

**Univerzita Pardubice**

**Fakulta ekonomicko-správní**

**Analýza rizik v procesu výroby konkrétního výrobku**

**Karel Horák**

**Bakalářská práce  
2015**

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní  
Akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Karel Horák**  
Osobní číslo: **E12280**  
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Ekonomika a provoz podniku**  
Název tématu: **Analýza rizik v procesu výroby konkrétního výrobku**  
Zadávací katedra: **Ústav podnikové ekonomiky a managementu**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je zhodnotit rizika v procesu výroby konkrétního výrobku. Zhodnocení bude provedeno na základě dostupných dat vycházejících z analýzy aktiv, hrozeb a rizik. Součástí práce bude také návrh souboru nápravných opatření jak rizikům čelit.

Osnova:

- Charakteristika výrobního procesu vybraného výrobku.
- Formulace principů řízení rizik.
- Identifikace, analýza a zhodnocení aktiv, hrozeb a rizik.
- Návrh souboru nápravných opatření jak rizikům čelit.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: cca 35 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

CARREL, P. The handbook of risk management: implementing a post crisis corporate culture. Hoboken, N.J.: Wiley, 2010, p. cm. ISBN 978-047-0681-756.

ČERMÁK, M. Řízení informačních rizik v praxi. V Tribunu EU vyd. 1. Brno: Tribun EU, 2009, 134 s. ISBN 978-807-3997-311.

FOTR, J., HNILICA, J. Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování: Risk management and financial engineering. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2014, 299 s. Expert. ISBN 978-80-247-5104-7.

SMEJKAL, V., RAIS, K. Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2013, 483 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4644-9.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Aleš Horčíčka

Ústav podnikové ekonomiky a managementu

Datum zadání bakalářské práce: 29. září 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2015

doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.  
děkanka

L.S.

doc. Ing. Marcela Kožená, Ph.D.  
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 29. září 2014

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Nesouhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 30. 4. 2015

Karel Horák

## **PODĚKOVÁNÍ:**

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu práce panu Ing. Aleši Horčíčkovi za jeho odbornou pomoc, cenné rady a poskytnuté materiály, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce. Děkuji též zaměstnancům podniku, zejména panu Ing. Miloši Vaňákovi a panu Ing. Petru Bašusovi za vedení mé prezenční praxe.

## **ANOTACE**

*Bakalářská práce se zabývá analýzou rizik v procesu výroby konkrétního výrobku ve výrobním podniku. Seznamuje s teoretickými východisky problematiky výrobního podniku a rizika. Na základě poznatků z obecné části byla vypracována analýza rizik. Podle výstupu z analýzy rizik byla navržena vhodná nápravná opatření.*

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

*Riziko, analýza rizik, řízení rizik, výroba, podnik.*

## **TITLE**

*Risk Analysis in the Process of Production of a Specific Product.*

## **ANNOTATION**

*This bachelor thesis deals with the risk analysis in the process of manufacturing a specific product in manufacturing company. It introduces the theoretical bases of problematics in manufacturing enterprise and its risks. Based on the findings from the theoretical part a risk analysis was developed. According to the output of the risk analysis a set of appropriate corrective measures was proposed.*

## **KEYWORDS**

*Risk, Risk Analysis, Risk Management, Production, Company.*

# Obsah

Úvod .....	11
1 Výroba .....	12
1.1 Výrobní činnost podniku .....	12
1.2 Členění výroby .....	13
2 Rizika ve výrobním podniku .....	15
2.1 Riziko .....	15
2.2 Analýza rizik .....	16
2.3 Základní pojmy analýzy rizik.....	17
2.3.1 Aktivum .....	17
2.3.2 Hrozba.....	17
2.3.3 Zranitelnost .....	18
2.3.4 Protiopatření.....	18
2.3.5 Riziko.....	19
2.4 Metody analýzy rizik.....	19
2.4.1 CHECK LIST (kontrolní seznam) .....	19
2.4.2 SAFETY AUDIT (bezpečnostní kontrola) .....	19
2.4.3 WHAT – IF ANALYSIS (analýza toho, co se stane když) .....	20
2.4.4 PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS - PHA (předběžná analýza ohrožení) 20	
2.4.5 HAZARD OPERATION PROCESS - HAZOP (analýza ohrožení a provozuschopnosti).....	20
2.4.6 PROCES QUANTITATIVE RISK ANALYSIS - QRA (analýza kvalitativních rizik procesu) .....	20
2.4.7 FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS - FMEA (analýza selhání a jejich dopadů) .....	21
2.4.8 EVENT TREE ANALYSIS - ETA (analýza stromu událostí).....	21
2.4.9 FAULT TREE ANALYSIS - FTA (analýza stromu poruch).....	21
2.4.10 HUMAN RELIABILITY ANALYSIS - HRA (analýza lidské spolehlivosti)22	
2.4.11 FUZZY SET AND VERBAL VERDICT METHOD - FL-VV (metoda mlhavé logiky verbálních výroků) .....	22
2.4.12 RELATIVE RANKING - RR (relativní klasifikace) .....	22
2.4.13 CAUSES AND CONSEQUENCES ANALYSIS - CCA (analýza příčin a dopadů) 23	

2.4.14	PROBABLISTIC SAFETY ASSESSMENT - PSA (metoda pravděpodobnostního hodnocení) .....	23
2.5	FMEA.....	23
2.5.1	Základní charakteristika FMEA.....	23
2.5.2	Důležité pojmy související s FMEA .....	24
2.5.3	Možnosti využití FMEA .....	25
2.5.4	Omezení a nedostatky FMEA.....	25
	Závěr.....	26
	Literatura .....	27



