


# Výsledky overenia nástroja na posudzovanie rizík v podnikoch Seveso v Slovenskej republike

 12.05.2020

## RESULTS OF THE VERIFICATION OF THE RISK ASSESSMENT TOOL IN SEVESO ENTERPRISES IN THE SLOVAK REPUBLIC

**Katarina Hollá**

*Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra krízového manažmentu,  
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina (Slovakia), [Katarina.Holla@fbi.uniza.sk](mailto:Katarina.Holla@fbi.uniza.sk)*

posuzování rizik

metody

amoniak

průmyslové podniky

### Abstrakt

Tento článok sa zaoberá overením modelu na posudzovanie rizík priemyselných procesov a softvérového prostriedku iMotýlik v Seveso podniku v Slovenskej republike v rámci projektovej činnosti FBI UNIZA. Výsledky poukázali na možnosť jeho využitia i pre ostatné podniky a najmä zníženie administratívnej záťaže a zvýšenie efektivity pri spracovávaní bezpečnostnej dokumentácie.

**Kľúčová slova:** Komplexný model, posudzovanie rizík, model, amoniak

### Abstract

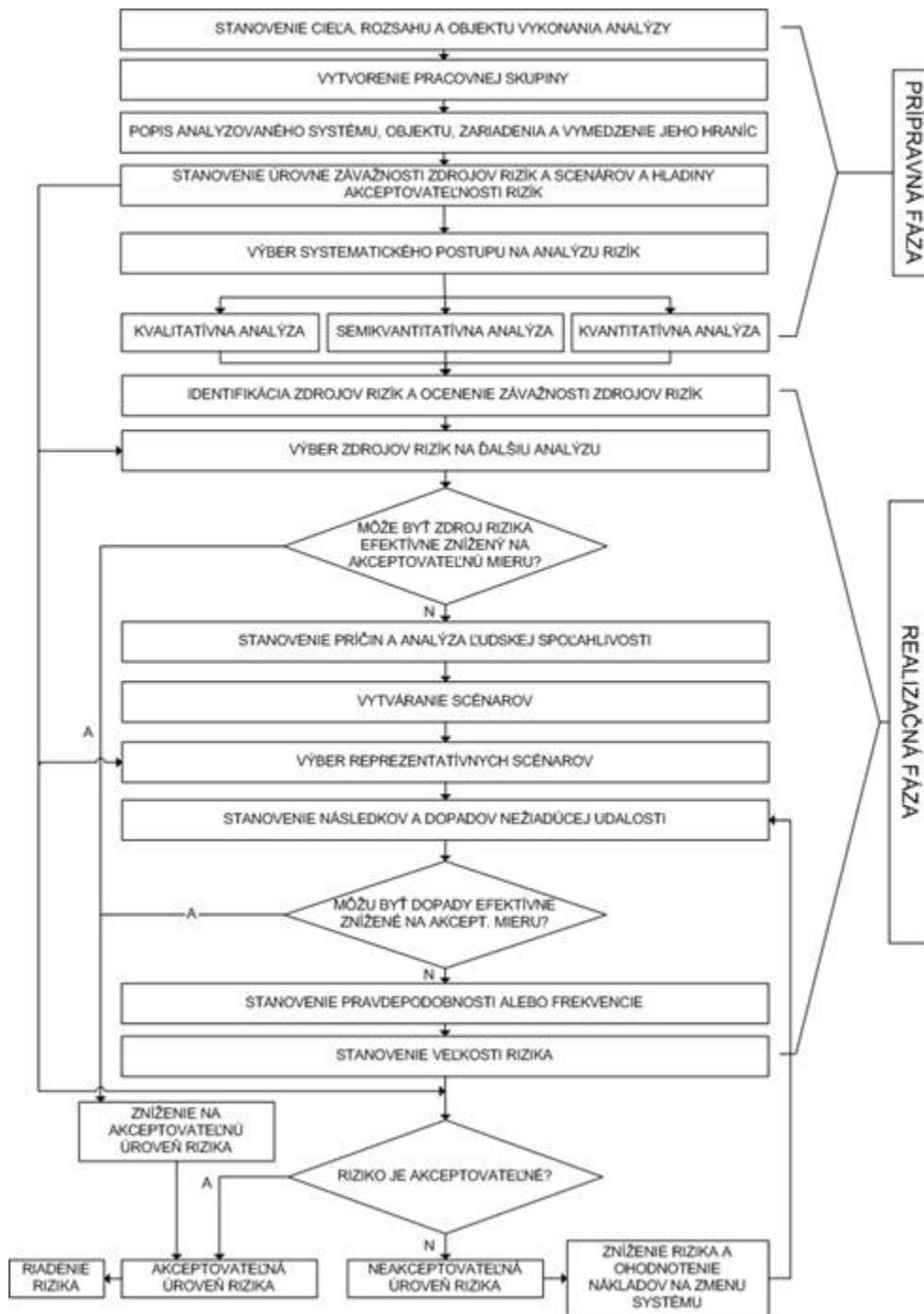
This article is dealing with model verification for risk assessment of industrial processes and software tool iMotýlik for Seveso establishment in Slovak republic within research project FBI UNIZA. Results showed that there is also possibility for using these tools for other establishments dealing with hazardous substances and decrease administrative work and increase effectivity for safety documentation requirement fulfilling.

