



## ANALÝZA RIZÍK V PODNIKU METÓDOU FMEA (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS)

Katarína BUGANOVÁ, Mária LUSKOVÁ<sup>1</sup>

### SUMMARY:

*Risk management is essential to maintaining stability and continuity in the running of business. The paper presents selected methods and tools of risk analysis with more detailed explanation of the FMEA technique and its modifications. The RFMEA method, based on the FMEA, brings increased value to the risk management process, allows greatly reducing risks of a project and serves as a source of knowledge and lessons for future projects.*

### ÚVOD

Pre súčasné obdobie je charakteristické, že s rastúcim počtom rizík, s ktorými sa podniky stretávajú, sa zvyšuje ich komplexnosť a previazanosť. Príčin je viac a patria medzi ne štrukturálne ekonomické zmeny, globalizácia a oslabovanie vstupných bariér vedúcich k výraznému rastu konkurencie, intenzívny rozvoj informačných technológií, zmeny distribučných kanálov (internetový obchod), rast nebezpečenstva svetového terorizmu a iné. Preto aj význam analýzy a riadenia rizika značne rastie. Podnikový manažment by mal s rizikami pracovať a jeho rozhodnutia by mali viesť k minimalizovaniu rizík, ale aj k využívaniu príležitostí, na ktoré by mal vedieť pohotovo reagovať a využiť ich. Schopnosť úspešnej práce v podmienkach rizík sa v súčasnosti stáva charakteristickým znakom moderného manažéra. Dôsledky neschopnosti práce v podmienkach rizika sú dnes pre kvalitu riadiacej činnosti manažérov hrozivé.

### 1. ANALÝZA RIZÍK

V procese manažmentu rizík nasleduje analýza rizík po identifikácii rizík a je založená na pochopení rizík, ktoré sa budú následne hodnotiť. V analýze rizík sa posudzujú príčiny a zdroje rizík, ich pozitívne a negatívne dopady, závažnosť týchto dopadov a následne sa určí pravdepodobnosť s akou tieto dopady

môžu nastať. Výsledkom analýzy je stanovenie resp. odhad veľkosti negatívnych vplyvov jednotlivých rizík [5].

#### Cieľom analýzy rizík v podniku je:

- dať **manažérovi** podklady pre ovládanie rizika,
- dať **vlastníkovi** (rozhodovateľovi) podklady pre rozhodovanie o riziku.

#### Základné otázky analýzy rizika:

- Aké nepriaznivé udalosti môžu nastať?
- Aká je pravdepodobnosť ich výskytu?
- Ak taká udalosť nastane, aké to môže mať dôsledky?

**Akčná analýza rizík** je nástroj vecnej a otvorenej komunikácie medzi manažérom rizika, jeho nadriadenými a partnermi. Je podmienkou pre prechod ku komplexnému riadeniu v podniku a umožňuje:

- spoločné priebežné monitorovanie pravdepodobnosti úspechu a nevyhnutnosti korekčných opatrení,
- stanovenie rozsahu zodpovednosti povereného tímu,
- vytvorenie otvoreného prostredia, kde sa dá o možných zlyhaniach systému diskutovať,
- včasnú signalizáciu kritických zmien v okolí, ktoré ohrozujú činnosť podniku,
- vytvorenie strategického informačného systému pre riadenie podnikateľskej činnosti.

<sup>1</sup>Katarína Buganová, Ing., PhD., Mária Lusková, Ing. PhD., Fakulta špeciálneho inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, ul. 1 mája 32, 010 26 Žilina, e-mail: katarina.buganova@fsi.uniza.sk, maria.luskova@fsi.uniza.sk

