

NEBEZPEČÍ VYBRANÝCH PODLIMITNÍCH ZDROJŮ RIZIKA SE ZAMĚŘENÍM NA AMONIAK V PODMÍNKÁCH ČESKÉ REPUBLIKY

OTAKAR JIŘÍ MIKA

Policejní akademie České republiky v Praze, Fakulta bezpečnostního managementu, Lhotecká 559/7, P. O. Box 54, 143 01 Praha 4
otakar_mika@email.cz

Došlo 28.3.22, přijato 31.1.23.

Odborný článek se zabývá problematikou tzv. podlimitních zdrojů rizika, které mohou být velmi nebezpečné jak svými závažnými havarijními projevy, tak vysokou četností výskytu v České republice. Konkrétní modelování různých nízkých hmotností havarijních úniků toxického čpavku jasně ukazuje na nebezpečí pro obyvatelstvo. V další části je pouze velmi stručný pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru, který problematiku velmi dobře řeší a poskytuje odborný a metodický návod pro zachycení a vyhodnocení podlimitních zdrojů rizik. To jednoznačně zlepšuje prevenci těchto událostí, zvyšuje také připravenost na tyto úniky nebezpečných látek a v neposlední řadě může také zvýšit připravenost obyvatelstva na správnou reakci na únik podlimitního množství některých nebezpečných látek. Autor článku se ve svých akademických úvahách snaží předložit vlastní návrhy na zlepšení současného stavu.

Klíčová slova: nebezpečné chemické látky, prevence závažných havárií, podlimitní zdroje rizika, havarijní úniky nebezpečných látek, modelování havarijních dopadů

Obsah

1. Úvod
2. Prevence závažných chemických havárií v České republice, stručný historický exkurz
3. Prevence závažných chemických havárií v České republice, současná právní úprava
4. Vybrané nebezpečné podlimitní zdroje rizika s amoniakem
5. Pokyn k hodnocení rizika vybraných podlimitních zdrojů rizika
6. Závěr

1. Úvod

Tento příspěvek se zabývá průmyslovou chemickou bezpečností se zaměřením na závažné chemické havárie, nebezpečné chemické látky a směsi s důrazem na nebezpečí vybraných podlimitních zdrojů rizika v podmínkách České republiky.

Podlimitní zdroje rizika nebezpečných chemických látek a směsí představovaly až do nedávné doby značný a dlouhodobý bezpečnostní problém v České republice. Jak bude dále zdůrazněno, teprve od roku 2017 se tato závažná bezpečnostní otázka řeší na patřičné odborné a profesionální úrovni.

Je také pravdou, že některé podlimitní zdroje rizik, především s jedovatým, výbušným a hořlavým amonia-

kem, byly částečně řešeny i před rokem 2017, ale bylo to pouze na dobrovolné bázi a nebyla k tomu vydána žádná směrnice, norma ani závazný pokyn.

V současné době dva hlavní platné zákony, zákon o prevenci závažných havárií z roku 2015 (cit.¹), případně tzv. „chemický zákon“ neboli zákon o chemických látkách a chemických směsích z roku 2011 (cit.²) nedovedly dostatečně komplexně podchytit vážnou bezpečnostní problematiku tzv. „podlimitních zdrojů rizika“.

Zvláště u amoniaku je to velmi průkazné, a to nejen odbornými publikacemi^{3,4}, ale také staršími studentskými kvalifikačními pracemi⁵⁻⁸.

Přitom je možno připomenout, že problematikou chemických havárií se zabývala v České republice celá řada domácích odborných publikací⁹⁻¹⁷.

2. Prevence závažných chemických havárií v České republice, stručný historický exkurz

Pokud jen zkratkovitě připomeneme vývoj za poslední léta, kdy od roku 2000 začala platit v České republice zákonná úprava oblasti prevence závažné chemické havárie, můžeme snadno konstatovat, že některé problematické nebezpečné chemické látky jako již výše jmenovaný amoniak, chlor, propan-butan a CNG zůstaly beze změn.

