

FMEA - EFEKTÍVNY NÁSTROJ POSUDZOVANIA RIZÍK A DOKUMENTÁCIE ZNALOSTÍ

Teplická Katarína¹ Smoradová Lenka²

¹ TU F BERG Košice, Oddelenie manažérstva zemských zdrojov

² TU F BERG Košice, Oddelenie manažérstva zemských zdrojov

E-mail: katarina.teplicka@tuke.sk

Abstrakt

FMEA je efektívny nástroj zlepšovania podnikových procesov. Zlepšovanie procesov v podnikoch je predpokladom zvyšovania výkonnosti. Dynamickým elementom zlepšovania procesov je kvantitatívna a kvalitatívna zmena. Úspešnosť zlepšovania závisí práve od zmien v podnikových procesoch, v činnostiach, v zásobách, v pracovníkoch, v strojoch a v iných formách majetku. Cieľom príspevku je poukázať na význam metódy FMEA v systéme manažérstva kvality ako súčasť normy pre oblasť riadenia rizík. V príspevku sme využili analytické metódy na stanovenie rizík v zásobovacom procese. Nápravné opatrenia, ktoré boli realizované v zásobovacom procese priniesli zlepšenie RPN indexu a zlepšenia vo výrobnom procese.

Kľúčové slová: kvalita výrobku, riziko, porucha, optimalizácia chýb, životnosť

Abstract

FMEA is an effective tool for improving business processes. Improving business processes is a prerequisite for improving performance. The dynamic element of process improvement is quantitative and qualitative change. The success of improvement depends precisely on changes in business processes, activities, stocks, workers, machines and other forms of property. The aim of the contribution is to highlight the importance of the FMEA method in the quality management system as part of the risk management standard. In the paper, we used analytical methods to determine the risks in the production process. Corrective measures that have been implemented in the manufacturing process have brought improvements to the RPN index and improvements in the manufacturing process.

Keywords: product quality, risk, failure, error optimization, life cycle

ÚVOD

Oblasť riadenia rizík sa stáva súčasťou podnikových procesov a celkového prístupu v riadení podnikových procesov. Manažérstvo rizík je súčasťou revidovanej normy systému manažérstva kvality STN EN ISO 9001:2016. V úvode normy STN EN ISO 9001:2016 v prvku 0.1 Všeobecne sa definujú potenciálne prínosy implementácie systému manažérstva kvality založené na zvládaní rizík a príležitosti. Pod prvkom 0.3 Procesný prístup sa začína rozoberať riziko s názvom „Uvažovanie založené na riziku“ prvok 0.3.3. Podľa normy rizikom sa chápe dôsledok neistoty, ktorý môže mať pozitívne dôsledky vedúce k využitiu príležitosti. Rizikom sa všeobecne rozumie nebezpečenstvo vzniku škody, poškodenia, straty či zničenia, prípadne neúspechu pri podnikaní (Varcholová, Dubovická, 2010). Na splnenie požiadaviek normy organizácia potrebuje plánovať a implementovať opatrenia na zvládanie rizík. Riadenie rizík predstavuje proces, ktorý organizácie podľa požiadaviek revidovanej normy pre systém manažérstva kvality musia uskutočniť a zaznamenávať riziká v podnikových procesoch, plánovať a implementovať opatrenia na zvládanie rizík, čo je predpokladom efektívnosti systému manažérstva kvality a predpokladom zlepšovania systému manažérstva kvality. Cieľom tohto príspevku je poukázať na možnosti riadenia rizík v organizáciách a priblížiť uplatnenie metódy FMEA na identifikáciu dôsledkov porúch v podnikových procesoch a možnosti znižovania ich výskytu.

1. TEORETICKÝ PREHLAD SÚČASNÉHO STAVU

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) – metóda posudzovania rizika, ktorá bola vyvinutá pre skúmanie chýb v systémoch a pôvodom metódy bola oblasť leteckého priemyslu – misia Apollo, neskôr námorníctvo a automobilový priemysel. FMEA predstavuje postupnosť krokov, ktorá opisuje vznik chyby v celom životnom cykle produktu, procesu. Podľa prístupu rozoznávame niekoľko modifikácií FMEA, ak ide o návrh produktu označujeme metódu D(Design) FMEA, ak sa jedná o zisťovanie chýb v procese označujeme metódu P(Process) FMEA, ak sa jedná o zisťovanie chýb v systéme označujeme metódu S (System) FMEA (Pačaiová, Markulík, Nagyová, 2016). Metóda detekuje chyby s dôležitými dôsledkami, dopadmi. FMEA slúži na minimalizáciu rizík počas celého životného cyklu produktu od návrhu, plánovania produktu až po fázu jeho likvidácie. Skúsenosti ukazujú, že použitím tejto metódy môžeme odhaliť 70 až 90% možných nezhôd. FMEA sa zaoberá rizikami v podnikovom procese. Riziká predstavujú pre organizáciu budúce náklady, ktoré

vznikajú z dôsledku odstránenia chýb. Tento faktor negatívne ovplyvňuje ekonomickú a finančnú situáciu, pretože chybovosť sa prejavuje v nepodarkovosti, ktorá predstavuje náklady na interné a externé chyby, čo sa premieta v celkových nákladoch podniku (Nenadál, 2004).

