

Analýza rizik vzniku vad ve výrobním procesu ve společnosti FATRA a.s.

Jan Beran

Bakalářská práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav krizového řízení
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Jan Beran
Osobní číslo: L16248
Studijní program: B3909 Procesní inženýrství
Studijní obor: Ovládání rizik
Forma studia: kombinovaná

Téma práce: Analýza rizik vzniku vad ve výrobním procesu ve společnosti FATRA, a. s.

Zásady pro vypracování:

1. Definujte základní terminologii dané problematiky.
2. Analyzujte rizika vzniku vad vybranou metodou.
3. Navrhněte opatření k minimalizaci rizik.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] TICHÝ, Milik. Ovládání rizika: analýza a management. V Praze: C.H. Beck, 2006, xxvi, 396 s. Beckova edice ekonomie. ISBN 80-7179-415-5.

[2] ŠENOVSKÝ, Michail, Milan ORAVEC a Pavel ŠENOVSKÝ. Teorie krizového managementu. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2012, 115 s. SPBI Spektrum. Červená řada. ISBN 978-80-7385-108-8.

[3] NENADÁL, Jaroslav. Moderní management jakosti: principy, postupy, metody. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Slavomíra Vargová, PhD.**

Ústav krizového řízení

Datum zadání bakalářské práce: **30. listopadu 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2019**

V Uherském Hradišti dne 30. listopadu 2018

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka



Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 15. 5. 2019

Jméno a příjmení studenta: Jan Beran

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá analýzou rizik vzniku vad ve výrobním procesu. V teoretické části je popsána terminologie (rizika, analýza, vady, poruchy), dalším tématem je historický vývoj teorie rizik, popis managementu rizik a metod. Praktická část začne popisem společnosti Fatra a.s. Napajedla od historického vývoje až po současný profil společnosti a dále bude popsán proces výroby lisované podlahoviny. V další části bude použita FMEA procesu výroby lisované podlahoviny z praktického hlediska.

Klíčová slova: FMEA, vady, příčiny, riziko, management kvality, Fatra a.s.

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with analysis of risk of defects emerging in the manufacturing proces. Theoretical part describes terminology (risks, analysis, defects, failures), the next topic is historic development of risk theory, description of risks and methods management. Practical part begins with description of company Fatra a.s. Napajedla from the historic development until the current profile of the company, and next will be described a production process of pressed flooring. In the next part will be used FMEA of production process of pressed flooring in practical terms.

Keywords: FMEA, defects, causes, risk, quality management, Fatra a.s.

Motto: „Lidé dnes znají cenu všeho, ale hodnotu ničeho“.

Oscar Wilde

Chtěl bych poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Slavomíře Vargové PhD., za její vstřícnost, odborné připomínky a rady, které mě velmi pomohly při vypracování této práce. Dále bych poděkoval společnosti Fatra a.s. Napajedla za cenné rady, rovněž svým rodičům a přítelkyni za jejich psychickou podporu v průběhu celého studia.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD..... | 9 |
| I TEORETICKÁ ČÁST..... | 11 |
| 1 TERMINOLOGIE | 12 |
| 2 HISTORICKÝ VÝVOJ TEORIE RIZIK..... | 16 |
| 3 MANAGEMENT RIZIK | 20 |
| 3.1 IDENTIFIKACE RIZIK | 20 |
| 3.2 ANALÝZA RIZIK..... | 21 |
| 3.2.1 Apriorní analýza..... | 21 |
| 3.2.2 Aposteriorní analýza | 22 |
| 3.2.3 Absolutní analýza..... | 22 |
| 3.2.4 Relativní analýza | 22 |
| 3.2.5 Kvantitativní analýza | 22 |
| 3.2.6 Kvalitativní analýza | 23 |
| 3.3 HODNOCENÍ RIZIK | 23 |
| 3.4 ZVLÁDÁNÍ RIZIK..... | 23 |
| 3.4.1 Take - převezmi..... | 24 |
| 3.4.2 Treat - ošetři | 24 |
| 3.4.3 Transfer – předej | 24 |
| 3.4.4 Terminate – ukonči | 24 |
| 4 POPIS METOD POSUZOVÁNÍ RIZIK..... | 25 |
| 4.1 ANALÝZA POMOCÍ KONTROLNÍCH SEZNAMŮ (CLA)..... | 25 |
| 4.2 ANALÝZA KOŘENOVÝCH PŘÍČIN (RCA) | 25 |
| 4.3 ISHIKAWA DIAGRAM..... | 26 |
| 4.4 ANALÝZA STROMU PORUCHOVÝCH JEVŮ (FTA)..... | 27 |
| 4.5 ANALÝZA STROMU UDÁLOSTÍ (ETA) | 28 |
| 4.6 PARETO ANALÝZA | 28 |
| 4.7 METODA „WHAT – IF“ (CO SE STANE, KDYŽ....) | 29 |
| 4.8 ANALÝZA OHROŽENÍ A PROVOZUSCHOPNOSTI (HAZOP)..... | 29 |
| 4.9 ANALÝZA MOŽNÝCH ZPŮSOBŮ A DŮSLEDKŮ PORUCH (FMEA)..... | 30 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | 34 |
| 5 POPIS SPOLEČNOSTI FATRA A.S. NAPAJEDLA..... | 35 |
| 5.1 HISTORICKÝ VÝVOJ | 35 |
| 5.2 SOUČASNOST..... | 37 |
| 6 POPIS PROCESU VÝROBY LISOVANÉ PODLAHOVINY | 40 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 6.1 | VÝROBA VSTUPNÍHO MATERIÁLU (GRANULÁTU)..... | 42 |
| 6.2 | MÍCHÁNÍ A NAVAŽOVÁNÍ GRANULÁTU..... | 42 |
| 6.3 | LISOVÁNÍ | 43 |
| 6.4 | TEMPERACE A ŠTÍPÁNÍ..... | 43 |
| 6.5 | PŘELISOVÁNÍ..... | 44 |
| 6.6 | SEKÁNÍ A BALENÍ | 44 |
| 7 | ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU | 45 |
| 7.1 | KLASIFIKACE VÝZNAMU, VÝSKYTU, ODHALENÍ VADY A ČÍSELNÉ HODNOCENÍ | 45 |
| 7.2 | ANALÝZA PROCESU VÝROBY VSTUPNÍHO MAT. (GRANULÁTU) | 48 |
| 7.2.1 | FMEA procesu výroby vstupního mat. (granulátu) | 48 |
| 7.2.2 | Návrh opatření k minimalizaci vad v procesu výroby vstupního materiálu (granulátu)..... | 50 |
| 7.3 | ANALÝZA PROCESU MÍCHÁNÍ A NAVAŽOVÁNÍ GRANULÁTU..... | 50 |
| 7.3.1 | FMEA procesu míchání a navažování granulátu | 50 |
| 7.3.2 | Návrh opatření k minimalizaci vad v procesu míchání a navažování granulátu..... | 52 |
| 7.4 | ANALÝZA PROCESU LISOVÁNÍ | 52 |
| 7.4.1 | FMEA procesu lisování..... | 52 |
| 7.4.2 | Návrh opatření k minimalizaci vad v procesu lisování | 54 |
| 7.5 | ANALÝZA PROCESU TEMPERACE A ŠTÍPÁNÍ | 54 |
| 7.5.1 | FMEA procesu temperace a štípání | 54 |
| 7.5.2 | Návrh opatření k minimalizaci vad v procesu temperování a štípání | 56 |
| 7.6 | ANALÝZA PROCESU PŘELISOVÁNÍ | 56 |
| 7.6.1 | FMEA procesu přelisoování | 56 |
| 7.6.2 | Návrh opatření k minimalizaci vad v procesu přelisoování..... | 58 |
| 7.7 | ANALÝZA PROCESU SEKÁNÍ A BALENÍ | 58 |
| 7.7.1 | FMEA procesu sekání a balení | 58 |
| 7.7.2 | Návrh opatření k minimalizaci vad v procesu sekání a balení..... | 59 |
| | ZÁVĚR | 61 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | 63 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | 66 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 68 |
| | SEZNAM TABULEK..... | 69 |

ÚVOD

Riziko, s tímto pojmem se populace setkává každý den, aniž by si to lidé uvědomovali. Riziko je fenomén spojen jak s naším osobním tak i pracovním životem. Může se vyskytnout jak v pozitivní tak i negativní podobě a na vypořádání s ním v mnoha případech využíváme pouze náš zdravý rozum nebo získaných zkušeností. Díky získaným zkušenostem by se lidé měli snažit rizika v našem životě minimalizovat nebo zcela odstranit. Avšak některá rizika nelze zcela odstranit, proto je důležité se jim vyhnout ve všech lidských činnostech.

Co se týče činností ve výrobním procesu tak zde působí rozdílné vnější i vnitřní vlivy, v důsledku kterých dochází k riziku nekvalitní produkce. V průběhu výroby nelze předem zaručit stoprocentní kvalitu, a proto úsilí každé firmy je věnovat velkou pozornost možnému vzniku vad v každé fázi výrobního procesu. Z tohoto ohledu je důležité rizika včas identifikovat, analyzovat a navrhnout způsoby opatření na jejich eliminaci. V zájmu každé společnosti je, aby se věnovala preventivní a kontrolní činnosti, aby k rizikům docházelo co nejméně a tím vyprodukovala kvalitní výrobek nebo službu a vyhověla požadavkům zákazníků.

A proto se jakost stala podstatou pro řízení společnosti a nástrojem pro zvyšování rozvoje a konkurence schopnosti. Nicméně v této době je charakteristickým rysem kvality jasná orientace na zákazníka a to nejen na kvalitu, ale i na kvalitu za přijatelnou cenu výrobku nebo služby.

Co si pod pojmem kvalita pro zákazníka je možné představit? Jde o potřebnou kvalitu produktu, informaci (pro kompletní výrobní proces, který je spojen s produktem), množství (zásoby), místo (pracoviště, sklad), minimální náklady (objednávací, výrobní, skladovací, dopravní), čas (doba výroby, dodací lhůta, čas dodání na místo určené zákazníkem).

A díky tomu mnoho společností pochopilo, jak je jakost důležitá a skutečnost, že každý člen týmu podílející se svou činností na výsledném produktu nese odpovědnost za prvotřídní kvalitu. Podstatnou otázkou pak zůstává, kolik chce firma investovat do prevence, analýzy možných příčin vad a poté do opatření na jejich minimalizaci nebo odstranění. Někdy i malé náklady na prevenci a identifikaci příčin vad stačí k tomu, aby nedocházelo k velkým i opakujícím škodám.

A proto se bakalářská práce bude zabírat problematikou analýzy rizik vzniku vad ve výrobním procesu lisované podlahoviny a bude se skládat z teoretické a praktické části. Kde teoretická část popíše terminologii z oblasti řízení rizik, její historický vývoj a popis metod sloužící k identifikaci a analýze. V praktické části bude popsána společnost Fatra a.s. od historického vývoje až po současnost, dále bude detailně rozebrán výrobní proces výroby lisované podlahoviny a následně bude aplikována analýza rizik vzniku vad ve výrobním procesu lisované podlahoviny pomocí metody FMEA, kde v této kapitole bude zodpovězena otázka, proč byla vybrána tato metoda, poté přejdu k samotné analýze a návrhům na opatření ke snížení nebo v lepším případě k odstranění rizik, aby nedocházelo k výrobě nestandardních výrobků.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TERMINOLOGIE

Pro úspěšné řešení veškeré problematiky je potřeba jasně a přesně definovat terminologii. A proto v této kapitole budou vymezeny základní pojmy, které souvisí s danou problematikou. Budou vysvětleny pojmy, jako jsou riziko, nebezpečí, škoda, poškození, iniciace, ohrožení, poruchy, vady a jakost.

Riziko

Pojem riziko je spojeno s pravděpodobností nebo možností škody. Jinými slovy je to očekávaná hodnota škody. Ve skutečnosti je to výsledek aktivace určitého nebezpečí, který se promění v určitý negativní následek, škodu. Je to kvantitativní a kvalitativní vyjádření ohrožení, vyjadřující míru ohrožení, stupeň ohrožení.

Riziko se dá z kvalitativního aspektu popsat jako možnost, že s jistou pravděpodobností dojde ke vzniku nežádoucí události, která se liší od předpokládaného stavu či vývoje a která způsobí vyšší či nižší ztráty na movitém či nemovitém majetku, újmu na zdraví lidí nebo zátěž na životní prostředí.[1]

Z kvantitativního pohledu pak lze riziko určit jako velikost ztráty vyjádřené v peněžních nebo jiných jednotkách pomocí součinu pravděpodobnosti vzniku nežádoucí události a očekávaného rozsahu ztrát způsobených aktivací potenciální nežádoucí události.[1]

$$R = P \times D \quad (1)$$

nebo

$$R = P \times D \times E \times O \quad (2)$$

Kde:

R – riziko,

P – pravděpodobnost vzniku,

D – důsledky,

E – expozice,

O – opatření.

Čili výrazem „*riziko*“ se vyznačují kvalitativně dosti rozdílné, ačkoliv velmi příbuzné pojmy.[2]

Několik příkladů jak se riziko může chápat:

- Nebezpečí, po jehož realizaci dochází k újmě,
- nebezpečí zvyšující četnost a závažnost ztrát,
- kombinace pravděpodobnosti a škody,
- hmotný statek vystavený újmě. [3]

Nebezpečí

Stroje a zařízení, pracovní činnosti, materiály a technologie mohou vyvolat neočekávaný negativní jev – např. poranění člověka nebo dokonce poškodit zdraví či majetek. Je to skrytá vlastnost nebo schopnost stroje, materiálu, pracovní činnosti, která může způsobit vznik škody. Jedná se tedy o zdroj, který vede k ohrožení nebo škodě. Nebezpečí může být relativní (příznivá událost za určitých okolností) a absolutní (nepříznivá událost).[5]

Škoda

Jedná se o fyzické zranění nebo nevratné poškození zdraví, poruchy technologických celků a ztráta funkční schopnosti subjektu. Zpravidla můžeme škodu vyjádřit penězi, ale mnohdy je popsána počtem vadných výrobků a dokonce i počtem zmařených lidských životů. Mění se hodnota objektu a i cena následků, tudíž škoda je časově závislá hodnota.[2]

Poškození

Poškození je stav objektu, popř. procesu ovlivňující jeho funkci, vzhled, životnost, udržovatelnost, ovladatelnost a jiné spolehlivostní nebo jakostní charakteristiky.[4] Může vést ke vzniku poruchy a poté k poruše.[3]

Máme čtyři základní činitele, které jsou zdrojem poškození objektů popřípadě procesů. A ty jsou:

- Vady,
- aberace – defekt, který byl způsoben skutečnostmi nebo okolnostmi, které se neda-ly rozumně očekávat,
- častý a opakující průběh procesů a každodenní užívání objektů,
- stárnutí částí objektu.

Nejedná se pouze o technické objekty a procesy. Pro mnoho kroků analýzy rizika je důležitě pochopit původce poškození.

Mohou být:

- antropogenní
 - Přímý lidský činitel,
 - technologie jako produkt lidské činnosti.
- přírodní
 - Obecně: „*jaro, léto, podzim, zima*“, tj. klimatické zdroje,
 - další geofyzikální zdroje: „*slunce, voda, země, vzduch*“, živá a neživá příroda.
- smíšené antropogenní a přírodní[3]

Iniciace

Je impuls k přerušení rovnováhy v systému.

Ohrožení

Pokud se stroje, materiály, technologie a pracovní činnosti, které uvedou určité nebezpečí do provozu, a pokud je těmto jejich vlastnostem vystavený člověk nebo prostředí – jde o ohrožení. Je to aktivní vlastnost objektu způsobit negativní jev, úraz nebo škodu. Dále pak možnost aktivování nebezpečí v konkrétním prostoru a času (na rozhraní stroj – člověk – prostředí). Tyto tři pojmy spolu velmi úzce souvisí, nebezpečí je zdrojem ohrožení a riziko můžeme chápat jako míru tohoto ohrožení.[5]

Porucha

Porucha je situace, ve které se proces nebo objekt nachází a musíme ji chápat velice obecně. Je nutné mít na paměti, že jde o poruchu objektu nebo o poruchu procesu. Dále je důležité si uvědomit, že se pojmy nevztahují jenom k hmotným objektům, nýbrž že se úvahy uplatní i u objektů a procesů nehmotných (např. proces výuky na vysoké škole, politický systém atd.).[3]

Aby se konkrétní skutečnost mohla považovat za poruchu, musí splňovat dvě základní skutečnosti:

- Je nutné, aby byla zjištěna,
- je nutné, aby byla škodlivá.

Vada

Specifickým případem poruchy je vada, která je vázána na nějaký předpoklad o budoucím stavu objektu nebo průběhu procesu. Za vadu se vždy považuje nepříznivá odchylka od předpokládaného stavu nebo průběhu. Vada je vždy způsobena činností nebo naopak nečinností osob.[3]

Povaha vady může být:

- Skrytá – zjevná,
- pomíjivá – trvalá,
- odstranitelná – neodstranitelná,
- podstatná – nepodstatná.[3]

Jakost

Slovo jakost je synonymem slova kvalita. S ohledem na celosvětovou působnost norem ISO ř. 9000 se nicméně za svým způsobem oficiální považuje definice z normy ČSN EN ISO 9000:2006, která hovoří, že jakost (kvalita) je „*stupeň splnění požadavků souborem inherentních charakteristik*“. Inherentní charakteristika je takový znak výrobku, služby apod., který je pro daný produkt typický (např. výkon motoru, vůně parfému).[6]

Takže zjednodušeně jakost představuje komplexní vlastnost výrobků, služeb, informací, lidí i systémů, projevující se určitou mírou schopnosti plnit požadavky, které jsou na ně kladeny. A zároveň je vlastností, která umožňuje různé produkty podobného charakteru rozlišovat a přiřazovat jim rozdílnou hodnotu.[6]

Norma ČSN EN ISO 9000:2006 oproti předchůdcům obsahuje kapitolu zvažování rizik. Ačkoliv rizika byla obsažena v původní verzi, tato verze přístup na základě rizik zdůrazňuje a zahrnuje ho dále explicitně do požadavků normy. Přístup založený na posouzení rizika je považován za proaktivní než za čistě reaktivní předcházením neshodám / incidentům nebo snižováním jejich nežádoucích účinků a podporováním neustálého zlepšování. Uvažování na základě rizik musí být součástí procesního přístupu. Je třeba analyzovat možnosti a zvážit, které mohou nebo by měli nastat. Je třeba vzít v úvahu jednotlivá rizika, pravděpodobnost výskytu nežádoucích událostí, možné následky i proveditelnost opatření. Tato norma vysvětluje pojem riziko jako účinek nejistoty na dosažení cílů.[18]

2 HISTORICKÝ VÝVOJ TEORIE RIZIK

Současně s rozvojem populace se vyvíjel i pojem riziko. Člověk vyvíjel úsilí, aby nedocházelo ke vzniku nežádoucích událostí, a přitom hodnotil své možnosti případné reakce a tím vlastně podvědomě posuzoval velikost rizika.

