

# Projekty Six Sigma v oblasti zlepšovania bezpečnosti

*Michal TKÁČ – Marek ANDREJKOVIČ*

## Úvod

V súčasnej dobe je problematika zlepšovania bezpečnosti nutnou súčasťou každej firmy. Z toho dôvodu sme v spoločnosti ABC<sup>1</sup> uskutočnili štúdiu využitia metodológie Six Sigma pre projekty v oblasti zlepšovania bezpečnosti. Oblasť bezpečnosti je pritom v mnohých aspektoch pre podnikanie kritická, vzhľadom na skutočnosť, že je do značnej miery regulovaná rozličnými legislatívnymi opatreniami. Neskôr popísané postupy pre projekty Six Sigma v oblasti zlepšovania bezpečnosti aplikujeme na konkrétny príklad v oblasti stanovovania potreby odbornej hasičskej asistencie. V tomto článku poukážeme na nové prístupy využívané pri zlepšovaní v oblasti bezpečnosti a na hodnotení týchto projektov. Hodnotenie týchto projektov bude realizované nielen z hľadiska rizika, ale aj z pohľadu ekonomických aspektov zlepšovania. V článku využijeme rozličné nové metódy ako pravdepodobnostná analýza rizika, expertné hodnotenie a analýzu skrytých nákladov. Konkrétne sme sa zaoberali problematikou určovania opodstatnenosti profesionálnej požiarnej asistencie v spomínanej spoločnosti ABC.

## 1. Teoretický základ

V modernej teórii sa stretávame s rozličnými definíciami integrovaných systémov. Pri našej činnosti sme sa držali definícií podľa Tkáča [1] a Wendlinga [2]. Podľa prístupu druhého z menovaných autorov sme definovali konkrétnu časť podnikových činností, v oblasti ktorých sa budeme zaoberať projektmi zlepšovania. Oblasť zlepšovania bezpečnosti teda považujeme za súčasť integrovaných systémov, ktorá nezanedbateľne vplyva na podnikové činnosti ako aj na konečný vyrábaný produkt. Využijúc prístup Chvátala [3] sme zadefinovali jednotlivé oblasti procesov, ktorých sa integrovaný systém spoločnosti dotýka. Prístup menovaného autora ilustrujeme na Obrázku č. 1.

Vzhľadom na definíciu kvality podľa ISO 9000-2000 [4] musíme zdôrazniť význam bezpečnosti. V prípadoch, kedy v spoločnosti dochádza k vzniku extrémneho ohrozenia alebo úrovne neakceptovateľného rizika môžeme len s ťažkou predpokladať dosiahnutie spokojnosti zainteresovaných strán, a to nie len zamestnancov a zákazníkov, ale aj celej verejnosti. Pri zlepšovaní bezpečnosti sa v nami spomínanej spoločnosti používajú okrem iného aj základné nástroje zlepšovania. V ich definovaní vychádzame z publikácií Gitlow [5], Fitzgerald –

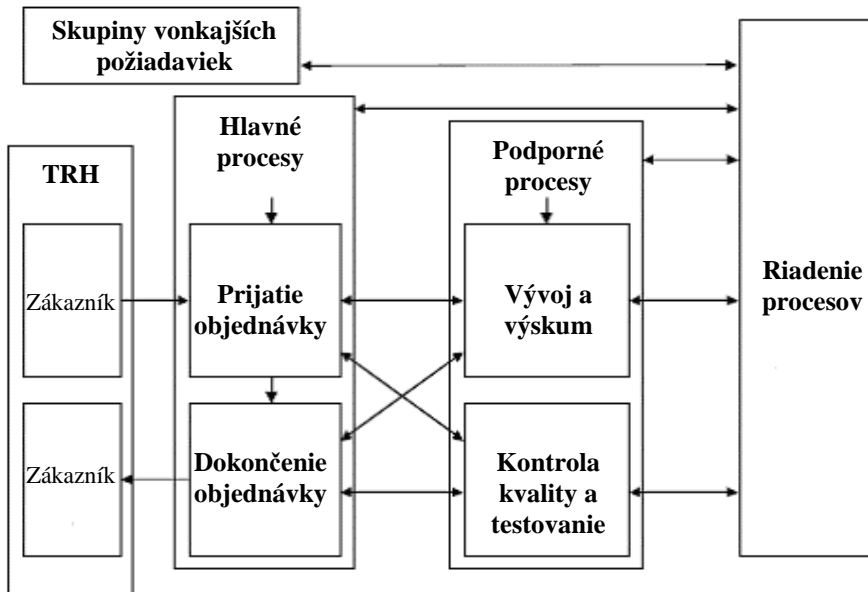
---

<sup>1</sup> Vzhľadom na skutočnosť, že spoločnosť si neželá uvádzanie svojho obchodného názvu, tento názov je fiktívny ale predstavuje reálnu spoločnosť v oblasti veľkých podnikov v regióne východného Slovenska.

