


Vliv podmínek při řešení havarijní situace na spolehlivost lidského činitele

 11.01.2013

impact of conditions in solving of emergency situations on the human reliability

Luboš Kotek¹

¹*Odbor kvality, spolehlivosti a bezpečnosti, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky, Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, Technická 2896/2, 616 69 Brno, e-mail: kotek.l@fme.vutbr.cz*

bezpečnost

havarijní situace

spolehlivost lidského činitele

Abstrakt

Spolehlivost lidského činitele je důležitým faktorem při vzniku mnoha nebezpečných situací. Ovšem i samotná havarijní situace výraznou měrou ovlivňuje spolehlivost lidského činitele, a to jak změnou podmínek, tak i z hlediska ergonomie obsluhy. a právě rozbor vlivu podmínek havarijní situace na spolehlivost lidského činitele, který ji řeší, je obsahem tohoto článku.

Klíčová slova: spolehlivost lidského činitele, havarijní situace, bezpečnost

Abstract

Human reliability has been recognized as an important factor for many chemical accidents occurrence. However, the emergency situation significantly affects the human reliability by changing of the conditions and by different ergonomic situation. This paper is focused on impact of conditions in solving of emergency situations on the human reliability.

Keywords: human reliability, emergency situation, safety

1. Úvod

Hlavním úkolem pracovníků při havarijním zásahu, případně při likvidaci následků havárie (např. v chemických výrobcích nebo v jaderné energetice), je především zastavení dalšího rozvoje havárie (regulace parametrů procesu do předepsaných mezí) a použití technických a organizačních prostředků pro omezení havarijních následků. V případě, že operátor při řešení havarijní situace selže, je pravděpodobné, že se její následky prohloubí.

Ovšem i samotná havarijní situace výraznou měrou ovlivňuje spolehlivost lidského činitele, a to jak změnou podmínek,

tak i z hlediska ergonomie obsluhy. V analýzách rizik dle zákona č. 59/2006 Sb. je legislativně stanoveno odhadnout pravděpodobnosti scénářů závažných havárií. Při kvantitativním hodnocení se často vyskytuje i kvantitativní hodnocení spolehlivosti lidského činitele (jednoduchými metodami HRA nebo pomocí generických dat). Opomenutí specifických podmínek při havarijním zásahu může někdy vyústit v závěr, kdy např. pouze díky uvažování bezchybného zásahu operátora při havarijním zásahu v kritických podmínkách vyjde riziko jako přijatelné.

Právě rozbor vlivu podmínek havarijní situace na spolehlivost lidského činitele, který ji řeší, je obsahem tohoto článku.

2. Interakce lidského operátora

Pokud se zaměříme na interakci obsluhy se zařízením při havarijních situacích, můžeme ji rozdělit na tři hlavní kategorie:

- zásahy omezující rozvoj havárie – u operátora chemické výroby se jedná zejména o činnosti, které navrátí proces do bezpečných mezí, příkladem je zastavení úniku látky ze zařízení;
- zásahy omezující následky havárie – například odpojení elektrické energie (odstranění zdrojů iniciace) nebo spuštění havarijního skrápění;
- zásahy omezující následky na okolním obyvatelstvu – jedná se především o havarijní evakuaci obyvatelstva v souladu s vnějším havarijním plánem.

Při havarijním zásahu pracuje operátor v podmínkách, které z různých příčin negativně ovlivňují spolehlivost lidského činitele. V dalším textu jsou rozebrány tři nejvýznamnější faktory, které specificky ovlivňují spolehlivost lidského činitele (tedy nejsou popisovány faktory, které se vyskytují trvale, např. nemoc, únava nebo osobní kvality a schopnosti lidského operátora).

V dalším textu neuvažujeme způsob, případně vliv abnormálních podmínek na zjištění havarijního stavu operátorem, např. pomocí řídicího systému, alarmů. Výstražný signál musí být jasný, zřetelný a jednoznačný, protože na jeho základě je zahájen proces kognitivní a rozhodovací, na základě nichž by měl být operátor schopen adekvátně zasáhnout a zabránit tak případným škodám. [1]

3. Legislativa

V české legislativě (5. metodický pokyn odboru environmentálních rizik Ministerstva životního prostředí k rozsahu a způsobu zpracování dokumentu „Posouzení vlivu lidského činitele na objekt nebo zařízení v souvislosti s relevantními zdroji rizik“ podle zákona č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií) je uloženo kvalitativní hodnocení vlivu lidského činitele na bezpečnost [2], které by se mělo skládat z následujících kroků:

- identifikace kritických pracovních pozic,
- kategorizace systému člověk – technologie,
- analýza úkolů prováděných při obsluze zařízení, které je identifikováno jako zdroj rizika,
- zjištění osobnostních determinant spolehlivosti lidského činitele.

Pro upřesnění metodický pokyn stanovuje, že analýza úkolů a činností vykonávaných pracovníky na kritických pracovních pozicích by měla optimálně vycházet z hierarchického diagramu uspořádání jednotlivých úkolů a podúkolů a jejich vzájemných vazeb.