- **V roce 2200 př.n.l. babylonský král Hammurabi** zavedl tvrdé tresty pro dozorce v případě, že se některému z hlídaných dělníků stal úraz, [7]
- **ve starověkém Egyptě** je možné nalézt stopy po snaze omezit možnost vzniku poškození zdraví z důvodu výkonu práce. Pro dělníky na stavbách pyramid byla zajištěna zdravotní péče,
- **ve starověku** má své počátky ochrana proti požárům. **V roce 330 př.n.l. měli v Athénách stavební řád**, který stanovil pravidla protipožární ochrany staveb,
- **první pravidla zajišťující BOZP** a to u jednotlivých cechovních organizací, organizací tovaryšů apod.,
- **v letech 1300 – 1305 vydal král Václav II zákoník „Ius Regale Montanorum“** (právo horního regálu), zákoník obsahoval i pravidla k zajištění bezpečné práce. Pravděpodobně se jedná o nejstarší právo na světě se sociálními a pracovněprávními předpisy. Zákoník platil až do 1. listopadu 1854, tedy přibližně 550 let,
- **v roce 1518 byl vydán Jáchymovský horní řád Štěpána Šlika**, jenž byl zpracován podle saských hornických zvyklostí a v němž byl poprvé zohledněn pracovní úraz,
- **25. 7. 1785 vydal Josef II pro kraje České země Řád k hašení ohně**,
- **v listopadu 1786 byl vydán dvorský dekret**, v kterém byly stanoveny základní požadavky hygieny pro práci dětí,
- **všeobecný občanský zákoník č. 946 říšského zákoníku z roku 1811** zaměstnavatelům, ukládal povinnost pečovat o zdraví a život zaměstnance,
- **v prosinci 1859 byl vydán Živnostenský řád** (Císařský patent 227/1859). Řád byl mnohokrát novelizován a byl zrušen až zákoníkem práce č. 65/1965 Sb. **Dne 11. března 1885 byla vydána jeho novela č. 22/1885 (tzv. dělnická novela)**, která obsahovala některé požadavky, jež se týkaly zajištění bezpečnější práce,

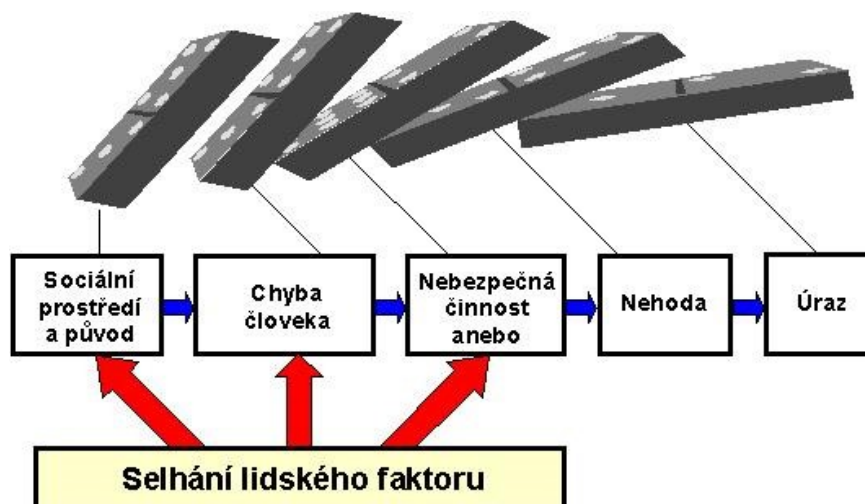
- také dozor nad dodržováním bezpečnosti práce má hlubokou tradici. V jisté formě tovární **inspekce existovala již v letech 1790 až 1825**,

- **v USA v roce 1881 zavedl Winslow Taylor metodu zvyšování výkonu**. Taylor je považován za zakladatele vědeckého rozboru práce.[32]

Ruční výroba převažovala do 19. století, v této době docházelo k relativně malým ohrožením, vše se změnilo s nástupem mechanizace.

V čase průmyslové revoluce začala vznikat velká průmyslová centra, díky nimž se začala rozvíjet nová rizika. Hluboko za rozvojem průmyslu zaostával rozvoj bezpečnosti, což bylo katastrofou této doby.

Vědecké principy do problematiky nehod jako první aplikoval **H. W. Heinrich**, který je autorem domino modelu příčin nehody (Obr.1). Heinrich tvrdil, že 88 % nehod je způsobených nebezpečnou činností lidí. Domino model autor prezentoval ve své knize „*Industrial Accident Prevention*“ v roce 1931 a **potvrdil Taylorovu teorii**, podle které je pracovník nespolehlivý a nevěrohodný a musí být soustavně pod dozorem.[7]

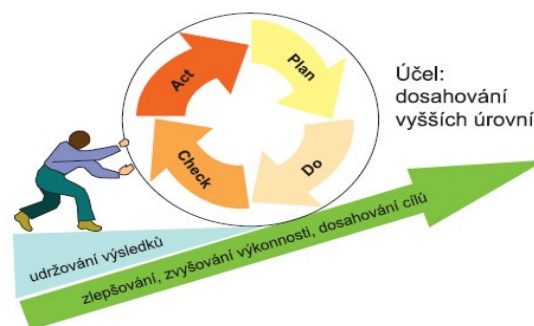


Obr. 1. Domino model kauzální závislosti[8]

Teorii Heinrichova domino modelu vyvrátil **W. Shewhart**, který zjistil, že 85 % chyb náleží systému a zbylých 15 % má původ mimo něj. Protože systém řídí management, stává se tak zodpovědný za 85 % chyb a zbylých 15 % zůstává na zaměstnance. Shewhartovy výsledky byly základem pro model příčin a ztrát, který vytvořil Frank Bird.[7]

Dalším velkým představitelem byl **Edward Deming**, jenž tvrdil, že většina úrazů je způsobena samotným systémem, nikoliv jednáním jednotlivců. Pro vedení nesmí být výsledky systému prioritou, protože není tak efektivní jako práce na příčinách výsledků. Nejdůležitější pro vedení v oblasti bezpečnosti, je určit, zda je nehoda produktem systému nebo anomálií. Deming připisoval 96 % problémů samotnému systému (zodpovědnost vedení) a 4 % zvláštním příčinám. Pokud jde o nehody tak tento poměr může být vyšší. Toto je v rozporu s Heinrichovou teorií.

Edward Deming rozpracoval a využil PDCA cyklus pro zlepšování kvality, který byl původně vytvořen Walterem Shewhartem v roce 1930. Co je tedy **Demingův cyklus**? Demingův cyklus neboli též PDCA (plan – do – check – act, to znamená: naplánuj, proved', ověř, jednej) cyklus je metoda postupného zlepšování například kvality výrobků, služeb, procesů, aplikací, dat, probíhající formou opakovaného provádění čtyř činností.[20]



Obr. 2. model PDCA cyklu[10]

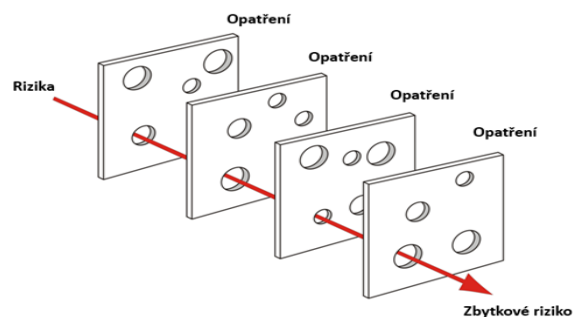
Výrazný pokrok v rozvoji teorie rizika nastal v době rozmachu letectví a jaderné energetiky. Výsledkem pak je kvantitativní hodnocení rizika, které exaktně vyjadřuje pravděpodobnost a důsledek nežádoucího jevu a reprezentuje míru bezpečnosti provozu technických systémů. Takový způsob vyjádření rizika je značně odborně, časově a finančně náročný, tím se ale také stal pro běžnou praxi nepoužitelný.[7]

Snaha o řešení této situace vyústila vývojem nových postupů pro stanovení rizika, které jsou svou jednoduchostí a nenáročností dostupné a použitelné pro většinu zaměstnavatelů i odborníků v oblasti bezpečnosti. Jejich podstata spočívá v kvantitativně – kvalitativním vyjádření velikosti rizika, které je funkcí více parametrů.[7]

Mezi největší novodobé osobnosti patří **James T. Reason** jehož hlavní oblastí za posledních 28 let je výzkum lidské chyby a způsob, jakým lidé a organizační procesy přispívají k rozpadu složitých a dobře obhájených technologií, jako je letectví, výroba jaderné energie, výrobní procesy, železnice, námořní operace, finanční služby a zdravotnictví. Jeho klasifikace chyb a modely rozpadu systému jsou v těchto oborech široce využívány, zejména při vyšetřování nehod.[27]

Spolu s Dantem Orlandellem navrhl model řízení rizik tzv. **model švýcarského sýra** (Obr.3). Základní principy modelu:

- Porovnává lidské systémy s vrstvami švýcarského sýra,
- každá vrstva je obranou proti tomu, že se něco stane chybou (chyby a selhání),
- v obraně jsou „otvory“ - žádný lidský systém není dokonalý (nejsme stroje),
- něco, co prolomí díru, není obrovský problém - věci se občas pokazí,
- jako lidé jsme se vyvinuli, abychom se vyrovnali s drobnými chybami / chybami jako rutinní součástí života (něco málo se pokazí, opravíme a pokračujeme),
- v rámci „systémů“ se často jedná o několik „vrstev obrany“ (více plátků švýcarského sýra),
- věci se stávají hlavním problémem, když selhají po cestě všemi otvory ve švýcarském sýru - všechny obranné vrstvy byly narušeny, protože díry se „vyrovna-ly“.[28]



Obr. 3. James Reason model švýcarského sýra [29]

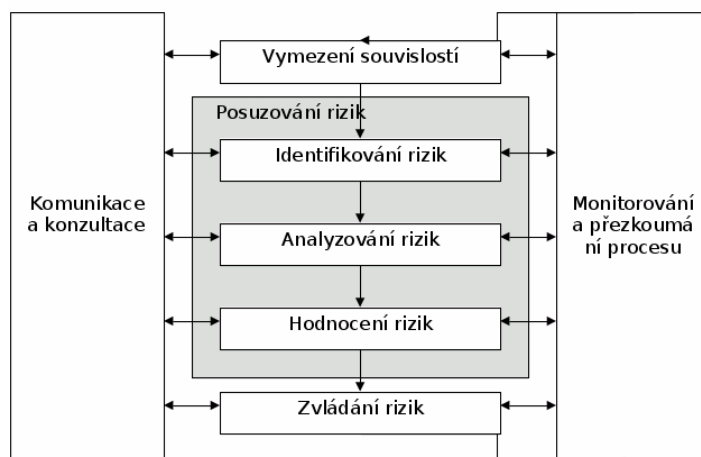
3 MANAGEMENT RIZIK

Manažerství rizik podle ČSN ISO 31000:2010 je možné aplikovat na celou organizaci jak pro specifické funkce, tak pro projekty nebo činnosti. Hlavní úloha normy ISO je zavést stanovený kontext na začátek procesu managementu rizik. Stanovení kontextu zachytává cíle organizace, prostředí organizace, zainteresované strany a různorodost kritérií rizik. A výstupem je odkrytí a vyhodnocení povahy a komplexnosti rizik.

Manažerství rizik – některé z cílů

1. Zlepšit řízení organizace,
2. být v souladu s příslušnými požadavky zákonů, předpisů a norem,
3. minimalizovat ztráty,
4. zlepšit prevenci ztrát,
5. zlepšit provozní funkčnost a efektivnost,
6. zvýšit výkonost bezpečnosti a ochrany zdravý při práci a environmentu.

Proces managementu rizik je znázorněn na Obr. 4



Obr. 4. Proces managementu rizik dle ČSN ISO 31000:2010 [11]

V následujícím textu budou popsány jednotlivé fáze procesu managementu rizik.

3.1 Identifikace rizik

Jde o proces identifikace zdrojů rizik, oblasti dopadů, událostí a jejich příčin a potenciální důsledky. Poskytuje základ pro analýzu rizik.

Proces identifikace rizik

Dělí se na vstupy, procesy a výstupy. Vstupem je např. potřebná dokumentace, podklady, stanovený kontext. Procesem je např. příprava podkladů pro identifikaci rizik, výběr metody identifikace rizik a identifikace rizik zvolenou metodou. Výstupem je např. diagram, doplněné podklady, seznam nebezpečí/ohrožení, kauzalita: příčina – důsledek.[34]

Metody identifikace rizik

1. Universální metody, které slouží primárně k získávání informací (např. brainstorming, technika pre-mortem, diagram příbuznosti (afitní diagram), strukturované rozhovory, diskuse s experty, metoda Delphi, dotazníky).[34]
2. Ostatní metody, které mají speciální použití (např. analýza SWOT - analýza silných, slabých stránek, příležitostí a hrozeb, dále kontrolní seznamy - checklisty CLA, analýza předpokladů a omezení, analýza kořenových (prvotních) příčin – RCA neboli root cause analysis).[34]

3.2 Analýza rizik

Jde o proces pochopení povahy rizika a stanovení jeho úrovně. Analýza rizik poskytuje podklady pro ovládání rizik a pro rozhodování o riziku.

V analýze se můžeme setkat se dvěma základními případy, které mají vliv jakou metodu, a postup zvolíme (apriorní a aposteriorní analýzu) a dvěma odlišnými požadavky na analýzu rizika (absolutní a relativní analýza) a dále můžeme analýzu rozdělit na kvantitativní a kvalitativní.[3]

3.2.1 Apriorní analýza

Jev, který je zdrojem nebezpečí, již v minulosti (třeba zcela nedávné) nejméně jednou nastal. Známe tedy jeho povahu, je to jev skutečný, není vykonstruovaný, a víme, že k němu příslušná událost nastat může, je tedy předem, tj. a priori, znám, i když nejsou přesně a podrobně známy jeho vlastnosti. Analýzu rizika vycházející z takových jevů označujeme jako apriorní.[3]

3.2.2 Aposteriorní analýza

Rizikový inženýr musí ovšem pracovat i s jevy a událostmi, o nichž se na základě rozumné (nikoliv citové) úvahy pouze domnívá, že mohou nastat, aniž by zatím v minulosti někdy nastaly. Odhaduje tedy riziko na základě odhadu chování jevů, jež nastanou po analýze, tj. a posteriori. Hovoříme proto v takovém případě o aposteriorní analýze.[3]

3.2.3 Absolutní analýza

Je analýza rizika, která slouží, pokud je to možné k určení přesné hodnoty rizika pro rozhodování, jejichž cílem je získat podklady:

- Pro rozhodování o peněžních tocích,
- pro převzetí rizika, tj. posoudit zdali navrhovaný projekt je přijatelný,
- pro přenesení rizik na třetí osoby (hlavně v souvislosti s pojištěním),
- pro eliminaci nebezpečí a rizik.[3]

3.2.4 Relativní analýza

Tato analýza má sloužit:

- K porovnání dvou nebo více projektů z hlediska jejich portfolia rizik,
- následně tedy k rozhodování o volbě projektu,
- porovnání rizik uvnitř projektu.

Relativní analýza rizik se někdy také označuje jako preferenční nebo komparativní analýza.[3]

3.2.5 Kvantitativní analýza

Kvantitativní analýza rizik je náročnější na zdroje a její provedení trvá mnohem déle než kvalitativní analýza rizik. Je tomu tak proto, že hodnotu aktiva je nutné vyjádřit v penězích stejně jako možnou škodu v případě realizace konkrétní hrozby. Vyjádření škody ve finančních jednotkách však umožňuje jednodušší rozhodování ve fázi zvládnutí rizik, kdy vybíráme vhodná opatření.[21]

3.2.6 Kvalitativní analýza

Kvalitativní analýza rizik je méně náročná na zdroje a trvá kratší mnohem kratší dobu než kvantitativní analýza rizik. Především proto, že hodnotu aktiva není nutné vyjadřovat v penězích stejně jako možnou škodu v případě realizace konkrétní hrozby. To však vede k horší kontrole nákladů ve fázi zvládnání rizik, kdy vybíráme vhodná opatření.[21]

Vyjádření škody ve finančních jednotkách má jednu obrovskou výhodu a to, že nám umožňuje porovnat výši škody a celkové náklady na opatření. To u slovního popisu rizika není dost dobře možné, protože chápání stupňů nízký, střední, vysoký nebo kritický, může být značně subjektivní. V takovém případě totiž nevíme, jak velkou finanční škodu tyto stupně vlastně vyjadřují. Následující tabulka se snaží zachytit výhody a nevýhody kvantitativní a kvalitativní analýzy rizik. [21]

3.3 Hodnocení rizik

Proces porovnávání úrovně rizik zjištěných analýzou s úrovní přijatelnosti rizik. Přijatelnost rizik vychází ze stanovení kontextu. Výsledkem je rozhodnutí, která rizika je nutné dále ošetřit a která je možné přijmout. Co je přijatelnost rizika, je to v podstatě určení toho jak člověk nakládá s rizikem, i to, kolik prostoru věnuje samotnému zvládnání rizik. Podmínkou přijatelnosti je že, riziko vypočtené během analýzy (R_a) musí být menší nebo rovno maximálně přijatelné hodnotě rizika (R_b).

$$R_a \leq R_b \quad (3)$$

Hodnota R_b je subjektivní. Rizika s hodnotou větší než R_b leží mimo pásmo přijatelnosti ALARP (as low as reasonably practicable) a jsou považována za nepřijatelná, tudíž je nutné bezpodmínečně přijmout opatření pro jejich snížení.

3.4 Zvládnání rizik

Proces posouzení možností ošetření rizik, která jsou k dispozici a vybrat ta nejvhodnější.

Tzv. 4 T strategie:

- Take – převezmi,
- treat – ošetři,
- transfer – předej,
- terminate – ukonči.