Co je tím myšleno?

Předně by bylo vhodné jen rámcově a stručně uvést, že od roku 2000 bylo vydáno několik zcela nových záko-

nů o prevenci závažných havárií způsobených nebezpečnými chemickými látkami a směsmi a k tomu vydaných vždy nových prováděcích vyhlášek. Všechny zákony od toho prvního až po poslední zákon z roku 2015 (cit.¹) nechávají beze změn hmotnostní limity pro amoniak, chlor, propan-butan a CNG. Některé podrobnosti jsou uvedeny dále, u amoniaku jsou pak podrobně popsány, vyhodnoceny a následně diskutovány.

Skutečností však zůstává, že některé limity nebezpečných chemických toxických látek jsou i v současném zákoně nastaveny nevhodně, především velmi vysoko (např. pro jedovatý amoniak a chlor, pro výbušný a hořlavý propan-butan). Bezpochyby to zcela platí pro jedovatý amoniak. Je sice pravdou, že amoniak má velmi dobré varovné vlastnosti ve smyslu nízkého čichového prahu, bohužel únik již několikrát set kilogramů této toxické látky může ohrozit nebo zasáhnout jak vlastní zaměstnance, tak i obyvatelstvo mimo objekt, zařízení nebo průmyslový areál, kde se amoniak nachází¹⁵. Tuto skutečnost jasně dokazují výsledky modelování havarijních úniků amoniaku uvedené v dalším textu. Přitom zákonný limit pro amoniak při zařazení objektu nebo zařízení do skupiny A činí až neuvěřitelných 50 tun.

Bezvodý amoniak používá na území České republiky asi 155 zimních stadiónů a asi 500–600 velkokapacitních chladicích zařízení v potravinářském průmyslu. Jedná se např. o pivovary, mrazárny, sodovkárny, mlékárny, jatka, apod.^{3,14}. Průmyslová chladicí zařízení zde instalovaná jsou většinou moderní, ale i přesto obsahují relativně velká množství amoniaku.

Problematika nevhodných hmotnostních limitů několika nebezpečných látek, jak je uvedeno výše, byla v minulosti často předmětem odborné kritiky. Až do roku 2017 nebyla jasně stanovena odborná metodika, postup nebo jiný nástroj, jak hodnotit případy (ve smyslu analýzy a hodnocení rizik zdrojů s nebezpečnými chemickými látkami a směsmi), které z hlediska své hmotnosti nespadaly pod dikci zákona o prevenci závažných havárií způsobených nebezpečnými chemickými látkami a směsmi a přesto představují nebezpečí především pro obyvatelstvo.

3. Prevence závažných chemických havárií v České republice, současná právní úprava

Tato část odborného příspěvku se plně opírá o velmi dobře připravenou část Prevence závažných havárií, jak je uvedena na webových stránkách Ministerstva životního prostředí České republiky, kde jsou k současným právním normám uvedeny následující informace.

Základním právním předpisem, upravujícím oblast prevence závažných havárií, je zákon č. 224/2015 Sb., ze dne 12. srpna 2015, Zákon o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi (zákon o prevenci závažných havárií)¹. Zákon zpracovává příslušnou Směrnicí Evrop-

ského parlamentu a Rady 2012/18/EU a stanoví systém prevence závažných havárií pro objekty a zařízení, v nichž je umístěna vybraná nebezpečná chemická látka nebo chemická směs s cílem snížit pravděpodobnost vzniku a omezit následky případných závažných havárií na zdraví a životy lidí, hospodářská zvířata, životní prostředí a majetek. Zákon nabyl účinnosti dne 1. října 2015. Zákonem se ruší zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií.

K zákonu bylo vydáno celkem pět prováděcích vyhlášek, které vydaly tři ministerstva – viz níže.