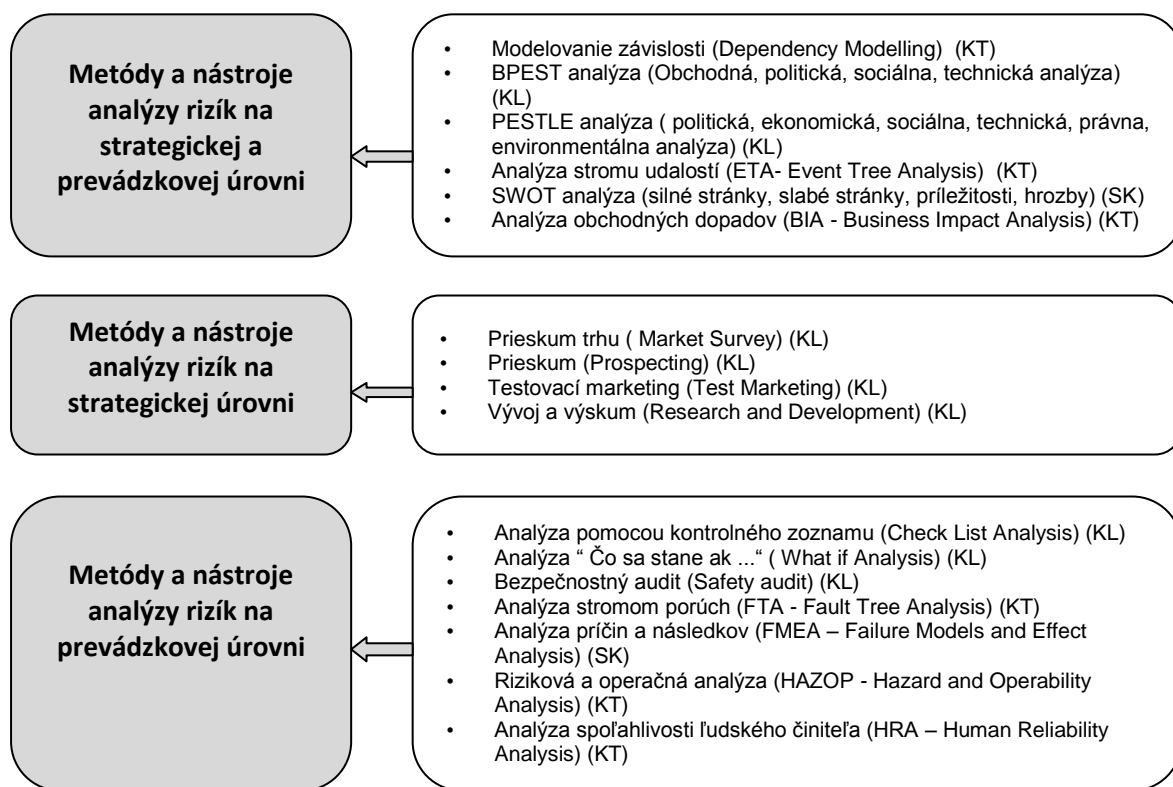
Spôsob akým sú pravdepodobnosti a dopady vyjadrené a ako sú kombinované pri stanovovaní úrovne rizík je možné meniť podľa druhov rizika, dostupných informácií a účelu využitia výsledkov posudzovania rizík. V závislosti od dostupnosti informácií môže byť analýza zrealizovaná ako:

- **Kvalitatívna analýza rizík (KL)** - využíva sa slovné hodnotenie k popisu závažnosti dopadov a pravdepodobnosti ich vzniku. Pre rôzne riziká môžu byť použité rôzne charakteristiky a stupnice hodnotenia, ktoré vyhovujú požiadavkám hodnotiteľa.
- **Semikvantitatívna analýza rizík (SK)** - metóda kombinuje expertný popis rizika s matematickými výpočtami, pričom jej presnosť určuje práve kvalita expertného popisu. V tomto hodnotení sú kvalitatívnej stupnici priradené zodpovedajúce bodové

hodnoty. Cieľom je vytvoriť širšiu stupnicu hodnotenia ako v kvalitatívnej analýze.

- **Kvantitatívna analýza rizík (KT)** - závažnosť dopadov a pravdepodobnosť vzniku rizika sa popisuje číselnými hodnotami, preto je táto analýza zvyčajne presnejšia ako kvalitatívna resp. semikvantitatívna analýza. Kvantitatívne metódy vychádzajú z matematického výpočtu rizika, frekvencie výskytu hrozby a jej dopadu. Negatívny dopad je zväčša vyjadrovaný finančne (najčastejšie vo forme ročnej predpokladanej straty).

V procese analýzy rizík je možné využiť viacero metód resp. nástrojov, ktoré sú špecifické pre rôzne typy rizík (strategické riziká, operatívne – prevádzkové riziká). Vybrané metódy a nástroje sú uvedené na nasledujúcom obrázku.



Obr.1. Vybrané metódy a nástroje analýzy rizík (upravené vid'. [5])

Realizácia analýzy rizík vyžaduje od manažérov dokonalú znalosť prostredia, v ktorom podnik pôsobí a to interného aj externého. V analýze musia byť spracované všetky možné rizikové stavy, ktoré môžu v podniku nastať, ich následky, či už na vlastných alebo cudzích objektoch, na ktoré môžu mať dopady negatívny vplyv. Je dôležité

zachytiť časové, priestorové a súčinnostné väzby a využívať informácie aj z prípadných negatívnych udalostí v minulosti. Jednou z najúčinnjších metód na analýzu rizík, ktorá sa používa najmä v technologických procesoch je FMEA, ktorá preveruje všetky možné príčiny zlyhania jednotlivých prvkov zariadenia.

