


NATECH: technologické havárie vyvolané přírodními událostmi

 30.12.2020

NATECH: TECHNOLOGICAL ACCIDENTS CAUSED BY NATURAL EVENTS

Pavel Danihelka¹, Lenka Schreiberová¹

¹Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i., danihelka@vubp-praha.cz, schreiberova@vubp-praha.cz

NATECH

průmyslové havárie

přírodní katastrofy

Abstrakt

Přes rostoucí úsilí o snížení počtu a významu technologických katastrof s nebezpečnými látkami se nedaří je dostatečně intenzivně snižovat. Jednou z příčin je rostoucí komplexita rizik s nimi spojených a stále větší provázání bezpečnosti podniků s vnějším prostředím, ať už z pohledu příčin, nebo dopadů havárií. Zvláštním případem této interakce jsou tzv. NATECH - technologické nehody vyvolané přírodními událostmi. Ve článku je vysvětlen fenomén NATECH, uvedeny případové studie ve světě i v České republice a popsán současný přístup mezinárodních autorit k tomuto jevu.

Klíčová slova: NATECH, průmyslové havárie, přírodní katastrofy

Abstract

Despite increasing efforts to reduce the number and impacts of technological disasters involving hazardous matter, they have not been sufficiently intensively eliminated yet. One of the causes is the increasing complexity of the risks associated with them and the increasing interactions between the safety of facilities and the external environment, both in terms of the causes or the effects of accidents. A special case of this interaction are the so-called NATECH, technological accidents caused by natural events. The article explains the phenomenon of NATECH, presents case studies in the world and in the Czech Republic and describes the current approach of international authorities to this phenomenon.

Keywords: NATECH, industrial accidents, natural disasters

1. Úvod

Průmyslová zařízení, která zacházejí s nebezpečnými materiály, jsou zranitelná vůči dopadům přírodních nebezpečí, jako jsou povodně, bouře, zemětřesení, tsunami atd. Mnohé přírodní katastrofy v minulosti doprovázely velké škody na

průmyslu a úniky nebezpečných látek, požáry a výbuchy, které vedly ke zdravotním dopadům, znečištění životního prostředí a hospodářským ztrátám. Tyto účinky občas dosahovaly i přeshraničních rozměrů. Tyto technologické vedlejší účinky dopadů přírodních nebezpečných jevů se nazývají „NATECH“ havárie (*N*atural hazard triggered *TECH*nological accidents) [1].

Analýza údajů o nehodách a *skoronehodách* typu NATECH vede k poznatkům o jejich charakteru s možností využití při prevenci budoucích havárií nebo alespoň ke zmírnění jejich následků. Tato analýza také poskytuje informace o převažujících způsobech poškození a poruchách, které vedou k úniku nebezpečných látek, o průmyslových zařízeních, která jsou zvláště zranitelná dopadem přírodních nebezpečných událostí, nebo o nejčastějších dopadech. Analýzy havárií také ukázaly, že existují určité rysy společné haváriím NATECH bez ohledu na typ přírodního nebezpečí, které je vyvolalo. Mezi klíčové patří následující závěry.

- NATECH management rizik je téma, které vyžaduje využití multidisciplinárních znalostí a spolupráci více zainteresovaných stran z různých oborů (experti na přírodní nebezpečí jako meteorologové, hydrologové, geologové; odborníci na bezpečnost chemických zařízení, stavební inženýři a specialisté na kritickou infrastrukturu; krizoví manažeři a záchranný systém).
- Přírodní nebezpečí může postihnout několik zařízení současně a může způsobit sérii havárií NATECH současně v jedné nebo i ve více průmyslových lokalitách, což komplikuje odezvu.
- Vzhledem k možným vícečetným a souběžným haváriím NATECH v zasažených oblastech spolu s plošnou ztrátou funkce ochranných systémů v důsledku přírodního událostí je vysoké riziko kaskádových událostí a domino efektů. Významnou roli mohou hrát také tzv. multihazardy ve smyslu Rámce ze Sendai, např. zemětřesení může způsobit tsunami nebo sesuv půdy, což by mohlo zhoršit škody a jejich následky.
- Přírodními ději mohou být ohroženy rovněž bezpečnostní systémy technologických zařízení a ochranné bariéry na chráněném místě (záchytné hráze, havarijní jímky) a rovněž infrastruktura, např. energie, chlazení, komunikace, doprava.
- Přírodní rizika nezpůsobující sama o sobě velké katastrofy, a tudíž považovaná za méně významná, jako jsou blesky nebo mrazové jevy, mohou také způsobit havárie typu NATECH.
- Změna klimatu může změnit frekvenci a intenzitu některých spouštěcích přírodních jevů, a také umožnit vznik některých přírodních rizik na místech, kde tato ještě nebyla pozorována. Tento vývoj může jít nad rámec tradičních konstrukčních předpokladů zařízení, která jsou tak ohrožena.