## Seznam zkratek

AMD	Advanced Micro Devices, podnik vyrábějící čipy
CD	Compact Disk
COA	Certificate of Authenticity, certifikát pravosti
CPU	Central Processing Unit
ČSN	česká soustava norem
EOLA	End of the Line Audit, výstupní kontrola
E-star	Energy star
EWI	Electronic Work Instruction, návod k práci v elektronické podobě
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
HDD	Hard Drive, pevný disk
HW	Hardware
IT	informační technologie
MT	Middle Tower
PC	Personal Computer
QE	Quality Engineering
SSD	Solid State Drive, datové úložiště bez pohyblivých částí
SSN	Serial number
SW	Software
TNI	technické normalizační informace
UPH	Units Per Hour
USB	Universal Serial Bus
VGA	Video Graphics Array, grafická karta
WLAN	Wireless Local Area Network, Wi-Fi

## **Seznam ilustrací**

Obrázek 1 - Obecný model výroby .....	12
Obrázek 2 – Procesy ve výrobním podniku.....	13

# Úvod

Životní cyklus podniku by se dal přirovnat k cestě za cílem, cílem být úspěšný na trhu. Ale jako každá cesta za úspěchem, ani tato není snadná. Podnik musí čelit všemožným nástrahám s různými původci. Může se jednat o technologický problém, o problém s vlastními zaměstnanci, ale i o přírodní katastrofu.

Úspěšné podniky v dnešní době již umí minimalizovat problematické situace. Předtím bylo nutné si uvědomit, že nic nemůže fungovat dokonale, bez problémů. Proto v mnoha podnicích existují i celá oddělení zaměřená na vyhledávání rizik, aby jim mohl podnik předejít, nebo aby se mohla zavést taková opatření, která alespoň zmírní dopad rizik, kterým se nedá vyhnout. Tento proces se nazývá řízení rizik a je hlavní náplní práce.

Cílem práce je:

- charakterizovat problematiku rizik a jejich řízení ve výrobním podniku,
- provést analýzu rizik v procesu výroby,
- a na základě analýzy provést zhodnocení rizik, z kterého bude vycházet soubor nápravných opatření.

První část práce zahrnuje nezbytný úvod, v kterém je obecně popsána výroba, výrobní proces a typy výrobních podniků. Navazuje formulace principu řízení rizik, kde je popsán pojem riziko jako takový, dále analýza rizik a důležité pojmy související s analýzou rizik.

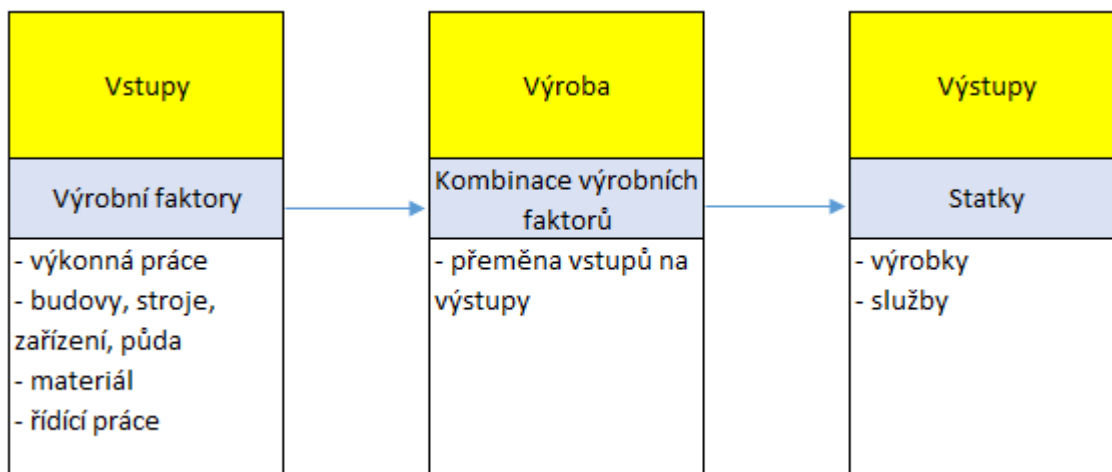
Druhá část práce již představuje vybraný podnik, jeho historii, zaměření výroby, postoj k zákazníkům a přístup k riziku. Dále je na základě sesbíraných a poskytnutých dat podnikem provedena analýza rizik. Závěr části tvoří zhodnocení rizik a navržení souboru nápravných opatření.

Mezi metody použité pro práci patří rešerše odborné, české i zahraniční literatury, elektronických informačních zdrojů, podnikových dokumentů a legislativy. Nezbytným zdrojem informací byla prezenční praxe autora práce v podniku, kde společně s týmem odborníků sesbíral a zpracoval data pro použití v jedné z metod analýzy rizik, FMEA. Samotnému vypracování FMEA předcházelo důkladné studium této metody a také studium interních dokumentů souvisejících s problematikou výrobního procesu, pro který se bude FMEA provádět.

# 1 Výroba

## 1.1 Výrobní činnost podniku

Výrobní činnost podniku je proces přeměny vstupů na výstupy. Výstupem může být buď výrobek, nebo služba, přičemž základní rozdíl představuje odlišnost času spotřeby a výroby/uskutečnění. U služby dochází k uskutečnění při samotné spotřebě, zatímco výrobek je vždy vyroben před spotřebováním. Podnik samotný pro tuto přeměnu využívá výrobních faktorů, jako řídicí a výkonné práce, dlouhodobý hmotný majetek (budovy, stroje, výrobní zařízení, půda aj.) a materiál (suroviny ve všech fázích zpracování). Toto je přehledně znázorněno na Obrázku 1. Rozdíl mezi hodnotou vstupů a výstupů je roven přidané hodnotě. [6, str. 169]



Obrázek 1 - Obecný model výroby

*Zdroj: upraveno podle [6, str. 169]*

Výrobní proces se dále dělí na podprocesy [6, str. 170]:

- Pracovní – přímá účast člověka
- Automatické – bez přímé účasti člověka
- Přírodní – působení přírodních sil za podmínek uměle nastavených člověkem, např. kvašení, zrání

Tyto podprocesy lze dále dělit podle použité technologie založené na zaměření výrobního podniku [6, str. 170]:

- Mechanicko-fyzikální, u kterých zůstává látková podstata suroviny stejná, dochází pouze k opracování, změně tvaru atd. Příkladem může být soustružení, šití, zdění...
- Chemické, kde dochází ke změně látkové podstaty, např. zpracovávání ropy.

