

Prevence nehod a havárií

2. díl: mimořádné události a prevence nežádoucích následků

Tato publikace byla vydána v rámci řešení projektu č. 1H-PK2/35 „Ověření modelu šíření a účinků ohrožujících událostí – SPREAD“, který byl realizován za podpory Ministerstva průmyslu a obchodu ČR. Řešiteli projektu byli: T-SOFT a. s., Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i., ISATech, s. r. o., Spolek pro chemickou a hutní výrobu, a. s.

Na vydání této knihy se dále podíleli Česká technologická platforma bezpečnosti průmyslu o.s., Ministerstvo životního prostředí ČR a Ministerstvo vnitra ČR.

Vedoucí autorského týmu:

RNDr. Mgr. Petr Skřehot

Spoluautoři jednotlivých kapitol:

Ing. Jan Bumba (VÚBP, v. v. i.)

Ing. Michaela Havlová (T-SOFT a. s.)

JUDr. Pavel Kučina (VÚBP, v. v. i.)

Mgr. Jan Píšala (HaPMK Brno)

Ing. Miloš Paleček, CSc. (VÚBP, v. v. i.)

RNDr. Mgr. Petr Skřehot (VÚBP, v. v. i.)

Ing. Vilém Sluka (VÚBP, v. v. i.)

Ing. Šárka Vlková, Ph.D. (VÚBP, v. v. i.)

Recenzenti:

Prof. RNDr. Pavel Danihelka, CSc. (Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava)

Prof. Ing. Karol Balog, PhD. (Slovenská technická univerzita Bratislava)

Copyright:

V kapitolách 5.2.2, 5.2.4., 5.2.5 byly, se svolením autorů a vydavatelství Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, převzaty části kapitol z níže uvedených publikací:

HOVORKA, F. Technologie chemických látek. 1st ed. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2005. Part 2.4.1, 2.5, 2.5.1, 2.5.2, p. 26-29; 36-40. ISBN 80-7080-588-9.

HASAL, P.; SCHREIBER, I.; ŠNITA, D. et al. Chemické inženýrství I. 2nd ed. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2007. Part 2, p. 14-20. ISBN 978-80-7080-629-6.

V příloze P-4 a P-5 jsou uvedeny vybrané citace českých technických norem, které byly v souladu se zákonem č. 22/1997 Sb. použity se souhlasem Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

© Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. & T-SOFT, a. s., 2009

Požičování dotisků a kopií publikace nebo jejích částí je dovoleno jen se souhlasem vydavatele.

ISBN 978-80-86973-73-9

Anotace

Nebezpečné chemické látky se dnes nevyskytují jen v chemickém průmyslu, ale díky jejich přepravě a jejich širokému využití ve věcech denní potřeby se již dotýkají života každého člověka. Tyto látky však nemusejí představovat riziko jen pro člověka samotného, ale jsou hrozbou i pro životní prostředí. Je proto zřejmé, že při nakládání s nimi je nutné s plnou vážností všechna rizika s nimi spojená náležitě vnímat a naučit se s nimi pracovat. V tomto směru tak v životě každého člověka stále větší roli hraje prevence rizik. Snahou tohoto přístupu je rizika systematicky vyhledávat, analyzovat je, přijímat opatření pro jejich snížení popřípadě navrhovat způsoby, jak se jak se bránit negativnímu působení jejich vlastností či zmírňovat případné nežádoucí následky. S ohledem na rozmanitost rizik, jejich zdrojů i jejich projevů se správná praxe v prevenci rizik neobejde bez širokého spektra kvalitních a srozumitelných informací. A právě soustředit a srozumitelným způsobem interpretovat tyto informace se snaží tato monografie Prevence nehod a havárií. V knize jsou shrnuty a přehledně uspořádány nejnovější poznatky z oblasti nakládání s nebezpečnými látkami, průmyslové bezpečnosti, prevence závažných havárií či řešení mimořádných událostí. Vedle toho kniha předkládá také základní informace o možném ohrožení teroristickými útoky, které se stávají stále vážnější a reálnější hrozbou. Uvedené informace byly postupně soustředěny během řešení projektu „1H-PK2/35: Ověření modelu šíření a účinků ohrožujících událostí“, jehož výsledky tato kniha prezentuje. Kniha je proto určena především pro vědecké a výzkumné pracovníky, odborníky z průmyslové sféry, pracovníky bezpečnostního managementu a krizového řízení, příslušníky integrovaného záchranného systému, inspektory státního odborného dozoru v oblasti požární ochrany, bezpečnosti práce, hygieny či ochrany životního prostředí, pracovníky krajských úřadů a v neposlední řadě pro vysokoškolské studenty oborů bezpečnostního inženýrství, průmyslové chemie či ochrany životního prostředí.