NATECH jsou považovány za události s vysokými následky a nízkou pravděpodobností, které nespadají do tradičních postupů posuzování a řízení rizik [2]. Havárie typu NATECH se tak stávají fenoménem, který v rostoucí míře přitahuje pozornost odborníků i významných mezinárodních institucí a se kterým se bude muset moderní průmysl vyrovnat.

2. Příklady havárií NATECH ve světě

Přes fakt, že havárie NATECH jsou považovány za události s relativně nízkou frekvencí, je možno najít mnoho významných událostí tohoto typu, a to s různými příčinami i dopady. Jen samotná databáze havárií francouzského ministerstva životního prostředí a udržitelného rozvoje ARIA udává souvislost s NATECH u 217 případů [3], databáze závažných havárií Evropské unie e-MARS [4] pak uvádí z 1024 záznamů havárií u 74 „počasí“, u 27 „povodeň“, u 41 „zemětřesení“ a po jednom případě sesuvu půdy a zásahu bleskem.

Následující řádky popisují některé typické havárie NATECH.

Bouře v Milford Havenu v roce 1994 ve Velké Británii [5]: Série událostí, které vedly k nehodě, začala v neděli 24. července 1994 ráno. Silná bouře s blesky způsobila poruchy, které ovlivnily vakuové destilační, alkylační a butamerové jednotky, jakož i fluidní jednotku katalytického krakování (FCCU). Jednotka surové destilace, která

napájela jednotky Pembroke Cracking Company, byla odstavena v důsledku požáru, který vznikl zásahem blesku. V průběhu dopoledne byly odstaveny všechny jednotky s výjimkou FCCU. Přímoú příčinou výbuchu, k němuž došlo asi o pět hodin později, však byla kombinace poruch v řízení, zařízení a kontrolních systémech během poruchy elektrárny. To vedlo k uvolnění asi 20 tun hořlavých uhlovodíků, které našly zdroj iniciace asi 110 m od místa úniku, a došlo k následné explozi. Ta způsobila velký požár uhlovodíků a pokračování havárie, kterou se nakonec podařilo uhasit až v úterý 26. července 1994 večer. Během výpadku rafinérie došlo ke ztrátě 10 % rafinérské kapacity UK na dobu 4,5 měsíce.

Zemětřesení a následné požáry Turecko, Izmit 1999 [6]: Další událostí, která se řadí do událostí typu NATECH, patří zemětřesení, které bylo jedním z nejvíce destruktivních zemětřesení ve světě, jenž mělo za následek devastaci moderní průmyslové oblasti v Turecku s následky v řadě požárů a které si vyžádalo přes 17 000 obětí. Epicentrum zemětřesení o magnitudě 7,4 se nacházelo asi 12 km jihovýchodně od průmyslového města s vysokou hustotou obyvatel Izmitu. Jelikož se jedná o vysoce průmyslovou oblast, socioekonomické škody byly obrovské. Došlo k poškození mnoha obytných a veřejných budov, průmyslových závodů, soukromých podniků, obchodů, infrastruktury, ropných rafinérií, přístavů. Výrazné škody utrpěl průmysl automobilový, energetický, papírenský, petrochemický. Veliké obavy vyvolal požár rafinérie ve městě Korfeza, který se podařilo hasičům dostat pod kontrolu až za několik dnů. Požár měl za následek značné ekologické škody v celé oblasti.