Vyhlášky Ministerstva životního prostředí České republiky:

- Vyhláška č. 227/2015 Sb., ze dne 24. srpna 2015, o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku.
- Vyhláška č. 228/2015 Sb., ze dne 24. srpna 2015 o rozsahu zpracování informace veřejnosti, hlášení o vzniku závažné havárie a konečné zprávy o vzniku a dopadech závažné havárie.
- Vyhláška č. 229/2015 Sb., ze dne 24. srpna 2015, o způsobu zpracování návrhu ročního plánu kontrol a náležitostech obsahu informace o výsledku kontroly a zprávy o kontrole.

Vyhláška Ministerstva obchodu a průmyslu České republiky:

- Vyhláška č. 225/2015 Sb., ze dne 28. srpna 2015, o stanovení rozsahu bezpečnostních opatření fyzické ochrany objektu zařazeného do skupiny A nebo skupiny B.

Vyhláška Ministerstva vnitra České republiky:

- Vyhláška č. 226/2015 Sb., ze dne 12. srpna 2015, o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho strukturu.

Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií, stanovuje základní úkoly a opatření jak vlastním provozovatelům, kteří nakládají s nebezpečnými chemickými látkami a směsmi, tak i orgánům státní správy, především krajským úřadům.

Hlavním smyslem uvedeného zákona (a jeho prováděcích vyhlášek) stále zůstává nutnost zvýšit úroveň průmyslové bezpečnosti chemických, petrochemických a jiných objektů a zařízení, kde jsou vyráběny, skladovány a manipulovány nebezpečné chemické látky a směsi. Obecně státní správu zajímají především objekty a zařízení (provozovatelé), jejichž havarijní dosahy přesáhnou „plot provozovatele“, a tím ohrozí životy a zdraví občanů v okolí provozovatele. Zákon také mimo jiné ukládá, že obyvatelé v okolí musí být pečlivě státní správy informováni o nebezpečí, které jim hrozí při závažné havárii, a velikosti rizika plynoucího z přítomnosti zařízení s nebezpečnými chemickými látkami. Obsah této informace pro veřejnost je přesně a jasně předepsán zákonem.

Chemické látky a chemické směsi mohou mít řadu nebezpečných vlastností podle zákona č. 350/2011 Sb., ve znění platných úprav². Mohou být výbušné, oxidující, extrémně hořlavé, vysoce hořlavé, hořlavé, vysoce toxic-

ké, toxické, zdraví škodlivé, žíravé, dráždivé, senzibilující, karcinogenní, mutagenní, toxické pro reprodukci, nebezpečné pro životní prostředí.

4. Vybrané nebezpečné podlimitní zdroje rizika s amoniakem

Amoniak (čpavek) je velmi nebezpečná chemická látka, která se používá při výrobě hnojiv, plastických hmot, vláken a výbušnin. Významné je jeho rozšířené průmyslové použití jako chladicího média především v potravinářských provozech (pivovary, mlékárny, chladírny, masokombináty)^{3,4}, ale také jako chladicího média na zimních stadionech³⁻⁸.

Amoniak je za normálního tlaku a teploty bezbarvý plyn, lehčí než vzduch, ostrého štiplavého zápachu, při odpařování z kapalného stavu tvoří chladné mlhy, které jsou těžší než vzduch, se vzduchem tvoří leptavé výbušné směsi, je málo hořlavý. Většina lidí dokáže rozeznat jeho ostrý zápach při koncentraci 35 mg m⁻³ ve vzduchu¹³. Amoniak může být skladován a přepravován jako kapalina. Rozlité kapalné amoniak ihned vře a svým odpařováním ochlazuje okolí.

Amoniak kapalný i plynný silně dráždí a leptá oči, dýchací cesty, plíce a kůži, způsobuje dráždivý kašel a dušnost, křeče dýchání mohou vést až k udušení, kapalný vyvolává silné omrzliny, nadýchání vyšších koncentrací může přivodit smrt¹³. Jak je všeobecně známo, toxický plynný amoniak má všechny tři hlavní „havarijní vlastnosti“, tj. je toxický, výbušný i hořlavý.