Význam FMEA vo výrobnom procese spočíva v tom, že charakterizuje systémový prístup k prevencii kvality, znižuje straty vyvolané nízkou kvalitou výrobkov, optimalizuje návrh a minimalizuje počet zmien vo fáze realizácie, umožňuje ohodnotiť riziko možných chýb a na jeho základe stanoviť priority opatrení, ktoré vedú k zlepšovaniu kvality, zlepšuje image a konkurencieschopnosť organizácie, zvyšuje spokojnosť zákazníka, náklady vynaložené na jej realizáciu sú len zlomkom nákladov, ktoré by mohli vzniknúť pri výskyte nezhôd (Nenadá et al, 2008).

Riziká môžeme kategorizovať (Obr.1) na čisté riziká a podnikateľské riziká (Varcholová, Dubovická, 2010). V podnikateľskom sektore sa môžu vyskytovať obidve kategórie rizík, ktoré je možné eliminovať rôznymi prístupmi napr. poistením rizík, vymedzením hranice rizika, transferom rizika na iný subjekt, elimináciou rizika, podstúpením rizika, využitím rizika, tvorbou rezerv. Kvalita výroby sa dnes stáva fenoménom podnikania. Výroba predstavuje základnú činnosť, na ktorej kvalite, množstve a nákladoch závisí fungovanie celého podniku. Najvyššia miera rizík sa priraduje výrobným rizikám. Z tohto dôvodu je potrebné analyzovať výrobné riziká, ktoré budú predmetom využitia FMEA vo výrobnom procese.



Obr. 1: Klasifikácia rizík

Zdroj: Seňová, 2012

Výrobné riziká súvisia s faktormi technického, sociálneho, nákupného rizika a predstavujú straty vo výrobnom procese (Varcholová, Dubovická, 2010). Výrobné riziko ovplyvňujú interné a externé faktory, ktoré súvisia s kvalitou výroby a s logistickými činnosťami. Výrobné riziko v súčasnosti zahŕňa aj ekologické riziko súvisiace s výrobným procesom. Synergické prepojenie technického, sociálneho, nákupného rizika v rámci

výrobného procesu predstavuje podklad pre riešenie problémov výrobného procesu, pretože súvisí so zásobami, ktoré vstupujú do výrobného procesu, s pracovníkmi, ktorí sa zúčastňujú výrobného procesu a so strojmi a zariadeniami, ktoré slúžia k výrobe produktu (Hrubec, Virčíková a kol., 2009). Technické riziká výrobného procesu môžeme analyzovať z hľadiska povahy rizika a dôsledkov rizika pri rozhodovaní nasledovne (tab.1).

Tab. 1 Rozdelenie výrobných technických rizík

Povaha rizík	Dôsledky rizík pri rozhodovaní
Technické riziká <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kvalita výroby ▪ Poruchy výrobných zariadení ▪ Zastaranosť strojového parku ▪ Pokles aktivity 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ zavedenie účinného systému kontroly ▪ obmedzené finančné dôsledky ▪ krátkodobé rozhodnutia ▪ preventívna údržba ▪ koncepcia obmeny strojov, operatívne opatrenia, krátkodobé rozhodnutia ▪ investičné rozhodnutia ▪ zvýšené finančné dôsledky ▪ dlhodobé finančné rozhodnutia

Zdroj: (Chevalier, Hirsch, 1994)

2. ANALÝZA METÓD PRE HODNOTENIE RIZÍK

Sledovanie rizík je možné uskutočňovať na základe rôznych metód, ktoré sa v praxi využívajú. Jednotlivé metódy slúžia na sledovanie, monitorovanie, hodnotenie rizík a sú zároveň preventívnym prostriedkom pre podnikové procesy, aktivity, produkty, vstupné výrobné faktory. Riziko je zároveň príležitosťou pre podniky, v čom spočíva význam sledovania rizík. K základným metódam hodnotenia rizík patria nasledujúce metódy:

Jednoduché expertné posúdenie - metóda vyjadrenia subjektívneho názoru znalca, prípadne znalcov, ktorá prispieva k rýchlemu odhaľovaniu potenciálnych nebezpečných situácií, čím pomáha rýchlo ich zvládať, alebo sa im vyhnúť.

