

Norma pre koncepciu inšpekcie založenej na riziku

Juraj Grenčík, Hana Pačaiová

Anotácia

Článok predstavuje novú európsku normu EN 16991:2018, Koncepcia inšpekcie založenej na riziku. Norma nadväzuje na projekt EÚ RIMAP - Postupy inšpekcie a údržby založené na riziku pre európsky priemysel. Hlavným cieľom tejto európskej normy je podporovať vytváranie a uplatňovanie programov inšpekcie a údržby založených na rizikách v priemyselných podnikoch dokumentovaným a efektívnym spôsobom a súčasne udržiavať alebo zlepšovať bezpečnosť, ochranu zdravia a životného prostredia.

Kľúčové slová: inšpekcia, riziko, údržba, norma

ÚVOD

Od konca deväťdesiatych rokov 20. storočia sa prístupy v oblasti inšpekcie a údržby v priemysle celosvetovo posúvali od normatívnych, časovo založených (plánovaných preventívnych), smerom k prístupom založených na riziku. Tento trend sa jasne potvrdil snahou zvýšiť výrobný čas, znížiť neplánované prestoje z dôvodu korektívnej údržby, zabrániť odstaveniu z dôvodu poruchy zariadenia a/alebo znížiť nežiaduce účinky na bezpečnosť procesu.

Na tieto trendy reaguje aj nová európska norma EN 16991:2018, Koncepcia inšpekcie alebo údržby založenej na riziku (angl. Risk-Based Inspection Framework – RBIF) [1], ktorú vypracovala technická komisia CEN/TC 319 „Údržba“. Norma poskytuje základné prvky posúdenia priemyselných aktív (angl. Asset) na základe hodnoty rizika podľa prístupu, ktorý bol vyvinutý a predstavený v európskom dokumente predbežnej normalizácie CWA 15740: 2008 [2]. Dokument CWA 15740 bol aktualizovaný v roku 2011 a od roku 2014 pokračoval jeho ďalší vývoj v rámci tohto dokumentu a príslušného projektu EÚ RIMAP (Risk-Based Inspection and Maintenance Procedures for European Industry - Postupy inšpekcie a údržby založené na riziku pre európsky priemysel), [3], [4].

Norma je určená pre manažérov a inžinierov, ktorí zavádzajú politiku RBIM (inšpekcia a údržba založené na rizikách) v priemysle, ako je energetika, petrochémia, chémia, výroba ocele a iných relevantných odvetviach. Tento dokument je určený na použitie v spojení s príslušnými medzinárodne uznávanými postupmi, národnými predpismi a politikou RBI spoločnosti. Cieľom dokumentu je poskytnúť spoločný odkaz na formulovanie politiky RBI a vypracovanie zodpovedajúcich programov / plánov riadenia inšpekcie a údržby.

Základ metodológie RBIM je popísaný v projekte EÚ RIMAP (Postupy inšpekcie a údržby založené na riziku pre európsky priemysel) [5]. V tomto projekte bola potvrdená metodológia nezávislá od priemyslu pre chemický, petrochemický, energetický a oceliarsky priemysel a zhrnutá v príslušných pracovných knihách RIMAP [5].

Hlavným cieľom tejto európskej normy a predchádzajúceho projektu RIMAP je podporovať vytváranie a uplatňovanie programov inšpekcie a údržby založených na rizikách v priemyselných podnikoch dokumentovaným a efektívnym spôsobom a súčasne udržiavať alebo zlepšovať bezpečnosť, ochranu zdravia a životného prostredia.

Koncepcia RBIF sa zameriava predovšetkým na statické tlakové zariadenia (napríklad na nádrže, potrubia), ale je tiež uplatniteľná na dynamické/rotačné zariadenia (napríklad čerpadlá, turbíny, ventily) a pretlakové zariadenia a môže byť prípadne rozšírená aj na iné typy zariadení. Zameriava sa predovšetkým na zariadenia alebo systémy v etape prevádzky, ale môže sa použiť aj v etape návrhu na analýzu alebo určenie stratégií údržby/inšpekcie alebo etáp predĺženia životnosti hmotného majetku. Použitie RBIF v priemysle bude zohľadňovať aj všeobecný vývoj v priemysle a postupoch údržby (napr. Priemysel 4.0).

