Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti (JOSRA). JOSRA 2 - 2018, roč. 11.

Stanovení zón ohrožení v okolí objektů nakládajících s nebezpečnými chemickými látkami

28.08.2018

THREAT ZONES ASSESSMENT IN THE VICINITY OF OBJECTS WHERE DANGEROUS CHEMICAL SUBSTANCES ARE OPERATED

Zdeněk Čejka, Václav Čihák, Jaroslav Šebek

TLP, spol. s. r. o.; zdenek.cejka@tlp-emergency.com

prevence závažných havárií | krizové řízení | ochrana obyvatelstva | zóny ohrožení

Přijat 26. 4. 2018

Abstrakt

V článku je řešena problematika stanovení zón ohrožení v okolí objektů nakládajících s nebezpečnými chemickými látkami. Zóny ohrožení jsou obvykle stanovovány hasičskými záchrannými sbory kraje v rámci komplexních rizikových analýz na území. Výsledky analýz rizik a ohrožení přecházejí z roviny prevence závažných havárií do roviny krizového řízení a ochrany kritické infrastruktury. Cílem článku je popsat souvislost metody pro stanovení zóny havarijního plánování a metod stanovení zón ohrožení.

Klíčová slova: prevence závažných havárií, krizové řízení, ochrana obyvatelstva

Abstrakt

The article deals with the problem of threat zones assessment in the vicinity of objects where dangerous chemical substances are operated. The threat zones are usually determined by the regional fire rescue service as a part of complex risk analyzes in the region. The results of the risk and threats analyzes pass from the major accidents prevention level to the crisis management and critical infrastructure protection level. The aim of the article is to describe linkage between the method for emergency planning zones and threat zones determination.

Keywords: major accident prevention, crisis management, population protection

1. Úvod

Hasičské záchranné sbory kraje zpracovávají na území kraje posouzení rizik za účelem identifikace potřeb přípravy na

řešení mimořádných událostí a krizových situací.

Posouzení rizik je startovacím krokem a strategickým podkladem pro tvorbu vrcholových plánů (krizový a havarijní plán kraje). Hasičské záchranné sbory krajů při posouzení rizik v území vycházejí z Analýzy hrozeb ČR, která byla schválena usnesením vlády č. 369/2016. Analýza rizik jednotlivých krajů a obcí s rozšířenou působností v ČR je pak zpracovávána jednou metodologií na základě úkolů vyplývajících z Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030, která na Analýzu hrozeb ČR navazuje a byla publikována [1].

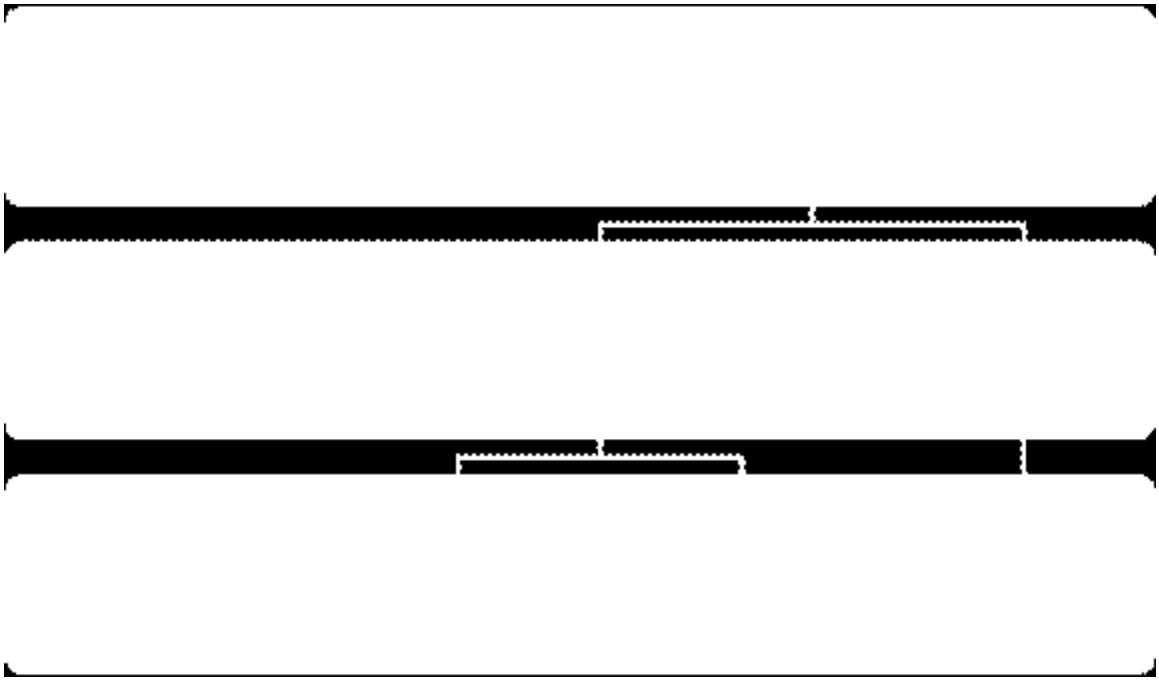
Posouzení rizik na území se obvykle realizuje dvěma přístupy.