Bezvodý amoniak používá na území ČR 155 zimních stadiónů a asi 500–600 velkokapacitních chladicích zařízení v potravinářském průmyslu⁴. Jsou to zařízení, která se mnohdy provozují v centru města, čili v místech s vysokou koncentrací osob.

Tyto objekty přitom nespádají pod dikci zákona o prevenci závažných havárií. Limitní hodnota amoniaku pro zařazení objektu nebo zařízení do kategorie A

(provozovatelé s menšími zádržemi nebezpečných chemických látek a směsí) je až od hmotnosti 50 tun.

Relativní metoda analýzy rizika IAEA-TECDOC-727 (1996) (cit.¹⁸) přitom vyhodnocuje nebezpečné množství amoniaku již od hmotnosti 200 kg! I když se jedná o metodu relativní, je jasné, že padesátitunová množství jsou v zákoně č. 224/2015 Sb. nastavena velmi nevhodně. Diskutované hmotnostní limity jsou však důsledně převzaty ze závazné evropské legislativy.

Bylo provedeno počítačové modelování pomocí aplikace TerEx s následujícími vstupními parametry:

amoniak (1005) zkapalněný plyn, PUFF = jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku, teplota 20 °C, množství/hmotnost látky viz tabulka (1 m s⁻¹, 3 m s⁻¹, 5 m s⁻¹), pokrytí oblohy mraky 50 %, typ atmosférické stálosti INVERZE, typ povrchu ve směru šíření látky – průmyslová plocha. Výsledky modelování jsou uvedeny v tab. I.

Ohrožení osob toxickou látkou (dosah toxické koncentrace) v pojetí této aplikace znamená nutnou evakuaci osob. Z výsledků modelování je dostatečně zřejmé, jaký zásadní vliv má proudění vzduchu v přízemní vrstvě atmosféry. Mimo jiné se běžně kalkuluje s tím, že rychlost a směr větru v přízemní vrstvě atmosféry je značně nestabilní a naměřené hodnoty v místě měření jsou obvykle použitelné jen max. 2 hodiny. K modelování havarijních úniků se počítá jen s rychlostí větru od 1 do max. 10 m s⁻¹.

Úplný výsledek modelování je podstatně širší, a to v jednotlivých kategoriích, jako standardní výstupy:

- ohrožení osob toxickou látkou,
- doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku,
- ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku,
- ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním,
- závažné poškození budov,
- ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem.

Součástí řešení události jsou i různé grafy a také mapa, do které je možné výsledky výpočtu včlenit. Grafic-

Tabulka I

Výsledky modelování havarijního úniku amoniaku, porovnání havarijních dosahů

Uniklá hmotnost v kg	Ohrožení osob toxickou látkou, dosah toxické koncentrace v metrech		
	Rychlost větru 1 m s ⁻¹	Rychlost větru 3 m s ⁻¹	Rychlost větru 5 m s ⁻¹
100	467	358	295
200	600	460	375
300	695	532	435
400	772	590	482
500	837	639	523
1 000	1 075	821	673
2 000	1 382	1 053	865
3 000	1 601	1 218	1 002
4 000	1 776	1 351	1 112
5 000	1 926	1 464	1 205

Tabulka II
Modelování velmi malých havarijních úniků amoniaku

Uniklá hmotnost v kg	Ohrožení osob toxickou látkou, dosah toxické koncentrace v metrech 1 m s^{-1}
50	363
60	388
70	410
80	430
90	449
100	467
110	483
120	499
130	513
140	527
150	541

ké znázornění je tak z praktického hlediska velmi významné a nejlépe může uživatele upozornit na nutnost nejen varování ohrožených osob, ale také na vyhlášení a přijímání různých preventivních, ochranných, obranných, záchranných, likvidačních a jiných opatření. Důraz musí být přitom vždy položen na ochranu lidských životů a lidského zdraví jako základního aspektu celého bezpečnostního systému státu.

I velmi malé úniky (nízké hmotnosti) amoniaku mohou být za určitých podmínek závažné. Další modelování začíná proto již od úniku hmotnosti 50 kg a končí na hodnotě 150 kg hmotnosti uniklého amoniaku.

