

VÝZNAM DYNAMICKÉ ANALÝZY RIZIKA V OBCÍCH

IMPORTANCE OF THE DYNAMIC RISK ANALYSIS IN MUNICIPALITIES

Ing. Barbora Schüllerová
doc. Ing. Vladimír Adamec, CSc.
Ústav soudního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně
Purkyňova 464/118, 612 00 Brno
barbora.schullerova@usi.vutbr.cz
vladimir.adamec@usi.vutbr.cz

RNDr. Mgr. Petr Skřehot
Znalecký ústav bezpečnosti a ochrany zdraví, z.ú.
Divišova 235, 530 03 Pardubice - Studánka
skrehot@zuboz.cz

Ing. Michaela Melicharová
T-SOFT, s.r.o
Novodvorská 1010/14, 142 01 Praha – 4 - Lhotka
michaela.melicharova@tsoft.cz

Klíčová slova:

riziko, dynamický, analýza, hodnocení, obec

Keywords:

risk, dynamic, analysis, assessment, municipality

Abstrakt:

Identifikace, analýza a hodnocení hrozeb v obcích je v současné době řešena zejména pro mimořádné události, jako jsou např. živelní pohromy, havárie nebo ohrožení kritické infrastruktury. Tyto hrozby a z nich plynoucí rizika jsou stanoveny na základě identifikace rizikových oblastí a působení jejich potenciálně negativních faktorů. V úvahu ovšem nejsou dostatečně brána a hodnocena rizika, která mohou vznikat i v rámci běžných činností, na kterých se obec podílí (správa budov, kulturní akce apod.). Autoři v příspěvku představují význam a možné přístupy dynamické analýzy rizika, jejímž cílem je identifikace a aplikace účinných preventivních opatření v čase, čímž reagují na preventivní povinnost a odpovědnost za škodu dle nového občanského zákoníku.

Abstract:

Currently, are the identification, analysis and assessment of threats in municipalities are solving especially for extraordinary events, such as natural disaster, serious accidents or threats of critical infrastructure. These threats and their risks are determined on the base of risk areas and exposure to the potentially negative factors. However, are not adequately considered and evaluated the risks that may arise in the common course of activities in which the municipalities participate. In the paper authors present the significance and possible approaches to the dynamic risk analysis. The aim of this analysis is the identification and application of effective preventive measures in time, through which respond to preventive duty and damage liability under the new Civil Code.

Úvod

Povinnosti municipalit v rámci ochrany obyvatelstva a krizovém řízení, vyplývají z legislativy, vymezující jejich působnost a jednotlivé úkoly. Těmito úkony jsou mimo jiné na úrovni územní samosprávy pověřeni i starostové obcí, obecní úřady a další orgány, které jsou zřizovány za účelem plnění jejich těchto úkonů. Jednotlivé obce a obce s rozšířenou působností se podílejí na zajištění připravenosti na mimořádné události a krizové situace zejména ve spolupráci s Hasičským záchranným sborem České republiky. Důraz je kladen především na prevenci a schopnost reagovat na hrozby a z nich vyplývající rizika. Právě prevence je účinným nástrojem k zajištění bezpečnosti územních celků a jejich infrastruktury. Aby mohla být preventivní činnost řádně aplikována, musí být identifikovány a vyhodnoceny všechny hrozby a rizika, včetně rizik související s dynamickým vývojem událostí a činností v obci, které mohou mít krátkodobý nebo dlouhodobý charakter. Jedná se například o běžné kulturní akce, opravy pozemních komunikací, budov, údržba obecní zeleně. Hrozby a rizika spojené s těmito událostmi, nemusí být tak rozsáhlé, jako běžně definované mimořádné události, ale i malé narušení běžné funkce obce, může mít následně závažné dopady.