**Keywords:** Complex model, risk assessment, model, ammonia

## 1. Posudzovanie rizík v priemyselných procesoch

V priemyselnom prostredí existuje niekoľko prístupov k manažmentu rizík. Tento proces sa môže ponímať ako súčasť bezpečnostnej analýzy, čo sa vo všeobecnom význame chápe ako štúdia systému, identifikácia zdrojov rizík a nebezpečných situácií v celom systéme a ich redukcia a riadenie. Je to formálne pomenovanie pre zrozumiteľné a systematické vyšetrovanie inžinierskych systémov (vrátane priemyselných procesov), ktoré pri strate stability môžu spôsobiť zranenie osôb, znehodnotiť majetok, poprípade poškodiť životné prostredie. [1]

Čo je však podstatné spomenúť, je termín „Inžinierstvo bezpečnostných systémov“, čo je prienik inžinierskych analýz a manažérskych praktík, ktoré je v určitom zmysle veľmi podobné procesu manažmentu rizík. Inžinierstvo bezpečnosti systémov by malo byť chápané ako súčasť procesu manažmentu rizík. Toto tvrdenie je založené na fakte, že inžinieri musia využiť systém bezpečnostných inžinierskych analýz, aby skutočne pochopili, čo identifikované nebezpečenstvá spôsobuje a ako by mali byť kontrolované. [3] Po získaní potrebných vstupov do procesu manažmentu rizík sú využívané informácie získané z týchto analýz. V rovnováhe musí byť bezpečnosť zamestnancov a efektívnosť vynakladaných finančných prostriedkov na preventívne opatrenia. Na FBI UNIZA bol vytvorený Komplexný model posudzovania rizík priemyselných procesov (obr. 1), ktorý obsahuje postupnosť krokov prípravnej fázy posudzovania rizík a realizačnej fázy posudzovania rizík, fázy zhodnotenia prijateľnosti a znižovania rizík. Vytvorený model bol zostavený na základe analýzy už existujúcich systematických postupov a môže byť využitý v odlišných prostrediach spoločenských a technologických procesov po doplnení alebo vynechaní niektorej z fáz alebo niektorého z krokov systematického postupu. Môže byť použitý ako pre Seveso podniky, tak i pre podprahové podniky.



**Obr.1: Komplexný model posudzovania rizík priemyselných procesov**

Do vytvoreného modelu boli aplikované vybrané metódy a prepočetné mechanizmy. Kľúčovým prístupom, z ktorého projektový tím vychádzal, bola metodika ARAMIS, ktorá sa skladá z dvoch kľúčových metód. Prvou je MIMAH (Methodology for the Identification of Major Accident Hazards) čo je metodológia na identifikáciu zdrojov rizík závažných havárií, ktorá definuje najvyšší rizikový potenciál zariadenia. Druhá metóda sa nazýva MIRAS (Methodology for the Identification of Reference Accident Scenarios) čo je metodológia na identifikáciu referenčných scenárov havárií. V rámci vytvárania scenárov bol v excel prostredí vytvorený softvérový prostriedok iMotýlik, ktorý obsahuje 40 generických stromov (scenárov) pre Seveso podniky formou motýlikových diagramov.