3.4.1 Take - převezmi

Pokud se organizace rozhodne, že riziko převezme, musí být srozuměna s náklady vznikajícími společně s realizací nebezpečí, jelikož se jedná o úplné převzetí rizika. Společnost se pro tuto strategii rozhodne v případě, že vyhodnotí převzetí rizika jako nejméně nákladnou variantu. Při převzetí rizika je třeba dbát na veškerá opatření tak, aby nedošlo k podcenění situaci či úplnému zanedbání.[12]

3.4.2 Treat - ošetří

Ošetření rizik má tři základní formy:

- Prevenci – snížení nebo eliminování některých nebo všech jednotlivých rizik v portfoliu,
- diverzifikaci – přeskupení anebo i zvětšení počtu rizik v portfoliu, přičemž za cenu vzrůstu některého z rizik nebo přidání dalších se docílí pokles jiných rizik, takže celkové riziko portfolia se diverzifikací zmenší,
- alokaci – rozmístění rizik tak, aby se dala účinně ovládat.[3]

3.4.3 Transfer – předej

Přenesení rizika na třetí osobu má několik variant, jejichž podstatou je vždy poskytnutí nějaké úplaty za převzetí rizika Osobě, která je ochotna nebo má dokonce komerční zájem riziko převzít. Obecně jde o nějakou formu zálohování procesu třetí osobou. Může to být zálohování jednoduchými jistotami různého druhu (např. příslib rodičů), zástavním právem, přenesení rizika na pojistitele, na kapitálové trhy, zajištění rizika ručitelem.[3]

3.4.4 Terminate – ukonči

Eliminace rizika ukončením projektu z obavy před realizací scénářů nebezpečí je krajní strategií. I když se tato strategie zdá být bezriziková, zdaleka tomu tak nemusí být. Záleží totiž na tom, s jakou motivací a v jaké fázi se projekt odmítne nebo ukončí. Rozhodovatel na sebe bere riziko neúčasti na riziku, které může vést k dlouhodobým hospodářským ztrátám v důsledku opuštění trhu.[3]

4 POPIS METOD POSUZOVÁNÍ RIZIK

Pro analýzu a hodnocení rizik lze použít velké množství metod, a proto pro provedení vyhodnocení rizik neexistuje žádná universální metoda. Volba metody záleží zpravidla na vhodnosti a aplikovatelnosti na hodnocený systém. V této kapitole budou přiblíženy některé z těchto metod.

4.1 Analýza pomocí kontrolních seznamů (CLA)

Checklist analysis je jednoduchá technika identifikace rizik, která využívá seznam položek, kroků či úloh podle kterých se ověřuje správnost postupu nebo úplnost kroků před spuštěním zařízení. Uplatnění nachází téměř ve všech oblastech lidských činností. Používá se pro zjištění souladu s normami. Je možné ho použít jako preventivní metodu nějakého problému.[22]

4.2 Analýza kořenových příčin (RCA)

Root cause analysis je zaměřena na ztrátu majetku následkem různých typů poruch. Usiluje o identifikaci původních příčin místo toho aby se zabývala okamžitými příznaky. Používá se nejčastěji při hodnocení závažné ztráty, ale může být použita při analýze ztrát. Používá se na vyšetřování nehod a k bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, na procesy podnikání a v oblasti řízení kvality pro průmyslovou výrobu.[19]

Technika se skládá z jednoho z následujících bodů:

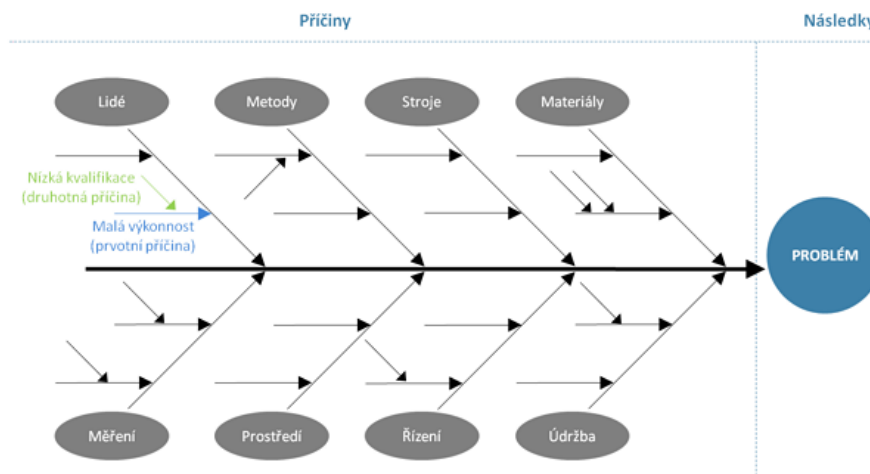
- Technika pěti proč (5 W) - opakované dotazování proč za účelem odstranění příčiny a vedlejší příčiny,
- FMEA (Failure Mode and Effects Analysis),
- analýza stromu poruchových jevů (FTA - Fault Tree Analysis),
- diagramy typu rybí kost (Ishikawa diagram),
- Pareto analýza,
- mapování (zobrazení) kořenové příčiny.[19]

4.3 Ishikawa diagram

Nazývaný také jako diagram příčin a následků (Obr.5), diagram rybí kosti (fishbone). Jde o analytickou techniku pro zobrazení a následnou analýzu příčin a důsledků. Princip diagramu vychází z jednoduché kauzality – každý důsledek má svou příčinu nebo kombinaci příčin. Nachází uplatnění v oblasti rizik a řešení problémů v oblasti kvality při hledání příčin nekvality.

Příčiny 8M ve výrobě:

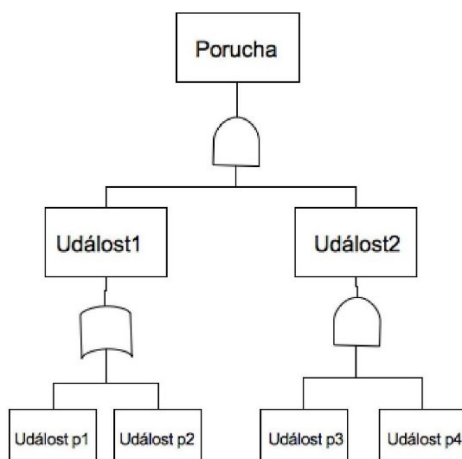
1. Man power – People (lidé)
2. Methods – (metody)
3. Machines – (stroje)
4. Materials – (materiály)
5. Measurements – (měření)
6. Mother nature – (environment) – (prostředí)
7. Management – (řízení)
8. Maintenance – (údržba)



Obr. 5. Ishikawa diagram[13]

4.4 Analýza stromu poruchových jevů (FTA)

Fault tree analysis 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 (Obr.6) s dohodnutou symbolikou a popisem (Obr.7). 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.[2]



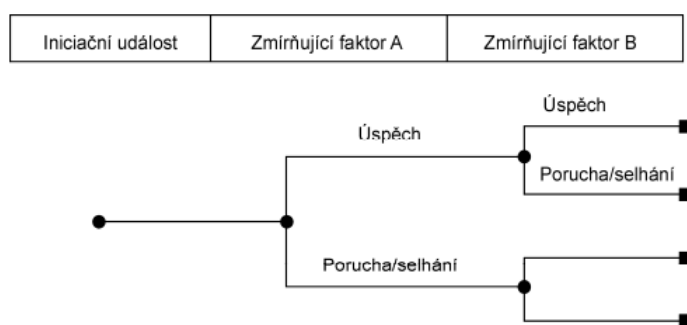
Obr. 6. Ukázka stromu FTA[23]

| Doporučená značka | Název | Název a popis |
|-------------------|---|---|
| | TOP EVENT (vrcholová událost) | Blok s názvem nebo popisem vrcholové události. |
| | | Blok s názvem nebo popisem události (jevu), případně s uvedením pravděpodobnosti výskytu (pokud se to požaduje). |
| | BASIC EVENT (základní událost) | Událost na nejnižší úrovni, pro kterou jsou k dispozici pravděpodobnosti výskytu nebo informace o bezporuchovosti |
| | UNDEVELOPED EVENT (nerozvíjená událost) | Primární událost, která reprezentuje část systému, která dosud nebyla rozvíjena |
| | | Přenos do – událost definovaná kdekoli jinde ve stromu poruch. |
| | | Přenos ven – opakovaná událost použitá kdekoli jinde ve stromu poruch. |
| | Hradlo AND | Hradlo AND (a) – událost nastane pouze tehdy, když současně nastanou všechny vstupní události. |
| | Hradlo OR | Hradlo OR (nebo) – událost nastane tehdy, když nastane kterákoliv vstupní událost, nebo jejich libovolná kombinace. |
| | Hradlo MAJORITY VOTE (majoritní hradlo) | Zálohovaná struktura – událost nastane tehdy, jestliže nastane minimálně m z n vstupních události. |

Obr. 7. Často používaná symbolika pro strom poruchových stavů[24]

4.5 Analýza stromu událostí (ETA)

Event tree analysis je postup, který sleduje průběh procesu od iniciační události přes konstruování událostí vždy na základě dvou možností – příznivé a nepříznivé. Metoda ETA je graficko statistická metoda. Názorné zobrazení systémového stromu událostí představuje rozvětvený graf (Obr.8) 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.[2]



Obr. 8. Grafická podoba metody ETA[24]

4.6 Pareto analýza

Prostředkem uplatnění Paretova principu a hlavním nástrojem Paretovy analýzy je Paretův diagram. Jedná se o sloupcový graf zobrazující Paretovo rozdělení. Tato analýza je technika využívající Paretova principu v rámci procesu řešení problému ke stanovení priorit. Realizuje se na základě sestavení Paretova diagramu a následného uplatnění dalších kritérií pro výběr životně důležité menšiny. Cílem analýzy je tedy oddělit důležité faktory od méně podstatných a ukázat, kam přednostně zaměřit úsilí při zlepšování procesů.[6]

Využití této analýzy je rozmanité. Může jít o následující oblasti:

- analýza počtu neshodných výrobků a jejich druhů,
- analýza ztrát s nimi spojených,
- analýza příčin výroby neshodných výrobků,
- analýza příčin prostojů strojů.[6]

Postup při Paretové analýze

1. Volba faktorů,
2. volba hlediska analýzy (vícenásobná),
3. sběr a záznam dat,
4. sestavení Paretova diagramu,
5. volba kritéria pro stanovení životně důležité menšiny faktorů a stanovení životně důležité menšiny faktorů,
6. analýza faktorů stanovených jako životně důležitá menšina.[6]

4.7 Metoda „What – if“ (Co se stane, když....)

Metoda „What – if“ je založena na brainstormingu, při kterém kvalifikovaný pracovní tým (dobře obeznámený se zkoumaným procesem) prověřuje formou dotazů a odpovědí neočekávané události, které se mohou v procesu vyskytnout. Formulované dotazy začínají charakteristickým „What – if! (Co se stane, když ...)“.[17]

Jedná-li se o jednoduchý proces, pak pracovní tým může být např. dvou nebo tříčlenný. Posouzení složitějšího procesu si obvykle vyžádá sestavení vícečlenného týmu. Metoda je velmi efektivní a účinná, pokud má pracovní tým provozní zkušenosti a současně má aplikační zkušenosti s touto metodou. V opačném případě může být výsledek studie diskutabilní.[17]

4.8 Analýza ohrožení a provozuschopnosti (HAZOP)

Hazard and operability study jde o strukturované a systematické zkoumání plánovaného produktu nebo procesu nebo postupu nebo systému. Jde o techniku k identifikaci rizika pro lidi, zařízení, prostředí. Je kvalitativní technikou založenou na použití vodících (klíčových) slov (Tab.1) nebo provozních podmínek v každém kroku návrhu nebo procesu nebo postupu nebo systému.[19]

Postup tvorby HAZOP

1. Sestaví se soubor parametrů,
2. klíčová (vodící slova),
3. návrh opatření.[19]

Výstupy HAZOP

- Klíčová (vodící) slova,
- odchylky,
- možné příčiny,
- opatření,
- zodpovědná osoba.

Tab. 1 Klíčová slova pro HAZOP[25]

| Typ odchylky | Vodící slovo | Příklad |
|-------------------------|---|--|
| Negace | ŽÁDNÝ, NENÍ ŽÁDNÝ | Žádné části zamýšleného cíle (funkce) se nedosáhlo, např. žádný průtok |
| Kvantitativní změna | VYŠŠÍ NIŽŠÍ | Kvantitativní nárůst, např. vyšší teplota Kvantitativní pokles, např. nižší teplota |
| Kvalitativní změna | A TAKÉ JAKOŽ I A ROVNĚŽ ČÁSTEČNĚ | Jsou přítomny nečistoty Současně se vykonává nějaká další operace/krok Dosahuje se pouze něco ze zamýšleného cíle, např. k zamýšlené přepravě kapaliny dochází pouze částečně. |
| Náhrada, záměna | OBRÁCENÝ ZPĚTNÝ JINÝ NEŽ | Vodící slovo se používá např. pro obrácený tok v potrubí a zpětnou chemickou reakci. Dosáhlo se jiného výsledku, než byl původní cíl, např. došlo k přenosu nesprávného materiálu. |
| Čas | PŘEDČASNÝ ZPOZDĚNÝ | K něčemu, např. ke chlazení nebo filtraci, došlo relativně dříve vzhledem ke stanovenému času K něčemu, např. ke chlazení nebo filtraci, došlo relativně později vzhledem ke stanovenému času |
| Pořadí nebo posloupnost | PŘED PO | K něčemu, např. ke směšování nebo ohřevu, došlo v nějaké posloupnosti příliš brzy K něčemu, např. ke směšování nebo ohřevu, došlo v nějaké posloupnosti příliš pozdě |

4.9 Analýza možných způsobů a důsledků poruch (FMEA)

Analýza FMEA představuje týmovou analýzu možností vzniku vad u posuzovaného návrhu, ohodnocení jejich rizika a návrh na realizaci opatření vedoucí ke zlepšení jakosti návrhu. Je jednou ze základních metod plánování a zlepšování kvality a důležitou součástí přezkoumání návrhu. Zkušenosti ukazují, že použití této metody lze odhalit 70 až 90 % možných neshod.[14]

Metoda FMEA byla vyvinuta v šedesátých letech v USA a byla původně určena pro analýzy spolehlivosti složitých systémů v kosmickém výzkumu a jaderné energetice. Velmi brzy

se však začala využívat k prevenci výskytu neshod v dalších oblastech, přičemž k největšímu rozšíření došlo zejména v automobilovém průmyslu. V Evropě tuto metodu začala jako první používat v roce 1977 firma Ford a například v koncernu Volkswagen se běžně uplatňuje od roku 1984.[14]

V praxi se nejčastěji používají zejména dva druhy FMEA: **FMEA návrhu výrobku** (FMEA konstrukce) pro analýzu návrhu výrobků, jejich prvků a částí a **FMEA procesu** pro analýzu procesů, v nichž výrobky vznikají.[14] Možnosti uplatnění metody jsou však mnohem širší. Lze ji rovněž aplikovat při analýze návrhu služby, systému a rovněž na jakékoliv jiné procesy.[15]

Pro používání metody FMEA hovoří celá řada argumentů. Hlavní aplikace metody FMEA:

- Představuje systémový přístup k prevenci nejakosti,
- snižuje ztráty vyvolané nízkou jakostí výrobků,
- zkracuje dobu řešení vývojových prací,
- umožňuje ohodnotit riziko možných vad a na jeho základě stanovit priority opatření, vedoucí ke zlepšení jakosti návrhu,
- pomáhá zvýšit spokojenost zákazníka.[14]

Další použití

Ke zjištění lékařské chyby v systémech zdravotnické péče, ke zjištění poruchy při postupech údržby, při analyzování rizik v procesu státní správy, při hodnocení bezpečnostního systému.[3]

Proces tvorby analýzy FMEA

1. Stanoví se rozsah a cíle studie,
2. sestaví se tým,
3. porozumí se systému nebo procesu,
4. systém se rozloží na součásti nebo kroky,
5. stanoví se funkce každého kroku nebo součásti,
6. pro každou uvedenou součást nebo funkci se zjistí:
 - Jakým způsobem se může každá část porouchat?

- Jaké mechanismy by mohly vyvolat tyto způsoby poruchy?
- Jaké by mohly být důsledky, kdyby nastaly tyto poruchy?
- Je tato porucha neškodná nebo škodlivá?
- Jak je tato porucha zjištěna (detekována)?

7. zjistí se opatření v návrhu s cílem eliminovat poruchu.[19]

Důležitou částí procesu je vyjádření míry rizika

$$MR/P (RPN) = Vz \times Vy \times Od \quad (4)$$

Kde:

MR – míra rizika

Vz – význam vady, chyby, poruchy

Vy – výskyt vady, chyby, poruchy

Od – pravděpodobnost odhalení vady, chyby, poruchy

MR/P – číselné hodnocení (viz. vzorec 3): 1 – 120 – riziko nízké

121 – 768 – střední riziko

769 – 1000 – vysoké riziko

Odhalení (Od)

Číselná hodnota 1-10 (Tab.2), která vyjadřuje pravděpodobnost odhalení příčiny vzniklé chyby. Příklad: pravděpodobnost odhalení (detekce) chyby pomocí metod zabezpečení procesu. Čím nižší číslo, tím je větší pravděpodobnost odhalení chyby.

Tab. 2 Příklad klasifikace odhalitelnosti poruchy (vady)[26]

| Kritérium klasifikace odhalitelnosti poruchy (vady) | „Průchod“ poruchy (vady) k uživateli [%] | Třída |
|--|--|-------------|
| <i>Velmi vysoká</i> : pravděpodobnost, že porucha (vada) by byla detekována kontrolou nebo při montáži | 0 až 5 | 1 |
| <i>Vysoká</i> : pravděpodobnost, že porucha (vada) se dostane k uživateli bez detekce - podle pravděpodobnosti průchodu poruchy k uživateli | 6 až 15 16 až 25 | 2 3 |
| <i>Střední</i> : pravděpodobnost, že porucha (vada) se dostane k uživateli bez detekce - podle pravděpodobnosti průchodu poruchy (vady) k uživateli | 26 až 35 36 až 45 46 až 55 | 4 5 6 |
| <i>Nízká</i> : pravděpodobnost, že porucha (vada) se dostane k uživateli bez detekce - podle pravděpodobnosti průchodu poruchy (vady) k uživateli | 56 až 65 65 až 75 | 7 8 |
| <i>Velmi vysoká</i> : pravděpodobnost, že porucha (vada) se dostane k uživateli bez detekce - podle pravděpodobnosti průchodu poruchy (vady) k uživateli | 76 až 85 86 až 100 | 9 10 |

Význam chyby (Vz)

Číselná hodnota 1-10 (Tab.3), která nám vyjadřuje závažnost následků chyby na celý systém. Příklad: význam následků možné chyby pro zákazníka – určení faktoru hodnocení. Čím vyšší číslo, tím vyšší riziko.