1. KONCEPCIA RBI

Prístup založený na riziku uplatňuje multidisciplinárnu technickú analýzu, aby sa zabezpečilo splnenie cieľov súvisiacich s požiadavkami na ochranu zdravia, bezpečnosti, podnikania a životného prostredia. Tieto ciele sa musia splniť implementáciou optimalizovaných programov inšpekcie, monitorovania a údržby na základe vhodnej metodiky založenej na rizikách, ktorá sa týka týchto bodov:

- plánovanie produktov primárnej práce posudzovania RBI a manažérskeho prístupu takým spôsobom, aby sa riadili riziká na úrovni systému a / alebo zariadenia, berúc do úvahy riziká týkajúce sa zdravia, bezpečnosti a životného prostredia (HSE) a / alebo hospodárskeho / podnikateľského hľadiska;
- definovanie rámca RBI, ktorý spĺňa požiadavky dobrej technickej praxe a priemyselných referenčných noriem pri skladovaní a manipulácii s nebezpečným materiálom alebo látkami;
- byť v súlade s platnými právnymi alebo normatívnymi nariadeniami a smernicami.

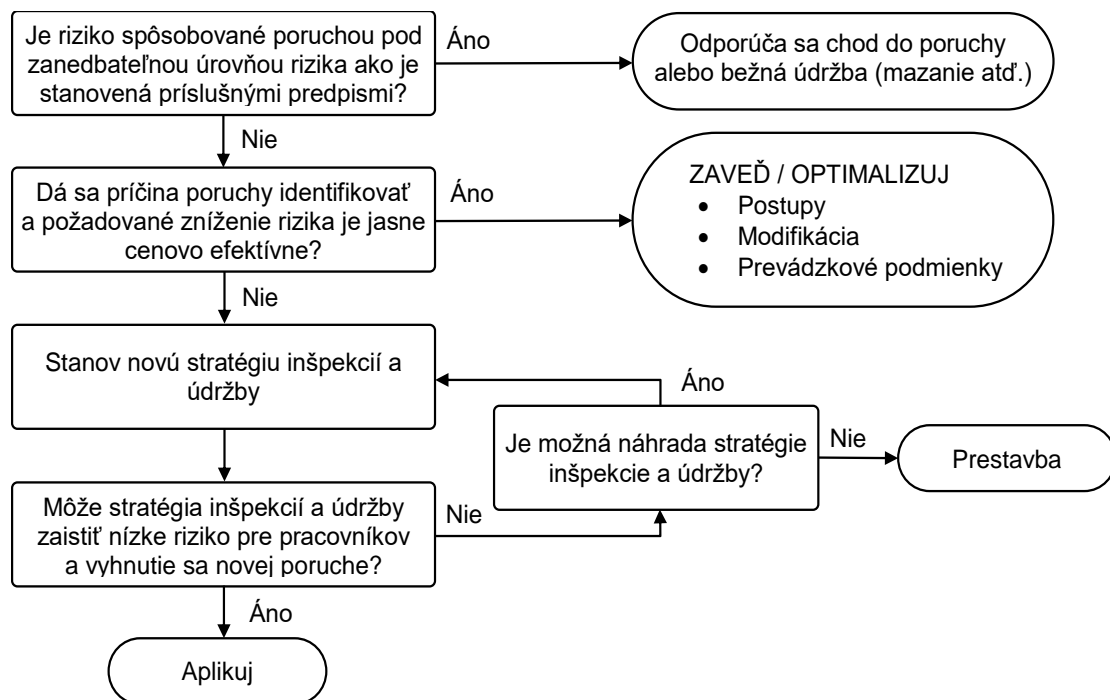
Všeobecné požiadavky RBIF sú:

- ciele a kritériá rizík musia byť jasne definované;
- posúdenie a použitý postup musia byť v súlade s platnými právnymi požiadavkami a požiadavkami predpisov;
- pre posúdenie je k dispozícii primeraná úroveň vstupných informácií;
- posúdenie musí vykonávať multidisciplinárny tím, v ktorom sú pracovníci s príslušnou požadovanou spôsobilosťou a kvalifikáciou;
- posúdenie integrity a bezpečnosti a použité postupy musia dávať výsledky, ktoré sú:
 - a) realistické, ale s konzervatívnym uvažovaním neistôt a predpokladov;
 - b) zobraziteľné v matici rizík, kontrolovateľné a v súlade s cieľmi a použitými kritériami rizika, ktoré podporujú plánovanie a rozhodovanie RBI o cieľovom systéme alebo zariadení;
- posúdenie musí odrážať skutočný stav v závode a musí byť stále aktualizované;
- riadenie zmien sa musí vykonávať podľa prijatej a uznávanej normy - ako napr. EN ISO 9001;
- v prípade, že sa používajú počítačové modely alebo nástroje, tieto sa musia validovať a logika ich rozhodovania musí byť zdokumentovaná a schválená manažérmi rizík.

Proces RBI je rozdelený na hlavnú úroveň aplikácie RBI a na úroveň stratégie inšpekcie a údržby. Hlavná úroveň aplikácie RBI je znázornená na obr. 1 a zohľadňuje nasledujúce faktory:

- úroveň rizika;
- príležitosť na odstránenie príčin porúch;
- riziko pre pracovníkov v priebehu vykonávania inšpekcie a údržby;
- riziko zavedenia nových príčin porúch zatiaľ čo sa snaží odstrániť existujúce riziká.

V prípadoch, kde nie je možná zmena stratégie inšpekcie a údržby, môžu byť zavedené technické (napr. robotika) alebo organizačné (napr. školenia) opatrenia na zníženie rizika a zabránenie vnášania akýchkoľvek nových porúch.



Obr. 1 Hlavná úroveň použitia RBI a rozhodovací strom [1]

Rozhodovací strom slúži na tri dôležité účely:

- zabezpečiť systematické hodnotenie potrieb inšpekčných a údržbárskych činností;
- zabezpečiť konzistentnosť hodnotenia medzi rôznymi jednotkami, systémami zariadení a podobnými jednotkami na rôznych miestach;
- zjednodušiť dokumentáciu dosiahnutých záverov.

Po určení stratégie inšpekcie a údržby sa metóda, intervaly a rozsah inšpekcie stanovujú tak, aby riziká zostali prijateľné a náklady boli optimalizované (princíp riadenia rizík ALARP – angl. As Low as Reasonable Practicable). Je potrebné zosúladiť danú stratégiu so stratégiou manažérstva majetku organizácie (angl. Asset management) a aktualizovať ju. To sa dosiahne stanovením opatrení na zníženie rizík pre objekty, ktoré presahujú prípustné medze (akceptovateľnosť rizika) a podľa možnosti aj pomocou preventívnych opatrení, ako napríklad inšpekcie a údržba aj tých objektov, ktoré na základe posúdenia rizík sú pod stanovenými medzami. Musí sa určiť aj účinnosť alternatívnych opatrení na zníženie rizika, ako aj náklady na tieto opatrenia.

Celkový proces RBIF navrhnutý v tejto norme, na základe CWA 15740: 2008 [1], je vo všeobecnosti kompatibilný s inými prístupmi založenými na riziku a sleduje podobné ciele (napr. prevencia závažných priemyselných havárií). Zatiaľ čo princípy sú do značnej miery podobné, použitie rôznych prístupov pre ten istý závod, prípad alebo systém môže mať za následok rozdiely vo výsledkoch.

2. PROCES IMPLEMENTÁCIE RBIF

Proces implementácie RBIF dáva usmernenie na vypracovanie a udržiavanie programu inšpekcie a údržby založenej na riziku, prednostne zahrnutého do prostredia vyššej úrovne manažérstva kvality alebo rizík, ako je systém manažérstva integrity majetku (angl. Asset Integrity Management System -

AIMS), integrované manažerstvo rizík (angl. Integrated Risk Management - IRM) a systém manažerstva bezpečnosti procesov (angl. Process Safety Management System - PSMS). Proces RBIF sa uplatňuje v mnohých odvetviach a na rôznych typoch zariadení. Primárne sa vzťahuje na statické tlakové zariadenia, ale platí aj pre rotačné stroje, bezpečnostné systémy a elektrické/prístrojové vybavenie. Kroky procesu sú rovnaké pre všetky prípady, aj keď modely a nástroje na posúdenie pravdepodobnosti alebo dôsledku poruchy sa môžu líšiť od aplikácie k aplikácii.