- Posouzení obecných krizových rizik na území:
    - Je zpracována dle metodologie pro hodnocení rizika územních celků [1] (metodika GŘ HZS odvozená z metodiky „SIMPROKIM“ [2]).
    - Pro rizika s potenciálem vzniku krizové situace jsou zpracovány typové plány, které jsou rozpracovány do krizové dokumentace krajů (např. situace Dlouhodobé sucho, Povodeň, Únik nebezpečné chemické látky ze stacionárního zařízení, Narušení dodávek pitné vody velkého rozsahu a další).
    - Rozpracované typové plány (součást krizového plánu kraje) jsou sestaveny pro krizové situace s vysokou mírou rizika, tj. pro ty druhy krizových situací, které byly identifikovány na základě Analýzy hrozeb ČR (například problematika migračních vln velkého rozsahu) a výsledků Analýzy rizik kraje či Analýz rizik obce s rozšířenou působností.
- Posouzení konkrétních zdrojů rizik a ohrožení na území, pro které se stanovují zóny ohrožení / ohrožené lokality, výběrově:
    - záplavové zóny a území ve vztahu k rizikům povodní, řešeno hydrologickými modely,
    - zóny ohrožení indukované zdroji chemického rizika.

Výsledky zpracovaných posouzení rizik a ohrožení také přecházejí do operativní roviny, výběrově:

- při přípravě havarijních karet pro konkrétní zdroje rizik,
- slouží jako podklad pro informování provozovatelů ohrožených prvků a zájmů na území (prvky kritické infrastruktury, subjekty plnící opatření dle krizového plánu kraje, zdravotnická zařízení, školská zařízení, apod.),
- při plánování konkrétních opatření na ochranu obyvatelstva (varování a vyrozumění, ukrytí, apod.) v blízkosti zdrojů ohrožení obecně.

Základní schéma a hierarchie strategické dokumentace a postupů v oblasti **krizové a havarijní připravenosti** je uvedeno v obrázku 1.



Obrázek 1: Kontext analýzy a hodnocení rizik na území

V návaznosti na obecně vymezenou problematiku a širší kontext analýz rizik a ohrožení na území bude dále rozebírána problematika stanovení zón ohrožení v okolí objektů, kde se nakládá s nebezpečnými chemickými látkami.

