

Prevence nehod a havárií

1. díl: nebezpečné látky a materiály

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.

Řešitelé projektu: T-SOFT a.s., Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i., ISATech, s.r.o., Spolek pro chemickou a hutní výrobu, a.s.

Vedoucí autorského týmu:

RNDr. Mgr. Petr Skřehot

Spoluautoři jednotlivých kapitol:

Ing. Michaela Havlová (T-SOFT a.s.)

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

RNDr. Martin Trávníček, PhD. (ISATech, s.r.o.)

Recenzenti:

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

RNDr. Jan Hovorka, PhD. (Univerzita Karlova v Praze)

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

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

ISBN 978-80-86973-70-8

OBSAH

Obsah	3
Předmluva	9
Úvod	11
1. Nebezpečné chemické látky.....	9
1.1 Úvod.....	9
1.2 Nakládání s chemickými látkami a přípravky	12
1.3 Označování chemických látek a přípravků.....	14
1.3.1 Kódové označení látek a přípravků pro účely přepravy.....	14
1.3.2 Výstražné symboly nebezpečnosti.....	19
1.3.3 Informace o rizicích a o bezpečném zacházení s chemickými látkami a přípravky	20
1.4 Nebezpečné chemické látky v pracovním prostředí	21
1.4.1 Použití chemických látek a rizika práce s nimi.....	21
1.4.2 Průmyslově vyráběné nebo používané nebezpečné látky	25
1.4.3 Chemické látky v pracovním ovzduší	30
1.4.4 Nebezpečné látky v technických zařízeních	37
1.5 Přeprava nebezpečných látek a materiálů	40
1.5.1 Mezinárodní dohody o přepravě nebezpečných věcí.....	40
1.5.2 Silniční přeprava	41
1.5.3 Železniční přeprava.....	43
1.5.4 Lodní přeprava	46
1.5.5 Letecká přeprava.....	48
1.5.6 Přepravní jednotky určené pro přepravu nebezpečných věcí ...	50
1.5.7 Povinnosti jednotlivých účastníků přepravy nebezpečných věcí	62
1.5.8 Přepravní doklady	66
1.5.9 Přeprava nebezpečných odpadů.....	68

1.5.10	Riziko úniku nebezpečných kapalných a plyných látek během přepravy	70
1.6	Nařízení REACH	73
1.6.1	Systém REACH a jeho hlavní prvky.....	73
1.6.2	Časový průběh zavádění REACH	79
1.6.3	Hlavní úlohy a povinnosti zúčastněných stran	80
1.6.4	Obsah příloh nařízení REACH	81
1.6.5	Způsob realizace nařízení.....	83
1.7	Globální harmonizovaný systém (GHS)	89
1.7.1	Systém GHS a jeho hlavní prvky	89
1.7.2	Třídy nebezpečnosti.....	93
1.7.3	Pravidla pro klasifikaci látek	93
1.7.4	Obsah příloh nařízení GHS	96
1.7.5	Změny plynoucí ze zavedení GHS.....	97
1.8	Toxikologické vlastnosti chemických látek.....	101
1.8.1	Toxicita chemických látek a následky jejich expozice	101
1.8.2	Vztah dávky a účinku.....	102
1.8.3	Klasifikace toxicity	107
1.8.4	Biochemické procesy spojené s interakcí toxických látek s organismem.....	109
1.8.5	Klinické projevy intoxikace.....	114
1.8.6	Akutní a chronické otravy vznikající následkem profesionální expozice	117
1.9	Zdroje informací o vlastnostech chemických látek a výrobků.....	120
1.9.1	Bezpečnostní listy výrobků uváděných na trh.....	120
1.9.2	Všeobecné informace o vlastnostech chemických látek	122
1.9.3	Vybrané softwarové databáze chemických látek	123
1.9.4	NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards.....	128
2.	Radioaktivní materiály.....	134
2.1	Radionuklidy	134