Metóda PHA – (Preliminary Hazard Analysis - Predbežné posudzovanie nebezpečenstva) je najčastejšie aplikovaná v koncepcnej fáze vývoja alebo návrhu výrobkov. Cieľom metódy je s pravdepodobnosťou charakterizovať potenciálne nebezpečenstvo, poskytnutie informácií o prevádzkových nebezpečenstvách, ktoré môžu byť využité ako podklad pre vykonanie detailnej analýzy. Základom tejto metódy je stanoviť predmet štúdie a následne odhaliť problémy, ktoré môžu nastať.

Metóda WHAT IF? (Čo ak?) skúma za pomoci brainstormingu možné neočakávané udalosti. Jej cieľom je identifikovať prvky a definovať nebezpečné miesta pre metódy FMEA a FTA (Nenadá let al, 2008).

Metóda FMEA (Failure model and Effect Analysis) popisuje priebeh vzniku a dôsledku poruchy v systéme.

Metóda FTA (Fault Tree Analysis) - Analýza stromu porúch je deduktívnu metóda, ktorá sa zameriava na zistenie presných príčin, ktoré môžu mať za následok presne definovanú udalosť.

Metóda ETA (Event Tree Analysis - Analýza stromu udalostí) -je zaraďovaná medzi indukčné metódy. Zobrazuje vo forme stromu udalostí možné stavy, ktoré môžu nastať vplyvom vstupnej udalosti. **Metóda HAZOP (Hazard and Operation Analysis - Riziková a operačná analýza)** zahŕňa okrem príčin i následky nebezpečných javov.

Metóda CPQRA (Chemical Process Quantitative Risk Analysis - Kvantitatívne posúdenie rizika chemického procesu) je najviac prepracovaná metóda, ktorá predstavuje komplexnú bezpečnostnú štúdiu. Táto metóda bola pôvodne vyvinutá pre chemické prevádzky a je typická kladením veľkého dôrazu na kvalifikáciu osoby (spracovateľa) a na čas spracovania (Smejkal, Rais, 2010).

Metóda CLA – Check List Analysis (Analýza pomocou kontrolných záznamov) využíva kontrolné záznamy na overovania stavu prevádzky. Množstvo kontrolných záznamov - Check listov pre zariadenie nie je ohraničené. Umožňuje porovnávať analyzované zložité problémy s vopred pripravovanými záznamami (Váchal, Vochozka, 2013).

Okrem vyššie uvedených metód existuje ešte veľké množstvo metód analýzy rizík, ku ktorým môžeme zaradiť metódy: **Metóda RT – Routine test (Rutinné testy)**, **Finančná analýza a analýza Cash-flow**, **SA – Safety Audit (Bezpečnostný audit)**, **RR – RapidRank (Rýchle hodnotenie)**, **Metóda sieťových rizikových grafov**, **Metóda Delphi**, **ES – Expert systems (Expertné systémy)**, **Genetické algoritmy a umelé neurónové siete**, **Tvorba scenárov**, **Štatistická analýza** (Pačaiová a kol., 2016).

3. METODIKA A METÓDY VÝSKUMU

Metóda FMEA predstavuje tímovú analýzu možnosti vzniku chýb a ich dopad na výsledný produkt, preto prvým krokom je zostavenie riešiteľského tímu FMEA.

Tím FMEA tvoria vedúci tímu: konštruktér alebo technológ, členovia tímu: inžinier kvality, servisný pracovník, zákazník, dodávateľ, ekonóm, tím FMEA má spravidla 4 až 8 členov. Úlohou tímu je stanoviť všetky možné chyby, ktoré sa môžu v priebehu danej operácie môžu vyskytnúť. Týka sa to chýb, ktoré sa prenesú do konečného výrobku, ale aj chýb, ktoré spôsobia, že niektorá z nasledujúcich operácii nebude úspešná. Ku každej novej

chybe tím FMEA analyzuje všetky možné príčiny. Na rozdiel od FMEA návrhu výrobku sa tieto príčiny nehľadajú v nedostatkoch návrhu výrobku, ale v nedostatkoch navrhovaného procesu. Pri stanovených možných chybách a ich príčinách sa ďalej zisťuje, aké kontrolné postupy sú v procese používané k tomu, aby možné chyby alebo ich príčiny, v prípade výskytu boli pred ďalšou operáciou alebo predtým ako výrobok opustí miesto montáže/výroby odhalené (používané metódy k odhaleniu). V prípade očakávaného výskytu chyby, sa posudzuje pravdepodobnosť, že v priebehu operácie vplyvom danej príčiny vzniknú výrobky s danou možnou chybou, prípadne, že dôjde k zlyhaniu procesu. K posúdeniu tejto pravdepodobnosti sa v prípade štatisticky zvládnutých procesov vychádza zo znalostí spôsobilosti procesu, konkrétne indexu (Cpk), ktorý je priamo spätý s pravdepodobnosťou výskytu nezhodných výrobkov.