Únik kyanidů z odkaliště Baia Mare v Rumunsku, 2000 [7]: Odkaliště v Baia Mare obsahovalo velké množství odpadů z kyanidové těžby zlata. V kombinaci extrémního sněžení a prudkého oteplení s roztáním sněhu vedlo k přetečení hráze odkaliště a k jejímu poškození s následovaným únikem kyanidových odpadů do vodoteče. Nehoda v Baia Mare způsobila rozsáhlé přeshraniční znečištění vody Dunaje, které postupovalo přes Rumunsko do Maďarska, Srbska a Bulharska, a nakonec se dostalo až do Černého moře. Jedná se o jednu z největších evropských ekologických katastrof a jejím důsledkem byl nejen rozvoj bezpečnosti odkališť, ale také jejich začlenění do aktualizace prevence závažných havárií – směrnice Seveso III, transponované do české legislativy v zákonu č. 224/2015 Sb.

Výbuchy v chemickém závodě po hurikánu Harvey [8] v Texasu ve Spojených státech amerických, 2017: Řada výbuchů v chemickém závodě v Texasu po silných záplavách způsobených hurikánem Harvey v oblasti Texasu zdůrazňuje riziko extrémních průmyslových havárií souvisejících s počasím a naléhavou potřebu zvýšit úsilí v oblasti prevence a připravenosti. Výbuchy, které byly způsobeny ztrátou chlazení vlivem hurikánu a následného přerušení elektrické energie ve skladu, kde se skladují vysoce těkavé a extrémně hořlavé chemikálie (organické peroxidy), jsou dalším příkladem technologické nehody vyvolané přírodním nebezpečím. Tyto události měly za následek kontaminaci ovzduší a zároveň došlo i ke kontaminaci vody v důsledku použití hasebních vod.

Nehoda elektrárny Fukushima Dai-ichi po tsunami v Japonsku v roce 2011 [9]: Z hlediska zařazení do událostí NATECH je tato havárie do jisté míry kontroverzní, protože některé prameny omezují NATECH na chemické havárie, a zde se jedná o havárii jadernou. Nicméně její charakteristika je natolik identická s NATECH, že další odbornou skupinou, ke které se přiklání i autoři, je naopak považována za ukázkový příklad NATECH. Tato katastrofa vznikla následkem zatopení elektrárny ničivou vlnou tsunami 11. března 2011 způsobenou mimořádně silným zemětřesením v oblasti Tóhoku. Přes 150 000 obyvatel muselo být evakuováno z potenciálně nebezpečného okolí elektrárny z důvodu šíření štěpných produktů. Přesné množství není možné zcela jednotně stanovit a odhady se značně různí. Stále probíhají úniky radioaktivního materiálu do podzemních vod. Do konce března 2011, kdy proběhla samotná havárie, došlo ke kontinuálnímu úniku 99% z celkového množství uniklých štěpných produktů. V srpnu roku 2013 došlo ze skladovací nádrže (jeden z rezervoárů sloužící k chlazení vyhořelého paliva) k úniku 300 tun radioaktivní vody do půdy. Přesný důvod úniku radioaktivních vod není zcela znám. Jedno z řešení, které by mělo zabránit stálému úniku radioaktivních vod do Tichého oceánu je vybudování tzv. ledové zdi kolem elektrárny. Tato ledová zeď by měla mít hloubku 30 metrů do země a měla by být vybavena systémem trubek, které se naplní chladící směsí o teplotě až -

40°C, díky tomu dojde ke zmrazení půdy kolem poškozených reaktorů. Dle tehdejšího japonského ministerstva životního prostředí je možné naměřit roční dávku radiačního záření ve vzduchu o hodnotě 5 mSv na ploše zhruba 1800 km² v okolí elektrárny (k roku 2014). Současně více než 1000 evakuovaných obyvatel zemřelo kvůli stresu způsobenému evakuací v souvislosti s pokročilým věkem, nebo z důvodu chronickým onemocnění. Během havárie došlo k úniku radioaktivních látek nejen do oceánu, ale i do atmosféry, a to v důsledku exploze nahromaděného vodíku. Z důvodu havárie došlo současně i ke kontaminaci zemědělské půdy v širokém okolí elektrárny, a to hlavně izotopem cezia ¹³⁷C s poločasem rozpadu 30 let. Kontaminace a následné znehodnocení půdy je také zapříčiněno i odporem obyvatel k produktům z širokého okolí samotné elektrárny. Mimo to byla potřeba omezit rybolov, neboť chycené ryby vykazovaly zvýšené úrovně radiace. Přesné zdravotní dopady na obyvatelstvo zatím nejsou detailně určeny. Z předběžných průzkumů bylo stanoveno, že pouze 1 % obyvatelstva bylo vystaveno záření vyššímu než 10 mSv. Podle dostupných informací trápí evakuované občany spíše psychické než fyzické problémy, například v městě Hirono, jež leží nedaleko Fukušimy, trpí až polovina obyvatel posttraumatickým stresovým syndromem. Díky této události došlo v Japonsku ke vzniku nového jaderného regulačního úřadu, jenž oproti minulému nespadá pod Ministerstvo ekonomie, obchodu a průmyslu, ale pod Ministerstvo životního prostředí. Zajímavé je také rozhodnutí japonského parlamentu, že hlavní příčinou havárie je selhání člověka – nezodpovědné plánování a malá připravenost.