1. Rizika z pohledu obcí

Řízení rizik je složitým problémem, zejména v situacích, kdy dochází k rychlým změnám vlivem působení vnějších a vnitřních faktorů, které mohou fungující systém negativně ovlivnit. Takovým systémem může být i obce. Člověk je schopen identifikovat, analyzovat a vyhodnotit rizika s cílem jejich minimalizace nebo úplného odstranění. Pokud jsou rizika a zdroje nebezpečí permanentně vyhledávána a hodnocena, je následně možné, vytvářet vhodná bezpečnostní opatření snižující celkovou míru rizik. Scénáře nebezpečí a průběh rizik, které se mohou v některých případech i opakovat, mohou být jinou událostí významně změněny. Tyto změny není jednoduché predikovat nebo popsat na základě běžných analytických a hodnotících přístupů.

V současné době vývoje nejnovějších technologií, materiálů, chemických látek a směsí, stejně jako změny týkající se neočekávaných jevů (např. klimatické změny, migrační vlny, politické změny), jsou zdrojem nových hrozeb a nebezpečí, na která není současná společnost řádně připravena. Riziko, se kterým se člověk setkává, můžeme rozdělit a charakterizovat na základě různých přístupů. Jedním z přístupů je rozdělení rizika na statické a dynamické. Statické riziko je definováno možnou ztrátou, jejíž příčiny nemají původ v ekonomice, ale například ztrátou v důsledku přírodních jevů apod. Dynamické riziko je charakterizováno možnou ztrátou mající příčiny ve změnách v okolí hodnoceného systému, ale i uvnitř něj. Tato rizika mohou být individuálního i společenského charakteru, jejichž velkou hrozbou je nepravidelnost [1]. Mohou se tak stát tzv. černou labutí pro celý systém a jeho dopady mohou být často fatální [2,3]. Hodnocení dynamických rizik je nejčastěji aplikováno při popisu procesu v měnícím se (dynamickém) prostředí, v jehož rámci je popisován vývoj samotného systému. Naléhavost řešení dynamických rizik, jejich změn a působení na funkční systémy jsou řešeny nejenom z pohledu ekonomiky, ale také zvyšování bezpečnosti v rámci ochrany obyvatelstva na úrovni územní samosprávy [4, 5].

Proces identifikace rizika probíhá nejčastěji s ohledem na rizika známá, ke kterým dochází buď pravidelně, vyskytuje se trvale nebo k jeho realizaci již v minulosti došlo. Následná analýza a hodnocení jsou tak založeny na zkušenostech a získaných informacích poskytnutých hodnotiteli. Nesmí být ovšem zapomenuto i na další rizika, která mohou významně ovlivnit

celý proces. Současný management rizik je založen na základních strategiích, které zahrnují opatření pro zvládání rizik. Mezi tyto strategie patří informovanost (transfer, retence a redukce rizika), bezpečnostní a preventivní opatření (metody konstantního monitoringu situace) a diskursivní strategie (redukce nejistot, objasnění faktů souvisejících se vznikem rizik, budování důvěryhodnosti) [6, 7]. Přestože uvedené strategie jsou významnými nástroji pro řízení rizik, dostatečně neuvažují dynamicky proměnné prostředí a s nimi vznikající rizika v rámci obcí.

2. Preventivní povinnost a odpovědnost za škodu dle občanského zákoníku

Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 upozorňuje na současný stav, kdy jsou na úrovni státní správy a samosprávy preferovány aktuální problémy a jejich řešení, před úkoly v rámci ochrany obyvatelstva. Dochází tak ke vzniku absence povědomí o významu a nezbytnosti řešení úkolů související s ochranou obyvatelstva a krizovým řízením. Nezbytné je ovšem zdůraznit existenci spoluodpovědnosti za následky mimořádných událostí, kterou mají samotné obce, jejich starostové a další správní orgány, dle územního rozdělení. V případě, že tak dojde ke vzniku nežádoucí události, musí být důkladně vyšetřena veškerá opatření, která byla realizována v rámci prevence hrozeb a rizik [8].

Každá obec je povinna ochraňovat nejen prvky kritické infrastruktury, ale i bezpečnost občanů samotných. Na předním místě v oblasti vytváření bezpečnosti, je prevence a celkové předcházení událostí, které mohou mít na celou obec a její infrastrukturu negativní dopad. Povinnost zachovávat prevenci a prevenční činnost uvádí zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník (tzv. nový občanský zákoník) [9]. V tomto zákoně, je ve smyslu povinnosti prevence řešena i odpovědnost za škodu, která v případě jeho porušení vznikla. V případě, že dojde k realizaci rizika a vzniku škod v rámci obce, která se na této události podílela (např. správa místních komunikací, budov), může nést odpovědnost za jejich vznik a povinnost uhradit náhradu škody.