Tab. 3 Příklad klasifikace významu poruchy (vady)[26]

| Kritérium klasifikace významu poruchy (vady) | Třída |
|--|-------------|
| <u>Zanedbatelná</u> : podstata poruchy (vady) je taková, že neovlivní schopnosti systému - výrobku, tj. uživatel pravděpodobně nezaznamená její výskyt | 1 |
| <u>Nízká</u> : porucha (vada) vyvolá u uživateli pouze potíže, nepozorují se poškozené funkce objektu – výrobku | 2 3 |
| <u>Střední</u> : porucha (vada) vyvolá obtíže u uživateli snížením pohodlí při užívání - porucha (vada) obtěžuje při ovládání, manipulaci. Uživatel zaznamená určité zhoršení vlastností výrobku | 4 5 6 |
| <u>Vysoká</u> : porucha (vada) vyvolá značné obtíže u uživateli, resp. způsobí vážné poškození, špatné vlastnosti výrobku; neovlivňuje však bezpečnost výrobků | 7 8 |
| <u>Velmi vysoká</u> : porucha (vada) ovlivňuje bezpečnost výrobků, jeho nezpůsobilost k provozu z hlediska zákonných předpisů | 9 10 |

Výskyt chyby (Vy)

Máme hodnotit výskyt vady. Výskyt příčiny může být jiný, protože mezi vadou a příčinou nebývá vždy velmi silná závislost. Jestliže vada může vzniknout z více příčin, tak je jasné, že mezi vadou a příčinou nemůže být velmi silná závislost.[16] Možný příklad klasifikace výskytu poruchy (vady) je uveden v Tab.4.

Tab. 4 Možný příklad klasifikace výskytu poruchy (vady)[26]

| Kritérium klasifikace výskytu poruchy (vady) | Odhad četnosti | Třída |
|---|----------------|-------|
| Není pravděpodobné, že porucha (vada) nastane | 0 | 1 |
| <u>Velmi malá</u> : Jedná se o proces s ojedinělým výskytem poruchy (vady) | 1/5000 | 2 |
| | 1/2000 | 3 |
| | 1/1000 | 4 |
| | 1/500 | 5 |
| <u>Střední</u> : Odpovídá procesům, kde obvykle dochází k náhodným poruchám (vadám), ale v menší míře | 1/200 | 6 |
| <u>Vysoká</u> : Odpovídá výrobním procesům s častými poruchami (vadami) | 1/100 | 7 |
| | 1/50 | 8 |
| <u>Velmi vysoká</u> : z hlediska uživatele je téměř jistý výskyt poruchy (vady) | 1/20 | 9 |
| | 1/10 | 10 |

V této podkapitole je popsána metoda FMEA z teoretického hlediska, v praktické části bude aplikována tato metoda z praktického hlediska na proces výroby lisované podlahoviny ve společnosti Fatra a.s. Napajedla.

PRAKTICKÁ ČÁST

5 POPIS SPOLEČNOSTI FATRA a.s. NAPAJEDLA

Fatra a.s. (Obr.9) je z historického hlediska prvním zpracovatelem plastů v České republice. Byla založena v roce 1935 koncernem Baťa na přímý popud Ministerstva obrany. A v současné době patří společnost mezi významné světové zpracovatele plastů (polyvinylchlorid, polyethylen a polyethylentereftalát) a je nedílnou součástí plastikářského průmyslu. Tato kapitola bude obsahovat historický vývoj až po současný profil společnosti.[30]



Obr. 9. Fatra a.s. Napajedla[31]

5.1 Historický vývoj

V Tab.5 a Tab.6 bude popsán historický vývoj společnosti od založení v roce 1935 až po současnost tj. do roku 2018

Tab. 5 Historický vývoj Fatra 1935 – 1964 [30]

| Fatra - (k)rok po (k)roku | |
|----------------------------------|--|
| Rok | Událost |
| 1935 | vznik akciové společnosti Fatra, zahájení výroby plynových masek |
| 1940 | zahájení průmyslového zpracování PVC |
| 1942 | první pokusy s výrobou trubek z neměkčeného PVC |
| 1945 | znárodnění Baťova koncernu |
| 1946 | zřízení národního podniku Fatra |
| 1948 | zahájení výroby nafukovacích hraček PVC |
| 1949 | zahájení výroby lisovaných podlahovin |
| 1950 | otevření pobočného závodu v Břeclavi |
| 1952 | vznik Výzkumného ústavu plastikářské technologie ve Fatře, zápis ochranné známky Novoplast |
| 1955 | zápis první mezinárodní ochranné známky "f" v kruhu |
| 1956 | zahájení průmyslového zpracování polyetylenů |
| 1957 | vyvinuto zařízení na kontinuální vakuové tvarování hraček |
| 1958 | vyrobena první izolační folie Izofol |
| 1960 | instalován první plastifikátor na výrobu granulátu PVC |
| 1962 | poprvé použita technologie potiskování sítotiskem |
| 1964 | zahájena výroba desek z PE a výroba dlaždic z podlahové krytiny PVC |

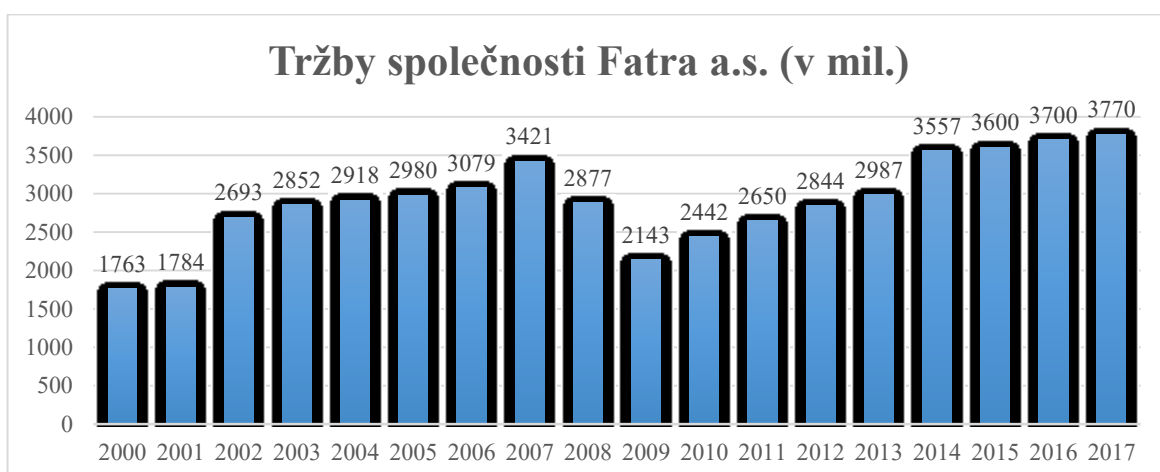
Tab. 6 Historický vývoj Fatra 1966 – 2018 [30]

| Fatra - (k)rok po (k)roku | |
|----------------------------------|--|
| Rok | Událost |
| 1966 | vznik závodu 51 Fatra Napajedla (součást Českých závodů gumárenských a plastikářských), vyvinuto zařízení na svařování silážních plachet |
| 1968 | zahájena výroba svařované podlahoviny |
| 1971 | vyroben první automat na světě na svařování nafukovacích míčů |
| 1973 | udělen titul Vynikající výrobek roku - nafukovacím hračkám Žirafa a Buvol |
| 1975 | vyrobena nultá série homogenní podlahoviny Elektrostatik |
| 1976 | přesun výroby dopravních pásů z cechu v Olomouci |
| 1979 | zahájeno automatické zpracování dat na počítači EC 1021 |
| 1986 | převedení výroby pláštěnek na Slovensko - výrobní družstvo Mladí Handlová |
| 1988 | zahájení projektu recirkulace chladících vod |
| 1990 | vznik akciové společnosti Fatra |
| 1991 | ze směsí PVC vyřazeny stabilizátory na bázi kadmia |
| 1992 | zahájení zpracování biaxiálně orientované polyethylentereftalátové folie v Chropyni |
| 1994 | Fatra se přihlásila k programu odpovědného podnikání v chemii, certifikace systému managementu dle ČSN EN ISO 9001 |
| 1996 | realizace dosud největší ekologické stavby - podzemní sklad kapalných surovin |
| 1997 | Fatra zasažena povodní |
| 1998 | Fatra součástí akciové společnosti ALIACHEM |
| 2000 | certifikace systému environmentálního managementu podle ČSN EN ISO 14001 |
| 2002 | začlenění závodu Technoplast do organizační struktury Fatry, zahájení výroby paropropustných fólií |
| 2003 | zahájení výroby podlahoviny THERMOFIX |
| 2004 | vznik akciové společnosti Fatra, faktická aktivní činnost až od roku 2006 |
| 2006 | zahájení výroby vstřikovaných výrobků |
| 2007 | zahájení výroby střešních izolačních fólií vytlačováním |
| 2009 | Státním úřadem inspekce práce uděleno osvědčení Bezpečný podnik |
| 2010 | obnovení výroby nafukovacích hraček |
| 2011 | zahájení výroby plovoucí vinylové podlahoviny FatraClick |
| 2012 | rekonstrukce vytápění a převod na teplovodní systém |
| 2013 | udělení titulu Výrobce roku v prestižní soutěži Czech Grand Design za novou kolekci hraček |
| 2014 | Svazem chemického průmyslu ČR udělena Cena udržitelného rozvoje |
| 2016 | zahájena výstavba projektu Nová válcovna |
| 2018 | výstavba projektu Nová válcovna dokončena, navázení nových technologií |

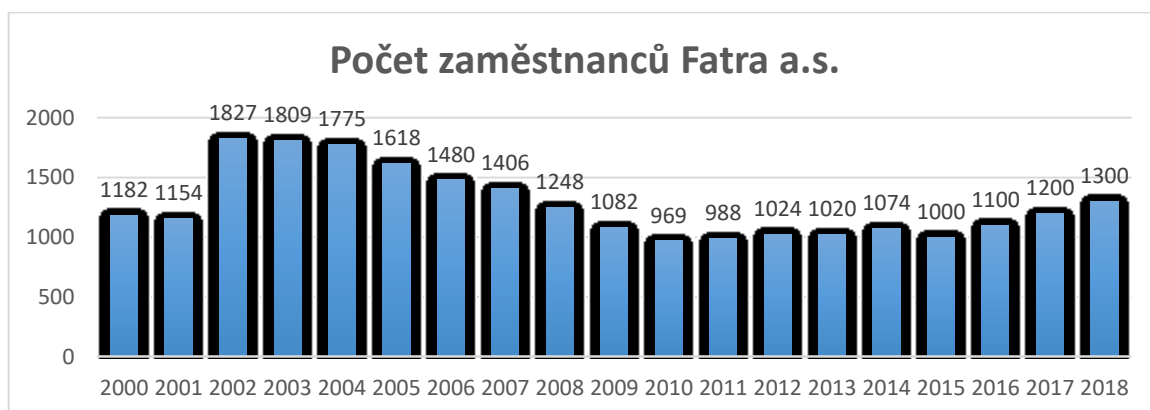
5.2 Současnost

Fatra a.s. patří mezi významné zpracovatele plastů. V roce 2017 za výrobky a služby utržila 3,77 mld. Kč (graf tržeb na Obr.10) a více jak 75% produkce, směřovalo na zahraniční trhy a to do 53 zemí světa. Fatra provozuje moderní technologie na zpracování plastů ve výrobních centrech v Napajedlích a Chropyni, kde zaměstnává více než 1.300 zaměstnanců (graf vývoje počtu zaměstnanců Obr.11).

Firma je členem koncernu AGROFERT sdružujícího silné subjekty, které mají vazbu na zemědělství, potravinářství a chemii. V současnosti AGROFERT, a.s. sdružuje více než 250 významných subjektů ze sektoru chemie, zemědělství, potravinářství, pozemní techniky a médií, přičemž v rámci koncernu zaměstnává více než 34 tisíc zaměstnanců.[33]



Obr. 10. Graf tržeb společnosti Fatra a.s.



Obr. 11. Graf vývoje počtu zaměstnanců ve společnosti Fatra a.s.

Společnost nabízí špičkové produkty a specializovaná zákaznická řešení, která zahrnují nejen výrobu, ale i vývojové aktivity a poradenské služby. Svým zákazníkům poskytuje servis v oblasti oboru zkušebnictví a vývojových laboratoří, testování, přípravy vzorků a směsí, odborné poradenství a konzultace. Vysokou kvalitu výrobků a služeb podporují zavedené systémy ČSN EN ISO 9001 Systém managementu kvality a ČSN EN ISO 14001 Systém environmentálního managementu. Při vývoji nových výrobků spolupracuje s vysokými školami (Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně a Univerzita Pardubice) a vývojovými pracovišti.[33]

Tržní segmenty jsou:

- Stavebnictví,
- potravinářství,
- automotive,
- elektro průmysl,
- zdravotnictví a hygiena,
- technické aplikace,
- spotřební průmysl,
- galanterie a obuvnictví.

Produkty:

1. **Hydroizolační systémy FATRAFOL** - komplexní řešení izolací pro ploché a mírně šikmé střechy, zelené střechy, izolace balkonů, jezírek a spodních částí staveb proti negativním účinkům vody, radonu a některých chemických látek.
2. **Technické fólie z měkčeného PVC (PVC-P)** - pro kancelářskou a školní galantérii, zdravotnictví, automobilový a obalový průmysl. Potištěné ubrusové fólie.
3. **Nafukovací hračky** - reklamní nafukovací výrobky a svařované výrobky (ložní vložky, přebalovací podložky, pláštěnky, podložky pro psy, cestovní límce, aj.).
4. **Paropropustné fólie a lamináty SONTEK** - pro použití při výrobě jednorázových hygienických potřeb – dětských plen, dámské hygieny, inkontinenčních vložek, prostředků pro dlouhodobě nemocné.
5. Low density polyethylen (nízko hustotný polyethylen - LDPE), high density polyethylen (vysoko hustotný polyethylen – HDPE), ethylen vinyl acetate (velmi lehká pružná hmota - EVA) **fólie a desky** - pro různé aplikace (stavebnictví, automotive,

galanterie, protiskluzné fólie do regálů a skříní). PET desky na ochranu podlahy před poškrábáním.

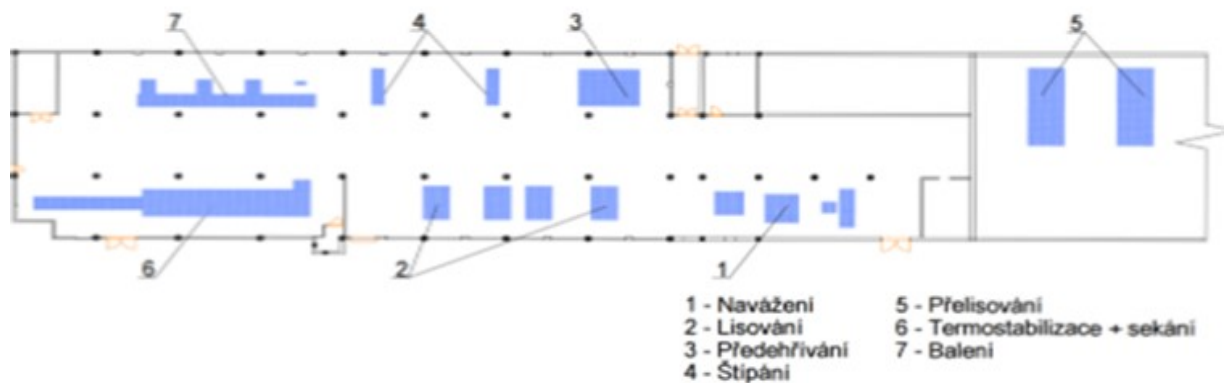
6. **Biaxiálně orientované PET fólie TENOLAN a vícevrstvé laminované fólie FOLAM** - pro výrobu flexibilních a jiných obalů, dekorační účely, elektro-izolace a různé technické aplikace.
7. **Potravinářské a technické PVC tvarované obaly** - kelímky, vaničky, víčka
8. **Granulát měkčený PVC-P a neměkčený PVC-U** - pro vytlačování, vstřikování, lisování, opláštění plotů. Mimo standardní nabídku vytvoříme recepturu přesně dle zadání zákazníka.
9. **Vytlačované plastové profily** - podlahové lišty, trubičky, madla a hadičky (PVC, PE, PP, ABS, TPE) s různou finalizací (sekání, děrování, polepování, potiskování, dezénování, značení). Aplikace ve spotřebním, stavebním a automobilovém průmyslu.
10. **Regranulace** - PP, PE, PP/PE, LLDPE regranuláty pro vstřikování, vyfukování a extruzi. Zpracování plastových odpadů.
11. **Vstřikování** - např. boxy, dlaždice, přepravky.
12. **Homogenní / heterogenní PVC podlahoviny** - luxusní vinylové dílce, vinylová podlaha s click systémem. Podlahy jsou určeny do obytných a komerčních budov, škol, nemocnic a budov lehkého průmyslu. Homogenní PVC podlahovina je lisovaná podlahovina u které budeme analyzovat rizika vzniku vad.

Důležité jsou investice, aby byl podnik konkurenceschopný. Fatra za posledních 10 let investovala nemalé prostředky a to 1,5 mld. Kč do nových výrobních zařízení a modernizace stávajících technologií a energetických opatření a také 100 mil. Kč do přímé ochrany životního prostředí.[33]

6 POPIS PROCESU VÝROBY LISOVANÉ PODLAHOVINY

Lisovaná podlahovina je jedním z elementárních výrobků, které podnik Fatra, a.s. dlouhodobě produkuje. Tento produkt se řadí do segmentu podlahových krytin. Jde o homogenní podlahovou krytinu používanou v prostorech s požadavky na elektrostaticky vodivé provedení podlahy, jako například chirurgické sály, RTG pracoviště, apod. Jednotlivé dlaždice jsou vyrobeny z granulátu PVC s příměsí vodivé pasty a lze je vyrobit v různých tloušťkách (1,7 mm a 2,0 mm) a rozměrech (604x604 mm. a 608x608 mm.). Podnik si PVC granulát vyrábí sám, stejně tak jako pastu.