3. Situace v České republice

Havárie NATECH se nevyhýbají ani České republice. Jedna z nich, havárie ve Spolaně, se dostala do většiny přehledů o NATECH ve světě i do databáze e-MARS. V srpnu 2002 došlo k velkým povodním a vzdušná voda zaplavila prostory chemičky Spolana ve městě Neratovice, včetně budovy cisteren s chlórem s pěti cisternami. Jedna z nich byla téměř plná, další obsahovaly asi 20 % kapacity chlóru. Po zaplavení vodou přesahující „hladinu stoleté vody“ o 1,3 m byly prázdné a méně naplněné nádrže podle Archimédova zákona zvednuty vztakovými silami a vytlačeny z normálních pozic, což vedlo k porušení potrubí a odpojení spojky na nádrži s chlórem. V důsledku ztráty těsnosti u plné nádrže došlo k masivnímu úniku chlóru, asi 80 tun. Naštěstí byla významná část chlóru rozpuštěna ve vodě a okolí zařízení bylo kvůli záplavám již evakuováno, takže nebyli vážně postiženi žádní lidé a došlo pouze k poškození životního prostředí. Hlavní poučení z nehody bylo, že protipovodňová opatření plánovaná pro stoletou vodu jsou nedostatečná. Historické záznamy ukazují, že k podobným povodním docházelo i v minulosti, i když před více než 100 lety. Situace se v důsledku změny klimatu změnila a v budoucnosti pravděpodobně ještě zhorší.

Další dvě události NATECH jsou spojeny s mrazem a fázovými přeměnami s ním spojenými – zmrznutím kapalné fáze. V prosinci 2002 došlo v podniku Borsodchem v Ostravě k explozi v jednotce výroby anilínu, kdy škody přesáhly 100 mil. Kč. Exploze nastala při odstávce. Příčinou byla run-away reakce v nádrži s odpadní kyselinou a nitračními zbytky, iniciovaná vtečením kapalné fáze z opakovaně zamrzajícího a rozmrzajícího potrubí.

Jinou, mrazem způsobenou havárií byl únik kyanidů do Labe a následná kontaminace asi 80 km řeky. K úniku došlo v Draslovce Kolín a příčinou bylo zamrznutí regulace na detoxikační nádrži odpadní vody s kyanidy. V důsledku havárie došlo následně k významnému negativnímu ovlivnění kvality povrchových vod Labe v úseku Kolín – Mělník spojenému s nežádoucím narušením vodních ekosystémů a úhynem rybí obsádky. Lučebním závodům Draslovka a.s. Kolín byla za únik nedostatečně vyčištěných vod s obsahem toxických kyanidů uložena ČIŽP finanční sankce podle § 118 zákona o vodách (nedovolené vypouštění odpadních vod) ve výši 1 900 000,- Kč, současně byla uložena sankce podle § 122 téhož zákona ve výši 100 000,- Kč za skutečnost, kdy LZ Draslovka a.s. Kolín neoznámila neprodleně havárii na vodách, kterou způsobila [10].