Táto metodika bola verifikovaná na dvoch priemyselných procesoch v dvoch Seveso podnikoch v Slovenskej republike.

Základným zámerom tohto článku je poukázať na verifikácia v jednom podniku s 1 nebezpečnou látkou.

## 2. Výsledky výskumu

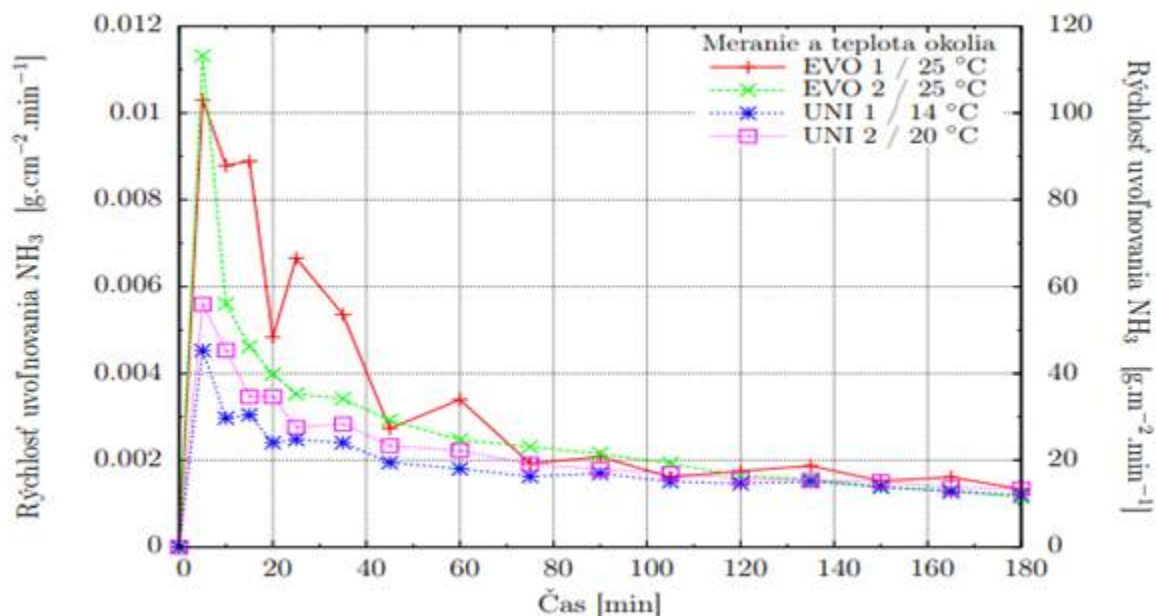
V postupe ktorý bol aplikovaný sú zahrnuté viaceré prvky súčasne zaužívaných postupov na posudzovanie rizík (ARAMIS, PRA atď.) zostavené do algoritmu, ktorý krok po kroku umožňuje posúdenie rizík v súlade s právnymi predpismi. Posudzovanie a riadenie rizík ako základné fázy a jednotlivé kroky z ktorých sa skladajú sú v súlade so v súčasnosti platnými prístupmi, vybranými STN normami a právnymi predpismi. Výhodou vybratých prvkov z metodiky ARAMIS je najmä možnosť ich adaptácie na európske prostredie prevencie závažných priemyselných havárií a súlad s právnymi normami v Slovenskej republike najmä v záverečnej fáze stanovovania následkov, dopadov a pravdepodobnosti/frekvencie. Pridanú hodnotu má aj vytvorený softvérový prostriedok iMotýlik, ktorý obsahuje generické motýlikove diagramy, ktoré názorne demonštrujú príčiny, následky a dopady kritickej udalosti, ktorá môže viesť k závažnej priemyselnej havárii.

### Aplikácia v podniku XZ

Podnik v ktorom bol postup overený patrí do kategórie A a bude posúdená 1 nebezpečná látka. Jedná sa o 28-32 % roztok čpavkovej vody, ktorý v podmienkach jej skladovania, manipulácií a samotnej aplikácie v podniku by nemal predstavovať žiadne významnejšie riziko ohrozenia spojené so samotnou čpavkovou vodou, ale s jej havarijnými únikmi z technológie a s následným uvoľnením - odparom plynného amoniaku (čpavku) do okolia. Technológie vnútropodnikovej prepravy, stáčania a skladovania čpavkovej vody, ako aj jej samotnej aplikácie vo fermentačných procesoch vo výrobe sú totiž jednoduché, spoľahlivé a bezpečné, aj napriek tomu, že nie sú už najmodernejšie.