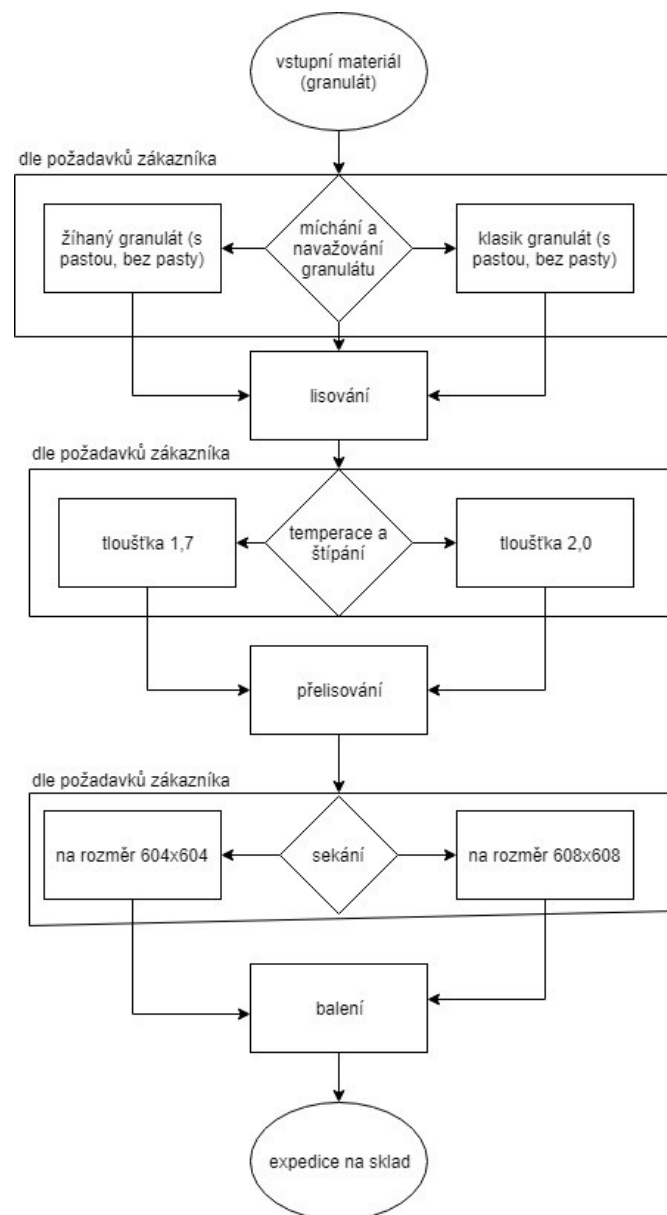
Většina výrobních procesů lisované podlahoviny probíhá v rámci jedné haly, jež je součástí areálu Fatra, a.s. v Napajedlech. Jediná příprava vstupního materiálu, tj. granulace PVC a příprava vodivé pasty, probíhá v jiných výrobních prostorech, ale stále v prostorách výrobního areálu. V této kapitole bude přiblížena problematika výroby lisované podlahoviny, která probíhá v souvislých krocích. Rozmístění jednotlivých operací ve výrobě je schématicky znázorněno na Obr. 12.



Obr. 12. Layout pracoviště lisovaná podlahovina (vlastní zpracování)

Do výrobního procesu patří tyto kroky (Obr.13):

1. Vstupní polotovar – granulát (granulace PVC)
2. Míchání a navažování granulátu
3. Lisování
4. Temperace a štípání
5. Přelísování
6. Sekání a balení
7. Expedice na sklad



Obr. 13. Vývojový diagram výroby lisované podlahoviny (vlastní zpracování)

V následujících podkapitolách budou jednotlivé části procesu detailněji popsány.

6.1 Výroba vstupního materiálu (granulátu)

Suspenní PVC je uloženo v silech, pomocí pojízdných bunkrových vah je dle receptury a pokynu velináře (obsluhy) naváženo potřebné množství a nasypáno do kuželové míchačky. Do kuželové míchačky se dle potřeby dávkuje další práškové komponenty. Sypká směs je promíchána a přes turniketový podavač přefukována do zásobníku suché směsi, zde se přes filtry odloučí plynná fáze a v zásobníku zůstává pouze směs v sypké podobě.

Zásobníky změkčovadel jsou automaticky plněny potrubím z centrálního uložení změkčovadel a dále přečerpávány do dávkovací váhy. Pro speciální aditiva, jako matovadla nebo kaučukové modifikátory se využívá spirálového dopravníku. Barevné koncentráty jsou dávkovány pomocí kazetového dopravníku. Takto je směs připravena pro dávkování do horkého stupně fluidní míchačky, kde je důležité dosáhnout tzv. suchého bodu (u měkčeného PVC 105 °C, u neměkčeného PVC 120 °C).

Dále je směs přepouštěna do studeného stupně fluidní míchačky, kde je směs chlazena přibližně na 70 °C. Po dostatečném zchlazení aglomerátu na požadovanou teplotu je přepuštěna směs do zásobníku dvoušnekového vytlačovacího stroje. Předtím než začne zásobník dávkovat aglomerát do pracovního prostoru dvouválce, je důležité, aby byl vytlačovací stroj vyhřát na teplotu danou technologickým předpisem. Směs vstupuje do vyhřátého pracovního prostoru, kde probíhá homogenizace pomocí dvoušneku a smykových sil působících mezi směsí, šneky a stěnou pracovního válce. Tavenina prochází vytlačovací hlavou a hubicí, jež uděluje granulátu rozměr, jeho průměr. Ihned za hubicí dochází rotačním nožem k useknutí šňůry a udělení konečného tvaru granule. Granule dále směřují proudícím vzduchem do vzduchové chladičky a do zásobníku hotového granulátu.

6.2 Míchání a navažování granulátu

Do prostoru přípravy se navezou z meziskladu palety s granulátem. Palety s granulátem barvy, které je v podlahovině procentuálně nejvíce, se pomocí mostového jeřábu uloží na dávkovací zařízení.

Do připravené palety se naváže přes dávkovací zařízení granulát barvy, které je v podlahovině procentuálně nejvíce, v množství dle receptury pro danou podlahovinu. Granulát zbývajících barev se dávkuje ručně.

Pokud se vyrábí elektrostaticky vodivé podlahoviny, obsluha ručně nadávkuje navážené množství vodivé pasty do ramenové míchačky. Paleta s naváženým granulátem všech barev se přenese mostovým jeřábem nad ramenovou míchačku tak, aby otvor ve víku míchačky a výpustný otvor palety byly přesně nad sebou. Otevře se výpustný otvor a celý obsah se vypustí do ramenové míchačky, za současného uvedení míchačky do chodu.

Míchá se za podmínek stanovených v pracovním předpisu. Míchání se ukončí, jakmile je směs suchá. Zamíchané granule se vsypou do palety a mostovým jeřábem se přemístí nad šnekový dopravník dávkovacího zařízení.

Dávkovací zařízení je opatřeno automatickou váhou. Pracovník postupně plní dávky pro lisování do přepravek, které ukládá na manipulační vozík. Množství se dávkuje automaticky, pracovník pouze vkládá prázdné a odebírá plné přepravky.

6.3 Lisování

Lisování bloků podlahoviny se provádí na čtyřech dvojicích devítitážových hydraulických lisů, které jsou opatřeny automatickým i ručním ovládním. Jednotlivé dávky z přepravek se vsypou do forem, pečlivě a rovnoměrně se vyplní celý prostor formy a po uzavření víkem se forma zasune zakládacím zařízením do etáže. Po naplnění lisu se zahájí lisovací cyklus. Používá se automatické ovládní. Jednotlivé hodnoty pro lisování jsou nastaveny podle technického předpisu na ovládacím panelu lisu. Změny nastavených hodnot při změně technologického předpisu provádí technolog. Ruční ovládní lisu se používá pouze při poruchách funkce automatického ovládní – pro dokončení lisovacího cyklu. Druhý lis se plní v průběhu lisování prvního lisu.

Po skončení lisovacího cyklu se lis otevře a provede se postupně vyjmutí bloků a uložení do ohradové přepravky. Současně se plní formy pro další cyklus. Přetoky od bloků se odřežou (vzniklý odpad).

6.4 Temperace a štípání

Ohradové přepravky s bloky se dopraví do předehřívacího tunelu. Předehřívá se předepsaný čas a při předepsané teplotě. Předehřáté bloky se štípou na štípačce na požadovanou tloušťku. Naštípané dlaždice se kladou na manipulační vozík lícni stranou nahoru.

6.5 Přelisoání

Přelisoání dlaždic se provádí na dvou devítitážových lisech, které jsou opatřeny automatickým a ručním ovládáním. Jednotlivé dlaždice se vkládají do kazety. Pro dezénování a také oddělení čtyř dlaždic v jedné kazetě od sebe se používá transfer papír. Následně zakládací zařízení zasune kazetu do etáže. Po naplnění lisu se zahájí lisovací cyklus. Používá se automatické ovládání. Jednotlivé hodnoty pro lisování jsou nastaveny podle technologického předpisu na ovládacím panelu lisu. Změny nastavených hodnot při změně technologického předpisu provádí technolog. Ruční ovládání lisu se používá pouze při poruchách funkce automatického ovládání – pro dokončení lisovacího cyklu.

6.6 Sekání a balení

Po přelisoání se manipulační vozíky s dlaždicemi převezou k chladicímu zařízení. Po průchodu chladicím zařízením dlaždice sjíždějí po svodové dráze, kde jen volně procházejí dále k sekačce. Tam se automaticky vysekají na požadovaný rozměr a padají na válečkovou dráhu, na které se ukládají do bloků. Odseknuté okraje (vzniklý odpad) se automaticky oddělují a padají do přepravních vozíků. Dlaždice se ručně ukládají na manipulační vozík. U elektrostaticky vodivé podlahoviny se provádí 100%-ní kontrola vnitřního elektrického odporu dlaždic. Dále se provede kontrola kvality povrchu a rozměru dlaždic, dlaždice se balí do předepsaných obalů na manipulačních stolech. Dlaždice v kartonech jsou dopravovány k páskovacímu automatu a odtud k ukládacímu zařízení. Paleta s kartony se odvádí na sklad.

7 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU

Protože ve firmě Fatra a.s. dost vysoké procento z celkových nákladů společnosti zabírá výroba neshodného produktu, který se sice z větší části podaří zachytit vnitřní technickou kontrolou, ale přesto se určité procento nekvalitních výrobků dostává až k zákazníkům, aby se tomuto předešlo a došlo k minimalizaci výroby nekvalitních výrobků, tak jsem se rozhodl zanalyzovat metodou FMEA celý výrobní proces výroby lisované podlahoviny.

Dále jsou vyvíjeny tlaky na zlepšení kvality od zákazníků a jako jeden z důkazů o snahu zvýšení kvality slouží tato analýza (FMEA). Touto metodou odhalíme problematická místa výroby a jejich zlepšením nebo nahrazením zvýšíme kvalitu produkce. FMEA je vhodná i díky tomu, že identifikuje, analyzuje, vyhodnocuje možná rizika a dochází v ní i k návrhům opatření. Dalším pozitivem je, že podle periodičnosti (určí si interně firma, nebo dle požadavků zákazníka) dochází ke znovu posouzení rizika.

7.1 Klasifikace významu, výskytu, odhalení vady a číselné hodnocení

Důležité je vypracování klasifikace významu, výskytu a odhalení vady. U vstupního materiálu (granulátu), navažování a míchání granulátu v procesu lisované podlahoviny bude odlišná klasifikace pravděpodobnosti výskytu vady, protože četnost vady se bude uvádět v kg, zbývající proces výroby lisované podlahoviny bude v počtu kusů.

Tab. 7 Pravděpodobnost výskytu vady lisovaná podlahovina (vlastní zpracování)

| PRAVDĚPODOBNOST výskytu vady | Četnost vady | Klasifikace |
|--|-----------------|-------------|
| Velmi vysoká: Závada je téměř nevyhnutelná | 200 z 1000 kusů | 10 |
| Velmi vysoká: Závada je téměř nevyhnutelná | 100 z 1000 kusů | 9 |
| Vysoká: Opakující se závady | 70 z 1000 kusů | 8 |
| Vysoká: Opakující se závady | 30 z 1000 kusů | 7 |
| Průměrná: Občasné závady | 10 z 1000 kusů | 6 |
| Průměrná: Občasné závady | 8 z 1000 kusů | 5 |
| Průměrná: Občasné závady | 7 z 1000 kusů | 4 |
| Malá: Poměrně málo závad | 3 z 1000 kusů | 3 |
| Malá: Poměrně málo závad | 2 z 1000 kusů | 2 |
| Velmi slabá: Závada je nepravděpodobná | 1 z 1000 kusů | 1 |

Tab. 8 Význam následků vady (vlastní zpracování)

| Význam následků vady | Úroveň zákaznického významu | Úroveň výrobního významu | Klasifikace |
|---------------------------|---|--|-------------|
| Nebezpečný - bez varování | Velmi vysoký stupeň hodnocení, když potenciální vada má vliv na bezpečnost zařízení a nebo nevyhovuje zákonným předpisům bez varování | Může ohrozit operátor (stroj nebo montáž) bez varování | 10 |
| Nebezpečný - s varováním | Velmi vysoký stupeň hodnocení, když potenciální vada má vliv na bezpečnost a nevyhovuje ve všech směrech požadavkům zákazníka | Může ohrozit operátor (stroj nebo montáž) s varováním | 9 |
| Velmi vysoký | Výrobek nesplňuje svou funkci (ztráta základních vlastností) | 100 % odpad | 8 |
| Vysoký | Výrobek je funkční, ale jeho funkčnost je snížena díky odstínu, zákazník není stoprocentně spokojený | výrobek je třeba oddělit a část (méně než 100%) je odpad | 7 |
| Střední | Výrobek je funkční, ale je snížen komfort při provozu. Zákazník není spokojený | část (méně než 100% je odpad) bez potřeby separování výrobku a opraveno v čase do jedné hodiny | 6 |
| Nízký | Zákazník zaznamená určité zhoršení vlastností výrobku | 100% výrobku musí být přepracováno nebo opraveno | 5 |
| Velmi nízký | Vhodný a konečný (zrakový) není přizpůsobivý. Nedostatek si všimla většina zákazníků (více jak 75%) | výrobek je možné separovat a část (méně než 100% musí být přepracována) | 4 |
| Málo významný | Vhodný a konečný (zrakový) není přizpůsobivý. Nedostatek vpozorovalo 50% zákazníků | část (méně než 100%) musí být přepracována (nelze provézt na lince) | 3 |
| Nevýznamný | Vhodný a konečný (zrakový) není přizpůsobivý. Nedostatek vpozoroval vyběravý zákazník (25%) | část (méně než 100%) musí být přepracována (lze provézt na lince) | 2 |
| Žádný | Žádný význam | nepatrná potíž výkonu nebo operátora nebo bez významu | 1 |

Tab. 9 Pravděpodobnost výskytu vady u vstupního mat. (granulátu), navažování a míchání (vlastní zpracování)

| PRAVDĚPODOBNOST výskytu vady | Četnost vady | Klasifikace |
|--|------------------|-------------|
| Velmi vysoká: Závada je téměř nevyhnutelná | 500 kg z 3200 kg | 10 |
| Velmi vysoká: Závada je téměř nevyhnutelná | 400 kg z 3200 kg | 9 |
| Vysoká: Opakující se závady | 300 kg z 3200 kg | 8 |
| Vysoká: Opakující se závady | 240 kg z 3200 kg | 7 |
| Průměrná: Občasné závady | 210 kg z 3200 kg | 6 |
| Průměrná: Občasné závady | 170 kg z 3200 kg | 5 |
| Průměrná: Občasné závady | 140 kg z 3200 kg | 4 |
| Malá: Poměrně málo závad | 110 kg z 3200 kg | 3 |
| Malá: Poměrně málo závad | 70 kg z 3200 kg | 2 |
| Velmi slabá: Závada je nepravděpodobná | 35 kg z 3200 kg | 1 |

Tab. 10 Pravděpodobnost odhalení vady (vlastní zpracování)

| Pravděpodobnost odhalení vady | Měřítka | A | B | C | Navrhovaný rozsah zjišťovacích metod | Klasifikace |
|-------------------------------|---|---|---|---|--|-------------|
| Téměř nemožné | Absolutní jistota neodhalení | | | x | Žádná známá kontrola není schopna odhalit chybu | 10 |
| Velmi obtížné | Kontroly budou pravděpodobně nezjištěny | | | x | Kontrola je dosažena jen vedlejší nebo náhodnou kontrolou | 9 |
| Obtížné | Kontrola má jistou šanci odhalit chybu | | | x | Kontrola je dosažena jen vizuálním prozkoumáním | 8 |
| Velmi nízké | Kontrola může odhalit přítomnost chyby | | | x | Kontrola je dosažena jen dvojitým zrakovým prozkoumáním | 7 |
| Nízké | Kontrola může odhalit přítomnost chyby | | x | x | Vizuální kontrola + další kontrola | 6 |
| Střední | Kontrola může odhalit přítomnost chyby | | x | | Kontrola operátorem jenž používá měřicí zařízení | 5 |
| Středně vysoké | Kontroly mají dobrou šanci na odhalení | x | x | | Chyba odhalení v následné operaci, nebo měření na prvním kusu kontroly | 4 |
| Vysoké | Kontroly mají dobrou šanci na odhalení | x | x | | Systém automatických testů | 3 |
| Velmi vysoké | Kontrola téměř spolehlivě zjišťuje | x | x | | Sám proces kontroluje - nemohou projít odlišnosti | 2 |
| Téměř jisté | Kontrolou spolehlivě zjištěny | x | | | Neshodný výrobek nemůže být vyroben, protože výrobek je díky návrhu procesu/produktu odolný proti chybám | 1 |

Kontrolní typy: A: Chyba zajištění (Poka-Yoke)

B: Měření (Plán měření nebo kontroly)

C: Ruční kontrola

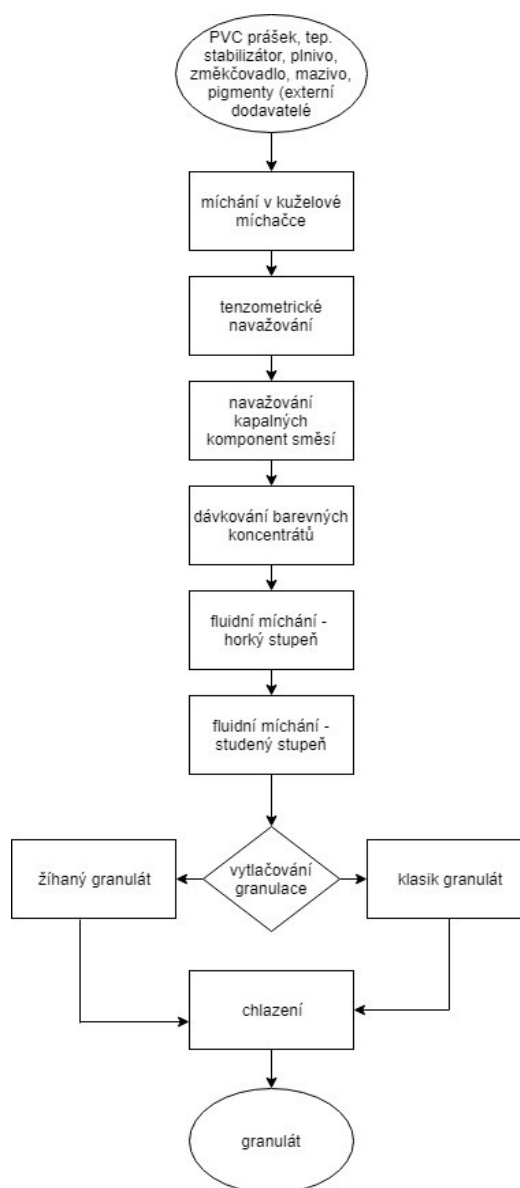
Dalším krokem je určení číselného hodnocení MR/P (RPN) a to se vypočítá podle vztahu č.4. Číselné hodnocení se určuje dle požadavků zákazníka, ale v tomto případě je určeno dle interního nařízení společnosti. A to je:

- 1 – 120 – riziko nízké
- 121 – 768 – střední riziko
- 769 – 1000 – vysoké riziko

7.2 Analýza procesu výroby vstupního mat. (granulátu)

7.2.1 FMEA procesu výroby vstupního mat. (granulátu)

V této kapitole bude popsán proces výroby vstupního materiálu (granulátu) pomocí vývojového diagramu viz. Obr. 14 a provedena analýza vad pomocí metody FMEA viz. Tab. 11. Výrobu granulátu provádí čtyři zaměstnanci na každé směně. Tento provoz je na tři směny.