Zvláště výrazné změny nastaly v souvislosti s odpovědností za škodu na zdraví, kdy výše její náhrady může dosáhnout až 400 násobku průměrné hrubé měsíční mzdy za kalendářní rok (tj. přes 10 milionů Kč). Uvedená skutečnost tak výrazným způsobem posouvá vnímání rizik na úrovni obcí a nutně vyvolává také požadavek na jejich systémově lepší a efektivnější řízení. Za vzniklou škodu je zpravidla odpovědný ten, kdo ji způsobil – tzv. škůdce. Občanský zákoník důsledně rozlišuje podmínky náhrady škody s ohledem na to, kterou ze svých povinností škůdce porušil, tedy zda porušil povinnosti vyplývající ze zákona, smlouvy, či dobrých mravů (§ 2909 – 2913). V oblasti náhrady škody je v rámci občanského zákoníku preferováno před peněžitou náhradou, uvedení do původního stavu. To se ovšem týká škod, způsobených na hmotném majetku. U nemajetkové újmy je preferována náhrada peněžní. Povinnost vyplývá z § 2956 občanského zákoníku, vznikne-li škůdci povinnost nahradit člověku újmu na jeho přirozeném právu chráněném ustanoveními první části tohoto zákona, nahradí škodu i nemajetkovou újmu, kterou tím způsobil; jako nemajetkovou újmu odčiní i způsobené duševní utrapy. Úprava náhrady újmy na zdraví je dle občanského zákoníku řešena § 2958: „Při ublížení na zdraví odčiní škůdce újmu poškozeného peněžitou náhradou, vyvažující plně vytrpěné bolesti a další nemajetkové újmy; vznikla-li poškozením zdraví překážka lepší budoucnosti poškozeného, nahradí mu škůdce i ztížení společenského uplatnění. Nelze-li výši náhrady takto určit, stanoví se podle zásad slušnosti.“ A v § 2959: „Při usmrcení nebo zvláště závažném ublížení na zdraví odčiní škůdce duševní utrapy manželu, rodiči, dítěti nebo jiné osobě blízké peněžitou náhradou vyvažující plně jejich utrpení. Nelze-li výši náhrady takto určit, stanoví se podle zásad slušnosti“ [10].

3. Dynamické řízení rizik

Přístupy založené na dynamickém řízení rizik se aplikují nejčastěji v ekonomických oblastech a při zavádění nových technických procesů. Příkladem jsou studie [11 - 13] popisující podmínky, při kterých může docházet ke vzniku chyb a zkreslení dat, jsou-li aplikovány běžné metody kvantitativního hodnocení. Zdůrazňují tak význam dynamického managementu rizik v oblasti efektivní prevence, jehož hlavní výhody jsou podtrhovány ve schopnosti včasné identifikovat varovné signály upozorňující na vznikající nebo přítomné riziko. Jedním z přístupů, založeným na výše uvedeném principu, je například Dynamic Risk Management Framework (DRMF), jehož cílem je upozornit, popsat a implementovat potřeby související ke zdokonalení a aktualizaci procesů, souvisejících s managementem rizik. DRMF využívá dvou metodických postupů pro identifikaci nebezpečí. První je Dynamic Procedure for Atypical Scenarios Identification (DyPASI) [14], jehož cílem je vytvoření kompletního procesu hodnocení rizik, vytvářením scénářů nehodových dějů, lišících se od běžných očekávání [15, 16]. Druhým postupem je dynamické hodnocení rizik (Dynamic Risk Assessment (DRA)) využívající Bayesovského teorému, založeného na abnormálních situacích a údajích o nehodách. Význam dynamického přístupu k hodnocení rizik nachází uplatnění nejenom v prevenci nehod, ale i v oblasti predikce nadcházejících nežádoucích událostí [11]. Cílem dynamického řízení rizik je podat co nejvíce přesný podklad pro úkony ochrany obyvatelstva, jako je evakuace obyvatel, umožňuje modelování, sledování environmentálních rizik a jejich dopady [18].