Fitzgerald [6], Silver – Silver [7], Ryan [8], Ott [9] a Ishikawa [10]. Metodológia zlepšovania Six Sigma pritom zabezpečuje dosiahnutie hlavného princípu tejto metodológie, a to „3,4 PPM“, čo možno označiť ako 3,4 nezhodných výrobkov na každý milión vyrobených výrobkov. [11] Táto metodológia pozostáva z piatich základných fáz, ktoré budú v tomto článku neskôr podrobne popísané.

Obrázok č. 1

### Rozsah integrovaného systému firmy



Zdroj: CHVÁTAL, M.: *Integrated Management Manual*. Pražmo : Safr Ferak a.s. 2005. s. 8

V úvode sme spomenuli, že sa budeme zaoberať aj problematikou hodnotenia rizika ako jedného z faktorov hodnotenia projektov zlepšovania. Z toho dôvodu sme sa rozhodli využiť existujúcu Savageovu teóriu rozumného rozhodnutia [12]. Savage vo svojej teórii postupne definuje jednotlivé zložky konania ako čin, následok, stav sveta a iné. [12] Využitím základných Savageových pojmov môžeme dokázať, že rozumné uprednostnenie môže byť reprezentované prostredníctvom predpokladaného úžitku. Následne využitím tohto dôkazu Savage zobrazuje šesť základných axiém. V prípade, ak bude dodržaných všetkých šesť axiém, môžeme hovoriť o rozumnom rozhodovaní sa subjektu. [12]

V našom prípade sme riziko definovali ako súčin pravdepodobnosti nastatia danej nežiadúcej udalosti a následkov, ktoré daná udalosť pri svojom nastatí spôsobí. Takéto definovanie rizika môžeme nájsť v prácach autorov Varcholová [13], Knight [14], Bready – Mayers [15] a taktiež v direktíve SEVESO II [16]. V spomínanej direktíve sa bezpečnosť definuje ako stav, kedy je miera zostatkových rizík akceptovateľná. Nebezpečenstvo je teda vlastnosť alebo

schopnosť nejakého prvku systému zapríčiniť vznik škody. Ohrozenie chápeme ako aktívnu vlastnosť objektu spôsobiť negatívny jav. [16]

## 2. Popis projektov zlepšovania bezpečnosti

Pri analýze charakteristík projektov zlepšovania sme dospeli k viacerým javom. Pre projekty zlepšovania bezpečnosti je nevhodné využívať prístup kontinuálneho zlepšovania, ktorý požaduje existenciu a meranie „hlasu zákazníka“. V praxi sa mnohokrát stáva, že ostatné spolupracujúce organizácie chápu otázky bezpečnosti s nie dostatočnou vážnosťou. V takýchto prípadoch je potom rast bezpečnosti skrytý a bezpečnostné opatrenia, ktoré sa za týmto účelom vykonávajú, ako prebytočné a iba znižujúce výkonnosť ostatných procesov. Z toho dôvodu sú týmito organizáciami hodnotené negatívne a z toho dôvodu je takmer nemožné objektívne hodnotenie efektívnosti takýchto projektov zlepšovania bezpečnosti. Toto negatívne vnímanie bezpečnostných opatrení pritom môže viesť k zníženiu celkovej bezpečnosti.

Taktiež postup pre projekty nákladovej úspory nie sú vhodné pre projekty zlepšovania bezpečnosti. Projekty nákladovej úspory využívajú princíp znižovania nákladov. Pri projektoch zlepšovania bezpečnosti však zaznamenávame presne iba náklady, presné určenie prínosov projektu v ekonomickom vyjadrení je veľmi problematické. Z toho dôvodu tieto projekty ak by boli posudzované v súčinnosti s inými projektmi, ich porovnanie by bolo skreslené. V tomto prípade bolo možné využiť prístup viacerých autorov, ktorí pre projekty, v ktorých nie je možné dostatočne presne určiť ekonomické prínosy, odporúčajú využívať takzvané nákladové metódy hodnotenia projektov. V našom prípade však napríklad rádovo vyššia investícia môže spôsobiť významné kvalitatívne zlepšenie bezpečnosti, pričom investícia v malom objeme finančných prostriedkov nemusí významne ovplyvniť úroveň rizika ohrozenia. Z toho dôvodu je táto metóda pre projekty zlepšovania bezpečnosti nevhodná.