4. Klimatická změna na NATECH

Otázky týkající se dopadů změny klimatu nebyly v průzkumu OECD z roku 2009 vzneseny, avšak opakovaný průzkum z

roku 2017 jim již připisuje velký význam. Vzhledem k rostoucímu mezinárodnímu zájmu o otázky změny klimatu se toto téma v posledních letech stává významnějším a začleňuje se do komunity pro zvládání rizik katastrof. Zpráva IPCC „*Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*“ [11] z roku 2012 zmiňuje NATECH zejména v souvislosti s významem znalostí v těchto otázkách: „Jak změna klimatu ovlivňuje nebezpečí, zejména pokud jde o procesy, jimiž lidská činnost v přírodním prostředí nebo změny sociálně-ekologických systémů vedou k vytváření nových nebezpečí (např. NaTech hazards), nevratné změny nebo zvyšující se pravděpodobnost výskytu rizikových událostí?“.

Nedávné významné příklady událostí v oblasti NATECH zahrnují únik nafty v sibiřské Arktidě [12] v roce 2020 pravděpodobně způsobený změnou klimatu vyvolanou rozmrazováním permafrostu nebo četné úniky ropy a chemické úniky během hurikánu Harvey v USA v roce 2017 [13]. Klimatické projekce ukazují, že četnost a intenzita hydrometeorologických nebezpečí se v následujících letech a desetiletích zvýší. Spolu s rostoucím lidským rozvojem (industrializace, urbanizace) se zvýší i riziko NATECH havárií.

5. Současný přístup mezinárodních autorit a perspektivy výzkumu

NATECH havárie jsou stále více uznávány jako závažná rizika, která vyžadují odpovídající úsilí v oblasti řízení rizik. Významným krokem vpřed v tomto ohledu bylo zveřejnění průzkumu o snižování rizik v oblasti NATECH v roce 2009, první seminář OECD o řízení rizik v oblasti NATECH v roce 2012 v Drážďanech a zveřejnění dodatku k hlavním zásadám OECD pro prevenci chemických havárií v roce 2015, připravenost a reakce, která se týká konkrétně NATECH [14].

Společné úsilí OECD Working Group on Chemical Accidents, UN Environment / OCHA Joint Unit, UNECE a dalších organizací vedlo k organizaci druhého společného semináře v německém Potsdamu v roce 2018, pro který byla vypracována i další zpráva o NATECH. Tato zpráva obsahuje souhrn příkladů osvědčených postupů v různých oblastech řízení rizik NATECH. Výběr uvedených příkladů vychází z průzkumu provedeného v rámci projektu NATECH II v roce 2017 v rámci členských zemí OECD a je doplněn příklady získanými na workshopu OSN/OECD NATECH II konaném ve dnech 5. a 7. září 2018 v Postupimi a na 28. zasedání Pracovní skupiny pro chemické nehody (WGCA) OECD dne 24. října 2018 v Paříži, jakož i z dalšího výzkumu. Jednotlivé příklady osvědčených postupů byly komentovány řídicí skupinou OSN/OECD NATECH, ve které je zastoupena i Česká republika.

Význam NATECH potvrzuje i připravovaný program výzkumu Evropské unie pro roky 2021- 2027 Horizon Europe, kde jedna z plánovaných výzev k podávání projektů je přímo zaměřená na NATECH. V podmínkách České republiky jsou havárie typu NATECH součástí aktualizované Koncepce environmentální bezpečnosti ČR 2021-2030.

6. Závěr

Celkově lze říci, že NATECH je problematika, jejíž význam roste a která by měla být zahrnuta do prevence závažných havárií. Celkově bylo zjištěno, že výzkum v této oblasti vedl ke zlepšení hodnocení a řízení NATECH havárií. Budoucí úsilí je nutné pro posílení prevence a snižování rizik, pro lepší pochopení vnímání rizik a podporu strategií komunikace o rizicích ve specifické oblasti NATECH. To by mělo být podpořeno i vzděláváním v oblasti NATECH, aby se přispělo k obecnému povědomí o těchto rizicích. Lepší pochopení rizik spojených s technologiemi by přispělo nejen k podpoře průmyslových odvětví, ale i resilientních společností.

Dedikace

Tento výsledek byl finančně podpořen z institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace na léta 2018–2022 a je součástí výzkumného úkolu **V05-S4 Bezpečnost práce v kontextu klimatických změn**, řešeného Výzkumným ústavem bezpečnosti práce, v. v. i., ve spolupráci s Fakultou bezpečnostního inženýrství VŠB-TUO, v letech 2019–2021.