Vstupní parametry pro modelování byly tentokrát:

amoniak (1005) zkapalněný plyn, PUFF = jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku, teplota 20 °C, množství/hmotnost látky viz tabulka, rychlost větru v přízemní vrstvě zde jen 1 m s^{-1} , pokrytí oblohy mraky 50 %, typ atmosférické stálosti INVERZE, typ povrchu ve směru šíření látky – průmyslová plocha. Výsledky modelování jsou uvedeny v tab. II.

Z této tabulky je jasné patrné, že i velmi malé úniky amoniaku mohou být v průmyslově zastavěných oblastech velkým bezpečnostním problémem. Spolu s vysokou frekvencí výskytu různých zdrojů rizika s amoniakem je tato bezpečnostní otázka trvale aktuální.

To je hlavní důvod, proč je potřeba nejen využít níže uvedený Pokyn, ale také důsledně modelovat možné havarijní dopady. Také se ukazuje, že je nutné revidovat nastavené limitní hmotnosti některých nebezpečných chemických látek.

Přestože již došlo k opakovanému vydání několika zákonů o prevenci závažných havárií, a to v letech 1999, 2004, 2006 a 2015 nebyl na tuto závažnou bezpečnostní otázku brán zřetel. Situace se zásadně změnila až v roce 2017, jak je níže podrobně uvedeno a stručně diskutováno.

5. Pokyn k hodnocení rizika podlimitních zdrojů rizika

Do roku 2017 nebylo jasné, jak přistupovat k nebezpečným objektům, které nejsou zařazeny do kategorie A ani B podle zákona o prevenci závažných havárií (PZH). Jednotlivé kraje, případně i města k tomu přistupovaly zcela rozdílně, což bylo ovlivněno řadou faktorů. Snahou o sjednocení přístupu k evidenci podlimitních zdrojů rizika bylo vydání Pokynu generálního ředitele HZS ČR č. 35/2017 (pokyn)¹⁹.

Samotný odborný pokyn obsahuje včetně příloh (vzorů) celkem 17 stran textu. Podle očekávání tento pokyn zahrnuje následující nebezpečné chemické látky a jejich limitní hmotnost:

- bezvodý amoniak v množství větším než 1 tuna,
- chlor v množství větším než 400 kg,
- zkapalněné LPG, CNG v množství větším než 1 tuna.

Není smyslem tohoto článku hodnotit tento pokyn v plném rozsahu, protože přes jeho nespornou kvalitu a systémovou výhodu bychom mohli argumentovat, že např. pro amoniak mohly být nastavené limitní hodnoty ještě nižší, což jasně vyplývá z předešlé kapitoly s výsledky modelování různých malých havarijních úniků amoniaku.

Prvním problémem, který řeší snad všechny HZS krajů, je identifikace podlimitních zdrojů rizika. Provozovatelé nemají ohlašovací povinnost vůči oddělení ochrany obyvatelstva a krizového řízení, ale nabízí se spolupráce s oddělením prevence a také s odborem životního prostředí krajského úřadu, který má v kompetenci problematiku PZH a vůči němuž provozovatelé ohlašovací povinnost mají. I tak je ale velmi obtížné jednotlivé objekty odhalit, a především průběžně monitorovat množství používaných, manipulovaných a skladovaných nebezpečných chemických látek a směsí.

Vzorová havarijní karta, která je přílohou pokynu, je zpracována pro případ zimního stadionu a úniku amoniaku. Některé části havarijní karty jsou shodné pro všechny provozovny, které nakládají se stejnou nebezpečnou chemickou látkou (nebezpečné vlastnosti látky, výstražné symboly, H věty a P věty, část činnosti složek IZS). Vzhledem k tomu, že pokynem stanovené nebezpečné chemické látky jsou jen čtyři (amoniak, chlor, LPG a CNG), mohla být vzorová karta připravena pro všechny uvedené nebezpečné chemické látky. Tím by byla omezena „lidová tvořivost“ jednotlivých HZS krajů. Některé odborné zkušenosti Libereckého kraje jsou publikovány v odborné literatuře²⁰.