2. Východiska pro stanovení zón ohrožení

Pro stanovení zón ohrožení v okolí objektů, kde se nakládá s nebezpečnými chemickými látkami, přicházejí v úvahu následující nástroje a postupy:

- využití a vytěžení dílčích částí Posouzení rizik zpracovaného provozovatelem dle normativních právních aktů prevence závažných havárií a související metodické báze (platí pouze pro objekty ve skupině A nebo B),
- stanovení zón ohrožení dle zvyklostí konkrétního HZS kraje (ad-hoc výpočty s pomocí software ALOHA, apod.),
- ztotožnění zóny havarijního plánování (případně výchozí hranice zóny havarijního plánování) se zónou ohrožení pro objekty ve skupině B, stanovení zón ohrožení pro objekty ve skupině A a podlimitní objekty dle interních pokynů a metodiky generálního ředitelství HZS ČR, tj. způsobem analogickým ke stanovení zóny havarijního plánování [3].

2.1 Využití posouzení rizik

Přímé využití a vytěžení Posouzení rizik zpracovaného provozovatelem objektu je poměrně obtížně realizovatelné:

- jedná se o rozsáhlou technickou a výpočetní dokumentaci, ve které se mnohdy úplně orientuje pouze její zpracovatel, a interpretace údajů a výpočtů může být problematická,
- hlavním důvodem zpracování této dokumentace je obvykle formální splnění legislativní povinnosti (zákon to vyžaduje), doložení přijatelnosti rizik závažné havárie (resp. přijatelnosti konkrétních analytikem vybraných scénářů závažné havárie) a případné stanovení opatření pro snížení rizik, tj. hlavním důvodem není vymezování zón ohrožení v okolí objektů.

Zpracovaná posouzeních rizik je však možné využít pro řešení následujících dílčích úloh.

- Redukce počtu rizikových zařízení v objektu, pro které se bude stanovovat zóna ohrožení, využití výsledků metody identifikace a výběru (selekce) zdrojů rizik (kapitola *Identifikace a výběr zdrojů rizika pro podrobnou analýzu rizik* předepsaná vyhláškou), dílčí poznámky:
  - Metoda výběru je uvedena kapitolách 3 a 4 *Doplňků k Metodice přístupu k identifikaci zdrojů rizik, analýze rizik a hodnocení rizik průmyslových havárií pro posouzení rizik v rámci prevence závažných havárií* (publikováno Výzkumným ústavem bezpečnosti práce) [4]
  - Metoda výběru je obecně akceptována a využívána zpracovateli bezpečnostní dokumentace objektů v kontextu legislativy prevence závažných havárií, vychází z etalonu kvantitativní analýzy rizik, tzv. barevných knih TNO [5].
- Přímé využití vypočtených parametrů scénářů závažných havárií a dosahů limitních účinků uvedený zejména v kapitole *Odhad následků identifikovaných scénářů závažných havárií na životy a zdraví lidí a zvířat, životní prostředí a majetek*.
  - Pozn.: je však nutné ověřit předpoklady, že vyhovuje volba vstupních a omezujících podmínek scénářů, atmosférických a vnějších podmínek, volba limitních hodnot fyzikálních projevů, limitních hodnot toxicity apod.

2.2 Výpočty zón ohrožení s pomocí proprietárních software

Stanovení zón ohrožení ad-hoc výpočty s pomocí proprietárních software (ALOHA, ROZEX, TEREX, EFFECTS, apod.) s sebou přináší možná rizika:

- u zahraničních nástrojů a software problém s překladem a interpretací výsledků (ale i definicí a zadáváním výpočtů),
- neznalost vnitřních omezení software a specifických výpočetních mechanismů s vlivem na výsledek a jeho následnou interpretaci, například:
  - průměrování koncentrace v zájmovém bodě, časový úsek průměrování,
  - výpočet toxické dávky v bodě versus výpočet maximální dosažené koncentrace v bodě,
  - výpočet doby trvání fyzikálních jevů.

Na druhou stranu poskytuje tento přístup značnou svobodu (a související zodpovědnost) analytika při:

- volbě průběhu havárie (okamžité, časově omezené či kontinuální úniky),
- volbě množství uniklé látky (katastrofické versus realistické scénáře havárií),
- volbě limitních hodnot toxicity a limitních hodnot fyzikálních projevů havárií,
- volbě atmosférických podmínek a omezujících faktorů havárie.