Použitá literatura

- [1] KRAUSMANN, E.; CRUZ, A. M.; SALZANO, E. *Natech risk assessment and management: reducing the risk of natural hazard impact on hazardous installations*. Amsterdam: Elsevier, 2017. ISBN 978-0-12-803807-9.
- [2] COZZANI, V. ...[et al.]. Quantitative assessment of domino and NaTech scenarios in complex industrial areas. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. April 2014, vol. 28, Supplement C, s 10-22.
- [3] La référence du retour d'expérience sur accidents technologiques. ARIA: *feedback on technological accidents* [online]. Ministère de la Transition écologique et solidaire [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/?lang=en&s=natech&fwp_recherche=natech.
- [4] EUROPEAN COMMISSION. Search Accident Reports. *Minerva portal* [online]. 11/2020 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://emars.jrc.ec.europa.eu/en/emars/accident/search>.
- [5] HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. *The explosion and fires at the Texaco Refinery, Milford Haven, 24 July 1994: a report of the investigation by the Health and Safety Executive into the explosion and fires on the Pembroke Cracking Company Plant at the Texaco Refinery, Milford Haven on 24 July 1994*. Health and Executive, 1997. ISBN 0-7176-1413-1.
- [6] DEMLOVÁ, Veronika. *Významná světová zemětřesení v Turecku a jejich důsledky*. Olomouc, 2008. Bakalářská práce. Univerzita palackého v Olomouci, Přírodovědecká univerzita. Vedoucí práce RNDr. Irena Smolová, Ph.D.
- [7] *The Industrial Accidents Convention and natural disasters: Natech: United Nations Economic Commission for Europe* [online]. UNECE [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://unece.org/industrial-accidents-convention-and-natural-disasters-natech>.
- [8] *Explosions at chemical plant following Hurricane Harvey highlight need to step up prevention and preparedness for extreme weather-related industrial accidents* [online]. UNECE, 04 September 2017 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://unece.org/environment/press/explosions-chemical-plant-following-hurricane-harvey-highlight-need-step>.
- [9] *On the 10th Anniversary of Baia Mare, UNECE calls for continued efforts to prevent industrial accidents* [online]. UNECE, 28 January 2010 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://unece.org/press/10th-anniversary-baia-mare-unece-calls-continued-efforts-prevent-industrial-accidents>.
- [10] *Havarijní únik kyanidů z Lučebních závodů Draslovka a.s. Kolín: náprava závadného stavu podle zákona o vodách* [online]. Praha: Česká inspekce životního prostředí, Resort životního prostředí, 9. 6. 2006 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <http://www.cizp.cz/Havarijni-unik-kyanidu-z-Lucebnich-zavodu-Draslovka-a-s-Kolin-naprava-zavadneho-stavu-podle-zakona-o-vodach.html>

[11] IPCC. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: a Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. 582.

[12] *Diesel fuel spill in Norilsk in Russia's Arctic contained* [online]. TASS: Russian News Agency, 5. 6. 2020 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://tass.com/emergencies/1164423>.

[13] *Organic Peroxide Decomposition, Release, and Fire at Arkema Crosby Following Hurricane Harvey Flooding: Crosby, Texas* [online]. Washington: CSB - Chemical Safety and Hazard Investigation Board, May 2018 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <http://www.csb.gov/file.aspx?DocumentId=6068>.

[14] *Addendum no. 2 to the OECD guiding principles for chemical accident prevention, preparedness and response (2nd ed.) to address natural hazards triggering technological accidents (natechs)*. 2nd ed. Paris: OECD, 2015. (Natechs, Series on Chemical Accidents, no. 2). 38 s.

Vzorová citace

DANIHELKA, Pavel; SCHREIBEROVÁ, Lenka. NATECH: technologické havárie vyvolané přírodními událostmi. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online]. 2020, roč. 13, č. 4. Dostupný z: <https://www.bozpinfo.cz/josra/natech-technologicke-havarie-vyvolane-prirodnimi-udalostmi>. ISSN 1803-3687.

Autor článku:

[Prof. RNDr. Pavel Danihelka, CSc.](#)

[Ing. Lenka Schreiberova, Ph.D.](#)