Ovšem i v analýzách rizik dle zákona č. 59/2006 Sb. je legislativně stanoveno odhadnout pravděpodobnosti scénářů závažných havárií. Analýza rizik musí obsahovat následující části:

- identifikace zdrojů rizika (nebezpečí),

- určení možných scénářů událostí a jejich příčin, které mohou vyústit v závažnou havárii,
- odhad dopadů možných scénářů závažných havárií na zdraví a životy lidí, hospodářská zvířata, životní prostředí a majetek,
- odhad pravděpodobností scénářů závažných havárií,
- stanovení míry rizika,
- hodnocení přijatelnosti rizika vzniku závažných havárií.

Při kvantitativním hodnocení se často vyskytuje i kvantitativní hodnocení spolehlivosti lidského činitele (jednoduchými metodami HRA nebo pomocí generických dat). Nejčastěji používané metody pro kvantitativní hodnocení spolehlivosti lidského činitele v ČR jsou metody TESEO, HEART nebo PHEA.

Analýza ovšem posuzuje pouze tzv. „normální stav“, hodnocení činností obsluhy zařízení v havarijních situacích není její součástí. Přesto mohou právě havarijní podmínky zásadním způsobem změnit schopnost operátora vyřešit havarijní situaci.

Metody pro kvantitativní hodnocení spolehlivosti lidského činitele

V tomto článku jsou pro hodnocení vlivu jednotlivých faktorů na spolehlivost lidského činitele použity dvě jednoduché metody, metoda TESEO a HEART. Obě metody patří mezi tzv. metody HRA první generace (neuvažuje kognitivní funkce člověka).

Metoda TESEO (Tecnica Empirica Stima Errori Operatori) je tzv. screeningová metoda, která hodnotí spolehlivost lidského činitele na základě pěti základních faktorů (typ úkolu, dostupný čas na splnění úkolu, úroveň schopnosti/zkušeností operátora, aktuální stav operátora a ergonomické faktory). [7]

Metoda HEART (Human error assessment and reduction technique) je pokročilejší metoda založená na principu zjištění všech faktorů, které ovlivňují spolehlivost lidského činitele a jejich kvantitativní vyhodnocení. Výhodou této pokročilejší metody je, že její výsledky byly mnohokrát mezinárodně ověřovány. [8]

4. Podmínky při havarijní situaci

Při havarijní situaci dochází oproti normálnímu stavu ke změně podmínek pro práci obsluhy, která se snaží o omezení rozvoje havárie, případně o omezení jejích následků. a faktory této situace snižují spolehlivost zásahu vedeného pro její řešení, tedy specificky ovlivňují spolehlivost lidského činitele. Nejsou tedy popisovány faktory, které se vyskytují trvale, např. nemoc, únava nebo osobní kvality a schopnosti lidského operátora).

Hodnocené faktory jsou stres, specifické podmínky prostředí a negativní vliv ochranných pomůcek.

Stres

Vliv stresu na obsluhu při havarijním zásahu dosud nebyl plně prozkoumán, přesto některé metody, které jsou určeny pro kvantitativní hodnocení spolehlivosti lidského činitele, s vlivem stresu počítají. Stres omezuje schopnost přijímat a zpracovávat informace a zhoršuje pravděpodobnost nesprávného výsledku rozhodovacího procesu. [3]

Například screeningovou metodou TESEO, která slouží pro odhad spolehlivosti činnosti obsluhy, vychází pravděpodobnost selhání operátora 300× vyšší v případě krizového stavu oproti normálnímu provozu (100× mimořádná nepředvídaná událost, 3× stav úzkosti a stresu).

Z metody HEART vychází pravděpodobnost selhání při řešení krizového stavu asi 187× vyšší než v případě normálního provozu (17× nestandardní situace, 11× nedostatek času).

Stres samotný může být doplněn dalšími vlivy, které výrazně snižují myšlenkovou výkonnost člověka, např. únavou, nebo dokonce spánkovou deprivací. [4]

Podmínky prostředí

V případě havarijní situace je někdy zhoršený stav pracovního prostředí identifikátorem havarijního stavu (hluk, teplota, kouř). Zároveň ovšem zvyšuje pravděpodobnost selhání obsluhy.

Vyhodnocením vlivu prostředí na spolehlivost lidského činitele se věnuje Výzkumný ústav bezpečnosti práce, vlivu tepelné zátěže na spolehlivost lidského činitele se věnuje například článek [10].

Metoda TESEO by hodnotila pravděpodobnost selhání operátora jako až 10× vyšší v případě zásadního zhoršení klimatických podmínek, například při ohrožení života těmito podmínkami.

Metoda HEART vliv vnějších podmínek nehodnotí.