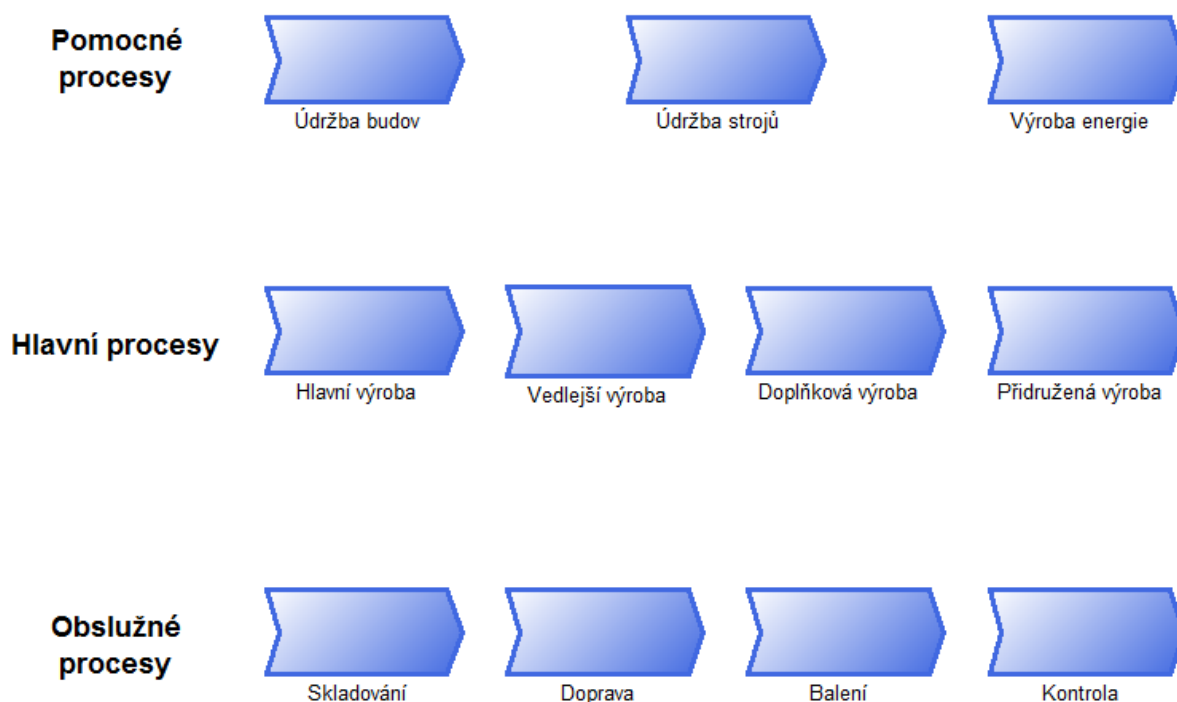
- Biologické, při kterých surovina mění své vlastnosti, jako je vaření piva, výroba vína či penicilinu.

## 1.2 Členění výroby

Výrobu obecně členíme na [6, str. 170]:

- Hlavní výroba – hlavní náplň výroby podniku, největší zdroj příjmů.
- Vedlejší výroba – výroba polotovarů, náhradních dílů atd.
- Doplnková výroba – využití a zpracování odpadu z hlavní a vedlejší výroby, využití volné kapacity
- Přidružená výroba – zpravidla se liší charakterem výroby od výroby hlavní a vedlejší

V každém podniku ale probíhají zároveň s hlavními procesy i procesy pomocné a obslužné. Procesem pomocným je např. údržba budov a strojů, vlastní výroba energie atd. Do obslužných procesů řadíme skladování, dopravu, balení a kontrolu. [6, str. 170]



Obrázek 2 – Procesy ve výrobním podniku

*Zdroj: vlastní zpracování podle [6, str. 170]*

Podle počtu vyráběných kusů členíme výrobu na [6, str. 170]:

- Kusovou
- Sériovou
- Hromadnou

Dle typu výrobní činnosti [6, str. 170-171]:

- Výroba na zakázku – zakázková výroba – vyrábí se podle přání zákazníka, většinou kusově, např. nábytek a šaty na zakázku, stavba lodí, výroba a montáž reaktorů, výroba a instalace klimatizace a vytápění aj.
- Vázaná (pevná) hromadná výroba – typická hromadná, vysoce standardizovaná (z hlediska výrobku, materiálů i technologie) výroba, která předpokládá plynulý odběr výrobků; jakékoliv výkyvy znamenají nižší hospodárnost. Výrobky jsou určeny pro masovou spotřebu.
- Pružná (volná, flexibilní) masová výroba – vyrábí se jeden druh výrobku, který se individuálně přizpůsobuje přání konkrétního zákazníka. Z výroby na zakázku přebírá individualizaci výrobku, z hromadné výroby přebírá výrobu standardizovaných komponent, např. automobilka vyrábí desítky modelů lišících se účelem použití, karosérií, obsahem a druhem motoru, které mají stejný podvozek, brzdy, elektrické systémy a stejné mechanické části.
- Plynulá (proudová) výroba – použitá technologie umožňuje nepřetržitý, plynulý proud zpracovávaných surovin a tím i plynulý proud hotových výrobků. Výroba je sice vysoce automatizovaná, produkující bez přerušení (přerušením je jen doba oprav), často 24 hodin denně, 7 dní v týdnu, jeden druh výrobku (např. papír, chemikálie, chemikálie, mléko, ropné produkty). Je vysoce investičně náročná; živá práce představuje na vstupech jen malý podíl. Vyžaduje vysoké používání výrobní kapacity, což přináší nízké náklady.

