

Posúdenie súčasného stavu hodnotenia bezpečnosti technických zariadení v reálnej prevádzke – výhody posudzovania rizikovosti strojov komplexným spôsobom

Juraj Sinay, Milan Oravec, Hana Pačaiová

Úvod

Hodnotenie bezpečnosti technických zariadení bolo v minulosti degradované na spoľahlivosť. Neskôr, s rozvojom manažérskych systémov, sa spoľahlivosť stala štandardom a prihládalo sa na tvorbu zariadení, ktoré spĺňajú požiadavky kladené na bezpečnosť strojného zariadenia.

V súčasnosti sa s rozvojom integrovaných manažérskych prístupov strojné zariadenie chápe v širšom kontexte, t. j. je súčasťou integrálneho celku.

Popri klasických požiadavkách na strojné zariadenie sa kladú aj systémové požiadavky, ktoré vyplývajú zo širších systémových požiadaviek.

V tejto súvislosti nemôže byť hodnotenie bezpečnosti len na základe požiadaviek noriem. Na bezpečnosť sa treba v tejto súvislosti pozeráť v širšom rámci, t. j. treba posudzovať rizikovosť komplexnými metódami.

1. Súčasný stav

Súčasná európska legislatíva v oblasti bezpečnosti technických zariadení vychádza zo smernice 98/37/EÚ o zhode právnych noriem pre stroje. Táto smernica nahradila pôvodné znenie smernice 89/392/EWG, ako aj jej doplnkov – smernice 91/368/EWG, 93/44/EWG a 93/68/EWG. V zmysle tejto smernice, prílohy I, odst. 1.1.2 je výrobca povinný odstrániť alebo minimalizovať nebezpečenstvá (ohrozenia), navrhnúť opatrenia na ovládanie ohrozenia (rizík), ktoré nemožno odstrániť, informovať používateľa stroja o zostatkových ohrozeniach a navrhnúť stroj tak, aby aj v prípade jeho chybného obsluhy nevznikli počas jeho prevádzky poruchy, príp. nehody.

Tieto požiadavky definujú nové druhy činností konštruktéra, výrobcu aj používateľa stroja, medzi ktoré patrí vykonávanie všetkých činností v rámci systémov riadenia rizík.

Moderná európska legislatíva vychádza z princípu aplikácie systémov riadenia rizika vo všetkých etapách technického života stroja, a to predovšetkým v etape:

- konštruovania a projektovania strojov,
- výroby strojov a výrobkov,
- prevádzky a údržby strojov,
- likvidácie a demontáže strojov.

1.1 Projekčná fáza

V projekčnej fáze sa tvorí základná filozofia strojného zariadenia. Súčasnú stroje, zariadenia, strojné celky sa tvoria na základe nových prístupov, ktoré boli filozoficky podchytené v smerniciach 391, 392 EÚ (STN EN 292-1: Bezpečnosť strojných zariadení).

Tento prístup umožňuje konštruktérovi kreatívne vytvárať prvky bezpečnosti, kladie mu povinnosť vytvárať bezpečné zariadenia. Inžinieri, nielen na Slovensku, dosiaľ pod vplyvom zotrvačnosti aj tvorby čo najlacnejšieho strojného zariadenia nevnímajú nákladovosť ako funkciu času (časového intervalu).

Dodatočné náklady, ktoré musí vynaložiť prevádzkovateľ pri nevhodne zvolenej filozofii bezpečnosti strojného zariadenia, tvoria 10 – 30 % z nadobúdajúcej ceny strojného zariadenia!

Pri tvorbe liniek a súborov strojov často dochádza k skladbe strojného zariadenia s rôznou koncepciou bezpečnosti. Tento jav možno pozorovať, ak nie sú jednoznačne určené ciele, ktoré treba splniť v rámci bezpečnosti.

V Slovenskej republike boli vstupom do EÚ vydané nariadenia vlády č. 308/2004 a č. 310/2004 s účinnosťou od 15. mája, ktorými sa ustanovujú podrobnosti o technických požiadavkách a postupoch posudzovania zhody pre elektrické a strojové zariadenia.

Príloha č. 1 NV č. 310/2004 Z. z. definuje technické požiadavky platné pre všetky strojové zariadenia!