Pri posudzovaní odhalenia chyby tím posudzuje účinnosť v súčasnosti používaných metód k odhaleniu možnej chyby alebo jej príčiny predtým, než výrobok opustí miesto výroby alebo montáže. Posledným krokom v prvej fáze FMEA je výpočet RPN – Rizikové číslo jednotlivých možných chýb, ktorý predstavuje súčin významu rizika (tab.2), výskytu rizika (tab.3) a odhalenia (tab.4).

Analýza FMEA pozostáva z vytvorenia tabuľky, kde je nevyhnutné zachytiť pri každej možnej chybe jej následok a následne stanoviť významnosť tejto chyby. Nevyhnutné je odhaliť možnú príčinu chyby resp. mechanizmus chyby, častosť výskytu a tiež stanoviť použité metódy k prevencii voči výskytu a metódy používané na odhalenie. Z týchto údajov je následne možné vypočítať hodnotu RPN, ktorá je meradlom rizika, ktoré plynie z výskytu jednotlivých chýb a je vyjadrované súčinom nasledovne:

$$RPN = S (\text{významnosť}) * O (\text{výskyt}) * D (\text{odhalenie}) \quad (1)$$

Tab. 2 Hodnotiaca tabuľka indexu významnosti

nebezpečná bez varovania	ide o veľmi vysokú závažnosť v rebríčku hodnotenia, keď dochádza k dopadom zo zlyhania systému bez varovaní	10
nebezpečná s upozornením	ide o veľmi vysokú závažnosť v rebríčku hodnotenia, keď potenciálne zlyhanie ovplyvňuje bezpečnú prevádzku systému s upozornením	9
veľmi vysoká	znefunkčnenie systému deštruktívnym zlyhaním, bez ohrozenia bezpečnosti	8
vysoká	znefunkčnenie systému s poškodením zariadenia	7
mierna	znefunkčnenie systému s drobným poškodením	6
nízka	znefunkčnenie systému bez poškodenia	5
veľmi nízka	systém je ovládateľný no s významnou degradáciou výkonu	4

menšia	systém je ovládateľný s akousi degradáciou výkonu	3
veľmi malá	systém je ovládateľný s minimálnym rušením	2
žiadna	žiadny	1

Tab. 3 Hodnotiaca tabuľka indexu výskytu

Pravdepodobnosť výskytu chyby	Možná početnosť chýb	Poradie
Veľmi vysoká (zlyhanie sa vyskytuje permanentne)	> 1 z 2	10
	1 z 3	9
Vysoká (opakované zlyhanie)	1 z 8	8
	1 z 20	7
Priemerná (občasné zlyhanie)	1 z 80	6
	1 z 400	5
	1 z 2 000	4
Nízka (relatívne malá pravdepodobnosť zlyhania)	1 z 15 000	3
	1 z 150 000	2
Nepatrná (zlyhanie je nepravdepodobné)	< 1 z 1 500 000	1

Tab. 4 Hodnotiaca tabuľka index odhalenia

Odhalenie	Pravdepodobnosť odhalenia kontrolou	Poradie
absolútne neisté	kontrola neumožňuje rozpoznať potenciálnu príčinu a následné zlyhanie	10
veľmi vzdialené	veľmi malá šanca na rozpoznanie potenciálnej príčiny a následného zlyhania	9
ďaleké	malá šanca na rozpoznanie potenciálnej príčiny a následného zlyhania	8
veľmi nízke	veľmi nízka šanca na rozpoznanie potenciálnej príčiny a následného zlyhania	7
nízke	nízka šanca, že kontrola rozpoznať potenciálnu príčinu a následné zlyhanie	6
mierne	mierne šance, že kontrola rozpoznať potenciálnu príčinu a následné zlyhanie	5
stredne vysoké	stredne vysoká šanca, že kontrola rozpoznať potenciálnu príčinu a následné zlyhanie	4
vysoké	vysoká šanca, že kontrola rozpoznať potenciálnu príčinu a následné zlyhanie	3
veľmi vysoké	veľmi vysoká šanca, že kontrola rozpoznať potenciálnu príčinu a následné zlyhanie	2
takmer isté	kontrola rozpoznať potenciálnu príčinu a následné zlyhanie	1