Proces RBIF obsahuje nasledovné hlavné kroky:

- 1) počiatková analýza a plánovanie;
- 2) zber a overovanie údajov;
- 3) viacúrovňová analýza rizika (posudzovanie rizika);
- 4) rozhodovanie a akčný plán;
- 5) vykonávanie a podávanie správ; a
- 6) preskúmanie výkonnosti / etapa trvalej aktualizácie.

Ad 1) **Počiatková analýza a plánovanie** je kľúčovým krokom v RBIF. V tomto kroku sa musia primerane definovať ciele RBIF, rozsah RBIF (z hľadiska systémov a podsystémov) a príslušné kritériá posudzovania.

Ad 2) **Zber a organizácia relevantných údajov a informácií** (napr. o konštrukcii, prevádzke, informáciách o poruchách atď.) sú povinné pri analýze založenej na riziku. Údaje použité na posúdenie pravdepodobnosti a dôsledkov (a teda rizika) by sa mali overiť.

Ak je údajov málo alebo majú nízku kvalitu, mala by sa posúdiť a prípadne kvantifikovať neistota spojená s analýzou rizík. V takýchto prípadoch sa závery a posúdenia musia robiť konzervatívne s ohľadom na dôsledky a pravdepodobnosti.

Tím RBI špecifikuje požiadavky na údaje s cieľom naplánovať proces zberu údajov a posúdiť požadovanú prácnosť. Všetky zhromaždené údaje by mali byť uložené vo formáte, akým je databáza, ktorá uľahčí posúdenie, dodatočnú aktualizáciu a audit počas procesu RBI.

Ad 3) **Viacúrovňová analýza rizík** definuje posúdenie rizika z hľadiska zložitosti analýzy (napríklad zo zjednodušenej/skrínigovej analýzy na podrobnú analýzu) a z hľadiska úrovne (hĺbky) hierarchie zariadenia.

Analýza rizík pozostáva z nasledujúcich krokov:

- 1) identifikácia nebezpečenstiev (napr. typ zariadenia s nebezpečnou látkou);
- 2) identifikácia relevantných mechanizmov degradácie a spôsobov poruchy;
- 3) odhad dôsledkov poruchy (angl. Consequence of failure CoF);
- 4) odhad pravdepodobnosti poruchy (angl. Probability of PoF); a
- 5) určenie rizika a klasifikácia zariadenia, napr. podľa máp rizika CoF/PoF alebo kriviek s rovnakým rizikom.

Výberová metóda alebo skrínig rizika je vhodný najmä pre zariadenia s obmedzeným súborom údajov a pre počiatkovú fázu hodnotenia. Skrínig rizika rozdeľuje systémy a skupiny zariadení do dvoch skupín: objekty s vysokým/stredným rizikom a objekty s nízkym rizikom. Objekty s vysokým/stredným rizikom by sa mali podrobne analyzovať. Objekty s nízkym rizikom by mali vyžadovať iba minimálnu pozornosť, aby sa potvrdila pravdivosť predpokladov počas procesu skrínigu.

Podrobné (kvantitatívne) posúdenie sa líši od skríningu v hĺbke podrobností údajov požadovaných pre analýzu, a preto vyžaduje aj podstatne väčšiu prácnosť. Podrobné posúdenie sa uplatňuje na systémy s vysokým/stredným rizikom a na skupiny zariadení identifikované pri skríningu rizík a na všetky zariadenia v rámci práce, ak sa nevykonali žiadene skríningské riziká. Pre každý systém alebo skupinu zariadení sa musia určiť relevantné mechanizmy degradácie a odhadnúť rozsah poškodenia. Okrem toho sa musí určiť najpravdepodobnejší vývoj poškodenia. Na základe týchto informácií sa musí určiť maximálny časový interval pre ďalšiu inšpekčnú/údržbársku činnosť pod podmienkou, že zdravotné, bezpečnostné, environmentálne a podnikateľské riziká zostanú prijateľné (ako je definované v kritériách prijateľnosti). Tieto údaje sa musia kombinovať s nákladmi na inšpekciu/údržbu a s efektívnosťou inšpekcie/údržby, aby sa odvodili nákladovo optimálne intervaly inšpekcie/údržby tak, aby posúdené riziká pre zdravie, bezpečnosť a životné prostredie boli prijateľné, t. j. boli splnené kritériá akceptovateľnosti rizika.