V súvislosti s realizáciou tejto metódy sa ako vstupná analýza často používa metóda „What if ?“, ktorá identifikuje nebezpečné miesta systému a definuje prvky pre FMEA a FTA.

## 2. ANALÝZA RIZIKA METÓDOU FMEA (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS)

Metóda FMEA patrí do skupiny základných analytických metód, ktoré sa používajú v procese riadenia kvality, v riadení spoľahlivosti, bezpečnosti. Patrí k základným metódam používaným v semikvantitatívnej analýze rizík, pričom sa aplikuje nielen na výrobné procesy a výrobky, ale aj služby, finančné, sociálne a iné procesy. Jej vznik sa datuje do 40. rokov 20. storočia, kedy bola formulovaná v rámci amerických vojenských predpisov (MIL-P-1629). V 60. rokoch NASA túto metódu formálne vyvinula a aplikovala ju v rámci programu APOLLO s cieľom zdokonaľiť a verifikovať hardware kozmického programu.

V súčasnosti nachádza svoje široké uplatnenie najmä v automobilovom priemysle a je integrálnou súčasťou noriem ISO 9000, QS 9000, ISO/TS 16949:2002, metodiky nemeckého združenia automobilového priemyslu VDA. Využíva sa v komplexnom systéme vývoja výrobku a procesu spolu s metódami ako sú FTA, APQP, QFD, DOE, SPC, 8-D a ďalšie. Na Slovensku bola vydaná 1.10.2006 ako norma STN EN 60812 s názvom: Metódy analýzy spoľahlivosti systému.

Aplikácia metódy FMEA pozostáva podľa Tichého [1] z dvoch základných fáz:

1. **Fáza identifikácie**, kedy sa experti sústreďujú na identifikáciu:
  - všetkých potenciálnych chýb, ktoré môžu vzniknúť v bežných i extrémnych prevádzkových podmienkach bez ohľadu na ich závažnosť alebo pravdepodobnosť vzniku,
  - všetkých možných následkov chýb,
  - všetkých možných príčin vzniku danej chyby, pričom jedna chyba môže mať viacero následkov a podobne jeden následok môže mať viacero príčin.

Táto fáza sa môže uskutočňovať vo forme Brainstormingu, resp. korešpondenciou.

2. **Numerická fáza**, ktorá sa sústreďuje na výpočet miery rizika vo forme rizikového čísla (RPN), ktorá môže vzniknúť v prípade každej novej príčiny chyby.

Obvykle sa miera rizika počíta podľa vzťahu [2]:

$$RPN = PV \times VV \times PO$$

- kde:
- PV - pravdepodobnosť výskytu potenciálnej chyby,
  - VV - význam chyby,
  - PO - pravdepodobnosť odhalenia chyby.

Hodnoty parametrov PV, VV a PO volia experti na základe stupníc, ktoré sú zostavené ľubovoľne a pre každú konkrétnu situáciu môžu byť vhodne modifikované. Dôležité je však používať jednotnú stupnicu pre hodnotenie celého hodnoteného subjektu. Obvykle sa používa rozsah stupnice 1 až 10, pričom najlepšiemu hodnoteniu zodpovedá hodnota 1.

Vypočítané hodnoty RPN umožňujú porovnanie jednotlivých chýb z hľadiska ich príčin a následkov podľa jednotného meradla. Podľa veľkosti hodnoty RPN možno stanoviť priority pre nápravné a preventívne opatrenia cielene zamerané na zamedzenie výskytu potenciálnych chýb. Po uskutočnení nápravných a preventívnych opatrení experti opäť posúdia hodnoty parametrov PV, VV a PO a vypočítajú sa nové hodnoty RPN. Týmto spôsobom sa môže postupovať v niekoľkých kolách, kým sa nedosiahne optimálna hodnota rizikového čísla.

V súvislosti s hodnotou RPN je dôležité venovať osobitnú pozornosť hodnote významu chyby. Môže totiž nastať situácia, že hodnota RPN vyjde nízka, nakoľko hodnoty PV a PO sú rovné jednej, len hodnota VV je vysoká. Týka sa to najmä veľmi závažných až krízových udalostí, ktoré sú obvykle veľmi málo pravdepodobné [1].