Bod 1.1.2 tejto prílohy stanovuje: **Zásady integrovanej bezpečnosti.**

„... strojové zariadenie musí byť skonštruované tak, aby jeho prevádzka, nastavovanie a údržba nespôsobili pri používaní za predpokladaných podmienok ohrozenie osôb. Cieľom prijatých opatrení musí byť vylúčenie rizika akéhokoľvek úrazu počas predpokladanej životnosti strojového zariadenia vrátane montáže a demontáže, a to aj v nezvyčajných, ale predvídateľných situáciách!“

Špecifikovanie a dodržiavanie týchto požiadaviek vyžaduje riešenie problémov z hľadiska ochrany zdravia a bezpečnosti pri práci strojových a elektrických zariadení práve v ich konštrukčnej a projekčnej etape.

1.2 Realizačná fáza

V realizačnej fáze strojných zariadení sa môžu objaviť problémy, ktoré neboli riešené v konštrukčnej fáze. Tieto problémy treba riešiť, avšak nesmie sa upustiť od koncepcie bezpečnosti definovanej v konštrukčnej fáze.

Možné spôsoby riešenia závisia od času, ktorý je k dispozícii. Ako najvhodnejšia forma so zreteľom na možné straty, ako aj na nasledujúce etapy sa javí tímová práca príslušných skupín.

sledované ciele	úroveň A	úroveň B	úroveň C
S/E <i>potenciálne riziko pre ľudí a environment</i>	porucha zariadenia vyvolá sériu účinkov na zamestnancov a environment – možnosť vzniku havárie alebo závažnej priemyselnej havárie	porucha zariadenia môže spôsobiť úraz a môže mať vplyv na environment	vznik poruchy nemá vplyv na bezpečnosť a nevyvolá poškodenie environmentu

Tab.1

Zodpovedný realizátor by mal vzhľadom na minimalizovanie strát postupovať v tejto fáze nad rámec štandardov.

Minimálnou požiadavkou na bezpečnosť je dostatočne identifikovať zmeny, vyhodnotiť ich a vytvoriť bezpečné zariadenia a postupy.

Podobne ako v prvej fáze možno minimalizovanie strát dosiahnuť vhodnou štruktúrou tímu (bezpečnostný inžinier, procesný inžinier, technolog ap.).

Výstupom z realizačnej fázy sú hotové produkty, ktoré preberá používateľ. Dostatočne vhodné popisy, návody na používanie strojného zariadenia obsahujú aj tie riziká, ktoré nebolo možné odstrániť, resp. ktoré vznikli v realizačnej fáze.

Je však reálne, že filozofické myslenie zhmotnené v stroji je nad rámec štandardných noriem, nakoľko normy opisujú len existujúce riešenie.

1.3 Fáza prevádzky

Táto etapa strojného zariadenia je najrozsiahlejšia. Obsluha odhalí každodenným prístupom problémy, ktoré sa neriešili v predchádzajúcich fázach. Bezpečnosť výrobného procesu a spoľahlivá výroba kvalitných výrobkov minimalizuje straty. Obsluha musí byť vtiahnutá do procesu identifikácie a tvorby generických databáz, ako aj do väzby s konštrukčnými zložkami, ktoré projektovali toto zariadenie.

Zmeny vlastného know-how, filozofie riadenia a ovládania strojného zariadenia by sa mali konfrontovať so základnou filozofiou bezpečnosti zvolenou na začiatku.

V tejto fáze treba chápať strojnú zariadenie v širších súvislostiach, nakoľko je v systéme zaradený tvoriaci celok, ktorého úlohou je výsledný produkt.

Pri tvorbe bezpečných pracovných postupov treba prihliadať na manažérske postupy, existujúce programy riadenia celkov (podnik, závod), ktoré sú vo väčších podnikoch často rozporné vzhľadom na bezpečnosť.

Norma STN EN 1050: Bezpečnosť strojov (princípy posudzovania rizík) uvádza „všeobecné princípy postupu, t. j., posudzovania rizika, pri ktorom sa musí prihliadať na poznatky a skúsenosti z konštruovania, používania a škôd súvisiacich so strojnami, aby sa mohlo riziko posúdiť vo všetkých etapách životnosti stroja.“

Riadenie rizika zahŕňa:

- analýzu rizika:
 - a) určenie hraníc stroja,
 - b) identifikovanie ohrozenia strojom,
 - c) odhadovanie rizika,
- hodnotenie rizika,
- opatrenia na zníženie hodnoty rizika.