Obr. 14 Vývojový diagram procesu výroby granulátu (vlastní zpracování)

Tab. 11 FMEA procesu výroby vstupního materiálu granulátu (vlastní zpracování)

| FMEA PROCESU | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|--|---|---|-------------|----|----|------------|--|--------------------|------------------|
| POLOŽKA | Granulát Novoplast | ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES | | | Karel Netík | | | ČÍSLO FMEA | 1 | | |
| | | VYPRACOVAL | | | Jan Beran | | | | | | |
| PROCES | Výroba vstupního mat. (granulátu) | KRITICKÝ TERMÍN | | | 20.02.2019 | | | STRANA | 1 | | |
| | | ORIGINÁL UKONČENÝ | | | 18.02.2019 | | | | | | |
| ČLENOVÉ TÝMU: | | Jan Beran, Miloslav Pěček (vedoucí divize), Ing. Karel Netík (technolog granulátu) | | | | | | | | | |
| Proces | Možné vady | Možné následky vady | Možná příčina vady | Stávající stav | | | | | Doporučená nápravná opatření | Odpovídá | Termín realizace |
| | | | | Plánovaná kontrolní opatření | Vz | Vy | Od | MR/P (RPN) | | | |
| Míchání v kuželové míchačce | nehomogenní směs | neshodný výrobek - kolísání tokových vlastností mat. z různých obalových jednotek | nedodržení tech. podmínek (doba míchání) přípravy směsi | kontrola technologem popř. mistrem | 6 | 3 | 4 | 72 | proškolení obsluhy - dodržování pracovního postupu | ministr, technolog | 22.02.2019 |
| | | | technický stav stroj. zařízení | preventivní kontrola údržbou | 1 | 2 | 1 | 2 | kontrola tech.stavu údržbou | údržbář | 27.02.2019 |
| Tenzometrické navažování | nedodržení recepturou předepsaného množství | neshodný výrobek - změna fyz. a mech. vlastností /tep. stability/reologie | porucha stroj. zařízení | preventivní kalibrace vah | 1 | 2 | 1 | 2 | kontrola tech.stavu údržbou | údržbář | 27.02.2019 |
| | | | chyba obsluhy - chybné navažení | pravidelné testování šarží dle závazných kontrolních postupů (kontrolována tvrdost, tep.stabilita, další mech. vlastnosti), kontrola vyprázdnění váhy velinářem | 4 | 3 | 3 | 36 | proškolení obsluhy - dodržování tech. postupů a množství daných recepturou | velinář, technolog | 01.03.2019 |
| Navažování kapalných komponent směsi | nedodržení recepturou předepsaného množství | neshodný výrobek - rozdílná tvrdost oproti standartu | chyba obsluhy - nedodržení receptury | pravidelné hodnocení tvrdosti (první dávka z šarže a dále po dvou hodinách) | 1 | 4 | 1 | 4 | dodržení receptur | velinář, technolog | 22.02.2019 |
| | záměna změkčovačla | | technický stav stroj. zařízení | preventivní kalibrace vah | 1 | 2 | 1 | 2 | kontrola tech.stavu údržbou | údržbář | 27.02.2019 |
| | | | selhání obsluhy - záměna | využívání databáze režimu míchání pro jednotlivé druhy granulátu | 4 | 1 | 3 | 12 | u bezftalátových druhů pravidelná analýza typu použitého změkčovačla plynovou chromatografií | velinář | 22.02.2019 |
| Dávkování barevných koncentrátů | nedodržení recepturou předepsaného množství | neshodný výrobek - jiný barevný odstín granulátu | chyba obsluhy - chybné navažení | hodnocení barevného odstínu technickou kontrolou jednotlivých šarží | 3 | 4 | 2 | 24 | dodržení recepturou daného množství a druhu koncentráту | OTK, velinář | 22.02.2019 |
| | záměna batche | | chyba obsluhy - záměna | 5 | 1 | 2 | 10 | | | | 22.02.2019 |
| Fluidní míchání - horký stupeň | nedostatečné vyčištění míchačky a kontaminace následující šarže | neshodný výrobek - jiný barevný odstín granulátu | chyba obsluhy | kontrola velinářem, hodnocení barevného odstínu technickou kontrolou | 3 | 5 | 2 | 30 | dodržování prac. postupů, kontrola velinářem před každou změnou vyráběného odstínu | OTK, velinář | 25.02.2019 |
| Fluidní míchání - studený stupeň | nedostatečné vyčištění míchačky a kontaminace následující šarže | neshodný výrobek - jiný barevný odstín granulátu | chyba obsluhy | kontrola velinářem, hodnocení barevného odstínu technickou kontrolou | 3 | 3 | 2 | 18 | dodržování prac. postupů, kontrola velinářem před každou změnou vyráběného odstínu | OTK, velinář | 22.02.2019 |
| Vytlačování - granulace | výrazná změna technologického režimu v průběhu výroby | neshodný výrobek - kolísání tokových vlastností mat. z různých obalových jednotek | chyba obsluhy - nedodržení TP | kontrola technologem | 3 | 3 | 4 | 36 | před každou šarží nastavení dle tech. předpisu | technolog, obsluha | 25.02.2019 |
| Chlazení | nedostatečné vyčištění chladič trasy | neshodný výrobek - kontaminace produktu nízkým podílem mat. odlišné tvrdosti a odstínu | chyba obsluhy - nedostatečné vyčištění | kontrola obsluhou při balení granulátu | 4 | 3 | 3 | 36 | před koncem každé směny vyčistit a kontrola směnou následující | operátor | 21.02.2019 |

Největší riziko dle MR/P (RPN) nám v procesu výroby vstupního materiálu (granulátu) představuje míchání v kuželové míchačce, kde při nedodržování technologických podmínek (doby míchání) přípravy směsi, dojde k výrobě nehomogenní směsi. Dle hodnocení se jedná o nízké riziko, proto znovu přezkoumání rizika je navrhováno v periodách půl roku.

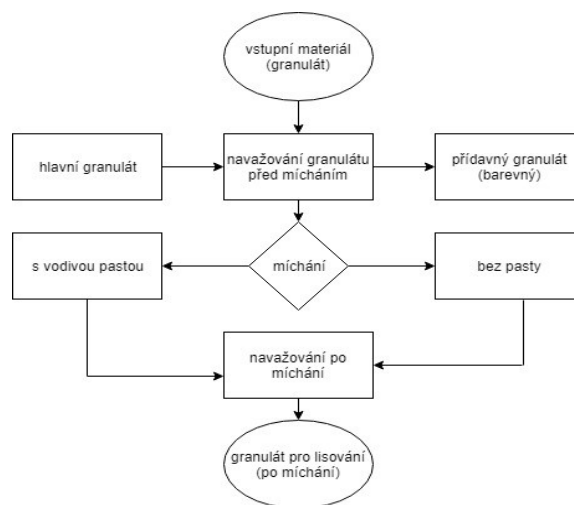
7.2.2 Návrh opatření k minimalizaci vad v procesu výroby vstupního materiálu (granulátu)

Aby nedocházelo k výrobě nehomogenní směsi, tak doporučená nápravná opatření dle analýzy viz. Tab. 11 jsou proškolení obsluhy o dodržování pracovního postupu a odpovědné osoby za proškolení jsou mistr a technolog. Dalším krokem k minimalizaci vad je preventivní kontrola technického stavu strojních zařízení údržbou. Dále je nezbytné kvalifikovat obsluhu o jednotlivých úkonech v procesech výroby vstupní materiálu (granulátu) z hlediska výrobních postupů, technologických předpisů a reglementů. Aby proškolení bylo efektivně implementováno je nutné školení provést minimálně dvakrát za rok.

7.3 Analýza procesu míchání a navažování granulátu

7.3.1 FMEA procesu míchání a navažování granulátu

Proces míchání a navažování granulátu bude v této kapitole znázorněn vývojovým diagramem viz. Obr. 15 a analýza vad pomocí metody FMEA viz. Tab. 12. Tuto výrobní činnost provádí jeden zaměstnanec pracující na jednu směnu.



Obr. 15 Vývojový diagram procesu míchání a navažování granulátu (vlastní zpracování)

Tab. 12 FMEA procesu míchání a navažování granulátu (vlastní zpracování)

| FMEA PROCESU | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|---|---|----|----|----|---------------|---|-----------------|---------------------|
| POLOŽKA | Lisovaná podlahovina | ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES | Miloslav Pěček | ČÍSLO FMEA | 2 | | | | | | |
| | | VYPRACOVAL | Jan Beran | | | | | | | | |
| PROCES | Míchání a navažování granulátu | KRITICKÝ TERMÍN | 20.02.2019 | STRANA | 1 | | | | | | |
| | | ORIGINÁL UKONČENÝ | 18.02.2019 | | | | | | | | |
| ČLENOVÉ TÝMU: | | Jan Beran, Miloslav Pěček (vedoucí divize) | | | | | | | | | |
| Proces | Možné vady | Možné následky vady | Možná příčina vady | Stávající stav | | | | | Doporučená nápravná opatření | Odpovídá | Termín realizace |
| | | | | Plánovaná kontrolní opatření | Vz | Vy | Od | MR/P (RPN) | | | |
| Navažování granulátu před mícháním | nedostatečné množství granulátu | neshodný výrobek - díry v blocích podlahoviny | nesprávná funkce váhy | kontrola váhy míchačem | 8 | 4 | 4 | 128 | reset a kalibrace váhy před začátkem každé směny | míchač | 21.02.2019 |
| | | | nefunkční podávací šnek | preventivní kontrola údržbou | 8 | 1 | 6 | 48 | kontrola tech.stavu údržbou | údržbář | 21.02.2019 |
| | záměna barvy granulátu | neshodný výrobek - odlišný barevný odstín podlahoviny | chyba obsluhy - záměna granulátu | kontrola barvy granulátu míchačem | 8 | 7 | 6 | 336 | kontrola barvy granulátu před každou výměnou bedny | míchač | 21.02.2019 |
| Míchání | přesušení granulátu | neshodný výrobek - jiné fyzikálně mechanické vlastnosti podlahoviny | nesprávná funkce topení míchačky | preventivní kontrola údržbou | 6 | 3 | 4 | 72 | kontrola tech.stavu údržbou, sledování teploty míchačem během míchacího cyklu | míchač, údržbář | 01.03.2019 |
| | | | chyba obsluhy - nedodržení tech. postupu | kontrola tech. reglementu míchačem | 6 | 3 | 4 | 72 | před každou změnou druhu, kontrola tech. postupu míchačem | míchač | 21.02.2019 |
| | mokrý granulát | neshodný výrobek - jiné fyzikálně mechanické vlastnosti podlahoviny | nesprávná funkce topení míchačky | preventivní kontrola údržbou | 5 | 4 | 4 | 80 | kontrola tech.stavu údržbou, sledování teploty míchačem během míchacího cyklu | míchač, údržbář | 01.03.2019 |
| | | | chyba obsluhy - velké množství vodivé pasty | kontrola váhy na pastu míchačem | 6 | 6 | 3 | 108 | reset a automatická kalibrace váhy před každým míchacím cyklem | míchač | 21.02.2019 |
| Navažování granulátu po míchání | nedostatečné navážení granulátu | neshodný výrobek - díry v blocích podlahoviny | chyba váhy | kontrola váhy na finální navážení granulátu míchačem | 8 | 1 | 4 | 32 | reset a automatická kalibrace váhy před každou výměnou bedny | míchač | 21.02.2019 |
| | odlišná barva granulátu | neshodný výrobek - odlišný barevný odstín podlahoviny | chyba obsluhy - nesprávné vyčištění bedínek na finální granulát | kontrola bedínek na finální granulát míchačem | 7 | 6 | 4 | 168 | kontrola každé bedinky a vysátí | míchač | 21.02.2019 |

Dle MR/P (RPN) je největším rizikem v procesu míchání a navažování granulátu proces navažování granulátu před mícháním a to záměna barvy granulátu. Podle stupnice hodnocení rizika, jde o střední riziko. Dalším procesem, který spadá do kategorie středního rizika, ale s menší hodnotou než záměna barvy granulátu je nedostatečné množství granulátu, dále pak v procesu navažování granulátu po míchání jde o odlišnou barvu granulátu v bedně, do které se sype hotový namíchaný granulát pro lisování. Návrh na přezkoumání těchto třech rizik je v periodě třech měsíců, protože spadají do středního rizika.

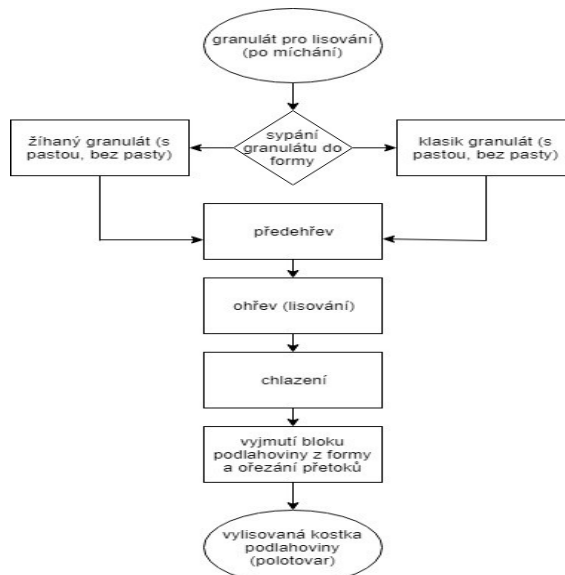
7.3.2 Návrh opatření k minimalizaci vad v procesu míchání a navažování granulátu

V procesu navažování granulátu před mícháním, je potřebné pro snížení rizika vzniku vady záměny barvy granulátu nápravné opatření kontrola barvy granulátu před každou výměnou bedny. K této kontrole se používá vzorníku jednotlivých barev. Další vadou, která může v tomto procesu nastat, je nedostatečné množství granulátu. Doporučeným opatřením je resetování a kalibrace váhy před začátkem každé směny. V konečném procesu navažování granulátu po míchání může dojít k problému odlišné barvy materiálu v bedýnkách pro navažený granulát. Následným opatřením k eliminaci vzniku tohoto problému je doporučena kontrola každé bedýnky a její vysátí průmyslovým vysavačem. Vzhledem k výše uvedeným nápravným opatřením je nejvýznamnějším faktorem správné a důkladné proškolení obsluhy a tyto proškolení opakovat v periodě třech měsíců.

7.4 Analýza procesu lisování

7.4.1 FMEA procesu lisování

Lisování je proces, který provádí čtyři zaměstnanci pracující na jednu směnu. A v této kapitole za pomoci vývojového diagramu viz. Obr. 16 bude proces lisování znázorněn a druhá část této kapitoly bude věnována analýze vad při lisování metodou FMEA viz. Tab. 13.



Obr. 16 Vývojový diagram procesu lisování (vlastní zpracování)

Tab. 13 FMEA procesu lisování (vlastní zpracování)

| FMEA PROCESU | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|----|----|----|------------------------------------|--|---------------------|---------------|
| POLOŽKA | Lisovaná podlahovina | ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES | | Milošlav Pěček | | | | ČÍSLO FMEA | 3 | | |
| | | VYPRACOVAL | | Jan Beran | | | | | | | |
| PROCES | Lisování | KRITICKÝ TERMÍN | | 20.02.2019 | | | | STRANA | 1 | | |
| | | ORIGINÁL UKONČENÝ | | 18.02.2019 | | | | | | | |
| ČLENOVÉ TÝMU: | | Jan Beran, Milošlav Pěček (vedoucí divize) | | | | | | | | | |
| Proces | Možné vady | Možné následky vady | Možná příčina vady | Stávající stav | | | | Doporučená nápravná opatření | Odpovídá | Termín realizace | |
| | | | | Plánovaná kontrolní opatření | Vz | Vy | Od | | | | MR/P (RPN) |
| Sypání granulátu do formy | nedostatečné množství mat. ve formě | neshodný výrobek - díry v blocích podlahoviny | chyba obsluhy - nesprávné rozmístění mat. ve formě | kontrola množství mat. ve formě lisářem | 8 | 5 | 6 | 240 | proškolení obsluhy | lisář | 21.02.2019 |
| | šikmo plech na formě | neshodný výrobek - vytečení mat. z formy, nevhodný rozměr | chyba obsluhy - nesprávně položený plech na formu | kontrola umístění plechu na formě lisářem | 8 | 2 | 6 | 96 | vyrovnání plechu před zahájením lisovacího cyklu | lisář | 21.02.2019 |
| | odlišný (barva nebo druh) mat. ve formě | neshodný výrobek - jiný barevný odstín nebo vzhled | chyba obsluhy - nevhodně vyčištěná forma | kontrola formy lisářem | 6 | 3 | 6 | 108 | vyčištění formy před každým nasypaním mat. | lisář | 21.02.2019 |
| Předehřev | pomalé stoupání teploty | neshodný výrobek - díry nebo šupiny v blocích | vadný kondenzační hrnc | kontrola teploty lisářem | 5 | 2 | 7 | 70 | během lisovacího cyklu sledování teploty předehřevu, kontrola tech.stavu | lisář, údržbář | 22.02.2019 |
| | nespuštění cyklu předehřevu - nestoupá teplota | jiné fyzikálně mechanické vlastnosti podlahoviny | chyba obsluhy - nepuštění přívodu páry | kontrola puštění páry lisářem | 7 | 3 | 2 | 42 | kontrola a puštění přívodu páry na začátku každé směny | lisář | 21.02.2019 |
| | | | vadný ventil přívodu páry | preventivní kontrola údržbou | 7 | 1 | 2 | 14 | kontrola tech.stavu údržbou | údržbář | 01.03.2019 |
| Ohřev (lisování) | nestoupá dostatečně rychle teplota na požadovanou hodnotu | jiné fyzikálně mechanické vlastnosti podlahoviny | díra v potrubí na přívodu páry | preventivní kontrola údržbou | 5 | 3 | 5 | 75 | kontrola tech.stavu údržbou | údržbář | 01.03.2019 |
| | nestoupá tlak oleje při lisování | neshodný výrobek - díry nebo šupiny v blocích | vadné čerpadlo | preventivní kontrola údržbou | 4 | 5 | 6 | 120 | kontrola tech.stavu údržbou | údržbář | 01.03.2019 |
| Chlazení | nechladí - neklesá teplota | neshodný výrobek - díry nebo šupiny v blocích | chyba obsluhy - nepuštění přívodu vody | kontrola puštění vody lisářem | 7 | 3 | 4 | 84 | kontrola a puštění přívodu vody na začátku každé směny | lisář | 21.02.2019 |
| | | | vadný ventil na přívod vody | preventivní kontrola údržbou | 7 | 3 | 4 | 84 | kontrola tech.stavu údržbou | údržbář | 01.03.2019 |
| | pomalé chlazení | neshodný výrobek - díry nebo šupiny v blocích | díra v potrubí na přívod vody | preventivní kontrola údržbou | 7 | 2 | 6 | 84 | kontrola tech.stavu údržbou | údržbář | 01.03.2019 |
| Vyjmutí bloku podlahoviny z formy a ořezání přetoků | větší ořez bloku | neshodný výrobek - nevhodný rozměr | chyba obsluhy - větší zajetí nožem do bloku podlahoviny | kontrola ostrosti nože lisářem | 4 | 1 | 4 | 16 | proškolení obsluhy | lisář | 21.02.2019 |

Při lisování je jedna z nejdůležitějších pracovních činností proces sypání granulátu do formy a jeho správné rozmístění. Právě zde se jedná o největší riziko dle MR/P (RPN) a to o riziko střední.