V súvislosti so širokým spektrom aplikácií metódy FMEA v rôznych typoch systémov a oblastí, existuje množstvo variantov metódy FMEA.

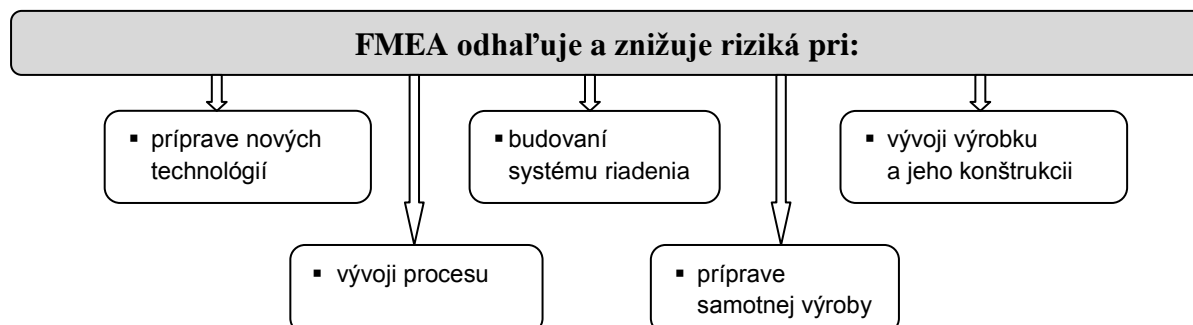
Za základné typy FMEA sú považované [3] :

- FMEA konštrukčná, pomocou ktorej sa analyzuje konštrukcia (návrh) výrobku.
- FMEA procesná (výrobná), kedy sa vychádza z jednotlivých krokov procesu výroby a montáže,
- FMEA výrobková, pomocou ktorej sa analyzuje konštrukčný a výrobný proces výrobku alebo systému komplexne z pohľadu zákazníka.

Podľa charakteru analyzovaného produktu sa metóda člení na:

- FMEA nového produktu – používa sa v návrhovej fáze nového produktu,

- FMEA optimalizačná - používa sa na produkt, ktorý už bol analyzovaný touto metódou. Cieľom je ďalšie zlepšenie vlastností produktu.



Obr. 2. Pôsobnosť FMEA v procese analýzy rizík

Aplikácia FMEA na riadenie rizík projektu sa označuje ako RFMEA. Táto metóda nepredstavuje ďalší spôsob analýzy projektových rizík, ale pomáha zameriavať pozornosť v rámci kontingenčného plánovania na kritické riziká projektu [4]. Pri využití prístupu RFMEA sa uskutočňuje niekoľko modifikácií FMEA. RFMEA je nástroj na identifikáciu, stanovenie veľkosti a odstránenie alebo zníženie rizík v prostredí projektu v porovnaní s FMEA, kde sa berú do úvahy technické aspekty produktu a procesu.

Najväčší rozdiel medzi FMEA a RFMEA je v definovaní atribútu detekcie. V štandardnej FMEA najvyššia hodnota detekcie znamená, že organizácia nemá žiadnu dostupnú možnosť na odhalenie chyby, zatiaľ čo nízka hodnota detekcie znamená, že organizácia má takmer 100 % istotu, že odhalí chybu skôr než sa dostane až k zákazníkovi. Pre RFMEA sú detekčné techniky alebo metódy definované ako „schopnosť odhaliť rizikovú udalosť v dostatočnom predstihu, aby bolo možné pripraviť kontingenčný plán a konať na základe rizika“. Ak si pracovný tím nemôže byť primerane istý, že riziko môže byť odhalené, pretože v určitom slova zmysle je skryté alebo má len nepatrné príznaky, v tom prípade musí byť toto číslo v počiatočnom plánovaní stanovené na hodnotu 10. V prípade, že riziko je zjavné, hodnota detekcie je nižšia nakoľko má tím dostatok času, aby sa naň pripravil alebo ho znížil. Hodnota detekcie napomáha kategorizácii rizík, aby sa pracovalo v prvom rade s tými, ktoré si vyžadujú okamžitú pozornosť. Určite platí, že stanovenie hodnoty

detekcie je subjektívne, ale nie viac ako stanovenie pravdepodobnosti a dopadu. V podstate je hodnota detekcie mierou schopnosti predvídať špecifickú rizikovú udalosť. Riziká s vysokými hodnotami detekcie si môžu vyžadovať pre skoré varovanie ďalšie kontroly alebo monitorovanie. Cieľom je zistiť riziko čo najskôr, aby sa naň dalo čo najlepšie pripraviť.