Ad 4) Rozhodovanie a akčný plán

Logika rozhodovania poskytuje návod na stanovenie preferovaných stratégií inšpekcie a údržby na základe posúdenia rizika, zistiteľnosti poškodenia a charakteristík porúch. Plán inšpekcie a údržby musí byť špecifický pre každé zariadenie.

Plán inšpekcií RBI musí zabezpečiť včasnú a účinnú inšpekciu, ktorá správne zistí a identifikuje degradáciu a zníži neistotu zvýšením vedomostí o skutočnom stave zariadenia.

Obrázok 2 popisuje všeobecný postup procesov RBI od analýzy až po podrobný inšpekčný plán založený na riziku. Aby sa dosiahol účinný inšpekčný program, inšpekcie by sa mali organizovať podľa skupín degradácie (krok 2 na obrázku).

Ad 5) Vykonávanie a podávanie správ

Výstup plánu RBIM je vstupom pre plánovanie a rozvrhovanie pre všetky zúčastnené oddelenia, odbory a dodávateľov pre údržbárske a inšpekčné práce na zariadení vrátane odstávok závodu.

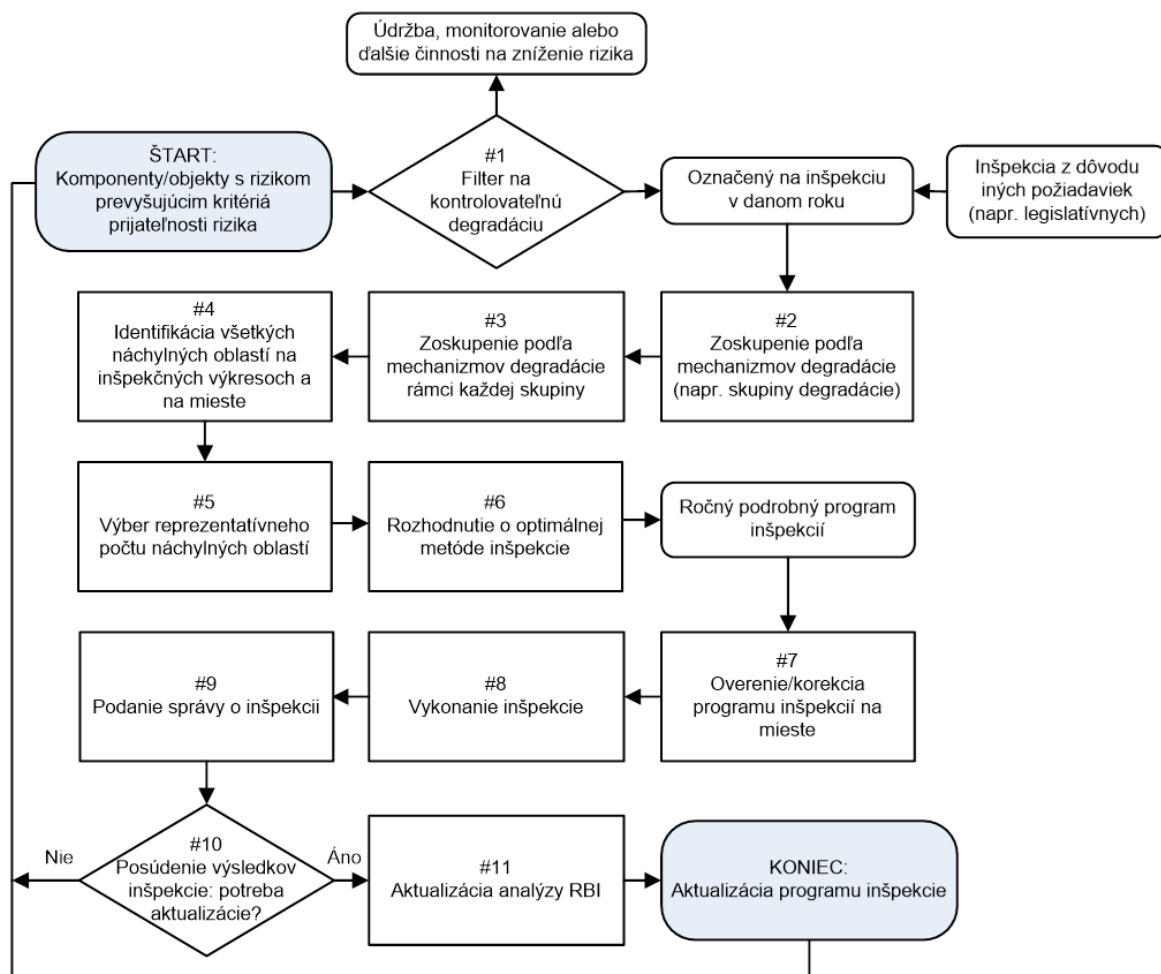
Výstupom z vykonávania údržbárskej práce je systém manažérstva závodu, kde preventívna údržba je založená na analýzach RBI a korektívna údržba je tiež riadená pomocou princípov založených na riziku. V dôsledku toho je riziko poruchy pod kontrolou a znížené na prijateľnú úroveň a bezporuchovosť, a preto aj pohotovosť, je známym parametrom.