Zkráceně je možné konstatovat, že vydaný Pokyn je velmi užitečným pomocníkem, který jednoznačně vede k vyšší bezpečnosti osob, ale také zasahujících záchranářů, a to v celém spektru Integrovaného záchranného systému v České republice.

6. Závěr

Závažných a velkých zdrojů rizika je v České republice značné množství a jsou často umístěny v blízkosti lidského osídlení, což činí obyvatelstvo zranitelným. Navíc existují mnohé velkoobjemové zdroje rizika ve formě mobilních zdrojů (automobilní a železniční cisterny), které lze přímo účelově umístit na vybraném místě k případnému zneužití. Na druhé straně jsou pořád ještě významné, i když relativně malé zdroje rizika, které ovšem mohou způsobit ztráty na lidských životech, poškození lidského zdraví, poškození životního prostředí, případně újmy na majetku. Některé takové zdroje rizika jsou mimo dosah zákona o prevenci závažných havárií a jeho prováděcích vyhlášek, proto byly v tomto článku uvedeny, hodnoceny a následně diskutovány.

Zákon o prevenci závažných chemických havárií mimo jiné také řeší problematiku zón havarijního plánování. Tato zvláštní oblast je velmi významná, protože se předpokládá, že havarijní dopady v této zóně mohou ohrozit nebo i významně zasáhnout obyvatelstvo. Zde ovšem jak zákon, tak i prováděcí vyhlášky myslí na občana a podle právních norem musí občan v zóně havarijního plánování dostat kvalitní a přiměřenou informaci. Jednak proto, aby si plně uvědomoval možné nebezpečí a přiměřeně se připravil, ale také aby se mohl rychle, kvalitně a spolehlivě chránit.

Analýza a hodnocení rizik a potažmo bezpečnosti je obecně nikdy nekončící proces, který je složitý, náročný a komplexní. Musí zahrnovat nejen prevenci mimořádných událostí a krizových situací, ale pokud tyto nastanou, tak rovněž rychlá, účinná a spolehlivá opatření ke snižování nepříznivých dopadů mimořádných událostí a krizových situací.

Vydání Pokynu GR HZS ČR v roce 2017 zásadním způsobem ovlivnilo tzv. „podlimitní zdroje rizika“ pro několik nebezpečných a frekventovaných chemických látek, jak je to výše podrobněji uvedeno. S trochou optimismu můžeme dnes již konstatovat, že se v současné době již nejedná o nějakou „lidovou tvořivost“, ale jsou jasně, správně a důsledně nastavena závazná pravidla, aby i podlimitní zdroje rizika byly nejen pečlivě a úplně podchyceny, ale „zabezpečeny“ z hlediska prevence, připravenosti a havarijního plánování.

Získávané výsledky hodnocení rizik poukazují na nutnost řízení rizik i těchto nezařazených zdrojů rizik, které v současnosti nejsou z hlediska prevence havárií podchyceny právními předpisy, ale přesto mohou představovat významná rizika závažných havárií. Zvýšený zájem o hodnocení rizik nezařazených zdrojů rizik lze předpokládat v souvislosti s novelizací zákona o prevenci závažných havárií, kdy se předpokládají další úpravy limitního množství nebezpečných látek a zařazení i menších podniků pod účinnost tohoto zákona. Bohužel se ukazuje, že tento „bezpečnostní proces“ je příliš dlouhý a v některých oblastech také těžkopádný.

Príspevek byl finančně částečně podpořen projektem MV ČR č. VI20192022171.