Zdroj: Smejkal, Rais, 2010

Zdokumentované informácie tvorí formulár FMEA je živý dokument a neustále by mal odrážať aktuálny stav procesu, teda aj opatrenia prijímané v etape sériovej výroby, napr. reakcie na reklamácie, výskyt dovtedy neuvažovaných chýb a pod. Zodpovedný pracovník by mal predovšetkým: overovať, či sa dosahujú zámery návrhu a požiadavky na výrobný proces, preverovať znova technické výkresy, špecifikácie a výrobné postupy, kontrolovať implementáciu výsledkov FMEA do výrobných a montážnych postupov, preverovať pravidelne FMEA a kontrolný plán kvality výrobného postupu. Návrh opatrení predstavuje fázu v ktorej sa pre skupinu možných chýb s vyššími hodnotami rizikového čísla než je povolené medzná hodnota, tím navrhuje opatrenia, ktoré by riziko týchto možných chýb mali

znižiť (doporučené opatrenia). Prednosť by mali mať opatrenia, ktoré znižujú pravdepodobnosť výskytu chýb. Vhodným opatrením v tejto oblasti je napríklad zavedenie štatistickej regulácie a pravidelné vyhodnocovanie spôsobilosti procesu. Súbor doporučených opatrení tím predkladá zodpovednému vedúcemu ku schváleniu a prideleniu zodpovednosti a termínu realizácie opatrení. Po realizácii opatrení tím FMEA najprv analyzuje, či prevedené opatrenia zodpovedajú plánovaným opatreniam a opätovne hodnotia riziko chýb, na ktoré boli opatrenia zamerané. Nové zistené hodnoty umožňujú posúdiť účinnosť jednotlivých opatrení, prípadne určiť nové možné chyby s vysokou mierou rizika.

Základné údaje				Miesto vzniku chýb a ich následkov				Názov detu:		Číslo detu:	
<input type="checkbox"/> FMEA KONSTRUKCIE <input type="checkbox"/> FMEA PROCESU <input type="checkbox"/> nový model/die / proces <input type="checkbox"/> optimalizácie <input type="checkbox"/> iné				Meno/ oddelenie/ dodávateľ/ telón: Potvrdenie príslušným oddelením a/ alebo dodávateľom:				Model/ systém/ vyhotovenie:		Technické zmeny:	
Miesto/ popis chyby				Č. v.				Prejav chyby		Dôsledok chyby	
Príčina chyby				Súčasný stav				Doporučené opatrenie		Zodpovednosť	
				Kontrolné opatrenie						Výkonané opatrenia	
				Výskl						Výskl	
				Odhodnotenie						Odhodnotenie	
				MR/P						MR/P	
				Súčasný stav						Zlepšený stav	
				Hodnotenie chýb						Hodnotené údaje	
				MR/ P						MR/ P	
				Optimalizácia konceptu				Navrhované aktivity		Zhodnotenie výsledkov	
				MR/ P						MR/ P	

Analýza chýb

Chyba → Následok → Príčina

štruktúra

Obr. 2: Vzor formulára FMEA

 Zdroj: www.ipaslovakia.sk

Postup FMEA

1. Kompletizácia základných údajov
2. Analýza chýb
3. Hodnotenie chýb
4. Hodnotenie prostredníctvom MR/P
5. Optimalizácia konceptu
6. Vyhodnotenie výsledkov
7. Zhrnutie

4. VÝSLEDKY REALIZOVANÉHO VÝSKUMU

Cieľom príspevku bolo poukázať na význam metódy FMEA v systéme manažérstva kvality ako súčasť normy pre oblasť riadenia rizík. V príspevku sme využili analytické

metódy na stanovenie rizík vo výrobnom procese a FMEA analýzu pre výrobný proces so zameraním na zásobovací proces surovinami. Vo vybranej spoločnosti sme využívali FMEA na sledovanie procesu zásobovania surovinami, ktoré prechádzajú do výrobného procesu. Stanovili sme riziká a určili RPN index (tab.5).