2.1.1	Radioaktivní rozpad	134
2.1.2	Přirozené radionuklidy netvořící řady	135
2.1.3	Přirozené radionuklidy tvořící řady.....	135
2.2	Základní informace o vybraných radionuklidech a o jejich praktickém využití	137
2.2.1	Uran.....	137
2.2.2	Thorium	139
2.2.3	Plutonium.....	140
2.2.4	Radon.....	140
2.2.5	Kobalt – 60	140
2.2.6	Produkty štěpení jaderného paliva	141
2.3	Biologické účinky radioaktivních látek a ionizujícího záření	142
2.3.1	Kontaminace radioaktivní látkou	142
2.3.2	Toxické a radiotoxické účinky	143
2.3.3	Účinky záření	146
2.3.4	Reparační procesy v organismu.....	157
2.4	Radiační ochrana a posouzení přijatelnosti expozice.....	158
2.4.1	Principy radiační ochrany.....	158
2.4.2	Dávkové limity.....	160
2.4.3	Základní způsoby ochrany před zářením	162
2.5	Pracoviště se zářením	164
2.5.1	Kategorizace pracovišť se zářením.....	164
2.5.2	Sledované a kontrolované pásmo	166
2.5.3	Postup při řešení radiační nehody.....	168
3.	Aerosoly	172
3.1	Atmosférický aerosol	172
3.2	Vznik aerosolů a oblaků.....	174
3.3	Fyzikální a chemické charakteristiky aerosolů	177
3.3.1	Chemické složení aerosolů	177
3.3.2	Velikosti částic a jejich koncentrace.....	179

3.3.3	Vyjadřování kvalitativních charakteristik aerosolu	181
3.3.4	Fyzikální vlastnosti částic	192
3.4	Procesy probíhající v disperzním prostředí	194
3.4.1	Agregace částic	194
3.4.2	Sedimentace aerosolů.....	195
3.4.3	Emisní tok částic a depozice	202
3.4.4	Resuspenze částic aerosolu	210
3.4.5	Reaktivita aerosolů a jejich chemismus.....	212
3.5	Oblaky	213
3.5.1	Oblačné kapičky	213
3.5.2	Ledové krystalky.....	214
3.6	Aerosoly v pracovním prostředí.....	214
3.6.1	Usazování prachů v pracovním prostředí.....	218
3.6.2	Výbušnost aerosolů a protivýbuchová prevence	219
3.7	Aerosoly vznikající při průmyslových haváriích	223
3.8	Městský aerosol.....	224
3.9	Radioaktivní aerosoly	225
3.9.1	Podstata a základní vlastnosti	225
3.9.2	Přírodní radioaktivní aerosoly	226
3.9.3	Umělé radioaktivní aerosoly	228
3.10	Toxikologické vlastnosti aerosolů	229
3.10.1	Nebezpečné vlastnosti malých částic.....	229
3.10.2	Respirační systém.....	233
3.10.3	Vstup aerosolu do dýchacího ústrojí.....	236
3.10.4	Depozice aerosolu v dýchacím systému.....	239
3.10.5	Biologické vlastnosti aerosolu	246
3.10.6	Interakce aerosolových částic s organismem	249
3.10.7	Následky expozice aerosolům	251

Přílohy	257
P-1: Seznam povolených číselných kombinací pro Kemlerovy kódy.....	257
P-2: Znění R- a S-vět podle Vyhlášky č. 232/2004 Sb.	259
P-3: Označení bezpečnostních pokynů podle GHS	265
P-4: Klasifikace jednotlivých skupin látek podle GHS a jejich označování na štítcích	271
P-5: Návod pro použití toxikologické databáze NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards	319

PODĚKOVÁNÍ

Autoři tímto děkují všem svým kolegům tak i externím spolupracovníkům, kteří napomohli ke vzniku této knihy. Zvláštní dík patří především prof. RNDr. Jiřímu Patočkovi, DrSc.^I, doc. RNDr. Miladě Kozubkové, CSc.^{II}, doc. Dr. Ing. Aleši Bernatíkovi ^{II}, doc. RNDr. Jiřímu Švecovi, CSc.^{II}, prof. Ing. Josefu Horákovi DrSc.^{III}, prof. Ing. Pavlu Hasalovi, CSc.^{III}, Ing. Františku Hovorkovi, CSc.^{III}, prof. Ing. Františku Babincovi, CSc.^{IV}, Mgr. Jiřímu Duškovi, Ph.D.^V, Mgr. Janu Píšalovi^V, Mgr. Jiřímu Křivohlávkovi^{VI}, Ing. Miroslavu Richterovi, Ph.D.^{VII}, RNDr. Vojtěchu Ullmannovi^{VIII}, Mgr. Martinu Civišovi^{IX}, kpt. Ing. Davidu Řehákovi, Ph.D.^X, Ing. Miloši Palečkovi, CSc.^{XI}, Ing. Vilému Slukovi^{XI}, Ing. Janu Bumbovi^{XI}, Ing. Martině Pražákové^{XI}, JUDr. Pavlu Kučínovi^{XI}, MUDr. Miroslavu Štovi ^{XII} a Ing. Pavlu Forintovi ^{XIII} za laskavé poskytnutí svých odborných podkladů a materiálů či za pomoc při vydání této knihy.