## 2 Rizika ve výrobním podniku

### 2.1 Riziko

Riziko je výraz pocházející již ze 17. století, kde se používal v souvislosti s lodní dopravou. Označoval úskalí, kterému se plavci museli vyhnout. Následně se tím vyjadřovalo vystavení nepříznivým okolnostem. V dnešní době se ovšem nedá pojem riziko definovat jednoznačně, definicí je celá řada [5, str. 78]:

1. Pravděpodobnost či možnost vzniku ztráty, obecně nezdaru.
2. Variabilita možných výsledků nebo nejistota jejich dosažení.
3. Odchýlení skutečných a očekávaných výsledků.
4. Pravděpodobnost jakéhokoliv výsledku, odlišného od výsledku očekávaného.
5. Situace, kdy kvantitativní rozsah určitého jevu podléhá jistému rozdělení pravděpodobnosti.
6. Nebezpečí negativní odchylky od cíle (tzv. čisté riziko).
7. Nebezpečí chybného rozhodnutí.
8. Možnost vzniku ztráty nebo zisku (tzv. spekulativní riziko).
9. Neurčitost spojená s vývojem hodnoty aktiva (tzv. investiční riziko).
10. Střední hodnota ztrátové funkce.
11. Možnost, že specifická hrozba využije specifickou zranitelnost systému.

V ekonomii je pojem riziko užíván v souvislosti s nejednoznačností průběhu určitých skutečných ekonomických procesů a nejednoznačností jejich výsledků; obecně lze konstatovat, že se nemusí jednat pouze o riziko ekonomické. Existují i jiné druhy rizik, například [5, str. 79]

- politická a teritoriální,
- ekonomická – makroekonomická a mikroekonomická, například tržní, inflační, kurzovní, úvěrová, obchodní, platební apod.,
- bezpečnostní,
- právní a spojená s odpovědností za škodu,
- předvídatelná a nepředvídatelná,
- specifická – například pojišťovací, manažerská, spojená s finančním trhem, odbytová, rizika inovací apod.

Riziko má vždy 2 stránky [5, str. 80]:

- pozitivní stránka – naděje vyššího zisku, naděje vyššího úspěchu,
- negativní stránka – nebezpečí horších hospodářských výsledků.

## **2.2 Analýza rizik**

Analýza rizik je prvním krokem procesu snižování rizik. Analýza rizik je obvykle chápána jako proces definování hrozeb, pravděpodobnosti jejich uskutečnění a dopadu na aktiva, tedy stanovení rizik a jejich závažnosti [5, str. 80].

Analýza rizik zahrnuje [5, str. 81]:

- zjištění stavu aktiv a jejich popis,
- stanovení hodnoty aktiv, jejich současného stavu a významnosti pro přirozený běh společnosti, ohodnocení možného dopadu jejich ztráty, změny či poškození na existenci či chování subjektu,
- určení druhů událostí s možným negativním dopadem na hodnotu aktiv a odhalení potenciálně ohrožených míst,
- stanovení závažnosti a pravděpodobnosti hrozeb pomocí statistických nástrojů.

Kvalitní řešení jakéhokoliv problému v jakékoliv oblasti je vždy postaveno na kvalitní analýze rizik, která je základním vstupem pro řízení rizik.

Hodnocení rizik není nikdy jednorázovou událostí, ale je neustálým procesem zvažování poškození aktivit způsobených naplněním hrozeb a počítáním pravděpodobnosti naplnění těchto hrozeb [5, str. 81].

Na základě vyhodnocení rizik analýzou se stanovují následující postupy uvnitř organizace, které by měly zamezit naplnění hrozeb nebo alespoň napomoci k minimalizaci pravděpodobnosti tohoto naplnění. Výstupy z analýzy rizik mohou být použity opakovaně pro různé postupy, přičemž některé postupy je nutné opakovat vícekrát, aby bylo dosaženo cíle. Samozřejmě některá rizika není možné zcela eliminovat, jelikož by na to musely být vynaloženy neúměrné náklady anebo to není vůbec možné – tehdy hovoříme o takzvaných zbytkových rizicích [5, str. 81-82].



## 2.3 Základní pojmy analýzy rizik

### 2.3.1 Aktivum

Aktivum je všechno, co má pro subjekt hodnotu, která může být zmenšena působením hrozby. Aktiva se dělí na hmotná (například nemovitosti, cenné papíry, peníze apod.) a na nehmotná (například informace, předměty průmyslového a autorského práva, morálka pracovníků, kvalita personálu apod.). Aktivem ale může být sám subjekt, neboť hrozba může působit na celou jeho existenci. [5, str. 82]

Základní charakteristikou aktiva je hodnota aktiva, která je založena na objektivním vyjádření obecně vnímané ceny nebo na subjektivním ocenění důležitosti (kritičnosti) aktiva pro daný subjekt, popřípadě obou přístupů. Hodnota pasiva je relativní v závislosti na úhlu pohledu při hodnocení. [5, str. 82]

Při hodnocení aktiva se berou v úvahu především následující hlediska [5, str. 82]:

1. pořizovací náklady či jiná hodnota aktiva,
2. důležitost aktiva pro existenci či chování subjektu,
3. náklady na překlenutí případné škody na aktivu,
4. rychlost odstranění případné škody na aktivu,
5. jiná hlediska (mohou být specifická případ od případu).