2.3 Ztotožnění zóny havarijního plánování a zóny ohrožení

K zajištění jednotného postupu hasičských záchranných sboru krajů při posuzování objektů, ve kterých se nachází nebezpečné látky a související stanovení zón ohrožení byl vydán *Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 14.9.2017, kterým se stanoví minimální požadavky na posuzování rizika vzniku závažné havárie a zpracování dokumentace pro stanovenou* ***zónu ohrožení*** *u objektu s podlimitním množstvím nebezpečné látky* [3].

V pokynu je pro stanovení zóny ohrožení přímo doporučena aplikace postupu dle Přílohy č. 1 vyhlášky č. 226/2015 Sb. [6] (dále jen metoda OPTIZON). Předmětný pokyn tedy určitým způsobem ztotožňuje zónu havarijního plánování a zónu ohrožení (pozn.: toto ztotožnění není explicitně zmíněno, ale přirozeně vyplývá z textu pokynu).

Pokyn zároveň rozšiřuje aplikační množinu metody OPTIZON z objektů zařazených do skupiny B dle zákona o prevenci

závažných havárií na další objekty, kde se nakládá s nebezpečnými chemickými látkami (objekty ve skupině A, případně objekty nezařazené / s podlimitním množstvím nebezpečných chemických látek). Rozšíření aplikační množiny metody OPTIZON na objekty ve skupině A a objekty s podlimitním množstvím je přirozené a vztahuje se k problému míry a přijatelnosti rizika indukovaného konkrétním zdrojem rizika. Míra rizika a přijatelnost rizika totiž zahrnuje nejen vnitřní potenciál objektu ohrozit své okolí (odvozený v nejjednodušším přiblížení ze zařazení podniku), ale hlavně zahrnuje okolí zdroje a potenciální ztráty (např. počty ohrožených osob, majetku, apod.)

Využití metody OPTIZON se jeví jako výhodné, zejména pro její jednoduchost, může ale nastat problém s interpretací vypočtených parametrů a dosahů a vznikají přirozené otázky:

- jaký je význam efektivního množství látky a modifikačních faktorů, jaký je způsob výpočtu či odvození modifikačních faktorů,
- jakých limitních hodnot fyzikálních projevů havárií či limitů toxicity je dosaženo na hranici zóny (resp. výchozí hranice zóny),
- jaké byly použity předpoklady pro tvorbu grafů pro jednotlivé typové scénáře.

Pro správné použití metody OPTIZON či její adaptaci je tedy nutné zodpovědět otázky výše a znát její vnitřní mechanismy a předpoklady.

3. Souvislost zón ohrožení a zón havarijního plánování

Metoda OPTIZON je vystavena na obecných principech:

- Vymezení výchozí množiny typových havarijních scénářů: toxický únik, exploze výbušnin a směsí, výbuch mraku par (VCE), FireBall z BLEVE (požár typu ohnivá koule), požár kapalin (požár louže), Boilover (vzkypění a následné zahoření obsahu zásobníku).
- Stanovení limitních hodnot projevů (fyzikální projevy, působení toxických látek), přičemž limitní hodnoty byly stanoveny na 1% mortalitu osob.
- Aplikace předpokladu “realistických scénářů”, tedy obvykle se nepředpokládá účast celkového množství látky v zařízení v typovém havarijním scénáři.
- Konstrukce závislostí mezi dosahem referenčních projevů typových scénářů a množstvím typové referenční látky (tzv. efektivní množství) a související tvorba grafů TOX, EXPL, FIREBALL a P-FIRE.
- Zavedení mechanismu přechodu od konkrétní vyjmenované chemické látky (případně skupiny látek či kategorie nebezpečnosti) s konkrétními vlastnostmi (fyzikální vlastnosti, toxicita) k referenční látce s pomocí tzv. modifikačních faktorů.
- Modifikační faktory konkrétních látek zohledňují vnitřní nebezpečnost (toxicita, spalné teplo, apod.) a schopnost účastnit se efektivně projevu typového scénáře (skupenství, fyzikální a termodynamické vlastnosti).