Pretože však bolo potrebné efektívne a objektívne hodnotiť projekty zlepšovania bezpečnosti, museli sme vypracovať nový typ projektov, ktorý dostal názov „Safety Improvement“. Pre tento typ projektov sme navrhli nový postup hodnotenia. Pre tieto projekty je však nedostatočné použitie iba základných nástrojov zlepšovania. Prínosy projektov zlepšovania bezpečnosti sme sa rozhodli určovať na základe rizikových čísel a expertného hodnotenia. Vzhľadom na spomínané komplikácie voči iným projektom zlepšovania kvality bolo potrebné využiť zložitejšie nástroje manažmentu rizika. Postup samozrejme zohľadňuje aj ekonomické kritériá. Vzhľadom na problematickosť určovania presného ekonomického prínosu jednotlivých projektov sme sa rozhodli využiť analýzu skrytých nákladov a prínosov.

### 2.1. Definuj

Pre každý projekt v metodológii Six Sigma je potrebné definovať jeho hlavný cieľ a taktiež prínos jednak pre samotný proces, ako aj pre ostatné zložky podniku a zainteresované subjekty. Vzhľadom na skutočnosť, že Six Sigma je zameraná projektovo, všetky zlepšovania bezpečnosti sa musia realizovať prostredníctvom schválených projektov. Spomínali sme, že je potrebné definovať prínos projektu. Pri projektoch Six Sigma sa môžeme stretnúť s viacerými možnými prínosmi. Prvým dôvodom realizácie projektu zlepšovania je získanie konkurenčnej výhody na základe analýzy produktov a služieb svojich konkurentov. Ďalším dôvodom môže byť úspora dodatočných nákladov spojených s daným procesom. V žiadnom prípade pod úsporou nákladov nechápeme nižšie náklady obstarania daného projektu, ktoré sme opisovali skôr. Taktiež pri zavádzaní nových technológií dochádza k vzniku potenciálnych konfliktov medzi systémami, procesmi alebo samotnými výrobkami. V týchto prípadoch zväčša sa využíva nástroj FMEA na identifikáciu, analýzu a odstránenie týchto potenciálnych konfliktov. V projektoch Six Sigma sledujeme tiež požiadavky zákazníkov, ktoré sa v čase môžu meniť. Takéto zmeny požiadaviek zákazníka alebo iného nadradeného procesu môžu byť tiež relevantným dôvodom zavedenia projektu zlepšovania. Naša spoločnosť ABC pritom realizuje pravidelné hodnotenie spokojnosti svojich zákazníkov v zmysle ISO 9000-2000. Niekedy sa stretávame aj s projektmi zlepšovania, ktoré boli iniciované zo strany zamestnancov. V takomto prípade zamestnanci odovzdávajú svojmu nadriadenému návrh projektu zlepšovania, ktorý sa podrobnejšie rozpracuje a odovzdá na schválenie.

V každom projekte zlepšovania musia byť taktiež definované materiálne a kapacitné možnosti, ktoré zväčša zahŕňajú zabezpečenie materiálnych zdrojov, personálne zabezpečenie, časové ohraničenie a zabezpečenie zdrojov pre podporu zlepšovania. Podpora zlepšovania predstavuje koordináciu jednotlivých projektov zlepšovania, technickej podpory a vzdelávania zamestnancov.

Vzhľadom na veľké množstvo projektov zlepšovania, ktoré sa v spoločnosti ABC realizujú, je potrebné centrálné evidovať všetky projekty. Z toho dôvodu je vypracovaná interná metodika evidencie.

## **2.2. Meraj**

V tejto časti projektu predkladateľ musí definovať jednotlivé metriky, pomocou ktorých bude projekt hodnotiť výkonnosť procesov. V našej problematike zlepšovania bezpečnosti si definujeme dve základné skupiny metrík. Prvou skupinou sú metriky zamerané na technický aspekt projektu zlepšovania, kedy sa zväčša jedná o samotné zníženie nebezpečia, respektíve ohrozenia určitou látkou alebo činnosťou. Druhá skupina je zameraná na ekonomický aspekt zlepšovania.