Príčom informácie potrebné na posúdenie rizika sú takéto:

- vymedzenie hraníc stroja,
- požiadavky na jednotlivé etapy životnosti stroja,

- výkresová dokumentácia alebo iné materiály, charakterizujúce druh stroja,
- informácie o pohone stroja,
- úrazová štatistika a údaje o nehodách,
- akékoľvek informácie o poškodení zdravia strojom.

Pri posudzovaní stratégie údržby je nevyhnutné mať vedomosti o zariadeniach z hľadiska ich ohrozenia a najmä o možných dôsledkoch týchto ohrození. Jednoducho povedané, ak chce manažment riadiť údržbu efektívne, musí dôsledne analyzovať ohrozenia a na základe takto vytvorenej databázy informácií stanoviť kategóriu ich významnosti – rizikovosti spojené s jeho požadovanou funkciou. Prioritou z hľadiska posudzovania rizikovosti – kritickosti zariadení sú straty spojené s bezpečnosťou – ak môže porucha daného zariadenia ohroziť zdravie a život človeka a ak dôsledok poruchy predstavuje ohrozenie životného prostredia.

Ak sa z hľadiska posudzovania kategórie strojov zvolia parametre napr. 1, 2, 3 alebo A, B, C, tak zariadenie typu 1 alebo A predstavuje zariadenie najvyššej kategórie – rizikovosti a stratégia údržby z hľadiska vykonávaných činností predstavuje definovanie takého súboru pravidiel (prediktívna údržba), aby bola pravdepodobnosť zlyhania zariadenia (jeho prvku alebo uzla) čo najnižšia. Opatrenia na zníženie rizika napr. školenia, bezpečnostné prvky, diagnostické prístroje, predstavujú minimálne investície oproti možným stratám.

Závažnosť dôsledku							Pravdepodobnosť vzniku nehody		
Kategória / popis	Úraz (platí len pre bezpečnostné riziká)	Iné poškodenie zdravia (platí iba pre zdravotné riziká)	Straty na majetku (SK,-)	Prestoj	Výrobné straty	Environmentálny dopad	Úroveň	Popis	Definícia
I katastrofický	smrť	profesionálne poškodenie zdravia je takmer isté – hraničný limit je prekročený	> 5 mil.	> 7 dní	> 5 mil.	Dlhodobý - (5 rokov a viac) - zničenie prostredia alebo náklady na jeho obnovu, resp. pokuta vyššia ako 5 mil.	A	nikdy	Fyzicky nie je možný výskyt.
II kritický	ťažký úraz alebo choroba s trvalými následkami a dĺžkou PN nad 5 dní	profesionálne poškodenie zdravia je vysoko pravdepodobné - štandardný limit* je prekročený, avšak neprekračuje hraničný limit	od 100 tis. do 5 mil.	od 1 do 7 dní (vrátane)	od 1 mil. do 50 mil.	V rozmedzí 1 až 5 rokov - zničenie prostredia alebo náklady na jeho obnovu, resp. pokuta v rozsahu 100 tis. až 5 mil.	B	skoro nikdy	Pravdepodobnosť výskytu počas 25 rokov sa blíži k nule
III hraničný	úraz alebo choroba bez trvalých následkov s dĺžkou PN nepresahujúcou 5 dní	spravidla nespôsobuje profesionálne poškodenie zdravia (vo výnimočných prípadoch môže dôjsť k poškodeniu zdravia) - nie je prekročený štandardný limit	od 10 tis. do 100 tis.	od 2 hod. do 24 hod. (vrátane)	od 10 tis. do 100 tis.	Krátkodobý (menej ako 1 rok) - zničenie prostredia alebo náklady na jeho obnovu, resp. pokuta v rozsahu 10 tis. až 100 tis.	D	niekedy	Ohrozenie sa vyskytne raz mesačne až raz ročne.
IV bezvýznamný	drobné poranenie, ktoré nevyžaduje lekárske ošetrovanie ani PN	nemá žiaden negatívny dopad na zdravie	< 10 tis.	do 2 hod. (vrátane)	< 10 tis.	Bezvýznamné poškodenie prostredia alebo náklady na jeho obnovu, resp. pokuta nižšia ako 10 tis.	E	často	Ohrozenie sa opakovane vyskytne v priebehu týždňa.
							F	veľmi často	Ohrozenie sa vyskytuje takmer nepretržite.