Své uplatnění našlo dynamické hodnocení rizik i v problematice hodnocení spolehlivosti lidského činitele (HRA), jako je Accident Dynamics Simulator-Information Decision and Action in Crew (ADS-IDAC). Jedná se o metodický postup, který je schopen dynamicky simulovat jednotlivé události, jako je například hrozba vzniku blackoutu [19, 20]. Právě těžko předvídatelná lidská spolehlivost a zanedbávání povinností je velkou hrozbou. Člověk je schopen kreativního myšlení a dokáže pohotově reagovat na vzniklé situace. Může ovšem dojít i k situaci, kdy se člověk dopustí chyb a to v případě úplné absence stresového faktoru po celou dobu jeho činnosti, kdy může dojít na základě monotónní činnosti k opomenutí důležitých kroků [21].

4.1 MOŽNÉ PŘÍSTUPY K ANALÝZE A MODELOVÁNÍ DYNAMICKÝCH RIZIK

Mezi modely umožňující popis chování dynamických jevů v čase patří například Markovovy modely, na kterých je založena metoda Dynamic Event Logic Analytical Methodology (DYLAM), poskytující integrovaný rámec pro explicitní zacházení s časem, procesními a proměnnými a chováním systému. Dynamic Event Tree Analysis Method (DETAM) je metodou sledující časově závislou evoluci hardwarových stavů zařízení, hodnot procesních proměnných a stavů operátora během vývoje určitého scénáře [22]. Uvedené metody jsou založeny na vývoji a popisu události pomocí využití logických stromů událostí. Další metodou, která je založena na podobném principu, je metoda motýla (bow tie), kdy je pomocí vytvářených scénářů, aplikována metoda Fault Tree Analysis (FTA) a Event Tree Analysis (ETA) [23, 24]. Tento diagram umožňuje vytvořit logické zobrazení vztahu mezi příčinami a dopady. Uvedený "motýlí" přístup je volen zejména v situacích, kdy je nezbytné vytvářet okamžitá rozhodnutí v závislosti na proměnách události v čase. Dynamický přístup k analýze rizika tak nachází nespočetné množství uplatnění v rámci prevence bezpečnosti a predikce rizik a nebezpečných událostí. Monitoring rizik v čase je nezbytný, zejména z pohledu zavádění účinných preventivních opatření. Dynamické hodnocení rizik má oproti tradičnímu statickému hodnocení rizik mnoho výhod, kdy lze například kvantifikací nejistot, s aplikací

metody FTA, dosáhnout zlepšení přesnosti výpočtů rizik a to v reálném čase. Neustálou aktualizací informací, lze lépe posuzovat rizika a tím je i lépe řídit. Včasnou identifikací rizik, lze aplikovat v dostatečném předstihu informovat o těchto hrozbách a včas na ně reagovat [25-28].

4.2 Softwarové nástroje pro simulaci vývoje a dopadů dynamických rizik

V dnešní době velkého rozvoje informačních technologií je k dispozici mnoho softwarových produktů, jejichž výsledkem je hodnocení rizik. Většinu z existujících softwarových nástrojů lze použít pouze k hodnocení určitých typových případů. Proto musí uživatel z hlediska žádoucího cíle hodnocení rizik nejprve vyhodnotit předpoklady použité při sestavení, poté musí zhodnotit, zda jeho datové soubory mají vypovídací hodnotu hrozeb a nebezpečí, jejichž rizika se sledují. Interpretaci výsledků lze následně provádět pouze v rozsahu, který je určen předpoklady metody a modelu, kterým softwarový nástroj odpovídá [31]. V současné době jsou vyvíjeny softwary, které se snaží pracovat s dynamickým prostředím, ve kterém vznikají rizika s různou mírou závažnosti nežádoucího dopadu. Jedná se však zejména o softwary vytvářené pro hodnocení ekonomických rizik a s nimi související optimalizaci procesů, které v rámci podnikového systému probíhají. Příkladem je Dynamic Risk Predictor Suite - Dynamic Risk Analyzer (DRA), který je určen pro pravidelnou nebo okamžitou analýzu rizik v provozu. Software je schopen analyzovat rizika v procesu a upozornit na ně dopředu, tak aby bylo možné je včas odvrátit nebo snížit jejich míru [29, 30].