V prvej skupine dochádza k problému presného definovania technického aspektu zlepšenia bezpečnosti. Vzhľadom na nemožnosť automaticky presne definovať tento prínos, sme sa rozhodli využívať metódu expertného hodnotenia k objektívnemu určeniu hodnoty miery rizika a teda aj naliehavosti projektu.

Z dôvodu presného určenia odhadu je potrebné definovať dostatočne široký súbor odhadcov (expertov) z jednotlivých oblastí. Túto podmienku je potrebné zachovať vzhľadom na širokospektrálnosť činností vykonávaných v našej sledovanej spoločnosti. V jednotlivých prípadoch sa následne vylúčia zo zoznamu experti, ktorí by boli v danej oblasti hodnotenia nedostatočne odborne zainteresovaní, alebo tí, ktorí by mohli mať snahu určitým spôsobom ovplyvňovať výsledky hodnotenia. Takto dosiahneme bázu expertov, ktorí budú nestranne posudzovať danú situáciu a hodnotiť **úroveň rizika**.

Konečnú úroveň rizika vypočítame ako vážený priemer odhadov úrovne rizika podľa jednotlivých expertov. Je však potrebné každého experta samostatne ohodnotiť a priradiť mu jemu prislúchajúce váhy. Toto hodnotenie vykonávame na základe dvojfaktorovej analýzy. Pri každom expertovi sledujeme jednak informatívnosť a jednak kalibrovanosť.

Kalibrovanosť chápeme ako presnosť odhadu experta. Jeho kvalitu budeme merať prostredníctvom rozdielu medzi empirickým rozdelením kalibračnej premennej a rozdelením určeným expertom. [17]. V prípade, ak expert odhadne rozdelenie pravdepodobností výskytu daného javu takmer totožne s jeho skutočným rozdelením pravdepodobností, hodnota tohto vzorca relatívnej informácie bude blízka 0.

Druhým parametrom určovania kvality expertného odhadu je informatívnosť. Jej cieľom je vylúčiť odhady, ktoré dávajú hodnotiteľovi minimálnu dodatočnú informáciu.

Následne stanovíme minimálnu prípustnú hladinu kalibrácie a informatívnosti jednotlivých expertov, ktorú označíme ako  $\alpha$ . Každý expert, ktorý aspoň v jednom zo spomínaných dvoch parametrov klesne pod úroveň danej hladiny  $\alpha$ , získa váhu svojich odhadov na úrovni 0. Ostatní experti, ktorých parametre vyhoveli tomuto testu, získajú nenulovú váhu svojich odhadov.

Ďalej sa budeme zaoberať ekonomickými metrikami. Z dôvodu hodnotenia ekonomických prínosov projektov zlepšovania bezpečnosti sme sa rozhodli zaviesť vzorec výpočtu **efektívnosti projektu** (EP)

$$EP = \frac{\textit{náklady projektu}}{\textit{prínosy projektu}} \quad (1)$$

Vzhľadom na charakter oboch premenných, môžeme určiť obor funkčných hodnôt tohto vzťahu ako  $H = [0, \infty)$ . V prípade, ak sa výška nákladov projektu rovná výške prínosov projektu zlepšovania, ukazovateľ nadobúda hodnotu  $EP = 1$ . Berúc do úvahy charakter vzťahu, optimálna hodnota ukazovateľa je teda rovná nule, teda našim cieľom je  $\min EP$ . Môžeme teda stanoviť prípustné hodnoty ukazovateľa EP pre projekty, ktoré sú ekonomicky prijateľné ako  $EP \in \langle 0, 1 \rangle$ .

Definovaním týchto dvoch základných metrick, to jest úrovne rizika a ukazovateľa efektívnosti projektov stanovuje objektívne kritériá hodnotenia projektov zlepšovania bezpečnosti.

### 2.3. Analyzuj

Skupina expertov sa zaoberá podrobnejšou analýzou jednotlivých parametrov každého projektu. V oblasti ukazovateľa úrovne rizika je potrebné využívať klasifikačné tabuľky rizika, ktoré sú vypracované v podniku. Prostredníctvom týchto tabuliek sa stanovuje pre danú oblasť, resp. činnosť konkrétne rizikové číslo, ktoré určuje prioritu zlepšovania bezpečnosti pre daný objekt. Taktiež je v tejto etape často využívaný nástroj FMEA. V našej spoločnosti ABC je FMEA často využívaným nástrojom. V tomto prípade sa však budeme zaoberať iba konkrétnym typom nástroja FMEA a to FMEA bezpečnostná.