### 2.3.2 Hrozba

Hrozba je síla, událost, aktivita nebo osoba, která má nežádoucí vliv na bezpečnost nebo může působit škodu. Hrozbou může být požár, přírodní katastrofa, krádež zařízení, získání přístupu k informacím neoprávněnou osobou, chyba obsluhy, ale i kontrola finančního úřadu nebo růst kursu české koruny vzhledem k evropské měně, apod. [5, str. 82]

Škoda, kterou způsobí hrozba při jednom působení na určité aktivum, se nazývá dopad hrozby. Dopad hrozby může být odvozen od absolutní hodnoty ztrát, do které jsou zahrnuty náklady na znovuoobnovení činnosti aktiva nebo náklady na odstranění následků škod způsobených subjektu hrozbou [5, str. 82]

Základní charakteristikou hrozby je její úroveň. Úroveň hrozby se hodnotí podle následujících faktorů [5, str. 82-83]:

- Nebezpečnost: schopnost hrozby způsobit škodu.
- Přístup: pravděpodobnost, že se hrozba svým působením dostane k aktivu (získá k němu přístup). Jednou z forem vyjádření může být i frekvence výskytu hrozby.

- **Motivace:** zájem iniciovat hrozbu vůči aktivu. Odhad motivace spočívá v pochopení skupinových a národních záměrů i záměrů jednotlivců, jejich cílů a politiky – to vše se analyzuje s ohledem na předchozí podmínky a činnost těchto ohrožovatelů (útočníků). Odhad motivace napomáhá při tvorbě expertních stanovisek a odhadů hrozeb.

### **2.3.3 Zranitelnost**

Zranitelnost je nedostatek, slabina nebo stav analyzovaného aktiva (případně subjektu nebo jeho části), který může hrozbu využít pro uplatnění svého nežádoucího vlivu. Tato veličina je vlastností aktiva a vyjadřuje, jak citlivé je aktivum na působení dané hrozby [5, str. 83].

Zranitelnost vznikne všude tam, kde dochází k interakci mezi hrozbou a aktivem. Základní charakteristikou zranitelnosti je její úroveň. Úroveň zranitelnosti aktiva se hodnotí podle následujících faktorů [5, str. 83]:

- **Citlivost:** náchylnost aktiva být poškozeno danou hrozbou.
- **Kritičnost:** důležitost aktiva pro analyzovaný subjekt.

### **2.3.4 Protiopatření**

Protiopatření je postup, proces, procedura, technický prostředek nebo cokoliv, co bylo speciálně navrženo pro zmírnění působení hrozby (její eliminaci), snížení zranitelnosti nebo dopadu hrozby. Protiopatření se navrhuje s cílem předejít vzniku škody nebo s cílem usnadnit překlenutí následků vzniklé škody [5, str. 83].

Z hlediska analýzy rizik je protiopatření charakterizováno efektivitou a náklady. Efektivita protiopatření vyjadřuje, nakolik protiopatření sníží účinek hrozby. Používá se ve fázi zvládnání rizik jako jeden z hlavních parametrů při hodnocení vhodnosti použití daného protiopatření [5, str. 83].

Protiopatření se zaměřují na oblasti snížení úrovně hrozby, snížení úrovně zranitelnosti, snížení následků působením hrozby, detekce nežádoucího vlivu s cílem včas indikovat působení hrozby a předejít možnosti jejího plného uplatnění, dále se pak zaměřují na oblast obnovení činnosti po působení hrozby [5, str. 83].

Do nákladů na protiopatření se započítávají náklady na pořízení, zavedení a provozování protiopatření. Společně s efektivitou protiopatření jsou tyto náklady důležitými parametry při výběru protiopatření. Výběr vhodného protiopatření spočívá v optimalizaci, kdy se hledají nejúčinnější protiopatření, jejichž realizace přinese co nejmenší náklady [5, str. 83]

### **2.3.5 Riziko**

Riziko vzniká vzájemným působením hrozby a aktiva. Hrozba, která nepůsobí na žádné aktivum, nemusí být při analýze rizik brána v úvahu. Aktivum, na které nepůsobí žádná hrozba, není předmětem analýzy rizik [5, str. 83].

Úroveň rizika je určena hodnotou aktiva, zranitelností aktiva a úrovní hrozby. Na růstu úrovně rizika se podílí úroveň hrozby, zranitelnost a hodnota aktiva. Jedině protiopatření úrovně rizika snižuje [5, str. 84].

Při návrhu protiopatření se používá pravidlo, které stanovuje, že náklady vynaložené na snížení rizika musí být přiměřené hodnotě chráněných aktiv (případně hodnotě škod, vzniklých dopadem hrozby). S tímto pravidlem souvisí stanovení referenční úrovně rizika, pod kterou se riziko prohlásí za zbytkové a nepodnikají se žádná protiopatření [5, str. 84].

Zbytkové riziko je takové riziko, které je tak malé (nepřesáhne referenční úroveň), že je pro subjekt přijatelné a není nutné podnikat další protiopatření k jeho snížení [5, str. 84].

Referenční úroveň je hranice míry rizika (stanovená hodnota velikosti rizika), která rozhoduje o tom, zda je riziko zbytkové (velikost rizika je menší než referenční úroveň), či není zbytkové (velikost rizika je větší než referenční úroveň). Tím se rozhodne, zda proti riziku je či není nutné podnikat další protiopatření pro jeho snížení. Referenční úroveň by měla být na takové úrovni, aby dopad hrozby byl tak malý, že jej lze zanedbat [5, str. 84].