Závěr

S rozvojem společnosti narůstá i počet nových hrozeb a závažnost jejich dopadů, na které nebyl v minulosti kladen tak vysoký důraz. Jedná se zejména o rizika, která nejsou běžně identifikována v oblasti ochrany obyvatelstva a krizového řízení, ale vznikají v souvislosti s běžnou činností. V příspěvku autoři upozorňují na problematiku absence řešení těchto rizik a význam jejich dopadu, z pohledu územní samosprávy. Nežádoucí dopady, které mohou tato rizika přinášet, jsou zvláště významná nejenom z pohledu ohrožení životů a zdraví obyvatel, majetku nebo životního prostředí, ale zejména z pohledu odpovědnosti za škodu a porušení preventivní činnosti. Na základě definice dynamických rizik byly analyzovány stávající přístupy a metody pro jejich řízení lze konstatovat, že v současné době neexistuje vhodná metoda pro dynamickou analýzu a řízení rizik v obcích.

Použité zdroje:

- [1] AVEN, T. On the meaning of a black swan in a risk context. *Safety Science*, 2013, 201 (57), p. 44 – 51.
- [2] TALEB, N. Černá labuť – Následky vysoce nepravděpodobných událostí, Praha-Litomyšl: PASEKA, Praha, 2007. 478 s. ISBN 978-80-7432-128-3
- [3] SMEJKAL, V. RAIS, K. Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2013, 483 s. ISBN 978-80-247-4644-9.
- [4] ANAGNOSTOPOULOS, T.; KOLOMVATSOS, K.; ANAGNOSTOPOULOS, CH.; ZASLAVSKY, A.; HADJIEFTHYMIADES, S. Assessing dynamic models for high priority waste collection in smart cities, *Journal of Systems and Software*, vol. 110, Dec. 2015, p. 178-192, ISSN 0164-1212,

- [5] KHAN, F.; RATHNAYAKA, S.; AHMED, S. Methods and models in process safety and risk management: Past, present and future, *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 98, Nov. 2015, p. 116-147, ISSN 0957-5820.
- [6] MURPHY, J.F., CONNER, J. Black Swans, White Swans, and 50 Shades of Grey: Remembering the Lessons Learned From Catastrophic Process Safety Incidents. *Process Safety Progress*, 33 (2), 2012, p. 110-114. DOI 10.1002/prs.11651
- [7] KRULIŠ, J.: Jak pátrat po černých labutích, jak je chytat a jak si je ochočit. In: Sborník reflexí akce Kulatý stůl na téma „Jak řídit rizika událostí“, které jsou považovány za mimořádně nepravděpodobné, 25. 3. 2013, Praha: TIMING, 2013.
- [8] Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030. MVČR GŘ HZS ČR, Praha, 2013.
- [9] LOJDOVÁ, E.; Malý, L. Novinky v oblasti náhrady škody na zdraví dle NOZ. [online], e-pravo, 2014. [cit. 2015-12-01]. Dostupný z [www: http://www.epravo.cz/top/clanky/novinky-v-oblasti-nahrady-skody-na-zdravi-dle-noz-92803.html](http://www.epravo.cz/top/clanky/novinky-v-oblasti-nahrady-skody-na-zdravi-dle-noz-92803.html)
- [10] Zákon č. 89/ 2012 Sb., občanský zákoník. Praha, 2012
- [11] PALTINIERI, B.; KHAN, F.; AMYOTTE, P.; COZZANI, V. Hoegananes metal dust accidents. *Process Safety and Environmental Protection*, 2014 (92). p. 669 – 679.
- [12] MEEL, A.; SEIDER, W.D. Plant-specific dynamic silure assessment using Bayesian theory. *Chemical Engineering Science*. 2006, 61. p. 7036-7056.
- [13] SHALEV, D.M.; TIRAN, J. Condition-based fault tree analysis (CBFTA): a new method for improved fault tree analysis (FTA), reliability and Safety calculations. *Reliability Engineering and System Safety*. 2007, 92, p. 1231 – 1241.
- [14] PALTRINIERI, N.; DECHY, N.; SALZANO, E.; WARDMAN, M.; COZZANI, V. Towards a new approach for the identification of atypical accident scenarios. *Journal of Risk Research*, 2013b, 16 (3/4), p. 227 – 354.
- [15] PALTRINIERI, N.; DECHY, N.; SALZANO, E.; WARDMAN, M.; COZZANI, V. Lesson learned from Toulouse and Bouncefield disaster: from risk analysis failures to the identification of atypical scenarios through a better knowledge management. *Risk Analysis*, 2012a, 32, p. 1404 – 1419.
- [16] PALTRINIERI, N.; Qien, K.; M.; COZZANI, V. Assessment and comparison of two early warning indicator methods in the perspective of prevention of atypical accident scenarios. *Reliability Engineering and System Safety*, 2012b, 108. p. 21 – 31.
- [17] PALTRINIERI, N.; TUGNOLI, A.; BUSTON, J.; WARDMAN, M.; COZZANI, V. Dynamic procedure for Atypical Scenarios Identifications (DyPASI): a new systematic HAZID tool. *Journal of Loss Prevention in Process Industries*, 2013, 26(4). s. 683 – 695.
- [18] GAO, L. Collaborative forecasting, inventory, pricing and contract coordination in dynamic supply risk management. *European Journal of Operational Research*, 2015 (245). p. 133 – 145.
- [19] FULI A.; COMFORT, L.K.; DONG, Y.; ZNATI, T. A dynamic decision support system based on geographical information and mobile social networks: A model for tsunami risk mitigation in Padang, Indonesia, *Safety Science*, 2015, ISSN 0925-7535,
- [20] CHANG, Y.; MOSLEH, A. Cognitive Modeling and Dynamic Probabilistic Simulation of Operating Crew Response to Complex System Accidents, Parts 1-5,” *Reliability Engineering and System Safety*, 2007, vol. 92, p. 997-1101,