Tento typ nástroja FMEA sa venuje postupom, ktoré majú napomôcť alebo priamo eliminovať, respektíve znížiť výskyt nežiadúcich javov v procesoch. Prostredníctvom tohto nástroja expert alebo hodnotiteľ identifikuje potenciálne typy porúch. Následne podrobnejšie analyzuje chyby, ich príčiny ako aj následky. Jednotlivé chyby je však potrebné skúmať aj s ohľadom na ich závažnosť pre celý systém a jeho okolie. Na základe týchto analýz sa stanovujú jednotlivé rizikové čísla, ktoré určujú prioritu preventívnych opatrení. Hodnotiteľ zameriava svoju pozornosť na možné nežiadúce udalosti, možné následky nežiadúcich udalostí a možné príčiny udalostí.

Analýzu súčasného stavu rizika teda môžeme popísať nasledovným vzťahom

$$MR / P = PR \cdot N \cdot PO, \quad (2)$$

kde

PR – pravdepodobnosť výskytu nežiadúcich udalostí

N – následok nežiadúcich udalostí

PO – preventívne opatrenia na identifikáciu a elimináciu nežiadúcich udalostí

MR/P – miera rizika/priorita

Na univerzálne hodnotenie používame bodovú škálu v rozsahu 1-10 bodov, pričom 1 je najbezpečnejší stav a 10 predstavuje najviac nebezpečný variant. Ukazovateľ MR/P teda môžeme označiť ako ordinalistickú premennú, ktorá určuje poradie a prioritu zlepšovania. V tomto prípade teda môžeme povedať, že stav kedy sa tento ukazovateľ rovná minimálnej hodnote, a to 1, môžeme označiť ako najbezpečnejšiu situáciu. Maximálna hodnota tohto ukazovateľa je následne 1000, pričom označuje ako najviac nebezpečný scenár.

Taktiež je potrebné analyzovať aj ekonomické aspekty projektu zlepšovania. Ako sme spomenuli, ukazovateľ EP môže nadobúdať hodnoty v rozsahu  $H = [0, \infty)$ . Toto ohraničenie je spôsobené tým, že tak prínosy ako aj náklady predstavujú kladné hodnoty a teda aj ich podiel musí byť nutne kladný.

Priebeh tohto vzťahu potom môžeme nasledovne modelovať. Pre jednoduchosť budeme predpokladať, že na popis daného priebehu nám postačuje elementárna funkcia.<sup>2</sup> Z toho dôvodu sa budeme zaoberať analýzou priebehu ukazovateľa

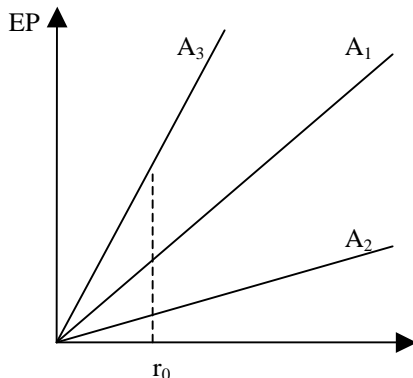
---

<sup>2</sup> Je možné tento priebeh popísať aj zloženými funkciami, prípadne priebehom, ktorý viacerí autori označujú ako S-krivku. My pre jednoduchosť budeme od takéhoto popisu

prostredníctvom troch elementárnych funkcií, a to lineárnej funkcie, logaritmickej funkcie a exponenciálnej funkcie. V grafoch zobrazíme aj optimálnu úroveň bezpečnosti, resp. rizika vzhľadom k úrovni akceptovaného rizika.

Obrázok č. 2

### Využitie lineárnej funkcie k popisu priebehu ukazovateľa EP



Zdroj: vlastný graf

Na Obrázku č. 2 prezentujeme možný priebeh jednotlivých variant pri použití lineárneho modelu. V tomto prípade si môžeme všimnúť, že hodnotiteľ pri projekte A<sub>3</sub> by mal zvoliť úroveň rizika na úrovni akceptovateľného rizika  $r_0$ , keďže v tomto prípade nárast ukazovateľa EP je rýchlejší ako rast úrovne bezpečnosti. V prípade projektu A<sub>2</sub> je táto situácia zložitejšia. V tomto prípade hodnotiteľ môže určiť optimálnu úroveň bezpečnosti v situácii, kedy je zabezpečená minimálne akceptovaného rizika a taktiež ukazovateľ EP je rovný 1. V prípade projektu A<sub>1</sub> je na rozhodovateľovi, akú úroveň rizika si zvolí, pričom je potrebné, aby táto úroveň spĺňala dve základné podmienky, a to zabezpečovali minimálnu požadovanú úroveň bezpečnosti (vyjadrenú akceptovanou mierou rizika) a taktiež ukazovateľ  $EP < 1$ .