Annotatiton

Hazardous chemicals are occurred not only in chemical industry, but also in every man's life thanks their transport and wide employing in things of daily need. These chemicals don't need to represent risks only for human, but they are threat to environment too. It is therefore clear that, when handling of chemicals is necessary in all seriousness all the risks associated with them to perceive and learn to work with them. In this respect risk prevention plays an increasing role in everybody's life. Aim of this approach is the systematic identification of risks, their analysis, taking measures to reduce them or proposing ways of how to prevent negative effects of their properties or mitigate any undesirable consequences. With reference to the variety of risks, their sources and their expressions good practice in the prevention of risks can not do without a wide range of high quality and understandable information. And just monograph Prevention of accidents seeks to concentrate and by understandable way to interpret this information. There are summarized and arranged the latest findings from the field of hazardous chemicals treatment, industrial safety, major accidents prevention or emergency management. In addition, the book presents some basic

information about possible threats of terrorist attacks, which are becoming more serious and realistic threat. That information was gradually concentrated during the solution of the project „1H-PK2/35: Verification of the Spread Model of Hazardous Events Demonstration and Impact – SPREAD“, whose results this book presents. The book is therefore intended primarily for scientists and researchers, experts from industry, safety and crisis management, personnel of the integrated rescue system, inspectors of professional state inspection in the field of fire protection, occupational health and safety, hygiene and environmental protection, regional authority and not least for university students of safety engineering, industrial chemistry or environmental protection.

Klíčová slova: nebezpečné látky, mimořádná událost, havárie, analýza rizik, průmyslová bezpečnost, terorismus, zbraně hromadného ničení.

Key words: Hazardous Substance, Emergency Event, Accident, Risk Analysis, Industrial Safety, Terrorism, Mass Destruction Weapons.

Citace knihy (obou dílů):

SKŘEHOT, Petr...[et al.]. 2009. *Prevence nehod a havárií; 1. díl: Nebezpečné látky a materiály*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce a T-SOFT, 2009, 341 s., ISBN 978-80-86973-70-8.

SKŘEHOT, Petr...[et al.]. 2009. *Prevence nehod a havárií; 2. díl: Mimořádné události a prevence nežádoucích následků*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce a T-SOFT, 2009, 595 s., ISBN 978-80-86973-73-9.

OBSAH

4	Havárie a nehody	13
4.1	Mimořádné události	13
4.2	Nehody v průmyslu	14
4.2.1	Heinrichův model	15
4.2.2	Skoronehody a havárie	16
4.2.3	Hodnocení závažnosti průmyslových havárií	18
4.2.4	Vybrané skupiny nejčastějších havárií	30
4.3	Radiační nehody	43
4.3.1	Hodnocení závažnosti radiačních nehod	43
4.3.2	Radiační nehody s uzavřenými zářiči	48
4.4	Havarijní scénáře při úniku nebezpečných chemických látek	49
4.4.1	Scénář události	49
4.4.2	Průběh nehodového děje	50
4.4.3	Modely úniku látek ze zařízení	58
4.4.4	Modely vypařování kapalin	67
4.4.5	Modely pro rozptyl plynu v atmosféře	68
4.5	Transport a rozptyl nebezpečných plynů a aerosolů v atmosféře	81
4.5.1	Povětrnostní situace nad územím většího měřítka	81
4.5.2	Místní meteorologické podmínky	92
4.5.3	Charakter okolního terénu a jeho vliv na rozptyl	103
4.5.4	Uplatnění chemických procesů a atmosférické depozice	109
4.5.5	Vstupní údaje pro modelování rozptylu	110
4.6	Zraňující následky	112
4.6.1	Účinky toxických látek	112
4.6.2	Účinky tepelné radiace	118
4.6.3	Účinky tlakové vlny	120
4.6.4	Účinky nebezpečných částic	127
4.7	Určení pravděpodobnosti fatálních následků pomocí probitové analýzy	145
4.8	Softwarové modelovací nástroje	147
4.8.1	Obecný popis softwarových nástrojů pro modelování dosahů nežádoucích následků	147
4.8.2	Základní problémy validity softwarových nástrojů	149