V prvom kroku bola uskutočnená prípravná fáza posudzovania rizík a boli zhromaždené potrebné informácie pre realizačnú fázu.

V realizačnej fáze sú v prvom kroku identifikované zdroje rizík, ktorými sú výber nebezpečných látok a výber zariadení. V tomto kroku bolo uskutočnené meranie, ktorého cieľom bolo poskytnúť základné informácie týkajúce sa rýchlosti uvoľňovania (odparovania) amoniaku (NH<sub>3</sub>) z čpavkovej vody v závislosti na okolitých podmienkach.



## **Obr. 2: Výsledky jednotlivých meraní popisujúce priebeh rýchlosti uvoľňovania NH<sub>3</sub> v závislosti na čase a teplote okolia**

Z prezentovaných výsledkov je zrejmé, že rýchlosť uvoľňovania NH<sub>3</sub> je závislá na teplote okolia/vzorky a koncentrácii roztoku, najviac v počiatočnej fáze odparovania. Z dôvodu endotermického charakteru odparovania sa teplota roztoku rýchlo zníži pod teplotu okolia čo dokazuje aj približovanie sa kriviek jednotlivých meraní. Počas merania UNI 2, ktoré prebiehalo pri teplote okolia 20°C bola nameraná teplota vzorky len 11°C.

Získané hodnoty uvoľňovania NH<sub>3</sub> by sa dali interpretovať nasledovne. Po počiatočnej fáze (45-113 g.m<sup>-2</sup> .min<sup>-1</sup> ), ktorá je závislá na teplote skladovanej vzorky, dochádza k zníženiu rýchlosti uvoľňovania NH<sub>3</sub> na cca polovicu v priebehu 20 minút. Rýchlosť uvoľňovania NH<sub>3</sub> postupne s časom klesá, čo je spôsobené znižovaním koncentrácie rozpusteného NH<sub>3</sub> a samoochladzovaním sa vzorky. Dôležitým faktorom, ktorý nebolo možné v laboratórnych podmienkach zohľadniť je vplyv vetra na rýchlosť uvoľňovania NH<sub>3</sub> z roztoku.

V prípade prúdenia vzduchu by sa rýchlosť uvoľňovania NH<sub>3</sub> zvýšila. Rôzne modely (napr. TEREX, WWTP Guidance App. F, ) uvádzajú rýchlosť uvoľňovania NH<sub>3</sub> začínajúc na cca 160-180 g.m<sup>-2</sup> .min<sup>-1</sup> pri nízkych rýchlostiach vetra (pre teplotu okolia 25°C). Je preto nevyhnutné vyššie uvedené experimentálne stanovené hodnoty adekvátne zvýšiť podľa očakávanej rýchlosti vetra.

Na základe týchto vstupov sa následne určia kritické udalosti, popíšu sa a stanoví sa ich pravdepodobnosť vzniku. Pomocou motýlikových diagramov, ktoré boli vytvorené v rámci projektu boli analyzované jednotlivé scenáre a následne stanovené dopady. Poslednou fázou bolo zhodnotenie účinnosti bariér a následný návrh nových.

Na základe vytvoreného komplexného modelu a aplikácie prípravnej a realizačnej fázy pracovnou skupinou na technologické procesy boli overené všetky kroky vytvoreného komplexného modelu a softvérového prostriedku iMotýlik.

## **Diskusia a vyhodnotenie**

Pri analýze a hodnotení následkov a dopadov jednotlivých havarijných scenárov sa ako najhoršie (najrizikovejšie) havarijné scenáre potvrdili reprezentatívne havarijné scenáre spojené so zásobníkmi čpavkovej vody a s manipuláciami pri jej stáčaní. Aj napriek tomu, že príslušné zásobníky sú zabezpečené proti úniku do okolia (záchytné a havarijné nádrže), veľký únik tejto NL mimo technológiu vždy predstavuje mimoriadne riziko ohrozenia nielen životov a zdravia prevádzkového personálu v samotnom podniku, ale aj priame ohrozenie obyvateľstva, životného prostredia a majetku v širšom okolí podniku.