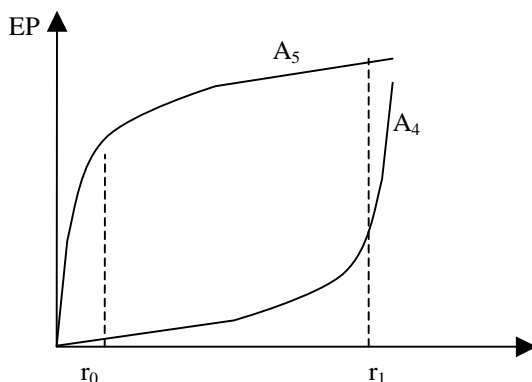
Pri využití logaritmickej alebo exponenciálnej funkcie dostávame trochu odlišné výsledky.

Obrázok č. 3

### Využitie exponenciálnej a logaritmickej funkcie k popisu priebehu ukazovateľa EP

---

abstrahovať. Nevylučujeme však, že takýto popis môže byť v určitom konkrétnom prípade prínosný.



Zdroj: vlastný graf

V tomto prípade je stanovenie optimálnej miery bezpečnosti závislé na stanovení si minimálnej úrovne rizika  $r_0$  (resp.  $r_1$ ). Ak vychádzame z akceptovanej miery rizika na úrovni  $r_0$ , môžeme povedať, že pri projekte A4 bude výhodné postupovať obdobne ako pri projekte A2 v predchádzajúcom prípade až do bodu, kedy sa smernica dotyčnice funkcie bude rovnať 1. Naopak pri projekte A5 bude výhodnejšie stanoviť si úroveň rizika na úrovni akceptovateľnej miery rizika vzhľadom na skutočnosť, že smernica dotyčnice v danom bode je vyššia ako 1.

Naopak, v prípade miery akceptovaného rizika  $r_1$  by boli odporúčania presne opačné z dôvodu zmeny charakteristík daných funkcií. Teda môžeme povedať, že pri týchto funkciách sa budeme rozhodovať taktiež na základe smernice dotyčnice danej funkcie v bode stanovenia odhadovanej miery bezpečnosti projektu.

Už sme analyzovali priebeh funkcií, avšak ešte je potrebné zaoberať sa definovaním pojmom nákladov a prínosov projektu. Mnohokrát sa v podniku stretávame s rozličnými typmi nákladov. Niektorí autori označujú náklady, ktorých príčinnosť je neznáma ako „skryté náklady“. My za týmto účelom využívame prístup autorov Tkáč – Lyócsa. Využívajú dvojrozmernú analýzu nákladov a prínosov, kedy sledujú dve hľadiská, príčinnosť a tiež evidencia v účtovníctve. [18] Takto dostávame nasledujúce klasifikačné tabuľky.

Tabuľka č. 1

#### Klasifikácia nákladov

NÁKLADY	Viditeľné	Neviditeľné
Účtovné	$C_{p1}$	$C_{p2}$
Neúčtovné	$C_{p3}$	$C_{p4}$

Zdroj: TKÁČ, M. – LYÓCSA, Š.: How To Measure Six Sigma Project Benefits. In: *Zborník z konferencie ENBIS*. Wrocław, 2006

Tabuľka č. 2

#### Klasifikácia prínosov



<b>PRÍNOSY</b>	<b>Viditeľné</b>	<b>Neviditeľné</b>
<b>Účtovné</b>	$B_{p1}$	$B_{p2}$
<b>Neúčtovné</b>	$B_{p3}$	$B_{p4}$

Zdroj: TKÁČ, M. – LYÓCSA, Š.: How To Measure Six Sigma Project Benefits. In: *Zborník z konferencie ENBIS*. Wrocław, 2006

## 2.4. Zlepši

Na základe predchádzajúcich analýz je potrebné určiť konkrétny postup zlepšovania bezpečnosti. K určeniu tohto postupu je možné využiť model hodnotenia úrovne rizika. Na základe vopred určeného modelu tak stanovíme projekty zlepšovania, ktoré sú ekonomicky aj bezpečnostne opodstatnené.