Tab. 5: Identifikované riziká zásobovacieho procesu

Možná chyba	Možný následok chyby	Význam	Možná příčina/mechanizmus chyby	Výskyt	Použité metody k prevencii voči výskytu	Používané metody k odhaleniu	Odhalenie	RPN
neodborné schválenie materiálu	suroviny nezodpovedajú svojimi parametrami	6	chýbajúca presná definícia kritických vlastností surovín, ktoré majú byť overené pri vykonaní vstupnej kontroly	4	chýbajúce zadefinovanie preventívnej metódy z dôvodu chýbajúcich informácií o kritických parametroch dodávaných surovín	chýbajúce zadefinovanie metódy regulácie z dôvodu chýbajúcich informácií o kritických parametroch dodávaných surovín	6	144
	suroviny nezodpovedajú svojim množstvom	10	zlé zadanie množstva v systéme pri posielaní objednávky, zlyhanie ľudského faktora	2	viackrokové pýtanie sa systému či súhlasí s údajmi uvedenými v objednávke, poisťná (bezpečnostná) zásoba	aktualizácia vnútropodnikového systému SAP	3	60
	problematickosť využitia materiálu	6	chýbajúca presná definícia kritických vlastností surovín, ktoré majú byť overené pri vykonaní vstupnej kontroly	4	chýbajúce zadefinovanie preventívnej metódy z dôvodu chýbajúcich informácií o kritických parametroch dodávaných surovín	chýbajúce zadefinovanie metódy regulácie z dôvodu chýbajúcich informácií o kritických parametroch dodávaných surovín	6	144
odmietnutie prispôbenia materiálov (či už dodat viac, menej, prípadne s inými parametrami)	oneskorenie výroby	4	neskoré dojednanie konečného množstva objednávok realizovaných pre odberateľov	4	umiestnenie poisťnej (bezpečnostnej) zásoby v sklade	aktualizácia vnútropodnikového systému SAP	3	48
transport issue	oneskorenie výroby	4	dopravné zápchy, poškodenie prepravovaného nákladu, štrajky, demonštrácie	2	dodávky sú realizované 24 hodín dopredu, čiže v prípade akéhokoľvek problému má spoločnosť 24 hodín na riešenie tejto situácie, poisťná (bezpečnostná) zásoba	sledovanie dodávky, kde sa jednotlivé suroviny nachádzajú	2	16

Zdroj: Smoradová, 2018

Analýza poukazuje na skutočnosť, že v rámci rizík súvisiacich s prichádzajúcimi surovinami sa za najzávažnejší problém odhaľuje riziko **neodborného schválenia materiálu**, ktoré môže mať za následok, že vstupný materiál nezodpovedá svojimi parametrami potrebám výrobného procesu a problematickosť využitia materiálu vo výrobe. Môže nastať situácia, že spoločnosť kvôli zlým parametrom nie je schopná prevzatú surovinu využiť resp. výroba s touto surovinou spôsobuje zvýšený počet nepodarkov a odpad. V prípade nedostatku surovín môže nastať situácia, že spoločnosť bude musieť zastaviť výrobu z dôvodu

nedostatku vstupných surovín, ktoré boli pôvodne objednané. Tieto riziká prekračujú hodnotu indexu RPN nad limit akceptovateľný spoločnosťou, kde RPN index je na úrovni 80. Ostatné identifikované riziká sú na prijateľnej úrovni.

Tab. 6: Identifikované riziká po prijatí nápravných opatrení zásobovacieho procesu

Možná chyba	Možný následok chyby	Doporučené opatrenia	Zodpovedný pracovník	Uskutočnené opatrenia	Výsledky opatrení			
					Význam	Výskyt	Odhalenie	RPN
neodborné schválenie materiálu	suroviny nezodpovedajú svojimi parametrami	príjem informácií deketujúcich kritické parametre dodávaných surovín a následne zvýšenie dôrazu pri vypracovaní kontrolného plánu a plánu riadenia výroby	Logistic engenieer	informovanie dodávateľa o nevyhovujúcej kvalite surovín, požiadavka na dodávky surovín s nízkou úrovňou rizika, osvedčenie o kvalite materiálu vrátane vykonania kontroly vzorky surovín je považované za dostatočnú prevenciu pre odstránenie potenciálneho zlyhania.	6	4	2	48
	suroviny nezodpovedajú svojim množstvom	kontrola procesu z dôvodu overenia či bola objednávka surovín zadaná správne, prípadne penalizácia dodávateľa a zníženie ratingu	Logistic engenieer	kontrola procesu z dôvodu overenia či bola objednávka surovín zadaná správne, prípadne penalizácia dodávateľa a zníženie ratingu	8	1	1	8
	problematickosť využitia materiálu	príjem informácií deketujúcich kritické parametre dodávaných surovín a následne zvýšenie dôrazu pri vypracovaní kontrolného plánu a plánu riadenia výroby	Material engenieer	informovanie dodávateľa o nevyhovujúcej kvalite surovín, požiadavka na dodávky surovín s nízkou úrovňou rizika, osvedčenie o kvalite materiálu vrátane vykonania kontroly vzorky surovín je považované za dostatočnú prevenciu pre odstránenie potenciálneho zlyhania.	6	2	2	24
odmietnutie prispôbenia materiálov (či už dodať viac, menej, prípadne s inými parametrami)	oneskorenie výroby	hľadanie alternatívneho dodávateľa, komunikácia s trhom o možnosti posunu termínou realizácie produkcie	Logistic engenieer	komunikácia so zákazníkmi o možnosti oneskorenia sa v termínoch realizácie s dôvodou chýbajúcich surovín, snaha získať potrebné suroviny od iného dodávateľa	2	2	3	12
transport issue	oneskorenie výroby	sledovanie dodávky, hľadanie náhradnej dopravy, využívanie poisťných (bezpečnostných) zásob, zmena plánu výroby, výroba výrobkov na ktoré máme potrebné suroviny	Logistic engenieer	sledovanie dodávok, hľadanie alternatívnej dopravy, výroba výrobkov na ktoré máme dostatok surovín	4	2	1	8