Obr.1 Príklad interpretácie pravdepodobnosti a dôsledku vzhľadom na možné typy strát – v závislosti od sledovaných cieľov [2]

Všeobecne môžeme rizikovosť zariadení popísať vzťahom, vychádzajúc zo základného vzťahu pre definíciu rizika:

$$R = P \cdot D \quad (1)$$

kde P predstavuje pravdepodobnosť vzniku negatívneho javu, v našom prípade poruchy,
 D – jeho dôsledok, teda straty spôsobené výskytom danej poruchy.

Z hľadiska posudzovania typov dôsledkov porúch možno definovať dôsledok ako funkciu strát rôzneho typu:

$$D = f(B, E, Q, F, Vr, N) \quad (2)$$

kde jednotlivé parametre predstavujú straty v oblasti:

- B – bezpečnosti,
- E – environmentu,
- Q – kvality,
- F – frekvencie porúch,
- Vr – výrobných strát,
- N – priamych nákladov na údržbu.

Príklad posudzovania kritickosti zariadení napr. v oblasti bezpečnosti je v tab. 1.

Využitie takéhoto prístupu je prvým krokom vo vzťahu údržby k posudzovaniu komplexných podnikových strát. Druhým krokom je využitie metódy FMEA/CA na podrobnejšiu analýzu kritických zariadení z hľadiska príčin porúch so závažným dôsledkom, ich uzlov a prvkov, a následné stanovenie nápravných opatrení a vhodných stratégií údržby na elimináciu rizík.

Nevýhodou, resp. štandardným problémom je nedostatok historických údajov o poruchách a nepochopenie náročnosti takejto analýzy. Avšak počiatočné problémy podporené vhodnou motiváciou nepopierateľne predstavujú mnohonávrtnú investíciu.

Príklad interpretácie matice pravdepodobnosti a dôsledku z hľadiska komplexného sledovania strát je na obr. 1.

1.4 Fáza likvidácie strojného zariadenia

Stroj je vyradený za predpokladu, že nedokáže plniť požadované funkcie, nakoľko sa zmenili požiadavky kladené na výrobný proces. Ďalšou fázou, ktorá nasleduje v rámci života stroja, je jeho likvidácia.

Likvidovať strojné zariadenie znamená nielen bezpečne rozobrať, demontovať strojné zariadenie, ale v rámci environmentálnych prístupov aj jeho recykláciu (znovupoužitie).

Požiadavky na bezpečnosť sa v tejto etape kladú prevažne na pracovné postupy súvisiace s demontážou. Aj tu sa treba pridržiavať základnej filozofie, definovanej na začiatku.

2. Východiská – opatrenia

Systémový prístup v oblasti konštruovania bezpečných systémov znamená:

- Jednotnú filozofiu, jej dodržiavanie. Umožňuje minimalizovať straty, ktoré vznikajú prídavnými opatreniami.
- Tímovosť práce. Každá etapa musí zahŕňať tímovú prácu, kde sú definované ciele, preverené spätnými väzbami v rámci výstupu z danej etapy.
- Systémovosť práce v rámci jednotlivých etáp.
- Integrácia v rámci tímovosti umožňuje minimalizovať straty.
- Zahrnúť obsluhu do procesu tvorby bezpečných pracovných postupov a znalostných databáz.

Záver

Súčasný stav pri tvorbe zariadení, súborov zariadení a technologických celkov dáva vedúcemu projektu (projektmanager) povinnosti, ktoré treba splniť so zreteľom na definovaný čas.

Chybou dnešných postupov je slabá predprojektová a projektová fáza, kde pri požiadavkách na dodržanie termínu dochádza k nesyntetickým operatívnym riešeniam. Náklady vynaložené na tieto riešenia sa prenášajú aj do ďalších fáz životnosti strojného zariadenia.

Literatúra

- [1] PAČAIOVÁ, H., SINAY, J.: Analýza rizík – nástroj pre voľbu efektívnej stratégie údržby. In: ÚdržbaA 2003, Praha, ČR, s. 8.
- [2] DEMČÁK, M.: Matica posúdenia rizika, úvodná analýza ohrozenia. In.: Bezpečnosť práce. 6/2003, s. 5.

43

prof. Ing. Juraj Sinay, DrSc.
doc. Ing. Milan Oravec, PhD.
doc. Ing. Hana Pačaiová, PhD.

TU Košice
Strojnícka fakulta
Katedra bezpečnosti a kvality produkcie
Letná 9, 042 00 Košice
e-mail: juraj.sinay@tuke.sk
hana.pacaiova@tuke.sk