Ad 6) Preskúmanie výkonnosti / Etapa trvalej aktualizácie

Účelom hodnotenia výkonnosti procesu RBIM je posúdiť jeho efektívnosť a vplyv pri vytváraní programov inšpekcie a údržby. To umožní identifikovať oblasti, v ktorých sú potrebné úpravy a zlepšenia.

Proces RBI by sa mal porovnávať s najlepšimi postupmi v tom istom závode, podniku alebo priemyselnom sektore. Interné hodnotenie vyplývajúce zo skúseností tímu s procesom RBI môže byť ďalej podporené externým hodnotením, auditom alebo názorom kompetentných orgánov.

Stratégia manažérstva rizík sa môže použiť na posúdenie optimalizácie doby prevádzky a údržby majetku, pre výmenu podľa nákladov (možných strát) na riziko (zvyčajne časom sa zvyšuje pravdepodobnosť poruchy, ale aj výkyvy na trhu môžu ovplyvňovať hodnotu rizika), nákladov na neuskutočnenie údržby, nákladov na prácu a materiál, hodnotu stratenej výroby počas údržby. Takéto analýzy nákladov a prínosov RBI slúžia ako ekonomický základ pre rozhodnutia o inšpekciách a pre optimálne stratégie nahradenia v súlade s odstávkami.



Obr. 2 Príklad všeobecného postupu procesu RBI [1]

4. HODNOTENIE STRÁT

Pádnym argumentom pre implementáciu RBI je jej možné prepojenie s metódami a požiadavkami na prevenciu závažných priemyselných havárií (Zákon č. 128/2015 Z. z., smernica 2012/18/EU, tzv. SEVESO III). V podstate sa jedná o kvalitatívne, smemikvantitatívne posúdenie rizík, súvisiacich so skladovaním a manipuláciou s nebezpečnými látkami, za účelom podrobnejšej analýzy najzávažnejších zdrojov/zariadení v organizácii. Tieto najzávažnejšie zdroje majú potenciál spôsobiť závažnú priemyselnú haváriu, ktorej dopad sa klasifikuje do kategórií život a zdravie človeka, majetok (vlastný alebo cudzí), poškodenie environmentu a má potenciál prekročiť hranice podniku. Aký veľký bude tento dopad je možné analyzovať kvantitatívnymi metódami ako je napr. strom porúch FTA (*angl.* Fault tree analysis) a strom udalostí ETA (*angl.* Even Tree analysis), pri zohľadnení lokálnych poveternostných podmienok. Zvyčajne pri modelovaní dôsledkov na človeka, sa hodnotí tzv. individuálne a spoločenské riziko, ktorých mieru akceptovateľnosti stanovuje vyhláška 198/2015 Z. z.