LITERATURA

1. Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených nebezpečnými chemickými látkami a směsmi.
2. Zákon č. 350/2011 Sb., o nebezpečných chemických látkách a směsích.
3. Mika O. J., Polívka L.: *Radiační a chemické havárie*, Policejní akademie České republiky v Praze, Praha 2010.
4. Matoušek J., Mika O. J.: *Chem. Listy 105*, 514 (2011).
5. Labaj D.: *Prevence závažných havárií a podlimitní zdroje rizika s amoniakem. Diplomová práce*, Vysoké učení technické v Brně, Brno 2008.
6. Mirandová R.: *Modelová situace úniku amoniaku z průmyslových chladicích zařízení. Bakalářská práce*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice 2008.
7. Lapková K.: *Problematika podlimitních zařízení na Rakovnícku. Diplomová práce*. České vysoké učení technické v Praze, Kladno 2020.
8. Hrdlička P.: *Prevence závažných havárií, únik nebezpečné látky ze zimního stadionu. Diplomová práce*. České vysoké učení technické v Praze, Kladno 2017.
9. Horák J.: *Ekologická rizika spojená s výrobou a použitím chemických látek a ochrana proti nim*. Vysoká škola chemicko-technologická a Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha 1996.
10. Mika O. J., Melkes V.: *Prevence závažných průmyslových havárií*. Universita obrany v Brně, Brno 2005.
11. Mašek I., Mika O. J., Zeman M.: *Prevence závažných průmyslových havárií*. Vysoké učení technické v Brně, Brno 2006.
12. Procházková D.: *Bezpečnost lidského systému*. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Ostrava, Edice SBPI Spektrum, Ostrava 2007.
13. Čapoun T., Krykorková J., Mika O. J., Navrátilová L., Urban I.: *Chemické havárie*. Generální ředitelství hasičského záchranného sboru České republiky, Praha 2009.
14. Polívka L., Mika O. J., Sabol J.: *Nebezpečné chemické látky a průmyslové havárie*. Policejní akademie České republiky v Praze, Praha 2017.
15. Lacina P., Mika O. J., Šebková K.: *Nebezpečné chemické látky a směsi*. Masarykova univerzita, Brno 2013.
16. Procházková D., Bumba J., Sluka V., Šesták B.: *Nebezpečné chemické látky a chemické přípravky a průmyslové havárie*. Policejní akademie České republiky v Praze, Praha 2008.
17. Skřehot P., Havlová M., Trávníček M.: *Prevence nehod a havárií, Nebezpečné látky a materiály*. Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i. & T-SOFT a.s., Praha 2009.

18. International Atomic Energy Agency: *Manual for the classification and prioritization of risks due to major accidents in process and related industries*. IAEA TECDOC-727, (Rev.1), Vienna 1996.
19. Pokyn generálního ředitele HZS ČR č. 35/2017 ze dne 14. září 2017, kterým se stanoví minimální požadavky na posouzení rizika vzniku závažné havárie a zpracování dokumentace pro stanovenou zónu ohrožení objektu s podlimitním množstvím nebezpečné látky, Praha 2017.
20. Petr J.: *Časopis 112 17*, 21 (2018).

O. J. Mika (*Police Academy of the Czech Republic in Prague, Faculty of Security Management, Department of Crisis Management, Prague, Czech Republic*): **Selected Sub-Limited Sources of Risk with a Focus on Ammonia in the Czech Republic**

This expert article deals with the issue of the so-called sub-limit sources of a very dangerous risk consisting in both the serious consequences of accidents and the high frequency of occurrence in the Czech Republic. Particular modelling of the various low-mass emergency releases of toxic ammonia clearly indicates a danger to the population. In the next part there is only a very brief instruction by the General Director of the Fire and Rescue Service that solves the issue adequately and provides professional and methodical procedures for capturing and evaluating sub-limit sources of risk. This clearly improves the prevention of these events, increases the readiness for these releases of hazardous substances and, last but not least, it can also increase the preparedness of the population to respond correctly to a leakage of below-limit amounts of certain hazardous substances.

Keywords: hazardous chemical substances, prevention of major accidents, sub-limit sources of risk, accidental releases of hazardous substances, modelling of accident impacts

Acknowledgements

Partially supported by the project MV ČR No. VI20192022171.