Zdroj: Smoradová, 2018

Nápravné opatrenia predstavujú nástroje na znižovanie rizík, predchádzanie ich vzniku, eliminovanie rizík, ktoré spôsobujú problémy v zásobovacom procese. Na základe

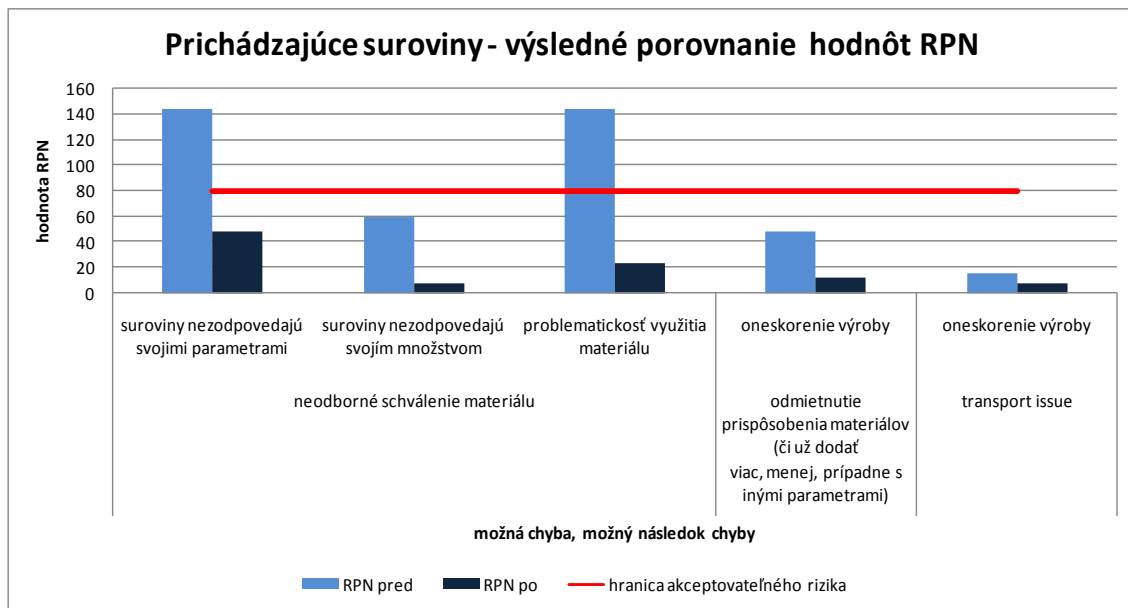
správne nastolených nápravných opatrení, ktoré sú uvedené v tab. 6 sa podarilo eliminovať riziká na úroveň RPN indexu, ktorý predstavuje akceptovateľnú úroveň v podniku RPN=80. Výsledné porovnanie RPN indexov poukazuje na zníženie RPN indexu z čoho vyplýva, že nápravné opatrenia splnili svoj účel a došlo k zníženiu rizík na akceptovateľnú úroveň (tab.7).