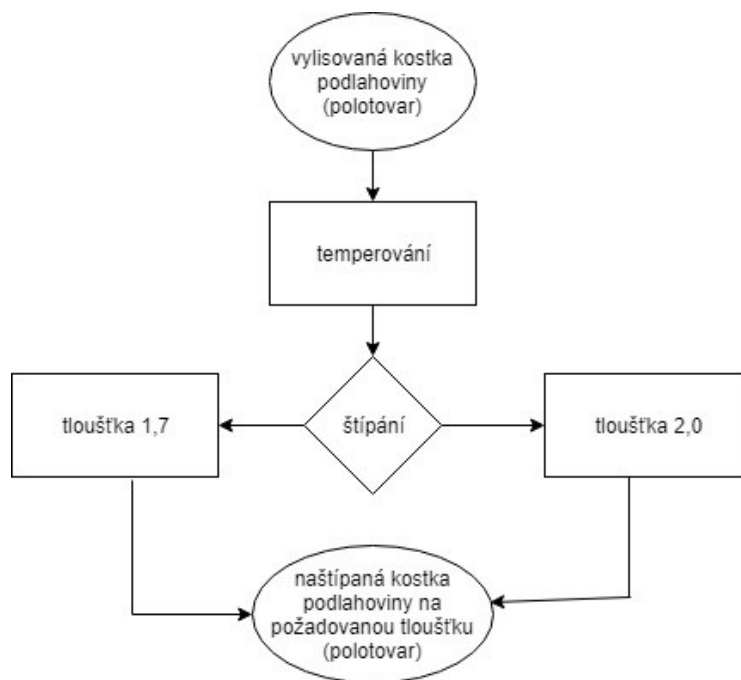
7.4.2 Návrh opatření k minimalizaci vad v procesu lisování

Estetickou stránku kvality podlahoviny určuje lisování a to proces sypání granulátu do formy. Zde dochází k největšímu riziku a to k nesprávnému rozmístění materiálu ve formě. Jedná se o chybu obsluhy, přičemž tuto vadu minimalizujeme vhodným nápravným opatřením, a to je důsledné proškolení obsluhy jak teoreticky, tak provést praktickou ukázkou kvalifikovaným pracovníkem (technologem). V důsledku středního rizika a v rámci zlepšování kvality je navrhována častější periodicitu jednotlivých školení a to v časovém intervalu dvou měsíců.

7.5 Analýza procesu temperace a štípání

7.5.1 FMEA procesu temperace a štípání

Pomocí vývojového diagramu viz. Obr. 17 bude v této kapitole znázorněn proces temperace a štípání a problematika rizik vzniku vad bude řešena pomocí metody FMEA viz. Tab. 14. Tento technologicky náročný proces vykonává šest zaměstnanců pracujících na jednu směnu.



Obr. 17 Vývojový diagram procesu temperace a štípání (vlastní zpracování)

Tab. 14 FMEA procesu temperace a štipání (vlastní zpracování)

| FMEA PROCESU | | | | | | | | | | | |
|---------------|---|--|---|--|----|----------------|----|------------------------------------|---|---------------------|---------------|
| POLOŽKA | Lisovaná podlahovina | ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES | | | | Miloslav Pěček | | | | ČÍSLO FMEA | 4 |
| | | VYPRACOVAL | | | | Jan Beran | | | | | |
| PROCES | Temperování a štipání | KRITICKÝ TERMÍN | | | | 20.02.2019 | | | | STRANA | 1 |
| | | ORIGINÁL UKONČENÝ | | | | 18.02.2019 | | | | | |
| ČLENOVÉ TÝMU: | | Jan Beran, Miloslav Pěček (vedoucí divize) | | | | | | | | | |
| Proces | Možné vady | Možné následky vady | Možná příčina vady | Stávající stav | | | | Doporučená nápravná opatření | Odpovídá | Termín realizace | |
| | | | | Plánovaná kontrolní opatření | Vz | Vy | Od | | | | MR/P (RPN) |
| Temperování | nedostatečné vyhrátí bloků podlahoviny | neshodný výrobek - nevyhovující tloušťka podlahoviny při štipání | vadný ventil přívodu páry | kontrola teploty během temperace štipačem, preventivní kontrola údržbou | 1 | 7 | 2 | 14 | kontrola tech.stavu údržbou | údržbář | 21.02.2019 |
| | ujždění bloku podlahoviny do boku | neshodný výrobek - nevyhovující tloušťka podlahoviny | chyba obsluhy - slabý tlak přítlačných válců | kontrola tlaku přítlačných válců štipačem | 5 | 3 | 4 | 60 | při prvním kusu bloku podlahoviny každého řezu kontrola tlaku | štipač | 21.02.2019 |
| Štipání | vjetí bloku podlahoviny do bandáže řezací hlavy | neshodný výrobek - absolutní deformace podlahoviny | vůle mezi bandáží hlavy a řezacím nožem | preventivní kontrola údržbou | 8 | 1 | 2 | 16 | kontrola tech.stavu údržbou | údržbář | 01.03.2019 |
| | nesprávná vzdálenost řezacího nože | neshodný výrobek - nevyhovující tloušťka podlahoviny | chyba obsluhy - nevhodné nastavené dorazy nože a laser na posun nože | kontrola vzdálenosti řezacího nože štipačem | 6 | 7 | 6 | 252 | před začátkem každé směny přeměřit vzdálenost nože | štipač | 21.02.2019 |
| | nesprávně nabroušený řezací nůž | neshodný výrobek - nevyhovující tloušťka podlahoviny | chyba obsluhy - nevhodné broušení řezacího nože během štipacího cyklu | kontrola řezacího nože štipačem | 6 | 6 | 7 | 252 | kontrola broušení nože před každým řezem | štipač | 21.02.2019 |
| | sjeté zdrsnění přítlačných válců | neshodný výrobek - nevyhovující tloušťkový profil podlahoviny | dlouhodobé užívání přítlačných válců | preventivní kontrola údržbou | 6 | 1 | 3 | 18 | kontrola tech.stavu údržbou - periodická výměna přítlačných válců 1x za půl roku | údržbář | 01.03.2019 |
| | vůle mezi bandáží a přítlačnými válci | neshodný výrobek - nevyhovující tloušťkový profil podlahoviny | postupné uvolňování přítlačných válců dlouhodobým užíváním | preventivní kontrola údržbou | 5 | 1 | 4 | 20 | kontrola tech.stavu údržbou - periodická výměna přítlačných válců 1x za půl roku | údržbář | 01.03.2013 |
| | vůle mezi bandáží a rameny | neshodný výrobek - nevyhovující tloušťka podlahoviny | chyba obsluhy - nesprávné nastavení vůle dle předepsané měrky | kontrola vůle mezi bandáží a rameny štipačem | 5 | 1 | 4 | 20 | přeměření vůle a nastavení dle tech. postupu předepsanou měrkou před začátkem každé směny | štipač | 01.03.2019 |
| | špinavý nůž od oleje | neshodný výrobek - špinavá kostka podlahoviny | chyba obsluhy - neочиštěný nůž | kontrola čistoty nože | 8 | 6 | 7 | 336 | čištění nože každých 30 minut | štipač | 21.02.2019 |

V procesu temperování a štipání jsou dle MR/P (RPN) tři největší rizika, které mají vliv na kvalitu produktu. Všechna tři rizika jsou v procesu štipání a jedná se o špinavý řezací nůž od oleje, další vadou je nesprávná vzdálenost řezacího nože, třetí vadou je nesprávně nabroušený nůž. Všechna tato tři rizika patří do kategorie středního rizika, a proto je návrh na jejich přezkoumání v periodě tří měsíců.

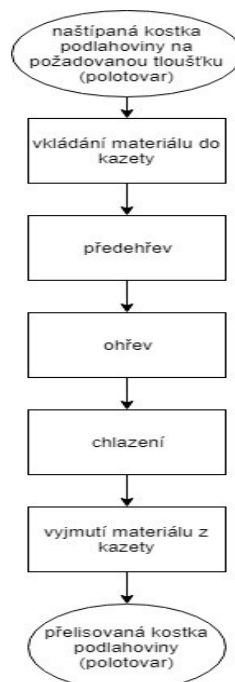
7.5.2 Návrh opatření k minimalizaci vad v procesu temperování a štípání

Štípání patří mezi nejsložitější operace výroby lisované podlahoviny, při které se určuje kvalita tloušťky a tloušťkového profilu polotovaru. V procesu štípání dochází ke znečištění řezacího nože olejem, tato vada je chybou obsluhy, aby k tomuto nedocházelo tak je nutné, aby operátor každých 30 minut provedl očištění řezacího nože, další vadou je nesprávná vzdálenost nože, opět se jedná o chybu obsluhy a to, že má nesprávně nastavené dorazy nože a laseru na posun nože. Doporučená nápravná opatření jsou, že operátor před začátkem každé směny musí přeměřit vzdálenost nože. Poslední vadou ve středním riziku je nesprávně nabroušený nůž a jeho příčinou je obsluhou jeho nesprávné nabroušení. Aby se předešlo této vadě je operátor povinen kontrolovat broušení řezacího nože před každým řezem. Protože se jedná o nejsložitější operaci výroby podlahoviny, tak doporučená proškolení zaměstnanců jsou v periodě dvou měsíců.

7.6 Analýza procesu přelísování

7.6.1 FMEA procesu přelísování

Tato kapitola bude obsahovat vývojový diagram procesu přelísování viz. Obr. 18 a analýzu metodou FMEA viz. Tab. 15. Proces přelísování vykonávají čtyři zaměstnanci pracující na dvě směny.



Obr. 18 Vývojový diagram procesu přelísování (vlastní zpracování)

Tab. 15 FMEA procesu přelísování (vlastní zpracování)

| FMEA PROCESU | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|--|--|---|----|------------|----|------------------------------------|--|---------------------|---------------|
| POLOŽKA | Lisovaná podlahovina | ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES | | Miloslav Pěček | | ČÍSLO FMEA | 5 | | | | |
| | | VYPRACOVAL | | Jan Beran | | | | | | | |
| PROCES | Přelísování | KRITICKÝ TERMÍN | | 20.02.2019 | | STRANA | 1 | | | | |
| | | ORIGINAL UKONČENÝ | | 18.02.2019 | | | | | | | |
| ČLENOVÉ TÝMU: | | Jan Beran, Miloslav Pěček (vedoucí divize) | | | | | | | | | |
| Proces | Možné vady | Možné následky vady | Možná příčina vady | Stávající stav | | | | Doporučená nápravná opatření | Odpovídá | Termín realizace | |
| | | | | Plánovaná kontrolní | Vz | Vy | Od | | | | MR/P (RPN) |
| Vkládání mat. do kazety | opačné vložení silikonového papíru | neshodný výrobek - přilepení silikonového papíru na kostku podlahoviny | chyba obsluhy - nesprávné otočení silikonového papíru | kontrola silikonové strany papíru obsluhou | 4 | 4 | 6 | 96 | před každým vložením kostky podlahoviny do kazety kontrola sil. strany papíru | obsluha | 21.02.2019 |
| | zažloutlý silikonový papír | neshodný výrobek - lesklé fleký bez dezénu | chyba obsluhy - vložení zažloutlého papíru do kazety (opotřebení používáním) | kontrola silikonového papíru obsluhou | 8 | 6 | 7 | 336 | kontrola a případná výměna sil.papíru před každým vložením kostky podlahoviny do kazety | obsluha | 21.02.2019 |
| Předehřev | nizký tlak | neshodný výrobek - matné fleký bez dezénu | chyba obsluhy - nesprávné nastavení tlaku | kontrola tlaku obsluhou | 4 | 3 | 4 | 48 | nastavení tlaku a kontrola dle tech. reglementu před každou změnou sarže (zakázky) | obsluha | 21.02.2019 |
| | nizká teplota | neshodný výrobek - matné fleký bez dezénu | chyba obsluhy - nesprávné nastavení teploty | kontrola teploty obsluhou | 4 | 3 | 4 | 48 | nastavení teploty a kontrola dle tech. reglementu před každou změnou sarže (zakázky) | obsluha | 21.02.2019 |
| | pomalé stopání teploty | neshodný výrobek - velké roztečení kostky podlahoviny v kazetě (nesprávná tloušťka) | vadný kondenzační hmec | kontrola teploty obsluhou | 5 | 2 | 4 | 40 | během lisovacího cyklu sledování teploty předehřevu, kontrola tech.stavu | obsluha, údržbář | 01.03.2019 |
| Ohřev | nepřepnutí ohřevu na chlazení | neshodný výrobek - vytečení kostky podlahoviny z kazety (nesprávný rozměr a tloušťka) | vadný elektromagnetický ventil | kontrola cyklu ohřevu a preventivní kontrola údržbou | 8 | 3 | 3 | 72 | před ukončením cyklu ohřevu kontrola přepnutí na chlazení jinak přepnutí na manuální ovládání, kontrola tech.stavu údržbou | obsluha, údržbář | 21.02.2019 |
| | | | vadná řídicí jednotka | | | | | | | | |
| Chlazení | pomalé chlazení | neshodný výrobek - velké roztečení kostky podlahoviny v kazetě (nesprávná tloušťka) | nizký tlak vody - vadné čerpadlo | kontrola teploty při chlazení obsluhou, preventivní kontrola údržbou | 4 | 4 | 2 | 32 | kontrola tech.stavu údržbou | údržbář | 01.03.2019 |
| Vyjmutí mat. z kazety | velké množství fleků na kostce podlahoviny | neshodný výrobek - fleky na kostce podlahoviny | chyba obsluhy při štípání - velké kolísání tloušťkového profilu po celé ploše kostky podlahoviny nesprávné nastavení přítlačných válců | kontrola tloušťkového profilu štípačem | 6 | 6 | 7 | 252 | nastavení a kontrola přítlačných válců dle tech. reglementu před začátkem každé směny nebo změny sarže (zakázky) | štípač | 21.02.2019 |

V procesu přelísování dle MR/P (RPN) jsou dvě největší rizika ovlivňující kvalitu podlahoviny, jedno je v procesu vkládání materiálu do kazety. Druhé riziko je v procesu vyjmutí materiálu z kazety a jedná se o velké množství fleků na kostce podlahoviny. Tyto dvě největší rizika v procesu přelísování patří do kategorie středního rizika, návrh na znovu přezkoumání je v periodě třech měsíců.

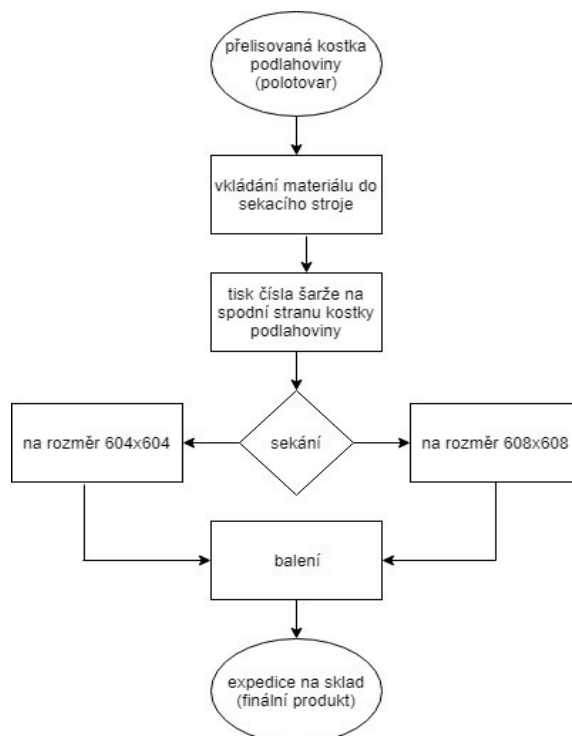
7.6.2 Návrh opatření k minimalizaci vad v procesu přelísování

Rizika, která ovlivňují kvalitu podlahoviny při přelísování je v procesu vkládání materiálu do kazety, kdy dochází ke vzniku fleku bez dezénu, jejichž příčinou je vložení zažloutlého papíru obsluhou do kazety. Nápravným opatřením je kontrola a popřípadě výměna silikonového papíru před každým vložením kostky podlahoviny do kazety. V procesu vyjmutí materiálu z kazety jde o vadu velkého množství fleků na kostce podlahoviny, jedná se o chybu obsluhy při štípání, kdy kolísá tloušťkový profil po celé ploše kostky podlahoviny vinou nesprávného nastavení přítlačných válců. Navrhovaným opatřením je povinná kontrola nastavení přítlačných válců dle technologického reglementu před začátkem každé směny. Proškolení obsluhy ve všech procesech přelísování je navrhováno v periodě dvou měsíců.