Dále je uvedena stručná rekapitulace předpokladů použitých pro konstrukci klíčových (z pohledu hodnocení ohrožení) grafů metody OPTIZON. Předpoklady udávají základní informaci o míře ohrožení na hranici zón. Předpoklady byly agregovány z pracovních materiálů a dílčích podkladů použitých při tvorbě vyhlášky č. 226/2015 Sb. o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře.

3.1 Východiska a konstrukce grafu TOX

Graf TOX je zkonstruován pro “hypotetickou” toxickou látku kategorie H1 = Akutní toxicita kategorie 1 (inhalační toxicita).

- Pro tuto kategorii platí rozmezí LC50(krysa, 4 hodiny): 0 – 100 ppm, zvolil se prostředek intervalu, tedy LC50(krysa, 4 hod.) = 50 ppm.
- Doba expozice zvolena 1 hodina = faktor dle toxikologických postupů (probitové funkce) = 2 (pozn.: tento faktor platí pro látky s koeficientem probitové funkce N=2).
- Byl proveden převod z krysy na člověka faktorem dle toxikologických postupů = 1/10.
- Byl proveden převod z LC50 na LC1 faktorem 1/3 (vychází z probitových funkcí a platí pro látky s probit koeficienty N=2 a b=1).

Tedy pro tuto hypotetickou látku platí:

LC1(člověk, 1 hod.) = LC50(krysa, 4 hod) x 2 x 1/10 x 1/3 = 50 x 2 x 1/10 x 1/3 = 3 ppm.

Konstrukce grafu TOX, tj. stanovení závislosti mezi efektivním množstvím a vzdáleností dosahu LC1(člověk, 1 hod), byla provedena následovně:

- Pro výpočty dosahů koncentrace byl použit americký software SLAB.
- Byl aplikován předpoklad, že unikne 10% z celkové hmotnosti látky v zařízení.
- Byl použit model kontinuálního úniku v délce trvání 30 minut.
- Předpokládal se výtok horizontálním směrem (tj. otvor z boku zásobníku).
- Vnější podmínky, atmosférická stabilita D, rychlost větru 3m/s, vlhkost 50%, teplota: 20°C.
- Jako referenční látka (z hlediska termodynamických vlastností) byl zvolen chlorovodík.

Byly tedy vypočteny dosahy koncentrace 3 ppm pro výše uvedený scénář pro látku chlorovodík pro různé hmotnosti, vypočtené dosahy byly tabelovány a aproximovány do grafu TOX. Graf TOX je po tomto postupu prakticky lineární v logaritmických souřadnicích a je možné jej aproximovat mocninnou funkcí.

Dalším krokem (aby bylo možné použít graf TOX pro různé látky či další kategorie nebezpečnosti) byla tvorba modifikačních faktorů:

- modifikační faktor zohledňuje skutečnou toxicitu konkrétní látky ve vztahu k hypotetické látce uvedené výše (poměr toxicity hypotetické látky a skutečné látky),
- modifikační faktor (pouze pro vyjmenované látky) zohledňuje ještě jejich schopnost se odpařovat a šířit prostředím, tato dodatečná korekce je v rozmezí 1/1000 (pevné látky) až 1 (plynné látky).

Závěr k významu hranice zóny pro úniky toxických látek (graf TOX) je následující:

- Hranice zóny je místem, kde je při úniku dosažena koncentrace LC1(člověk, expozice 1 hod) při scénáři typu únik 10% celkového množství látky během 30 minut.

Další poznámky ke grafu TOX a souvisejícímu typovému scénáři toxický únik:

- Pro nevyjmenované látky (např. pevné toxické látky jako jsou např. kyanidy) je použit obecný modifikační faktor 1 pro třídu H1 a vůbec se nezohlední jejich pevné skupenství, může tedy docházet k nadhodnocování velikosti zón.
- Uvažuje se únik během 30 minut (koncentrační balík unášený prostorem je tedy zhruba ohraničen průchodem 30 minut), čas expozice je však uvažovaný 1 hodina.