Nakoľko riadenie rizík sa týka nielen hrozieb, ale i príležitostí, detekčná hodnota je vysoká, ak tím nemá dostatok času na to, aby pripravil plán na využitie danej príležitosti. Metóda RFMEA využíva v podstate ten istý formulár ako FMEA, ktorý môže byť doplnený o stĺpce, ktoré udávajú také informácie ako sú napr. kategória rizika, etapa projektu, stratégia odozvy na riziko, plán odozvy, atď.

Klasická FMEA metóda sa nezaobera skutočnosťou, že hodnotenia viacerých expertov sa môžu značne odlišovať, ale predpokladá sa, že vstupné hodnoty pre RPN sa zisťujú na základe ich konsenzu. Tento nedostatok odstraňuje metóda SAFMEA, na základe štatistického zhodnotenia súboru expertných odpovedí. Metóda SAFMEA predpokladá minimálne účasť troch expertov ( $n_e > 3$ ). Pre každý riadok formulára sa zistí  $n_e$  expertných hodnôt RPN a vypočíta sa stredná hodnota a smerodajná odchýlka rozptylu RPN. Ak je počet expertov väčší ako päť, počíta sa aj kvantil rozdelenia RPN. Týmto spôsobom je možné zistiť maximálne odchýlky v hodnoteniach expertov a tieto podrobiť ďalšej analýze.

Variantom FMEA, ktorý analyzuje ľudské aspekty zlyhania systémov je metóda označovaná ako HF-PFMEA. Táto metóda používaná v NASA analyzuje úlohy v rámci procesu za účelom identifikácie ľudských chýb, ktoré môžu viesť k zlyhaniu systému resp. k najhorším účinkom na systém. HF-PFMEA je založená na filozofii, že chyba človeka môže byť kontrolovaná riadením faktorov ovplyvňujúcich výkon človeka, vytváraním prekážok na zabránenie ľudskej chyby, pridávaním kontrol, ktoré detekujú a korigujú ľudské chyby skôr než vedú k nežiaducim dopadom.

## ZÁVER

Riziká nie sú statické, sú v neustálom vývoji a ich dopad môže v podnikoch spôsobiť veľké

problémy. V porovnaní s 90. rokmi minulého storočia je súčasné podnikateľské prostredie značne odlišné. V súčasnosti je spoločnosť orientovaná na optimalizáciu nákladov a dosahovanie čo najvyšších ziskov, pretože podniky majú väčší problém dosahovať konkurenčnú výhodu výnimočnosťou a kvalitou svojich produktov. Prispeli k tomu najmä rýchle zmeny v technológiách, rýchlosť komunikácie, globalizácia podnikania a intenzita zmien v rámci trhov. Vysoká konkurencia spôsobila, že zisk už nie je len výsledkom stanovenej ceny produktu, ale súhrnom celého množstva aspektov vyplývajúcich z riadiacej práce manažérov. Manažéri, ktorí sú si vedomí rizík vo svojich podnikateľských aktivitách a aktívne ich riadia získavajú konkurenčnú výhodu. Preberanie a riadenie rizík rôznymi dostupnými metódami je základom prežitia podniku i jeho úspešného rastu.

*Príspevok bol spracovaný v rámci projektu KEGA 369-026ŽU-4/2010 Inovácia obsahu študijného plánu predmetu Analýza podnikateľských rizík.*

## LITERATÚRA

- [1] TICHÝ, M.: Ovládání rizika. Analýza a management. Praha: C . H . Beck, 2006. ISBN 80-7179-415-5.
- [2] MATEIDES, A. et al.: Manažérstvo kvality. Bratislava: Ing. Miroslav Mračko, 2006. ISBN 80-8057-656-4
- [3] KMEŤ, S., HEKELOVÁ, E., ŠTEFÁNIK, J., GAŠPARIK, J., BERAN, J., CHOLUJ, F.: Komplexný manažment kvality. Žilina, 1998. ISBN 80-7100-562-2
- [4] CARBONE, T., Tippet, D.: Project Risk management Using the Project Risk FMEA. In: Engineering Management Journal. Vol.16 No.4 December 2004. ISSN: 0960-7919
- [5] GRASSEROVA, M. a kol.: Analýza podniku v rukou manažera, CPRESS Bratislava 2010, ISBN 978- 80-251-2621-9
- [6] FMEA – analýza príčin a dôsledkov. Cit. 15.8.2010. Dostupné na: [http://www.ipaslovakia.sk/slovník\\_view.aspx?id\\_s=23](http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=23)