## **2.4 Metody analýzy rizik**

### **2.4.1 CHECK LIST (kontrolní seznam)**

Kontrolní seznam je postup založený na systematické kontrole plnění předem stanovených podmínek a opatření. Seznamy kontrolních otázek (checklists) jsou zpravidla generovány na základě seznamu charakteristik sledovaného systému nebo činností, které souvisejí se systémem a potenciálními dopady, selháním prvků systému a vznikem škod. Jejich struktura se může měnit od jednoduchého seznamu až po složitý formulář, který umožňuje zahrnout různou relativní důležitost parametru (váhu) v rámci daného souboru [7].

### **2.4.2 SAFETY AUDIT (bezpečnostní kontrola)**

Bezpečnostní kontrola je postup hledající rizikové situace a navržení opatření na zvýšení bezpečnosti. Metoda představuje postup hledání potenciálně možné nehody nebo provozního problému, který se může objevit v posuzovaném systému. Formálně je používán připravený seznam otázek a matice pro skórování rizik [7].

### **2.4.3 WHAT – IF ANALYSIS (analýza toho, co se stane když)**

Analýza toho, co se stane když, je postup na hledání možných dopadů vybraných provozních situací. V podstatě je to spontánní diskuse a hledání nápadů, ve které skupina zkušených lidí dobře obeznámených s procesem klade otázky nebo vyslovuje úvahy o možných nehodách. Není to vnitřně strukturovaná technika jako některé jiné (například HAZOP a FMEA). Namísto toho po analytikovi požaduje, aby přizpůsobil základní koncept šetření určitému účelu [7].

### **2.4.4 PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS - PHA (předběžná analýza ohrožení)**

Předběžná analýza ohrožení – též kvantifikace zdrojů rizik je postup na vyhledávání nebezpečných stavů či nouzových situací, jejich příčin a dopadů a na jejich zařazení do kategorií dle předem stanovených kritérií. Koncept PHA ve své podstatě představuje soubor různých technik, vhodných pro posouzení rizika. V souhrnu se nejčastěji pod touto zkratkou jedná o následující techniky posuzování: Chat-if; Chat-if/checklists; hazard and operability (HAZOP) analysis; failure mode and effects analysis (FMEA); fault tree analysis; kombinace těchto metod; ekvivalentní alternativní metody [7].

### **2.4.5 HAZARD OPERATION PROCESS - HAZOP (analýza ohrožení a provozuschopnosti)**

Kvantitativní posuzování rizika je systematický a komplexní přístup pro predikci odhadu četnosti a dopadů nehod pro zařízení nebo provoz systému. Analýza kvantitativních rizik procesu je koncept, který rozšiřuje kvalitativní (zpravidla verbální) metody hodnocení rizik o číselné hodnoty. Algoritmus využívá kombinaci (propojení) s jinými známými koncepty a směřuje k zavedení kritérií pro rozhodovací proces, potřebnou strategii a programy k efektivnímu zvládnání (řízení) rizika. Vyžaduje náročnou databázi a počítačovou podporu [7].

### **2.4.6 PROCES QUANTITATIVE RISK ANALYSIS - QRA (analýza kvalitativních rizik procesu)**

Kvantitativní posuzování rizika je systematický a komplexní přístup pro predikci odhadu četnosti a dopadů nehod pro zařízení nebo provoz systému. Analýza kvantitativních rizik procesu je koncept, který rozšiřuje kvalitativní (zpravidla verbální) metody hodnocení rizik o číselné hodnoty. Algoritmus využívá kombinaci (propojení) s jinými známými koncepty

a směřuje k zavedení kritérií pro rozhodovací proces, potřebnou strategii a programy k efektivnímu zvládnání (řízení) rizika. Vyžaduje náročnou databázi a počítačovou podporu [7].

#### **2.4.7 FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS - FMEA (analýza selhání a jejich dopadů)**

Analýza selhání a jejich dopadů je postup založený na rozboru způsobů selhání a jejich důsledků, který umožňuje hledání dopadů a příčin na základě systematicky a strukturovaně vymezených selhání zařízení. Metoda FMEA slouží ke kontrole jednotlivých prvků projektového návrhu systému a jeho provozu. Představuje metodu tvrdého, určitého typu, kde se předpokládá kvantitativní přístup řešení. Využívá se především pro vážná rizika a zdůvodněné případy. Vyžaduje aplikaci počítačové techniky, speciální výpočetní program, náročnou a cíleně zaměřenou databázi. O této metodě více v podkapitole FMEA [7].

#### **2.4.8 EVENT TREE ANALYSIS - ETA (analýza stromu událostí)**

Analýza stromu událostí je postup, který sleduje průběh procesu od iniciační události přes konstruování události vždy na základě dvou možností – příznivé a nepříznivé. Metoda ETA je graficko-statistická metoda. Názorné zobrazení systémového stromu událostí představuje rozvětvený graf s dohodnutou symbolikou a popisem. Znázorňuje všechny události, které se v posuzovaném systému mohou vyskytnout. Podle toho, jak počet událostí narůstá, výsledný graf se postupně rozvětňuje jako větve stromu [7].

#### **2.4.9 FAULT TREE ANALYSIS - FTA (analýza stromu poruch)**

Analýza stromu poruch je postup založený na systematickém zpětném rozboru událostí za využití řetězce příčin, které mohou vést k vybrané vrcholové události. Metoda FTA je graficko-analytická popř. graficko-statistická metoda. Názorné zobrazení stromu poruch představuje rozvětvený graf s dohodnutou symbolikou a popisem. Hlavním cílem analýzy metodou stromu poruch je posoudit pravděpodobnost vrcholové události s využitím analytických nebo statistických metod. Proces dedukce určuje různé kombinace hardwarových a softwarových poruch a lidských chyb, které mohou způsobit výskyt specifikované nežádoucí události na vrcholu [7].