- [21] COYNE, A. Predictive model of nuclear power plant crew decision-making and performance in a dynamic simulation environment, College Park,, MD: University of Maryland, PhD Dissertation, 2007.
- [22] SHAFAGHI, A. Equipment failure rate updating-Bayesian estimation, *J. Hazard. Mater.*, 159 (1) (2008), pp. 87–91
- [23] PŘIBYL, Pavel, Aleš JANOTA a Juraj SPALEK. Analýza a řízení rizik v dopravě: tunely na pozemních komunikacích a železnicích. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2008, 527 s. ISBN 978-80-7300-214-5.
- [24] KHAKZAD, N.; KHAN, F.; AMYOTTE, P. Dynamic risk analysis using bow-tie approach, *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, 104 (2012), s. 36–44,
- [25] ZADAKBAR, O. ; IMTIAZ, S.; KHAN, F. Dynamic risk assessment and fault detection using a multivariate technique, *Proc. Saf. Prog.*, 32 (4) (2013), pp. 365–375
- [26] FLAGE, R. ; BARALDI, P.; ZIO, E.; AVEN, T. Probability and possibility-based representations of uncertainty in fault tree analysis, *Risk Anal.*, 33 (1) (2013), pp. 121–133
- [27] KHAKZAD, N. ; KHAN, F.; AMYOTTE, P. Dynamic risk analysis using bow-tie approach, *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, 104 (2012), pp. 36–44
- [28] YOU, X. ; TONON, F. Event-tree analysis with imprecise probabilities, *Risk Anal.*, 32 (2) (2012), pp. 330–344
- [29] SINNAMON, R.M.; ANDREWS, J.D. New approaches to evaluating fault trees, *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, 8 (2) (1997), pp. 89–96
- [30] NM Management. Dynamic Risk Predictor Suite (DRPS). [online]. Philadelphia, 2015. [cit. 2015-11-11]. Dostupný z: <http://www.nearmissmgmt.com/solutions.html>
- [31] KARDA, L.; KUDLÁK, A. Analýza, metody a nástroje na řešení krizových situací. Jihočeská univerzita, České Budějovice, 2007. s. 44.