Aj napriek tomu, že v samotnom podniku sú už realizované pravidelné školenia a cvičenia zamerané na informovanie a prípravu zamestnancov na potenciálny výskyt týchto havarijných stavov a vybraní zamestnanci podniku sú taktiež vybavení prostriedkami osobnej ochrany, úniky čpavku z čpavkovej vody nie je možné plne eliminovať ani stabilnými technickými prostriedkami a zabezpečovacími (bezpečnostnými) systémami a ani mobilnými prostriedkami, s ktorými disponujú. Z vyššie uvádzaných dôvodov je individuálne riziko ohrozenia života a zdravia samotnej obsluhy v posudzovanom objekte Čpavková stanica vysoké, avšak dotýka sa prakticky len dvoch zamestnancov (pracovníkov), ktorí sa v tomto objekte nachádzajú pri stáčaní AC.

Pretože ich individuálne riziko je vysoké, sú im pridelené osobné ochranné prostriedky a odevy a sleduje sa u nich dodržiavanie požiadaviek na BOZP.

Hranica prijateľnosti individuálneho rizika pre zamestnancov je obecné na úrovni  $F=1.00 \times 10^{-5}$  udalostí.rok<sup>-1</sup>, t.j. ako ohrozenie jedného obyvateľa, čo však v areáli podniku nie je možné splniť v blízkosti objektu Čpavkovej stanice a v

samotnom objekte, kde sa príslušné izolínie v objekte začínajú na úrovni  $1.0 \times 10^{-3}$  udalostí/rok a prakticky do vzdialenosti cca 50 m od tohto objektu sa ešte individuálne riziko nachádza v oblasti  $1.0 \times 10^{-4}$  udalostí/rok, t.j. v oblasti neprijateľného individuálneho rizika.

Spoločenské riziko je najčastejšie prezentované tzv. „F-N krivkou“, z legislatívneho hľadiska je však na Slovensku stanovená hodnota prijateľnosti tohto rizika pre existujúce podniky na úrovni  $F_{pr} = 1.0 \times 10^{-3} \times N^{-2}$  udalostí/rok, kde N je počet ohrozených osôb. Výsledky boli porovnané i s výpočtami, ktoré boli stanovené v pôvodnej bezpečnostnej správe a líšili sa iba minimálne.

### 3. Záver

Keďže aj z tohto hodnotenia výsledného spoločenského rizika podniku XY. vyplýva ešte neprijateľnosť spoločenského rizika podniku a nevyhnutnosť prijímania nápravných opatrení zameraných na zníženie tohto rizika. Pretože so stavebným a technickým riešením objektu Čpavková stanica sa nedá pracovať, prípadná výmena skladovacej technológie (ležaté jednoplášťové zásobníky) by síce priniesla požadovaný efekt, avšak je finančne mimoriadne náročná a v podmienkach prakticky nepretržitej prevádzky.

Preto by ďalšie prijímané opatrenia mali byť smerované jednak do zvyšovania spoľahlivosti pracovnej obsluhy a havarijného družstva podniku a jednak do zvýšenia efektívnosti, resp. dobudovania stabilných, či polostabilných systémov pre vytváranie vodnej clony pri únikoch čpavku v podniku, či prípadne aj väčšieho zapojenia privolaných profesionálnych hasičských jednotiek do represívnych činností spojených s havarijnými únikmi čpavkovej vody v podniku. Vyššiu efektívnosť a akcieschopnosť havarijného družstva podniku a týchto hasičských jednotiek je však možné dosiahnuť len zvyšovaním ich odbornej pripravenosti, precvičovaním havarijných scenárov a ich dovybavením technickými zásahovými a ochrannými prostriedkami individuálnej ochrany.

Na základe výsledkov z overenia je možné konštatovať, že vytvorený komplexný model a softvérový prostriedok iMotýlik je možné využiť i v iných podnikoch v Slovenskej republike. Hlavnou výhodou je, že postupnosť krokov predpokladá nevynechanie žiadneho významného zdroja rizika a jeho následnú analýzu. Výhodou sú i preddefinované stromy porúch a stromy udalostí, ktoré sú vytvorené v excel forme. Poskytujú možnosť používateľovi doplnenie priamo do stromových štruktúr hodnoty pravdepodobnosti/frekvencie a účinnosti bariér na pravej strane. Tabuľková forma jednotlivých kombinácií vo vybraných krokoch pomáha pri lepšej vizualizácii danej analýzy a mala by objektivizovať použité hodnotiace postupy.