#### **2.4.10 HUMAN RELIABILITY ANALYSIS - HRA (analýza lidské spolehlivosti)**

Analýza lidské spolehlivosti je postup na posouzení vlivu lidského činitele na výskyt živelných pohrom, nehod, havárií, útoků apod. či některých jejich dopadů. Koncept analýzy lidské spolehlivosti HRA směřuje k systematickému posouzení lidského faktoru (Human Factors) a lidské chyby (Human Error). Zahrnuje přístupy mikroergonomické (vztah „člověk – stroj“) a makroergonomické (vztah systému „člověk – technologie“). Analýza HRA má těsnou vazbu na aktuálně platné pracovní předpisy především z hlediska bezpečnosti práce. Uplatnění metody HRA musí vždy tvořit integrovaný problém bezpečnosti provozu a lidského faktoru v mezních situacích různých havarijních scénářů, tzn. paralelně a nezávisle s další metodou rizikové analýzy [7].

#### **2.4.11 FUZZY SET AND VERBAL VERDICT METHOD - FL-VV (metoda mlhavé logiky verbálních výroků)**

Metoda mlhavé logiky a verbálních výroků je metoda založena na jazykové proměnné. Jde o multikriteriální metodu rozhodovací analýzy z kategorie měkkého, mlhavého typu. Opírá se o teorii mlhavých množin a může být aplikována v různých obměnách, jednak samostatně s přímým výstupem priorit, anebo jako stupnice v pomocných bodech, namísto standardní verbálně-numerické stupnice v relativních jednotkách, tj. ve spojení s metodou TUKP – Totální ukazatele kvality prostředí (možnost uplatnění axiomatické teorie kardinálního užitku). Umožňuje aplikaci jednotlivcem i kolektivu [7].

#### **2.4.12 RELATIVE RANKING - RR (relativní klasifikace)**

Relativní klasifikace je ve skutečnosti spíše analytická strategie než jednoduchá dobře definovaná analytická metoda. Tato strategie umožňuje analytikům porovnat vlastnosti několika procesů nebo činností a určit tak, zda tyto procesy nebo činnosti mají natolik nebezpečné charakteristiky, že to analytiku opravňuje k další podrobnější studii. Relativní klasifikace může být použita rovněž pro srovnání několika návrhů umístění procesu nebo zařízení a zajistit tak informaci o tom, která z alternativ je nejlepší nebo méně nebezpečná. Tato porovnání jsou založena na číselných srovnáních, která reprezentují relativní úroveň významnosti každého zdroje rizika [7].

### **2.4.13 CAUSES AND CONSEQUENCES ANALYSIS - CCA (analýza příčin a dopadů)**

Analýza příčin a dopadů je směs analýzy stromu poruch a analýzy stromu událostí. Největší předností CCA je její použití jako komunikačního prostředku: diagram příčin a dopadů zobrazuje vztahy mezi koncovými stavy nehody (nepřijatelnými dopady) a jejich základními příčinami. Protože grafická forma, jež kombinuje jak strom poruch, tak strom událostí do stejného diagramu, může být hodně detailní, užívá se tato technika obvykle nejvíce v případech, kdy logika poruch analyzovaných nehod je poměrně jednoduchá. Jak už napovídá název, účelem analýzy příčin a dopadů je odhalit základní příčiny a dopady možných nehod. Analýza příčin a dopadů vytváří diagramy s nehodovými sekvencemi a kvalitativními popisy možných koncových stavů nehod [7].

### **2.4.14 PROBABLISTIC SAFETY ASSESSMENT - PSA (metoda pravděpodobnostního hodnocení)**

Metoda stanovuje příspěvky jednotlivých zranitelných částí k celkové zranitelnosti celého systému. Tato technologie se používá například k modelování scénářů hypotetických jaderných havárií, které vedou k tavení aktivní zóny a k odhadnutí četnosti takových havárií. Metodika PSA se skládá z: pochopení systému jaderného zařízení, a ze shromáždění relevantních dat o jeho chování při provozu; identifikace iniciačních událostí a stavů poškození jaderného zařízení; modelování systémů a řetězců událostí pomocí metodiky založené na logickém stromu; hodnocení vztahů mezi událostmi a lidskými činnostmi; vytvoření databáze dokumentující spolehlivost systémů a komponent [7].

## **2.5 FMEA**

### **2.5.1 Základní charakteristika FMEA**

FMEA je strukturovaná, kvalitativní analytická metoda, sloužící k identifikaci způsobů závad produktů, procesů a systémů, jejich příčin a důsledků – nejlépe dříve než nastanou [8].

#### **ČSN EN 60812**

Metoda je u nás popsána v normě ČSN EN 60812 – Techniky analýzy bezporuchovosti systémů – Postup analýzy způsobů a důsledků poruch [8].

Tato norma popisuje FMEA jako [1]:

- Systematický postup, analýza systému, za účelem zjištění potenciálních způsobů poruch, jejich příčin a důsledků na technické parametry (výkonnost) systému (bezprostřední montážní sestavy i celého systému či procesu).

### **Další normy upravující FMEA v České republice**

- ČSN EN ISO 31000 (01 0351) Management rizik – Principy a směrnice
- ČSN EN ISO 9000 (01 0300) Systémy managementu kvality – Základní principy a slovník
- ČSN EN ISO 9004 (01 0324) Řízení udržitelného úspěchu organizace – Přístup managementu kvality
- ČSN EN ISO 14121-1 (83 3010) Bezpečnost strojních zařízení – Posouzení rizika – Část 1: Zásady
- ČSN EN 61025 (01 0676) Analýza stromu poruchových stavů (FTA)

TNI 01 0350 (01 0350) Management rizik – Slovník (Pokyn 73) [8]

### **2.5.2 Důležité pojmy související s FMEA**

#### **Objekt**

- jakákoliv část, součást, zařízení, subsystém, funkční jednotka, zařízení nebo systém, se kterým je možné se individuálně zabývat
- Může se skládat z HW, SW, někdy i lidí
- Rovněž proces, který provádí předem stanovenou funkci a u něhož se provádí analýza FMEA procesu [8]