Vliv ochranných pomůcek

V případě, že zásah pro zastavení rozvoje události je prováděn v ochranném obleku (např. protichemickém), dojde k dalšímu zvýšení pravděpodobnosti selhání obsluhy. Negativní aspekty spočívají zejména ve zhoršení podmínek pro komunikaci mezi pracovníky (zhoršení výhledu, omezení sluchu i možnosti komunikovat řečí), zhoršení manuální zručnosti (rukavice), ztrátě schopnosti identifikovat další osoby v místě zásahu a jejich zdravotní stav, v respiračním stresu (odpor vzduchu ve filtru) a působení tepla. Další problémy mohou nastat u osob s klaustrofobií, případně s korekčními pomůckami (brýlemi). [5]

Metodami pro hodnocení spolehlivosti lidského činitele není možné vyjádřit vliv ochranných pomůcek na pravděpodobnost selhání. Nové studie [6] však tento odhad umožňují. V popsáných testech (Minnesota Dexterity Test a Mirror Tracer Test) bylo zjištěno, že při použití protichemického obleku se zvýší čas potřebný na zvládnutí úkolu a také se zvýší pravděpodobnost chyby (podle typu testu asi o 30 %).

5. Závěr

Selhání obsluhy při havarijních situacích stále není dostatečně zmapováno a stále nebyly provedeny dostatečné experimenty. Z dosud používaných metod a výzkumů lze usuzovat, že zvýšení pravděpodobnosti selhání bude značné a bude způsobeno zejména faktory stres, zhoršení pracovního prostředí, nutnost použít dodatečné pracovní pomůcky. Popsané experimenty prováděné s obsluhou bez dostatečného výcviku zvládnutí havarijních situací (je nutno brát v úvahu omezenou přenositelnost zjištěných poznatků) tuto výraznou úroveň selhání dokumentují.

V posouzení vlivu lidského činitele na objekt nebo zařízení v souvislosti s relevantními zdroji rizik podle zákona č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií, ve znění pozdějších předpisů, se dosud vliv havarijní situace na spolehlivost obsluhy neuvažuje. Hodnocení spolehlivosti lidského činitele kvantitativními přístupy je velmi obtížné, neboť lidský činitel je za podmínek panujících v procesním průmyslu element natolik nepředvídatelný, že nelze jednoduše dojít k číselnému výsledku, který by věrohodně charakterizoval pravděpodobnost jejich selhání.

Přesto se v některých případech v analýzách rizik dle zákona č. 59/2006 Sb. v části odhad pravděpodobnosti scénářů závažných havárií (především jako vstupy do analýzy stromu událostí) pravděpodobnosti selhání lidského činitele objevují. Jak ukázal rozbor faktorů ovlivňujících spolehlivost lidského činitele při havárii, je nezbytné se v těchto případech zabývat zvýšením chybovosti obsluhy.

Literatura

- [1] KOTEK, L.; BABINEC, F.. Analýza vlivu lidského činitele na bezpečný provoz rozsáhlých technologií. In *Sborník příspěvků 18. konference APROCHEM 2009*. Milovy, 2009.
- [2] Metodický pokyn odboru environmentálních rizik Ministerstva životního prostředí k rozsahu a způsobu zpracování dokumentu „Posouzení vlivu lidského činitele na objekt nebo zařízení v souvislosti s relevantními zdroji rizik“. *Věstník ministerstva životního prostředí*, 2007, ročník XVII, částka 3.
- [3] WHITTINGHAM, Robert B. *The blame machine : why human error causes accidents*. Boston : Elsevier, 2003. ISBN 07-506-5510-0.
- [4] MCBRIDE, K. M. Mitigation of three types of stress on cognitive performance. *Aviation, space and environmental medicine*, 2007, vol. 78, no. 5.
- [5] FINE, B. J. Global security. *Human Performance of Military Tasks While Wearing Chemical Protective Clothing* [online]. 2002 [cit. 2012-10-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.globalsecurity.org/wmd/library/report/2002/mopp-human-performance.htm>>.
- [6] MURRAY, Susan L.` SIMON, Yvette L.; SHENG, Hong. The effects of chemical protective suits on human performance. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 2011, vol. 24, no. 6, s. 774-779. ISSN 09504230.
- [7] BELLO, G.C.; COLOMBARI, C. The human factors in risk analyses of process plants : the control room operator model, TESEO. *Reliability Engineering*, 1980, no. 1, s. 3-14.
- [8] WILLIAMS, J.C. HEART : a proposed method for achieving high reliability in process operation by means of human factors engineering technology. In *Proceedings of a Symposium on the Achievement of Reliability in Operating Plant, Safety and Reliability Society*. Birmingham : NEC, 1985.
- [9] Zákon č. 59/2006 Sb. o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky.
- [10] BERNATÍKOVÁ, Š.; MALČÍKOVÁ, K.; MALÝ, S. Vliv sálavého tepla na spolehlivost výkonu lidského činitele. In *Bezpečnost a ochrana zdraví při práci 2006 : sborník přednášek*. 1. vyd. Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006. S. 16-24.

Vzorová citace

KOTEK, Luboš. Vliv podmínek při řešení havarijní situace na spolehlivost lidského činitele. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online], 2012, roč. 5, č. 3-4. Dostupný z WWW: <<http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-03-04-2012/havarie-lidsky-cinitel.html>>. ISSN 1803-3687.

Autor článku:

Ing. Luboš Kotek, Ph.D.