7.7 Analýza procesu sekání a balení

7.7.1 FMEA procesu sekání a balení

Závěrečným procesem výroby lisované podlahoviny je sekání a balení. Tato kapitola se bude skládat z vývojového diagramu viz. Obr. 19 a analýzy metodou FMEA viz. Tab. 16. Sekání provádí dva zaměstnanci a balení čtyři zaměstnanci pracující na jednu směnu.



Obr. 19 Vývojový diagram procesu sekání a balení (vlastní zpracování)

Tab. 16 FMEA procesu sekání a balení (vlastní zpracování)

| FMEA PROCESU | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|--|---|----|----|----|------------------------------------|--|---------------------|---------------|
| POLOŽKA | Lisovaná podlahovina | ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES | | Miloslav Pěček | | | | ČÍSLO FMEA | 6 | | |
| | | VYPRACOVAL | | Jan Beran | | | | | | | |
| PROCES | Sekání, balení | KRITICKÝ TERMÍN | | 20.02.2019 | | | | STRANA | 1 | | |
| | | ORIGINAL UKONČENÝ | | 18.02.2019 | | | | | | | |
| ČLENOVÉ TÝMU: | | Jan Beran, Miloslav Pěček (vedoucí divize) | | | | | | | | | |
| Proces | Možné vady | Možné následky vady | Možná příčina vady | Stávající stav | | | | Doporučená nápravná opatření | Odpovídá | Termín realizace | |
| | | | | Plánovaná kontrolní opatření | Vz | Vy | Od | | | | MR/P (RPN) |
| Vkládání mat. do sekacího stroje | zachycení mat. na dráze k sekacímu zařízení | neshodný výrobek - deformace kostky podlahoviny | chyba obsluhy - nesprávně vlození mat. (šikmě) | kontrola vložení kostky podlahoviny | 8 | 6 | 6 | 288 | proškolení obsluhy - jak vkládat dlaždice do sekacího stroje | obsluha | 21.02.2019 |
| Tisk čísla šarže na spodní stranu kostky podlahoviny | slabý tisk nebo netiskne | neshodný výrobek - kostka bez tisku nebo málo viditelný tisk | chyba obsluhy - nedostatečné množství barvy a ředidla | kontrola tisku během výroby obsluhou | 4 | 3 | 6 | 72 | na začátku každé směny a poté během každých 30 minut kontrola množství barvy a ředidla | obsluha | 21.02.2019 |
| | | | porucha tiskařského zařízení | preventivní kontrola údržbou | 4 | 1 | 6 | 24 | kontrola tech. stavu údržbou | údržba | 01.03.2019 |
| Sekání | neproseká kostka podlahoviny | neshodný výrobek - neproseká kostka podlahoviny (nesprávný rozměr) | nesprávně seřízená sekací hlava | neustálá kontrola při sekání obsluhou, preventivní kontrola údržbou | 8 | 2 | 6 | 96 | kontrola tech. stavu údržbou | údržba | 21.02.2019 |
| Balení | nesprávná kontrola kostky podlahoviny | neshodný výrobek - reklamace zákazníka (nesprávný bar. odstín, granulát jiné barvy, rýha v kostce) | chyba obsluhy - nesprávná kontrola (přehlédnutí vady) | kontrola každé kostky obsluhou | 8 | 4 | 7 | 224 | proškolení obsluhy (vady) - nutná kontrola každé kostky podlahoviny | obsluha | 21.02.2019 |

Podle MR/P (RPN) v procesu sekání a balení byly zjištěny dvě největší rizika, jedná se podle hodnocení o rizika střední kategorie. Z těchto dvou rizik, je největší v procesu vkládání materiálu do sekacího stroje. A druhé největší riziko je v procesu balení a to finální kontrola kvality podlahoviny. Návrh na znovu přezkoumání těchto rizik je v periodě jednoho měsíce.

7.7.2 Návrh opatření k minimalizaci vad v procesu sekání a balení

V procesu vkládání materiálu do sekacího stroje, může dojít k zachycení materiálu na dráze k sekacímu zařízení. Při vzniku této vady dojde k výrobě neshodného výrobku o to k deformaci kostky podlahoviny. Ošetření této vady je v důkladném proškolení obsluhy, jak vkládat kostku do sekacího zařízení. V procesu balení je rizikem finální kontrola kvali-

ty podlahoviny. Při nesprávné kontrole může dojít k reklamaci od zákazníka. Navrhované opatření v tomto směru je proškolení obsluhy o vadách, které se objevují během výroby, prostřednictvím katalogu vad. Jde o náročné školení obsluhy, protože se jedná o finální produkt a aby došlo k zachycení nestandardního produktu, který by se mohl dostat k zákazníkovi, proto navrhované proškolení obsluhy je v intervalu jednoho měsíce.

ZÁVĚR

Bakalářská práce je zaměřena na analýzu rizik vzniku vad ve výrobním procesu lisované podlahoviny ve společnosti Fatra a.s. pomocí vybrané metody.

První část práce je teoretická, která je rozdělena do čtyř kapitol. V první kapitole je popsána terminologie, která se týká oblasti rizik. Druhá kapitola je věnována historickému vývoji teorie rizik od vzdálené historie až po současnost, dále odborníkům, kteří se zasloužili o to, jak se dá předcházet rizikům a jak je minimalizovat na co nejmenší míru ve všech oblastech života. Další kapitolou je management rizik, kde jsou popsány jednotlivé fáze jako identifikace, analýza, hodnocení a zvládání rizik. Poslední kapitola teoretické části se zabývá popisem metod posuzování rizik, což jsou nástroje pro odhalení a minimalizaci vad.

Praktická část práce začíná popisem společnosti Fatra a.s. Napajedla, poté přechází k historickému vývoji od založení společnosti v roce 1935 koncernem Baťa až po současnost. Dále je podrobněji popsán výrobní proces lisované podlahoviny a je vytvořena klasifikace pravděpodobnosti výskytu vady, významu vady a pravděpodobnost odhalení vady pro použití v praxi pro analýzu rizik vzniku vad ve výrobním procesu lisované podlahoviny pomocí metody FMEA. Prostřednictvím metody FMEA byla identifikována, analyzována a vyhodnocena možná rizika, která mohou vzniknout v procesu výroby lisované podlahoviny, které mají vliv na kvalitu produktu.

Mezi nejrizikovější rizika v procesu výroby lisované podlahoviny patří záměna barvy granulátu a navržené opatření je kontrola barvy granulátu před každou výměnou bedny. V procesu lisování jde o riziko nedostatečného množství materiálu ve formě, kde navržené opatření je praktické proškolení obsluhy, jak správně rozmístit granulát ve formě. Kvalitu tloušťkového profilu podlahoviny určuje proces štípání, ve kterém vysoké riziko představuje nesprávně nabroušený řezací nůž, a navržené opatření je kontrola broušení nože před každým řezem. Dalším rizikem v procesu štípání je nesprávná vzdálenost řezacího nože. Aby se minimalizovalo toto riziko, tak bylo navrženo opatření a to, že před začátkem každé směny musí být přeměřena vzdálenost řezacího nože. Posledním procesem výroby lisované podlahoviny je balení. V tomto procesu je největším rizikem nesprávná kontrola kvality kostky podlahoviny. Navržené opatření je, provádět školení obsluhy v rámci kvality pomocí katalogu vad. Zásadní ale je, aby navržená opatření byla implementována do praxe a poté dodržována počínaje vedoucími pracovníky až po obsluhu.

Výsledkem práce je snížení rizik vzniku vad ve výrobním procesu lisované podlahoviny na co nejmenší možnou míru. A tím dojde k poklesu množství odpadu i nákladů,lepší se kvalifikovanost pracovníků a zvýší se kvalita výsledného produktu, což má vliv na celkovou spokojenost zákazníků. Díky těmto aspektům dojde k upevnění nebo ke zlepšení dobrého jména společnosti Fatra a.s. Napajedla a jejího postavení na trhu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BOŽEK, František a Rudolf URBAN. Management rizika: obecná část. Brno: Univerzita obrany, 2008. ISBN 978-80-7231-259-7.
- [2] ŠEFČÍK, Vladimír. Analýza rizik. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 98, [11] s. ISBN 978-80-7318-696-8.
- [3] TICHÝ, Milík. Ovládání rizika: analýza a management. V Praze: C.H. Beck, 2006, xxvi, 396 s. Beckova edice ekonomie. ISBN 80-7179-415-5.
- [4] BAECHER, Gregory B a John T CHRISTIAN. Reliability and statistics in geotechnical engineering. Hoboken, NJ: J. Wiley, c2003. ISBN 978-0-471-49833-9.
- [5] PALEČEK, Miloš, 2003. *Identifikace a hodnocení rizik*. Vyd. 2. Praha: VÚBP, 44 s. Bezpečný podnik. ISBN 802390745X.
- [6] NENADÁL, Jaroslav. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7.
- [7] ŠENOVSKÝ, Michail, Milan ORAVEC a Pavel ŠENOVSKÝ. *Teorie krizového managementu*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2012, 115 s. SPBI Spektrum. Červená řada. ISBN 978-80-7385-108-8.
- [8] Význam procesu vyšetřování incidentů [online]. [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: https://www.bozpprofi.cz/33/vyznam-procesu-vysetrovani-incidentu-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Z6AjhnlZCh84lJR9Hs5aM2Y/
- [9] *Walter Shewhart* [online]. [cit. 2018-10-13]. Dostupné z: <https://www.quality-assurance-solutions.com/Walter-Shewhart.html>
- [10] *KVALITA* [online]. [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/micrositesutf/odpovednost2013/cs/bezpecnost/zasada-zlepsovani-kvality-rizeni.html>
- [11] *PERSPEKTIVY MANAGEMENTU KRITICKÝCH ZMĚN* [online]. [cit. 2018-10-14]. Dostupné z: <http://textarchive.ru/c-1032528-pall.html>
- [12] SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2013. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4644-9.

- [13] Ishikawův diagram [online]. [cit. 2018-10-17]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ishikawuv-diagram>
- [14] PLURA, Jiří. Plánování a neustálé zlepšování jakosti. Praha: Computer Press, 2001, xii, 244 s. Praxe manažera. ISBN 80-7226-543-1.
- [15] STAMATIS, D. H, c1995. *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*. Milwaukee, Wisc.: ASQC Quality Press. ISBN 087389300x.
- [16] *FMEA* [online]. [cit. 2018-10-22]. Dostupné z: <http://www.chaloupka-kvalita.cz/fmea>
- [17] PALEČEK, Miloš, 2003. *Identifikace a hodnocení rizik*. Vyd. 2. Praha: VÚBP, 44 s. Bezpečný podnik. ISBN 802390745X.
- [18] Revize ČSN EN ISO 9001:2016: zkušenosti s aplikací normy v praxi Becková Monika
- [19] ČSN EN 31010 (010352) Management rizik - Techniky posuzování rizik. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví : , 2011.
- [20] *Demingův cyklus (Deming Cycle, PDCA Cycle)* [online]. [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/deminguv-cyklus>
- [21] *Analýza rizik: kvantitativní vs. kvalitativní* [online]. [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: <https://www.cleverandsmart.cz/analyza-rizik-kvantitativni-vs-kvalitativni/>
- [22] *Analýza pomocí kontrolního seznamu - CLA (Checklist analysis)* [online]. [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyza-kontrolni-seznam-cla-checklist-analysis>
- [23] *SOFTWAREVÁ PODPORA ANALÝZY RIZIK* [online]. [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/10129241-Softwarova-podpora-analyzy-rizik.html>
- [24] *PREDIKTIVNÍ ANALÝZY SPOLEHLIVOSTI A MOŽNOSTI JEJICH VYUŽITÍ* [online]. [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: http://www.csq.cz/fileadmin/user_upload/Spolkova_cinnost/Odborne_skupiny/Spolehlivost/Sborniky/CSJ_OSS_SBORNIK_2015_final.pdf
- [25] *Bezpečnostní inženýrství - HAZOP, FTA, FMEA - M. Jahoda* [online]. [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/7152411-Bezpecnostni-inzenyrstvi-hazop-fta-fmea-m-jahoda.html>

- [26] *FMEA – Failure Mode and Effect Analysis* [online]. [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: <http://lean6sigma.cz/fmea/>
- [27] *James T. Reason, Ph.D.* [online]. [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: http://www.safetyleaders.org/superpanel/superpanel_james_reason.html
- [28] *James Reason švýcarský sýr selhání modelu za 300 sekund* [online]. [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: <https://whatsthepont.com/2018/05/30/the-james-reason-swiss-cheese-failure-model-in-3>
- [29] *Krebs_Prezentace_CEN_15_05_18 (1)* [online]. [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: www.mvcr.cz/soubor/krebs-prezentace-cen-15-05-18-ppsx.aspx
- [30] *HISTORIE SPOLEČNOSTI* [online]. [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: <https://www.fatra.cz/o-nas/historie-spolecnosti/>
- [31] *Fatra: Profil společnosti* [online]. [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: <https://www.fatra.cz/o-nas/profil-spolecnosti/>
- [32] NEUGEBAUER, Tomáš, 2016. *Bezpečnost a ochrana zdraví při práci v kostce, neboli, O čem je současná BOZP. 2.*, aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Wolters Kluwer, 377 s. ISBN 978-80-7552-106-4.
- [33] *Plasty pro náš lepší Život* [online]. [cit. 2018-11-07]. Dostupné z: <https://www.fatra.cz/o-nas/profil-spolecnosti/>
- [34] KORECKÝ, Michal a Václav TRKOVSKÝ, 2011. *Management rizik projektů: se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích*. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3221-3.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|---------|---|
| ABS | Akrylonitrilbutadienstyren |
| a.s. | Akciová společnost |
| BO PET | Biaxiálně orientovaná polyethylentereftalátová folie |
| CLA | Checklist |
| ČSN | Česká technická norma |
| EN | Evropská norma |
| ETA | Event Tree Analysis – analýza stromu událostí |
| EVA | Ethylen Vinyl Acetate – velmi lehká pružná hmota |
| FMEA | Failure Mode and Effect Analysis - Analýza příčin a důsledků poruch |
| FTA | Fault Tree Analysis – Analýza stromu poruch |
| HAZOP | Hazard and Operability Study – Analýza ohrožení a provozuschopnosti |
| HDPE | High Density Polyethylen – vysoko hustotný polyethylen |
| ISO | International Organization for Standardization - Mezinárodní organizace pro standardizaci |
| LDPE | Low Density Polyethylen – nízko hustotný polyethylen |
| LLDPE | Linear Low Density Polyethylen |
| MR | Míra rizika |
| Od | Pravděpodobnost odhalení vady |
| PDCA | Plan – Do – Check – Act, naplánuj – proved' – ověř - jednej |
| PE | Polyethylen |
| PET | Polyethylentereftalát |
| PP | Polypropylen |
| př.n.l | Před našim letopočtem |
| PVC | Polyvinylchlorid |
| PVC - P | Polyvinylchlorid – plasticized (měkčený polyvinylchlorid) |

| | |
|---------|---|
| PVC - U | Polyvinylchlorid – unplasticized (neměkčený polyvinylchlorid) |
| RCA | Root cause analysis – analýza kořenových příčin |
| RPN | Risk Priority Number |
| RTG | Rentgen |
| SWOT | Strenghts Weaknesses Opportunities Threats |
| TPE | Termoplastický elastomer |
| USA | United States of America – Spojené státy americké |
| Vy | Pravděpodobnost výskytu vady |
| Vz | Význam vady |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| Obr. 1. Domino model kauzální závislosti[8]..... | 17 |
| Obr. 2. model PDCA cyklu[10]..... | 18 |
| Obr. 3. James Reason model švýcarského sýra [29]..... | 19 |
| Obr. 4. Proces managementu rizik dle ČSN ISO 31000:2010 [11]..... | 20 |
| Obr. 5. Ishikawa diagram[13]..... | 26 |
| Obr. 6. Ukázka stromu FTA[23]..... | 27 |
| Obr. 7. Často používaná symbolika pro strom poruchových stavů[24]..... | 27 |
| Obr. 8. Grafická podoba metody ETA[24]..... | 28 |
| Obr. 9. Fatra a.s. Napajedla[31]..... | 35 |
| Obr. 10. Graf tržeb společnosti Fatra a.s. | 37 |
| Obr. 11. Graf vývoje počtu zaměstnanců ve společnosti Fatra a.s. | 37 |
| Obr. 12. Layout pracoviště lisovaná podlahovina (vlastní zpracování) | 40 |
| Obr. 13. Vývojový diagram výroby lisované podlahoviny (vlastní zpracování)..... | 41 |
| Obr. 14 Vývojový diagram procesu výroby granulátu (vlastní zpracování) | 48 |
| Obr. 15 Vývojový diagram procesu míchání a navažování granulátu (vlastní zpracování) | 50 |
| Obr. 16 Vývojový diagram procesu lisování (vlastní zpracování)..... | 52 |
| Obr. 17 Vývojový diagram procesu temperace a štípání (vlastní zpracování)..... | 54 |
| Obr. 18 Vývojový diagram procesu přelísování (vlastní zpracování)..... | 56 |
| Obr. 19 Vývojový diagram procesu sekání a balení (vlastní zpracování)..... | 58 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| Tab. 1 Klíčová slova pro HAZOP[25]..... | 30 |
| Tab. 2 Příklad klasifikace odhalitelnosti poruchy (vady)[26] | 32 |
| Tab. 3 Příklad klasifikace významu poruchy (vady)[26] | 33 |
| Tab. 4 Možný příklad klasifikace výskytu poruchy (vady)[26] | 33 |
| Tab. 5 Historický vývoj Fatra 1935 – 1964 [30] | 35 |
| Tab. 6 Historický vývoj Fatra 1966 – 2018 [30] | 36 |
| Tab. 7 Pravděpodobnost výskytu vady lisovaná podlahovina (vlastní zpracování) | 45 |
| Tab. 8 Význam následků vady (vlastní zpracování)..... | 46 |
| Tab. 9 Pravděpodobnost výskytu vady u vstupního mat. (granulátu), navažování a míchání (vlastní zpracování) | 46 |
| Tab. 10 Pravděpodobnost odhalení vady (vlastní zpracování)..... | 47 |
| Tab. 11 FMEA procesu výroby vstupního materiálu granulátu (vlastní zpracování)..... | 49 |
| Tab. 12 FMEA procesu míchání a navažování granulátu (vlastní zpracování)..... | 51 |
| Tab. 13 FMEA procesu lisování (vlastní zpracování) | 53 |
| Tab. 14 FMEA procesu temperace a štípání (vlastní zpracování)..... | 55 |
| Tab. 15 FMEA procesu přelisování (vlastní zpracování)..... | 57 |
| Tab. 16 FMEA procesu sekání a balení (vlastní zpracování)..... | 59 |