### 4. PodĎakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a inovácie pre projekt: IKT pre smart spoločnosť, kód ITMS2014+: 313011T462, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja“

Príspevok bol vypracovaný v rámci projektu VEGA č. 1/0581/19 Stanovenie spoločenského a individuálneho rizika zamestnancov a obyvateľstva vyplývajúceho z následkov domino efektov priemyselných havárií a spôsoby znižovania ich možnej eskalácie.

### 5. Zdroje

[1] KANDRAC, J. *Methodological approach for assessment of major industrial accident probability in establishments under Act. of Major industrial accidents prevention* [online]. 2012 [cit. 2013-02-15]. Dostupné z: [https://www.google.sk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKewivzK5J\\_OAhXMCMaKHap4AmcQFgggMAA](https://www.google.sk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKewivzK5J_OAhXMCMaKHap4AmcQFgggMAA)

- [2] STOFFEN, G. *Guidelines for quantitative risk assessment. Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3)* [online]. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2005. Dostupný z: <http://content.publicatiereeksgevaarlijkstoffennl/documents/PGS3/PGS3-1999-v0.1-quantitative-risk-assessment.pdf>.
- [3] IZVERCIAN, Monika ...[et al.]. Hazard Identification and Risk Assessment in Sustainable *Enterprise* [online]. Politehnica University of Timisoara, Romania, 2012. Dostupný z: <http://www.ipedr.com/vol52/012-ICEME2012-C00027.pdf>.
- [4] HOLLA, K. ...[et al.]. *Major Industrial Accident Prevention*. Žilina:University of Žilina, 2013.147 s. ISBN 978-80-554-0786-9.
- [5] HOLLA, K. ...[et al.]. Results of survey among SEVESO establishments in the Slovak Republic [Výsledky štúdie medzi SEVESO podnikmi v Slovenskej republike]. *Journal of chemical health & safety*. 2016, vol. 23, no. 2, s. 9-17. ISSN 1871-5532.
- [6] HOLLA, K. Complex model for risk assessment of industrial processes [Komplexný model posudzovania rizík priemyselných procesov]. *IDRiM Journal*. 2014, vol. 4, no. 2, s. 93-102. Dostupný z: <http://idrimjournal.com/index.php/idrim/article/view/90>. ISSN 2185-8322.
- [7] HOLLA, Katarína. *Komplexný model posudzovania rizík priemyselných procesov: APVV0043-10*. Vyd. 1. Žilina: Žilinská univerzita, 2015. 36 s. ISBN 979-80-554-1117-0.
- [8] HOLLA, Katarína; RISTVEJ, Jozef. Verification of risk assessment and treatment model and software tool in chemical establishments in Slovak republik [Overenie modelu posudzovania a riadenia rizík a softvérového nástroja v chemických továrňach v Slovenskej republike]. In: *PSAM 12 The Probabilistic Safety Assessment & Management: conference proceedings, 22-27 June 2014. Honolulu, Hawaii, USA*. PSAM, 2014. ISBN 978-1502398260.
- [9] *The Framework Programme Accidental Risk Assessment Methodology For Indurstires in the Context of the Seveso II Directive* [online]. 2004. [cit. 2012-06-05]. Dostupné z: [http://mahb.jrc.it/fileadmin/ARAMIS/downloads/ARAMIS\\_FINAL\\_USER\\_GUIDE.pdf](http://mahb.jrc.it/fileadmin/ARAMIS/downloads/ARAMIS_FINAL_USER_GUIDE.pdf)

### Vzorová citace

HOLLÁ, Katarína. Výsledky overenia nástroja na posudzovanie rizík v podnikoch Seveso v Slovenskej republike. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online]. 2020, roč. 13, č. 1. Dostupný z: <https://www.bozpinfo.cz/josra/vysledky-overenia-nastroja-na-posudzovanie-rizik-v-podnikoch-seveso-v-slovenskej-republike>. ISSN 1803-3687.

---

Autor článku:

[Ing. Katarína Hollá, PhD.](#)