Mierou pre stanovenie úrovne akceptovateľnosti strát je samozrejme aj schopnosť organizácie plniť záväzky v oblasti prevencie ZPH v súlade s požiadavkami zákona. Pre odhad potenciálnych finančných strát vyplývajúcich zo závažnej havárie je možné použiť nasledujúci model (prevzatý z API 581), taktiež popísaný v norme EN 16991:2018, príloha A.10.

Metodika umožňuje odhad finančných dôsledkov spojených s únikom nebezpečných látok na základe stanovených scenárov (požiar, výbuch, toxický rozptyl). Typy týchto dôsledkov sa členia nasledovne:

1. Náklady na opravu a/alebo výmenu zariadenia, FC_{cmd} ;
2. Náklady na poškodenie okolitého zariadenia v ovplyvnenej oblasti, FC_{affa} ;
3. Náklady spojené so stratami výroby alebo prerušením podnikania vyplývajúcimi z prestojov na opravu alebo výmenu poškodeného zariadenia, FC_{prod} ;
4. Náklady súvisiace s možnými zraneniami alebo smrteľnými úrazmi spojenými s poruchou, FC_{inj} ;
5. Náklady na odstránenie znečistenia životného prostredia, $FC_{environ}$.

Potom celkové finančné následky (*angl.* Financial Cost, FC) poruchy zariadenia s únikom NL je možné určiť nasledovne:

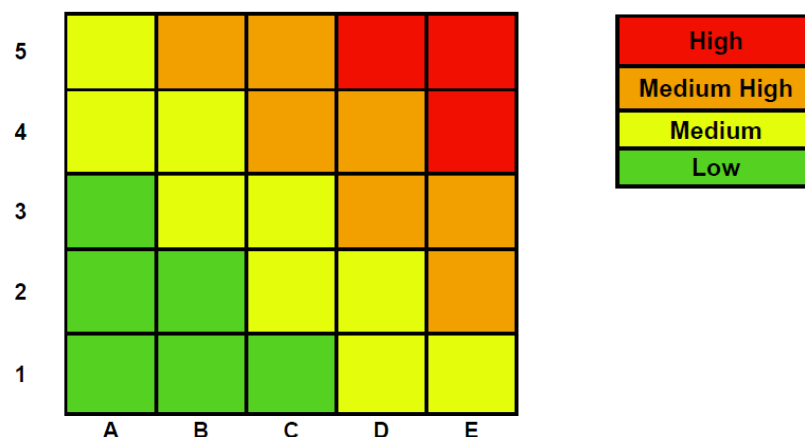
$$FC = FC_{cmd} + FC_{affa} + FC_{prod} + FC_{inj} + FC_{environ} \quad (1)$$

Na základe tejto metodiky je možné prevziať aj kategorizáciu strát pre určenie kritického zdroja ZPH, tab.1.

Tab. 1 Finančné kategórie pre odhad poškodenia / strát ZPH

Katégorie	Rozsah poškodenia (\$)
A	$FC \leq 10000$
B	$10000 < FC \leq 100000$
C	$100000 < FC \leq 1000000$
D	$1000000 < FC \leq 10000000$
E	$FC > 10000000$

Pre vyjadrenie finančného rizika je potom nutné kombinovať hodnotu pravdepodobnosti / frekvencie Fr udalosti (FTA) s hodnotou potenciálneho finančného dôsledku FC , obr. 3.