3.2 Východiska a konstrukce grafů FIREBALL a P-FIRE

Obecně se vycházelo z potřeby zjistit dosah cca 1% mortality.

Konstrukce grafu FIREBALL (požár typu ohnivá koule):

- Jako referenční látka byl zvolen methan.
- Limitní hodnotou byla tepelná dávka tzv. TDU = 1000 $(kW/m^2)^{4/3}$.s, což odpovídá 1% mortalitě, pro tuto dávku se počítaly dosahy.
- Množství látky v ohnivé kouli uvažováno 70% celkové hmotnosti látky v zařízení.
- Emitovaný radiační podíl (podíl vyzářeného tepla) byl stanoven na 0,4 (velmi konzervativní předpoklad).

Konstrukce grafu P-FIRE (plošný požár, požár louže):

- Jako referenční látka byl zvolen benzín.
- Limitní hodnotou byl tepelný tok 10 kW/m^2.
- Zvoleny parametry louže: hloubka 10 cm a nachází se v ní 10% celkové hmotnosti látky v zařízení.
- Emitovaný radiační podíl (podíl vyzářeného tepla) byl stanoven na 0,4 (velmi konzervativní předpoklad).

Pro výpočty požárů se používaly známé modely americké agentury US EPA a „barevných knih“ TNO.

Modelové výpočty se tabelovaly pro různé vstupní hmotnosti a takto byly zkonstruovány grafy FIREBALL a P-FIRE, které lze reprezentovat mocninnou aproximací.

Modifikační faktory pro vyjmenované látky se tvořily analogickým přístupem jako u toxických látek: srovnávalo se spalné teplo, rychlost odhořívání, apod.

3.3 Východiska a konstrukce grafů EXPL

Graf EXLP se vztahuje k výbuchu kondenzovaných výbušnin a hořlavých plynů (výbuch mraku par).

- Použila se tzv. „kubická aproximace“ jednoduchého modelu TNT ekvivalence a referenční přetlak 10kPa.
- U kondenzovaných výbušnin se modifikační faktory tvořily na základě odhadu energie uvolnitelné výbuchem ve vztahu k TNT, u plynů pak spalným teplem a energetickou bilancí vůči TNT.
- U kondenzovaných výbušnin se předpokládalo, že vybuchne celé množství.
- Obecně se předpokládalo, že k výbuchu dojde v místě zařízení.
- U plynů se předpokládal únik pouze 10% celkového množství = faktor 0,1.
- U plynů byl zaveden dodatečný předpoklad, že vybuchne pouze 10% z uniklého množství = dodatečný faktor 0,1.
- U hořlavých kapalin se předpokládalo, že se neodpaří celé množství, takže je ještě dodatečně redukováno v modifikačním faktoru.

Graf EXLP tedy reprezentuje dosah přetlaku 10kPa. Modifikační faktory zohledňují dodatečné úvahy o tom, kolik látky z celkového množství se odpaří, unikne a je schopno přejít do exploze (týká se scénáře výbuchu mraku par, VCE).

4. Možnosti adaptace metody stanovení zón havarijního plánování

Adaptace metody OPTIZON pro potřeby stanovení zón ohrožení může vycházet z přirozených potřeb, výběrově:

- výpočet zóny ohrožení pro jiné množství látky, než je uvažováno v předpokladech typového scénáře (například potřeba vyhodnotit toxický únik celkového množství látky v zařízení),
- výpočet zóny ohrožení pro jiný limit fyzikálního projevu či jiný limit toxicity.

Způsob adaptace metody OPTIZON musí zachovávat její vnitřní principy a integritu za předpokladu zachování závislostí pro typové scénáře a související grafy.