#### **Systém**

- Soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících prvků
- Má hierarchickou funkci (dá se „dekomponovat“)
- (Vzhledem ke spolehlivosti) Má vymezen účel v podobě požadovaných funkcí a stanoveny podmínky provozního používání [8]

#### **Poruchový stav**

- Stav objektu, charakterizovaný neschopností plnit požadovanou funkci (mimo neschopnosti během preventivní údržby a jiných naplánovaných činností nebo neschopnosti způsobené nedostatkem vnějších zdrojů) [8]



### Kritičnost poruchy

- Kombinace závažnosti důsledku a četnosti výskytu poruchy [8]

### Důsledek poruchy

- Následek způsobu poruchy pro provoz, funkci nebo stav objektu [8]

### Závažnost poruchy

- Významnost nebo stupeň důsledku způsobu poruchy na provoz objektu, na okolní prostředí objektu nebo na obsluhu objektu
- Závažnost důsledků způsobu poruchy, vztahující se k vymezeným hranicím analyzovaného systému [8]

## **2.5.3 Možnosti využití FMEA**

- V etapě návrhu a vývoje, jako součást přezkoumání návrhu (metoda předběžného varování) – nejvýznamnější.
- Při modifikaci a modernizaci systému.
- Při změnách provozních podmínek, jako je teplota nebo technologie.
- Při prokazování požadavků norem, předpisů nebo uživatele.
- Jako podklad pro návrh konstrukčních změn.
- Stanovení požadavků na provedení zkoušek [8].

## **2.5.4 Omezení a nedostatky FMEA**

Metoda FMEA je složitá, pracná a časově náročná v případě komplexních systémů. Pro sestavení je nutné značné množství podrobných informací o systému – konstrukce, funkce, technologie výroby, způsoby provozu a provozních podmínek. Přesnost výsledku je podmíněna účastí týmu odborníků různých profesí. FMEA nezahrnuje důsledky chyb lidského faktoru [8].

## Závěr

V první kapitole bylo cílem představit obecně pojem výroba a na výrobu zaměřené výrobní podniky. Jsou definovány výrobní vstupy, které jsou přeměněny pomocí kombinace výrobních faktorů na výstupy. Dále je definován výrobní proces, který se člení na podprocesy, jak z hlediska přičinění člověka, tak z hlediska zaměření výroby. K výrobnímu procesu také neodmyslitelně patří procesy pomocné a obslužné. Samotnou výrobu lze členit dle počtu vyráběných kusů, ale také dle důležitosti konkrétního výrobku pro podnik. Práce také poskytuje přehled o různých typech výrobních podniků, dle typu výrobní činnosti.

Druhá kapitola popisuje vznik pojmu riziko, a jak v průběhu staletí tento pojem měnil svůj význam. Zároveň v různých oborech může být riziko chápáno trochu jinak. Do této kapitoly nebyla zařazena rizika ekonomická, jako je finanční nebo investiční, přestože autor práce provedl rešerši odborné literatury týkající se těchto rizik. Důvod nezařazení je, že tato práce se zaměřuje především na rizika spojené s výrobou. Nutno ještě zmínit, že samotné riziko má vždy 2 stránky, pozitivní a negativní, přičemž pozitivní stránka bývá často přehlížena. V této kapitole je obecně definována analýza rizik včetně důležitých souvisejících pojmů. Na závěr kapitoly jsou představeny některé vybrané metody pro analýzu rizik, ze kterých je vybrána FMEA, jakožto nejvhodnější statistická metoda pro tuto práci. FMEA je zde definována z hlediska norem a jsou také popsány nejdůležitější související pojmy.

Všechny cíle práce byly splněny.

Trendem dnešní doby je automatizace výroby, tedy snaha provádět pracovní úkony, které původně dělali manuálně zaměstnanci, za pomoci strojů (robotů). Postupem času dojde k úplné eliminaci rizik spojených s lidskou chybou či záměrným zanedbáním pracovního úkonu.

## Literatura

### Normy

[1] ČSN ISO 31 000. Management rizik: principy a směrnice. Praha: Český normalizační institut, 2010.

Dostupné z WWW: [http://csnonlinefirmy.unmz.cz/html\\_nahledy/01/86884/86884\\_nahled.htm](http://csnonlinefirmy.unmz.cz/html_nahledy/01/86884/86884_nahled.htm)

### Knižní publikace

[2] CARREL, Philippe. *The handbook of risk management: implementing a post-crisis corporate culture*. Hoboken, N.J.: Wiley, 2010, xviii, 266 p. Wiley finance series.

[3] ČERMÁK, Miroslav. *Řízení informačních rizik v praxi*. V Tribunu EU vyd. 1. Brno: Tribun EU, 2009, 134 s. Knihovnicka.cz. ISBN 978-80-7399-731-1.

[4] HNILICA, Jiří a FOTR, Jiří. *Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 262 s. Expert (Grada). ISBN 9788024725604.

[5] SMEJKAL, Vladimír a RAIS, Karel. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2006, 296 s. Expert (Grada). ISBN 8024716674.

[6] SYNEK, Miloslav. *Podniková ekonomika*. 3. přeprac. a dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2002, xxv, 479 s. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 8071797367.

### Internetové zdroje

[7] Metodiky řízení rizik. In: PROCHÁZKOVÁ. *Bozpinfo.cz* [online]. Dostupné z: [http://www.bozpinfo.cz/citarna/clanky/riseni\\_bozpinfo/hodnoceni\\_rizik040331.html](http://www.bozpinfo.cz/citarna/clanky/riseni_bozpinfo/hodnoceni_rizik040331.html)

### Interní zdroje

[8] Podnikový intranet, Dostupný z: neveřejná síť podniku