Obr. 13 Matica rizika pre hodnotenie finančných strát ZPH R_{FC} [1]

Riziko: Vysoké - *angl.* High; Stredne vysoké - *angl.* Medium High; Stredné - *angl.* Medium; Nizke - *angl.* Low

Kategórie pravdepodobnosti /frekvencie sú stanovené v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 2 Kategórie frekvencie udalosti NL Fr

Kategória	Rozsah Fr udalosti
1	$Fr \leq 3,6 \cdot 10^{-5}$
2	$3,6 \cdot 10^{-5} < Fr \leq 3,6 \cdot 10^{-4}$
3	$3,6 \cdot 10^{-4} < Fr \leq 3,6 \cdot 10^{-3}$
4	$3,6 \cdot 10^{-3} < Fr \leq 3,6 \cdot 10^{-2}$
5	$Fr > 3,6 \cdot 10^{-2}$

Výsledkom je hodnota finančného rizika R_{FC} , ktorého výška závisí od stanovenej úrovne akceptovateľnosti manažmentom organizácie pre každý posudzovaný zdroj, tab. 3.

Tab. 3 Príklad hodnotenia finančného rizika R_{FC}

Zdroj	NL	Lokalizácia	Množstvo [t]	Frekvencia udalosti [rok ⁻¹]	Fr kategória	FC* kategória	R_{FC}
Z1	CS ₂	Pristavená železničná cisterna na pozíciu stáčania	30	1,19E-06	1	C	nízke
Z2		Stáčanie železničnej cisterny	30	2,73E-06	1	C	nízke
Z3		Potrubie stáčanie - sklad	53	5,90E-06	1	C	nízke
Z4		Podzemný skladovací zásobník	200	1,00E-08	1	D	stredné
Z5		Potrubie sklad - výrobná jednotka	4	1,1E-03	3	C	nízke
Z6	NH ₃	Chladiaca jednotka s NH ₃	30	5,00E-07	1	C	nízke

* Poznámka: Odhad veľkosti škody pri úniku NL zo zdroja sa môže časom meniť v závislosti od obchodných cieľov organizácie.

5. ZÁVER

Oblasť rizík sa čím ďalej tým viac dostávajú do pozornosti v manažérskych systémoch [4]. Nové systémy so zvyšovaním zložitosti, používaním nových materiálov a technológií si vyžadujú starostlivé posúdenie rizík a prijatie kvalifikovaných rozhodnutí, aby stroje a zariadenia pracovali bezpečne. Na tieto trendy reagovala aj technická komisia CEN/TC 319 „Údržba“ vydaním novej európskej normy EN 16991:2018: Risk-Based Inspection Framework. Normu by mali poznať predovšetkým manažéri a inžinieri údržby v procesnom priemysle, v energetike, výrobe ocele ale aj iných odvetviach, a využiť ju na zvýšenie efektívnosti a bezpečnosti nimi udržiavaných zariadení.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] EN 16991:2018, Risk-Based Inspection Framework, CEN, Brussels, 2018.
- [2] EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. CWA 15740:2008; Risk-Based Inspection and Maintenance Procedures for European Industry (RIMAP). CEN, Brussels, 2008.
- [3] JOVANOVIĆ. A. (2004). Overview of RIMAP project and its deliverables in the area of power plants. Int. J. Press. Vessels Piping. 2004, 81 (10-11) pp. 815 - 824.
- [4] JOVANOVIĆ. A. (2000). Extending the concept of Risk-based Inspection (RBI) to Risk-based Life, Management (RBLM). State-of-the-art Resource Document prepared for and under a subcontract of JRC, Petten, May 2000, EU DGIII (EUR report), Luxembourg, pp. 174.
- [5] RIMAP, Risk-Based Inspection and Maintenance Procedures for European industry, EU FP5-GROWTH project, Project ID: G1RD-CT-2001-03008 (available on CORDIS).
- [6] PAČAIOVÁ, H., MARKULIAK, Š., NAGYOVÁ, A.: Význam rizika v manažérskych systémoch. ISBN 978-80-553-2618-4. Košice : BEKI Design, s.r.o., 2016

Kontaktná adresa:

doc. Ing. Juraj GREŇČÍK, PhD., KDMT SJF Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 1, 010 26 Žilina
e – mail: juraj.grencik@fstroj.uniza.sk, tel. 041 513 2553

prof. Ing. Hana PAČAIOVÁ, PhD., KBaKP SJF Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 042 00 Košice
e – mail: hana.pacaiova@tuke.sk, tel. 0903 719 474