Použitelným nástrojem adaptace metody OPTIZON je tedy zavedení dodatečných modifikačních faktorů (nad rámec uvedený v aktuálním znění předmětné vyhlášky) a analytických pravidel, příklady pravidel pro graf TOX:

- Převod z LC1 (východisko metody OPTIZON) na LC50:
  - modifikační faktor 1/3 dle toxikologických postupů, tj. dodatečné vynásobení efektivního množství 1/3
- Únik 100% množství oproti výchozímu předpokladu metody OPTIZON (únik 10% množství):
  - modifikační faktor 10, tj. dodatečné vynásobení efektivního množství 10
  - dodatečný faktor se nepoužije v případě, že je únik látky omezen bariérami (zařízení uvnitř budovy, apod.)
- Pro „nevyjmenované“ toxické látky kategorie H1 a H2 (viz tabulka A.3.: Typové scénáře a modifikační faktory pro látky zařazené dle kategorie nebezpečnosti příslušné vyhlášky) aplikovat dodatečné úvahy:
  - zvážit vyloučení scénářů ohrožení akutní inhalační intoxikací (kterou reprezentuje graf TOX) u látek, které takto nejsou klasifikovány, tj. u látek pouze s akutní orální nebo dermální toxicitou a pro tyto látky nestanovovat zónu ohrožení
  - pro látky s akutní inhalační toxicitou aplikovat dodatečné úvahy ve vztahu k jejich skupenství a související schopnosti se odpařovat, látky kapalné za normálních podmínek: dodatečný faktor 0,1; látky pevné za normálních podmínek (např. kyanidy): dodatečný faktor 0,001.

5. Závěr

V článku je vymezena problematika stanovení zón ohrožení v okolí objektů, kde se nakládá s nebezpečnými chemickými látkami a zasazena do obecného kontextu provádění analýz rizik a ohrožení na území. Jsou diskutovány možné přístupy ke stanovení zón ohrožení. V návaznosti na aktuální praxi a potřeby hasičských záchranných sborů krajů je blíže rozebrána metoda využívající postupy pro stanovení zón havarijního plánování, jsou uvedeny její limity a možnosti adaptace.

Článek vznikl v rámci realizace projektu bezpečnostního výzkumu „Ohrožení prvků kritické infrastruktury domino efekty závažných havárií” s identifikačním kódem VH20162018004 (bezpečnostní výzkum pro potřeby státu podporovaný Ministerstva vnitra České republiky).

Literatura

[1] POKORNÝ, Jiří ...[et al.]. *Posuzování rizik v území* [online]. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2017 [cit. 2018-04-26]. Dostupný z: https://www.researchgate.net/publication/322159174_Posuzovani_rizik_v_uz...

[2] Metodika pro hodnocení rizika územních celků. *SIMPROKIM* [online]. 2015 [cit. 2018-04-26]. Dostupný z: http://simprokim.vsb.cz/index.php/o-projektu/metodiky.

[3] *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR.* 2017, částka 35.

[4] *Certifikovaná metodika pro posouzení rizik závažné havárie* a *Doplňky k certifikované metodice pro posouzení rizik závažné havárie* [online]. Praha: VÚBP, 2015 [cit. 2018-04-26]. Dostupný z: http://www.vubp.cz/prevence-zavaznych-havarii/metodiky.

[5] *CPR 18E Guidelines for Quantitative Risk Assessment „Purple Book“* [online]. 1999 [cit. 2018-04-26]. Dostupný z: https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/...

[6] Vyhláška č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře. *Sbírka zákonů Česká republika.* 2015, částka 93.

Vzorová citace

ČEJKA, Zdeněk; ČIHÁK, Václav; ŠEBEK, Jaroslav. Stanovení zón ohrožení v okolí objektů nakládajících s nebezpečnými chemickými látkami. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online]. 2018, roč. 11, č. 2. Dostupný z: https://www.bozpinfo.cz/josra/stanoveni-zon-ohrozeni-v-okoli-objektu-nakladajicich-s-nebezpecnymi-chemickymi-latkami. ISSN 1803-3687.

Autor článku:
Zdeněk Čejka
Václav Čihák
Jaroslav Šebek