4.8.3	Výběr softwarových nástrojů	150
4.8.4	Validita výsledků softwarových nástrojů při modelování scénářů událostí	161
4.8.5	Zkušenosti s používáním vybraných softwarových nástrojů	166
4.9	Havárie a jejich vyšetřování	166
4.9.1	Statistika havárií	166
4.9.2	Finanční ztráty vzniklé následkem mimořádné události	171
4.9.3	Spouštěcí události havárií v chemickém průmyslu	176
4.9.4	Příčiny vzniku mimořádných událostí v průmyslu	182
4.9.5	Postup při vyšetřování okolností a příčin vzniku mimořádné události	184
4.9.6	Technický přístup při vyšetřování příčin průmyslových havárií	204
4.9.7	Analýza zjištěných skutečností a vyhodnocení výsledků objasňování mimořádných událostí	207
4.9.8	Manažerský pohled na provozní nehody a závažné havárie v průmyslu	208
4.9.9	Hlavní problémy při provádění vyšetřování mimořádných událostí	210
4.9.10	Poučení se ze závažných průmyslových havárií	213
	Literatura ke kapitole	215
5	Technologická rizika a průmyslová bezpečnost	221
5.1	Průmyslová bezpečnost	221
5.1.1	Úvod do prevence závažných havárií	221
5.1.2	Legislativní rámec	223
5.1.3	Základní povinnosti provozovatelů	227
5.1.4	Zařazení subjektu do působnosti zákona	228
5.1.5	Bezpečnostní dokumentace	231
5.1.6	Prevence závažných havárií z pohledu provozovatele technologie s identifikovaným rizikem	239
5.2	Analýza a hodnocení technologických rizik	241
5.2.1	Výklad pojmů nebezpečí a zdroj rizik	241
5.2.2	Technologická zařízení	247
5.2.3	Základní chemické procesy	260
5.2.4	Bilancování systému	264
5.2.5	Analýza technologických rizik	270

5.2.6	Identifikace možných scénářů událostí a jejich příčin, které mohou vyústit v závažnou havárii	279
5.2.7	Výběr reprezentativních scénářů závažných havárií	281
5.2.8	Odhad následků reprezentativních scénářů závažných havárií	281
5.2.9	Odhad pravděpodobnosti reprezentativních scénářů	282
5.2.10	Stanovení míry rizik a hodnocení jejich přijatelnosti	286
5.2.11	Snižování rizik	295
5.2.12	Opatření k nepřijatelným zdrojům rizik	298
5.3	Vliv lidského činitele na průmyslovou bezpečnost	305
5.3.1	Systém člověk–stroj	306
5.3.2	Spolehlivost lidského činitele	307
5.3.3	Moderní přístup k lidské chybě	309
5.3.4	Příčiny selhání lidského činitele	313
5.3.5	Identifikace příčin selhání	315
5.3.6	Základní rámec posouzení vlivu lidského činitele	317
5.4	Funkční bezpečnost	317
5.4.1	Požadavky na funkční bezpečnost	318
5.4.2	Ochranné vrstvy a bariéry	319
5.4.3	Funkce lidského operátora	321
5.4.4	Počítačové systémy	323
5.4.5	Spolehlivost systému člověk–stroj	324
5.4.6	Úroveň integrity bezpečnosti	325
5.4.7	Základní přístup při určování hodnoty SIL	327
5.4.8	Posouzení nebezpečí a rizika	332
5.5	Management bezpečnosti a management rizik	333
5.5.1	Systémová bezpečnost	333
5.5.2	Standardy pro systémy managementu bezpečnosti	350
5.5.3	Požadavky na systém managementu bezpečnosti	355
5.5.4	Systém řízení prevence závažných havárií	382
5.5.5	Management rizik	387
5.5.6	Principy ALARP a ALARA	390
5.6	Kultura bezpečnosti	392
5.6.1	Firemní kultura a postoje k bezpečnosti v podniku	392
5.6.2	Základní znaky dobré kultury bezpečnosti	395
5.6.3	Symptomy slábnoucí kultury bezpečnosti	399
	Literatura ke kapitole	403