Konkrétne v prípade hodnotenia opodstatnenia profesionálnej protipožiarnej asistencie, bol stanovený model, ktorý zahŕňal jednak pravdepodobnosť vzniku nežiadúceho javu, ako aj následok tohto nežiadúceho javu. Pravdepodobnosť vzniku nežiadúceho javu predstavovala vzťah viacerých faktorov, ako typ látok, ktoré sa vyskytujú v danom priestore hodnotenia (L), vykonávané činnosti so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru (C), miesto výkonu asistencie (M) a taktiež aj druh pracoviska, v ktorých sa dané rizikové činnosti majú vykonávať (D). Keďže tieto faktory nie sú voči sebe rovnocenné, tieto faktory majú z časti multiplikatívny a z časti aditívny vzťah medzi sebou. Taktiež určenie odhadu následku vzniku nežiadúceho javu pozostáva z viacerých faktorov, ako priame (H) a nepriame (N) primárne škody, sekundárne škody na zariadení (Z) a ohrozenie ľudského života (O). Opäť nie je možné využiť iba aditívny model, ale iba aditívny model, ktorý má v jednej svojej zložke zakomponovaný multiplikatívny vzťah zvyšných faktorov.

Výsledný vzťah potom zobrazíme ako

$$R = L \cdot C \cdot x_1 (M + D) (x_2 \cdot (Z + N + H) + x_3 \cdot O), \quad (3)$$

kde  $x_1$ ,  $x_2$  a  $x_3$  predstavujú vyvažovacie premenné. Následne bolo potrebné tento model overiť v podnikovej praxi. To bolo spôsobené praktickou realizáciou daného modelu, kedy situácie potreby požiarnej asistencie hodnotia bežní pracovníci, nie experti na danú oblasť. Z toho dôvodu bolo potrebné previesť kalibráciu daného zvoleného modelu na podmienky bežných pracovníkov v spoločnosti ABC. Toto overenie modelu sa realizovalo prostredníctvom porovnania požiadaviek na požiarnu asistenciu realizovaných bežnými zamestnancami spoločnosti (tak ako sa to realizuje v bežnej prevádzke) s hodnotením expertov. Následne bola na vzorke 271 projektov overená spôsobilosť daného modelu presne hodnotiť opodstatnenosť požiarnej asistencie. Na základe vybraných už realizovaných projektov boli presne stanovené vyvažovacie premenné  $x_1$ ,  $x_2$  a  $x_3$ .

## 2.5. Kontroluj

V tejto záverečnej fáze každého projektu je potrebné dohliadnuť na udržaní úrovne výkonnosti, ktorá bola získaná prostredníctvom projektu zlepšovania. Zlepšenie nesmie byť časovo ohraničené iba trvaním projektu zlepšovania, ale jeho účinok má byť dlhodobý. K tomu je možné využiť rozličné nástroje. V našom prípade zlepšovania bezpečnosti je teda potrebné, aby sa získaná úroveň vyššej bezpečnosti zaznamenávala aj naďalej, nielen počas implementácie daného projektu.

V prípade hodnotenia opodstatnenosti požiarnej asistencie táto etapa sa realizuje dlhodobo. Vzhľadom na skutočnosť, že v našej spoločnosti dochádza k postupnej rotácii zamestnancov, ako aj k spolupráci s novými externými firmami, ktoré sa na základe realizovaných investičných projektov menia. Preto je potrebné zabezpečiť vhodnosť daného popísaného modelu z dlhodobého hľadiska. To je možné zabezpečiť iba opakovaným overovaním vhodnosti modelu a výpočtom nových vyvažovacích premenných. V našom prípade bolo spoločnosti odporúčané, aby toto opakované overovanie modelu sa realizovalo aspoň raz za šesť mesiacov. Takto je možné zabezpečiť neustále objektívne hodnotenie opodstatnenosti požiarnej asistencie.

### 3. Záver

V tomto článku sme sa zamerali na návrh algoritmu pre projekty zlepšovania bezpečnosti. Tento algoritmus je založený na metodológii Six Sigma a jej postupe DMAIC. Niektoré kroky sme zobrazili aj na konkrétnom projekte zlepšovania bezpečnosti realizovaného v spoločnosti ABC. Tento projekt sa týkal určovania opodstatnenosti profesionálnej požiarnej asistencie. Na tieto účely bol zostrojený model hodnotenia rizika. Týmto spôsobom bolo zabezpečené nielen zvýšenie bezpečnosti, ale aj dosiahnutie úspor nákladov, keďže požiarne asistencie nebude vykonávaná pri činnostiach, v ktorých nie je potrebná. Tu môžeme zaznamenať nielen bezpečnostný, ale aj ekonomický prínos tejto metodiky.

