie s vyšším počtem obětí v jednom případě je méně přijatelná než vyšší počet havárií s jednotlivými oběťmi, a to přesto, že celková suma obětí za určité období je stejná. Společnost akceptuje, když určitá skupina lidí je vystavena riziku, aby se získaly výhody pro jiné skupiny lidí. Roli hraje poměr mezi náklady na zvyšování bezpečnosti a počty zachráněných životů, pozornost médií apod. Přijatelnost rizika závisí na sociálních, ekonomických a politických faktorech a na vnímaném prospěchu z činností, u kterých přínosy jsou podstatně vyšší než náklady na záchranné a likvidační práce při realizaci rizika.
Rizika byla, jsou a budou a neustále se budou objevovat nová. Řízení a vypořádání rizika, 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.
Je zřejmé, že nejsme-li schopni riziko identifikovat a analyzovat, nejsme schopni se proti němu účinně bránit. Chyba, které se dopustíme při identifikaci, analýze a hodnocení rizika, se přenáší do nouzových a krizových plánů, do plánů kontinuity a snižuje jejich hodnotu ve vztahu k plánovaným opatřením směřujícím především k ochraně lidských životů a zdraví, ale i v oblasti akceschopnosti záchranných složek podílejících se na realizaci záchranných operací.
Na závěr je třeba vyslovit souhlas a panem Fawcettem, který v práci [13] uvedl velkou moudrost „Vědět znamená přežít, ignorovat znamená říkat si o zničení“. Z ní vyplývá, že ignorování či podceňování řízení a vypořádání rizik je důvodem většiny problémů, nezdarů, katastrof. Pro bezpečí a rozvoj lidí je proto důležité mít vždy předem připravené nástroje: jak zvládnout očekávaná rizika, k čemuž slouží plán řízení rizik; a co udělat v případě neočekávaných rizik, k čemuž slouží plány pro zvládnutí nečekaných situací (contingency plans).

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

[1] NOWAKOWSKI, T. ET AL. (eds). Safety and Reliability: Methodology and Application. ISBN: 978-1-138-02681-0. London: Taylor & Francis Group 2015, 2453p.
[2] KIM, H., HAUGE, S. Titanic Viewed from Different Perspectives on Major Accidents. In: Safety and Reliability: Methodology and Application. ISBN: 978-1-138-02681-0. London: Taylor & Francis Group 2015.
[3] IAEA. Assessment of Defence in Depth for Nuclear Power Plants. Safety report series No. 46. ISBN: 92–0–114004–5. Vienna: IAEA 2005, 119p.
[4] PROCHÁZKOVÁ, D. Plány pro řízení rizik jsou též nástroje podporující optimální řešení konfliktů u kritických objektů. In: Fire Safety 2014. ISBN: 978-80-7385-149-1. Ostrava: SPBI 2014.
[5] SCHOPPE, C., ZEHETNER, J., FINGER, J., BAUMANN, D., SIEBOLD, U., HÄRING, I. Risk Assessment Methods for Improving Urban Security. In: Safety and Reliability: Methodology and Application. ISBN: 978-1-138-02681-0. London: Taylor & Francis Group 2015.
[6] XENIDIS, Y., GIANNARIS, K. Modeling and Assessment of Performance Shaping Factors in Construction. In: Safety and Reliability: Methodology and Application. ISBN: 978-1-138-02681-0. London: Taylor & Francis Group 2015.
[7] PROCHÁZKOVÁ, D. Challenges to Future Disasters Management. ISBN:978-3-659-53926-8. Saarbruecken: Lambert Academic Publishing 2014, 170p.
[8] SOKOLOVA, O., BURGHERR, P., COLLENBERG, W. Solar Storm Impact on Critical Infrastructure. In: Safety and Reliability: Methodology and Application. ISBN: 978-1-138-02681-0. London: Taylor & Francis Group 2015.
[9] BORGES, V., HICKEY, C. Balancing Safety and Performance through QRA and RAM Analyses. In: Safety and Reliability: Methodology and Application. ISBN: 978-1-138-02681-0. London: Taylor & Francis Group 2015.
[10] SANSAVINI, C. Nan, KRÖGER, W. Hybrid Modeling and Simulation Approach Selection to the Reliability and Vulnerability Analysis of Critical Infrastructures. In: Safety and Reliability: Methodology and Application. ISBN: 978-1-138-02681-0. London: Taylor & Francis Group 2015.
[11] PROCHÁZKOVÁ, D. Analýza a řízení rizik. ISBN: 978-80-01-04841-2. Praha: ČVUT Praha 2011, 405p.
[12] HAIMES, Y. Y. Risk Modeling, Assessment, and Management. ISBN: 978-0-470-28237-3. John Wiley & Sons 2009. 1040p.
[13] FAWCETT, H.H. Hazardous and Toxic Materials. Safe Handling and Disposal. New York: Willey 1984.

PODĚKOVÁNÍ:
Autorka děkuje ČVUT v Praze za grant SGS13/158/OHK2/2T/16, v jehož rámci je práce zpracována.

ADRESA AUTORA

Dana PROCHÁZKOVÁ, doc., RNDr., PhD., DrSc., České vysoké učení technické v Praze, fakulta dopravní, Konviktská 20, 110 00 Praha 1, prochazkova@fd.cvut.cz

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU
Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.
REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS
Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.