Tab. 7: Komparácia identifikovaných rizík

Možná chyba	Možný následok chyby	RPN pred	RPN po
neodborné schválenie materiálu	suroviny nezodpovedajú svojimi parametrami	144	48
	suroviny nezodpovedajú svojím množstvom	60	8
	problematickosť využitia materiálu	144	24
odmietnutie prispôsobenia materiálov (či už dodať viac, menej, prípadne s inými parametrami)	oneskorenie výroby	48	12
transport issue	oneskorenie výroby	16	8

Zdroj: Smoradová, 2018

Hodnoty RPN indexu pred a po nastolení nápravných opatrení predstavovali pre spoločnosť zlepšenie indexu na akceptovateľnú úroveň, čím došlo k zníženiu rizík v oblasti neodborného schválenia materiálu. Riziko pri neodbornom schvaľovaní materiálu sa ukázalo najmä v nekvalite zodpovedajúcich parametrov a v problematickom využití materiálu. Čo sa týka množstva materiálu bolo zabezpečené v dostatočnom množstve pre výrobný proces, čím nedochádzalo k zastaveniu výroby a vzniku deficitu materiálu, ktorý by pre spoločnosť predstavoval zvýšené náklady. Grafické zobrazenie poklesu hodnôt RPN indexov prezentuje obr. 3.



Obr. 3: Porovnanie RPN indexov zásobovacieho procesu

Zdroj: Smoradová, 2018

ZÁVER

Metóda FMEA našla uplatnenie vo viacerých oblastiach priemyslu a zároveň aj v nevýrobnej sfére. Predstavuje systémový prístup k prevencii vzniku nekvality, nepodarkov. Táto metóda eliminuje straty, ktoré vznikajú v dôsledku nízkej kvality produkcie. Zároveň umožňuje minimalizovať riziká už vo vývojovej fáze. Analýzou rizík a stanovením ich významu, výskytu a odhalenia umožňuje účinnejšie využívanie vstupných výrobných faktorov, ktoré sú základom pre efektívny výrobný proces. Metóda FMEA je uplatniteľná v praxi z dôvodu jej systémového prístupu. Metóda FMEA je preventívna metóda, ktorá umožňuje včas identifikovať možné poruchy, chyby alebo nedostatky, ktoré môžu ovplyvniť funkcie systému alebo výslednú kvalitu či bezpečnosť. Metóda vyžaduje veľkú skúsenosť tímu s analyzovaným systémom - správna identifikácia možných chýb a ich následkov je založená z veľkej časti na skúsenostiach a navyše je odporúčané zloženie tímu z viac ľudí tak, aby sa ich vedomosti a skúsenosti vzájomne vykrývali. V spoločnosti sa metódou FMEA dosiahli pozitívne výsledky, zlepšili sa procesy, vstupné zdroje, zlepšila sa hospodárnosť vynakladaných zdrojov a efektívnosť pri predaji produktov, čím sa dosiahla vyššia úroveň spokojnosti u zákazníkov a zároveň spoločnosť získala konkurenčnú výhodu na trhu.

Tento príspevok je súčasťou riešených projektov KEGA 002TUKE-4/2017 a KEGA 049TUKE-4/2019.

POUŽITÁ LITERATÚRA

CHEVALIER, A. – HIRSCH, G.: *Rizika podnikání*, Praha: Victoria Publishing, a. s., 1994. ISBN 80-85865-05-X.

HRUBEC, J.- VIRČÍKOVÁ, E. a kol.: *Integrovaný manažérsky systém*. Nitra: SPU, 2009. ISBN 978-80-552-0231-0

NENADÁL, J. a kol.: *Moderní management jakosti. Principy. Postupy. Metody*. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7

NENADÁL, J.: *Měření v systémech managementu jakosti. 2. doplněné vydání*, Praha: Management Press, 2004. ISBN 80-7261-110-0

PAČAIOVÁ, H., MARKULÍK, Š, NAGYOVÁ, A.: *Význam rizika v manažérských systémech*. Košice: BEKI: Design s.r.o., 2016. ISBN 978-80-553-2618-4

PLURA, J.: *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Praha: Computer Press, 2001. ISBN 80-7226-543-1

SEŇOVÁ, A.: *Manažment podnikateľských rizík*. Košice: ES Fakulta BERG, 2012.

SMEJKAL, V. – RAIS, K.: *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. Praha: Grada Publishing, 2010. ISBN: 978-80-247-4644-9

SMORADOVÁ, L.: *Riadenie výrobných rizík vo vybranej spoločnosti*. Diplomová práca, Košice: TU, FBERG Košice, 2019.

VÁCHAL, J. – VOCHOZKA, M.: *Podnikové řízení*, Praha: Grada Publishing, 2013. ISBN: 978-80-247-4642-5

VARCHOLOVÁ, T. – DUBOVICKÁ, L.: *Nový manažment rizika*. Bratislava: Iura Edition, spol. s r. o. 2010. ISBN 978-80-8078-191-0

Kontakt

doc. Ing. Katarína Teplická, PhD.

Technická univerzita, Fakulta BERG, Oddelenie manažerstva zemských zdrojov

Park Komenského 19, 040 11 Košice, Slovensko

Telefón: 00421/556022997

Email: katarina.teplicka@tuke.sk