### Kľúčové slová

integrovateľný systém riadenia, zlepšovanie bezpečnosti, Probabilistic Risk Analysis, expertné hodnotenie, Six Sigma, skryté náklady

### Literatúra

1. SZABO, S – TKÁČ, M. – TURISOVÁ, R.: Redundancia prieskumu. In: *Acta Avionica*. Košice : ročník IV. VLA v Košiciach, 2002. ISBN 80-7166-034-5.
2. WENDLING, R. – LESEUX, B. – SINAY, J.: *Manažment bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Projekt Tempus – Phare IB\_JEP-13406-98*. Košice : Sjf TU Košice, 1999-2000. ISBN 80-7099-578-5
3. CHVÁTAL, M.: *Integrated Management Manual*. Pražmo : Safr Ferak a.s. 2005

4. AUJESKÝ, M. – LAKATOŠ, P.: *Manažment kvality*. Bratislava : Slovenský živnostenský zväz, 2004
5. GITLOW, H. et al.: *Tools and Methods for the Improvement of Quality*. Boston : Irwin, 1989. ISBN 0-256-05680-3
6. FITZGERALD, J. M. – FITZGERALD, A. F.: *Fundamentals of Systems Analysis*. New York : John Wiley & Sons, 1973
7. SILVER, G. A. – SILVER, J. B.: *Introduction to Systems Analysis*. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1976
8. RYAN, T. et al: *Statistical Methods for Quality Improvement*. New York : John Wiley & Sons, 1988
9. OTT, E.R.: *Process Quality Control*. New York : McGraw-Hill. 1975
10. ISHIKAWA, K.: *Introduction to Quality Control*. London : Chapman & Hall, 1994. ISBN 0-412-43540-3
11. EL-HAIK, B. – YANG., K.: *Design for Six Sigma: A Roadmap For Product Development*. New York : McGraw – Hill, 2003. ISBN 0071412085
12. SAVAGE, L.J.: *The Foundations of Statistics*. New York : Dover, 1972
13. VARCHOLOVÁ, T. – KORZENIOWSKI, L.: *Podnikateľské riziko*. Bratislava : Ekonóm, 2002. ISBN 80-225-1609-0
14. KNIGHT, F.: *Risk, Uncertainty and Profit*. New York : Houghton Mifflin Company, 1921
15. BREALEY, R. A. – MAYERS, S. C.: *Teórie a praxe firemných financií*. Praha : East Publishing, 1999
16. *Smernica Rady 96/82/ES z 9. decembra 1996 o kontrole nebezpečenstiev veľkých havárií vrátane nebezpečných látok.*
17. TKÁČ, M. – TURISOVÁ, R.: Expertné odhady rizik v praxi. In: *Aktuálne otázky bezpečnosti práce*. XVI. konferencia s medzinárodnou účasťou. Stará Lesná : SJF TU Košice, 2003. ISBN 80-8073-047-4
18. TKÁČ, M. – LYÓCSA, Š.: How To Measure Six Sigma Project Benefits. In: *Zborník z konferencie ENBIS*. Wroclaw, 2006

## Summary

This paper is appointed to specify algorithm of safety improvement projects. We have used Six Sigma DMAIC methodology to solve a given, safety improvement problem. The benefit of this paper is the use of probabilistic risk analysis methods, for evaluation of safety improvement projects. During project realization we have used various methods, for example: integrated FMEA, expert opinion, statistical hypothesis testing, and computer simulations. Further on we have used two types of criteria for the evaluation of the project: technical and economical criteria of evaluation.

## **Adresa autorov**

Prof. RNDr. Michal Tkáč, CSc.  
Katedra hospodárskej informatiky a matematiky  
Podnikovohospodárska fakulta v Košiciach  
Ekonomická univerzita v Bratislave  
Tajovského 13, 041 30 Košice  
Slovensko  
E-mail: mtkac@euke.sk

Ing. Marek Andrejkovič  
Katedra hospodárskej informatiky a matematiky  
Podnikovohospodárska fakulta v Košiciach  
Ekonomická univerzita v Bratislave  
Tajovského 13, 041 30 Košice  
Slovensko  
E-mail: andrejkovic.marek@gmail.com