6	Terorismus	409
6.1	Definice pojmu terorismus	409
6.2	Teroristické skupiny a příčiny jejich vzniku	411
6.3	Způsoby financování terorismu	413
6.4	Základní rozlišení terorismu	413
6.4.1	Náboženský terorismus	413
6.4.2	Politický terorismus	414
6.4.3	Monotematický terorismus	415
6.4.4	Kriminální terorismus	415
6.4.5	Patologický terorismus	415
6.5	Realizace terorismu	415
6.5.1	Letální formy terorismu	416
6.5.2	Neletální formy terorismu	416
6.6	Špinavá bomba	417
6.6.1	Co je to špinavá bomba?	417
6.6.2	Výbušniny použitelné jako hnací médium špinavé bomby	418
6.6.3	Improvizované možnosti získání výbušnin	419
6.7	Dopady terorismu	420
6.8	Významné teroristické skupiny	421
6.8.1	Action Directe (Francie)	421
6.8.2	Al-Kajda (celosvětová působnost)	421
6.8.3	Euskadi Ta Askatasuna (ETA) – Španělsko, Francie	422
6.8.4	Hamas – Palestina, Izrael	423
6.8.5	Hizballáh – Libanon, Izrael	423
6.8.6	Irish Republican Army (IRA) – Velká Británie, Severní Irsko	424
6.8.7	Óm šinrikjó – Japonsko, Rusko, USA, Austrálie	425
6.9	Dílčí závěr	426
	Literatura ke kapitole	427
7	Zbraně hromadného ničení	429
7.1	Chemické zbraně	429
7.1.1	Nebezpečné vlastnosti bojových chemických látek	429
7.1.2	Jednotlivé skupiny bojových chemických látek	431

7.2	Jaderné zbraně	435
7.2.1	Druhy jaderných zbraní	435
7.2.2	Jaderný výbuch a jeho účinky	438
7.2.3	Jaderná apokalypsa	446
7.3	Biologické zbraně	450
7.3.1	Hrozba použití biologických zbraní	450
7.3.2	Přehled hlavních biologických zbraní	451
	Literatura ke kapitole	455
8	Prevence následků mimořádných událostí a zásady civilní ochrany	457
8.1	Předcházení škodám způsobených průmyslovými haváriemi	457
8.2	Havarijní plánování	472
8.2.1	Vnitřní havarijní plán	473
8.2.2	Vnější havarijní plán	474
8.3	Civilní ochrana	475
8.3.1	Systém civilní ochrany v České republice	475
8.3.2	Chování obyvatelstva v případě havárie s únikem nebezpečné chemické látky	477
8.3.3	Ukrytí obyvatelstva	488
	Literatura ke kapitole	496
9	Přílohy	497
P-1	Povětrnostní situace pro střední Evropu	497
P-2	Informace o projektu 1H-PK2/35 „Ověření modelu šíření projevů a účinků ohrožujících událostí“ – Projekt SPREAD	503
P-3	Šíření částic aerosolu po výbuchu náložky špinavé bomby	528
P-4	Studie nebezpečí a provozuschopnosti (HAZOP)	534
P-5	Techniky analýzy bezporuchovosti systémů – Postup analýzy způsobů a důsledků (FMEA)	551
	Rejstřík	591