Poděkování si zaslouží také odborní recenzenti této knihy prof. RNDr. Pavel Danihelka, CSc. a RNDr. Jan Hovorka, Ph.D. za jejich podněty, které přispěly k celkovému zkvalitnění obsahové stránky této práce.

K vytvoření této knihy byly s laskavým svolením použity také odborné materiály těchto zahraničních subjektů:

U.S. Department of Energy (US DOE)
U.S. Department of Health and Human Services (US DHHS)
Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)
U.S. Environmental Protection Agency (US EPA)
National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)
European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA)
European Union Network for the Implementation and Enforcement of
Environmental Law (IMPEL)
Risø National Laboratory
L'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS)
Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO)

-
- I Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
II Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
III Vysoká škola chemicko-technologická Praha
IV Vysoké učení technické v Brně
V Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně
VI Masarykova univerzita v Brně
VII Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem
VIII Fakultní nemocnice s poliklinikou Ostrava
IX Univerzita Karlova v Praze
X Univerzita obrany v Brně
XI Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.. Praha
XII Ekologický institut Veronica Brno
XIII Ministerstvo životního prostředí ČR

PŘEDMLUVA

Aniž bychom si to uvědomovali, setkáváme se v každodenním životě s celou řadou látek, materiálů či výrobků, které mají své specifické nebezpečné vlastnosti. Tyto nebezpečné vlastnosti, mezi které patří hořlavost, výbušnost či toxicita, mohou znamenat pro člověka anebo životní prostředí značné riziko. Je proto velmi důležité tato rizika vnímat a nakládat s uvedenými látkami obezřetně a přiměřeně k jejich nebezpečnosti.

Důležitou potřebou každého, kdo s nebezpečnými látkami a materiály přichází do styku, jsou ale dokonalé a komplexní znalosti o jejich vlastnostech či způsobu bezpečné manipulace. Obzvláště to platí pro odborníky z praxe, na které je často obrácena pozornost odborné i laické veřejnosti a také četné dotazy občanů i firem. Již delší dobu bylo snahou Výzkumného ústavu bezpečnosti práce, v.v.i. a společnosti T-SOFT a.s. vytvořit publikaci, která by v přehledné formě shrnovala široké spektrum informací z této oblasti, jež by byly především využitelné v praxi. Sepsání této knihy proto předcházelo mnohaleté studium, soustředování nejnovějších poznatků a získávání řady praktických zkušeností z mnoha oblastí. Ústředními prvky stojícími v centru našeho zájmu ale od samého počátku byly nebezpečné chemické látky, radioaktivní látky a aerosoly.

Samotné nadšení pro věc by ale nemohlo být korunováno úspěchem, kdyby tento nelehký a časově i odborně náročný úkol nebyl podpořen státem. Jelikož je ale bezpečnost stále více považována za klíčovou věc celospolečenského významu, získali jsme prostřednictvím projektu Ministerstva průmyslu a obchodu ČR s názvem „IH-PK2/35: Ověření modelu šíření a účinků ohrožujících událostí“ podporu a mohli se tak danému tématu věnovat s náležitou pečlivostí a v potřebné hloubce. Na řešení tohoto projektu, který probíhal v letech 2005 až 2009, se s ohledem na šíři tématu kromě samotných řešitelských organizací (T-SOFT a.s., Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i., ISATech, s.r.o. a Spolek pro chemickou a hutní výrobu, a.s.) podíleli také odborníci z mnoha dalších odborných firem, výzkumných ústavů a vysokých škol. Díky této kooperaci byl získán velice dobrý přehled v řešené problematice a vytvořeno rozsáhlé informační i vědomostní portfolio notně přesahující původní požadavky zadání projektu. Aby nebyl tento potenciál zbytečně promrhán, rozhodli jsme se jej společným úsilím využít a promítnout do obsahu monografie, kterou nyní držíte v ruce. Vzhledem ke složitosti tématu, však ani při sebevětší snaze nebylo možné do jediné knihy vtěsnat naprosto vyčerpávající informace. Proto se omlouváme všem, kteří budou odpovědi na některé své otázky v této knize marně hledat. Není však vyloučeno, že je naleznou v druhém díle s názvem „Mimořádné události a prevence nežádoucích následků“, který na tuto knihu volně navazuje.

Za celý autorský kolektiv bych rád závěrem vyjádřil přání, aby si tato kniha našla vděčné čtenáře, kteří ocení jak její obsah, tak i v praktické rovině využijí informace zde uvedené.

RNDr. Mgr. Petr Skřehot